



**PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT  
PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE**

---



**L'EAU DES MÉDITERRANÉENS:  
SITUATION ET PERSPECTIVES**

**MAP Technical Report Series No. 158**



Note: Les appellations employées dans ce document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE/PAM aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Ce rapport a été rédigé par Jean Margat, vice-président du Plan Bleu, avec la collaboration de Sébastien Treyer, chargé de mission au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

*Ce document a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, du Plan d'Action pour la Méditerranée et de l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée - Corse*

© 2004 Programme des Nations Unies pour l'environnement / Plan d'action pour la Méditerranée (PNUE/PAM) B.P. 18019, Athènes, Grèce

**ISSN 1011-7148 (Paper) 1810-6218 (Online)**

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie à des fins pédagogiques et non lucratives sans autorisation spéciale de la part du détenteur du copyright, à condition de faire mention de la source. Le PNUE/PAM serait reconnaissant de recevoir un exemplaire de toutes les publications qui ont utilisé ce matériel comme source.

Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toutes autres fins commerciales sans en demander au préalable par écrit la permission au PNUE/PAM.

Pour des fins bibliographiques, citer le présent volume comme suit:

PNUE/PAM/PLAN BLEU: L'eau des Méditerranéens : situation et perspectives. No. 158 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE/PAM, Athènes, 2004.

La Série des rapports techniques du PAM est présentée avec la structure suivante:

- Maîtriser la Pollution
- Sauvegarder le Patrimoine Naturel et Culturel
- Gérer les Zones Côtières de Manière Durable
- Intégrer l'Environnement et le Développement

## PRÉAMBULE

Dans le monde méditerranéen, l'eau est au cœur des interactions entre la société et la nature, entre le développement et l'environnement. Aussi a-t-elle été constamment un sujet majeur des travaux du Plan bleu, outil de la coopération méditerranéenne créé sur proposition du Directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'Environnement et mandaté depuis 1977 par l'ensemble des Etats riverains et la Commission Européenne, Parties Contractantes à la Convention de Barcelone, pour développer une analyse systémique et prospective de la région méditerranéenne et faciliter ainsi la mise en œuvre d'un développement qui sache prendre en compte les enjeux environnementaux.

L'évolution des situations et la montée des problèmes, la variété et la richesse des monographies et des synthèses nationales ou régionales, induites notamment par plusieurs conférences internationales, les multiples travaux réalisés depuis 10 ans par le Plan Bleu et le renouvellement des visions prospectives ont rendu opportune la préparation d'un nouvel ouvrage de référence. Un premier ouvrage de référence, « L'eau dans le bassin méditerranéen – Situation et prospective », réalisé par Jean Margat, avait été publié en 1992 et est aujourd'hui épuisé. Le présent document « L'eau des méditerranéens – Situation et perspectives » a été élaboré de 2000 à 2003 par J. Margat, avec la collaboration de S. Treyer, auteur de nombreux encadrés de la 2<sup>ème</sup> partie, et les appuis de l'équipe du Plan Bleu coordonnés par Aline Comeau, directrice scientifique.

Cette nouvelle somme a bénéficié des importants travaux sur l'eau réalisés au Plan Bleu par J. Margat et D. Vallée, tels que :

- « L'eau en région méditerranéenne », pour la conférence euro-méditerranéenne sur la gestion locale de l'eau à Marseille, en 1996
- « Ressources en eau et utilisations dans les pays méditerranéens : repères et statistiques », en 1999
- « Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXI<sup>ème</sup> siècle », pour le II<sup>ème</sup> forum mondial de l'eau à La Haye, en 2000

ainsi que des contributions au « Forum régional sur les avancées de la gestion de la demande en eau en région méditerranéenne » organisé à Fiuggi (Italie) en 2002 à la demande des Parties Contractantes et avec la participation active de très nombreux experts de différents pays et institutions.

Compte tenu de son caractère très technique, il a paru justifié de le publier dans la série des « rapports techniques du PAM ». L'ensemble des experts consultés doivent être remerciés de leur appui et de leur contribution à cet exercice. Il nous revient aussi de remercier particulièrement le Ministère français de l'écologie et du développement durable (direction de l'eau) et l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée - Corse qui ont apporté un soutien financier spécifique à l'élaboration de ce document et l'unité de coordination du PNUE/PAM d'Athènes qui en a approuvé la publication.

Guillaume BENOIT  
Directeur du Plan bleu

## RÉFÉRENCES ET REMERCIEMENTS

Dès 1998, la décision ayant été prise de remplacer dans la série des « Fascicules du Plan Bleu » le volume consacré à l'eau, alors épuisé, par un nouvel ouvrage, un comité de pilotage réuni à Monaco en octobre 1998, animé par M. Batisse (Président du Plan Bleu), avec les participations de L. Chabason (PAM), A. Comeau (Plan Bleu), M. Ennabli (INRST, Tunis), G. Flichman (CIHEAM, Montpellier), J. Mancel (OIE), J-L. Prime (Agence de l'eau RMC), M. Si Youcef (Environnement, Alger), D. Vallée (Plan Bleu), en a fixé les grandes lignes qui ont pour l'essentiel orienté l'élaboration du présent ouvrage achevé en pratique en 2002.

Cet ouvrage doit beaucoup de sa substance et de sa réalisation aux concours de toute l'équipe du Plan Bleu : d'Aline Comeau, directrice scientifique, Vito Cistulli, Patrice Couillaud, Jean-Louis Couture, Jean-Pierre Giraud, Hélène Rousseaux, efficace documentaliste, plus particulièrement. Il aussi largement tiré parti des publications parallèles et intercalaires bilingues sur le même sujet élaborées au Plan Bleu communément avec Domitille Vallée : « Ressources en eau et utilisations dans les pays méditerranéens : repères et statistiques », (cahier et CD Rom, 1999), « Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXI<sup>ème</sup> siècle », pour le II<sup>ème</sup> forum mondial de l'eau (La Haye, 2000). Sa rédaction a bénéficié des conseils judicieux, en première lecture, de Domitille Vallée (FAO, puis IWMI) et des contributions de Sébastien Treyer (MEDD) qui enrichissent par des encadrés fondamentaux les essais de prospective de la seconde partie.

Sa parfaite réalisation éditoriale, au Plan Bleu, est due aux soins attentifs de Maggy Watkins et Bassima Saïdi, dont j'ai apprécié le professionnalisme et la patience. La qualité des illustrations témoigne des talents de Nathalie Aspe (groupe BRGM) et de François Ibanez (Plan Bleu), experts en informatique graphique.

A toutes et à tous, mon amicale et chaleureuse gratitude.

Jean Margat

**WATER FOR THE PEOPLE OF THE MEDITERRANEAN: PRESENT AND FUTURE**

The growing water problems in the Mediterranean region, the progress made in understanding and the revised forecasts made at several recent international conferences, have led the Blue Plan to publish a new summary essay on the present and future situation of water in the Mediterranean region.

The following lessons were drawn thanks to an analysis bringing statistics (at country or at Mediterranean catchment area level) up to date. What is presented here is for entire countries.

The Mediterranean region still only disposes of 3% of the world's water resources though it gathers 7.3% of the world's population. Nearly 60% of the world's water-poor population, i.e. disposing of less than 1,000 cu. m of average annual resources per capita, is concentrated in just the southern- and eastern-Mediterranean countries. Nature provides the Mediterranean countries in an average year with some 1,200 billion cu. metres of surface (for 3/4) and underground water, only some 30% of which is regular and only 50% truly exploitable. These amounts are very unequally distributed, i.e. 71% in the North, 9% in the South and 20% in the Near East, and also per capita: a person in the Gaza Strip disposes on average of only 100 cu. m per year as opposed to 28,000 cu. m per capita per year in Bosnia-Herzegovina.

Water supply in the Mediterranean is ever more dependent on strengthened water development (1,200 big dams in just the Mediterranean Basin) and intensive resource exploitation. This overview of the Mediterranean water resources also has to include "green water", useable by rain-fed farming, i.e. 400 to 500 billion cu. m per year and "virtual water" included in the food imports and very considerable for most of the Mediterranean countries, i.e. over 140 billion cu. m per year by the end of the 20<sup>th</sup> century.

The Mediterranean countries overall use nearly a quarter of their renewable natural resources and nearly half of their real exploitable resources with a strong North/South imbalance. Here again vast gaps are seen between countries for average annual abstraction per capita (115 cu. m per cap. per year in the West Bank to over 1,200 cu. m per cap. per year in Egypt), and are even wider between the different Mediterranean catchment basins (record in Spain in the Ebro Basin with 3,770 cu. m per cap. per year). Farming irrigation remains by far the biggest user (63% for the entire Mediterranean Basin, 80% in the South and the Near East). Nonetheless its portion is tending to diminish for the sake of potable water supply, which is growing. Moreover, the efficiency of these uses and the water intensities are still too low. Loss during transport, user-caused leakage and the lack of efficiency in land irrigation stand for half of the total amount of this resource withdrawn.

And finally, some 30 million inhabitants of the Mediterranean, above all rural dwellers, do not have access to safe water, and about as many are deprived of access to sewerage systems. This shortage extends to the South and East and even affects some areas in the northern countries (e.g. Spain and Italy) where a growing percentage of water production is non-sustainable, leading, for example, to an over-exploitation of underground water beyond its capacities for renewal or to a mining over-exploitation of non-renewable water-table reserves. These phenomena end up by worsening the pressure on the environment in both the North and South by the drying up of rivers, pollution and the reduction of wetlands.

The trend scenario up to 2025 in water demand and water use, generally applied to national plans, has been clearly revised downwards in relation to previous forecasts, including those of the Second World Water Forum (2000). This demand might increase by from 40 to 50 cu. km per year (+15%) from now to 2025 and end up reaching about 330 cu. km per year overall. Connected to the contrasting demographic outlook, the North/South imbalance in the evolution of demand is growing wider:

- stability or decrease in the North (-2 to -3% between now and 2025)
- moderate growth in the South and East (+31% between now and 2025) occasionally slowed by exhausting the conventional resources.

Detailed forecasts per country, Mediterranean basins and water-use sectors are put forth and reveal flagrant and persistent gaps. Those countries where water resources are the lowest, the most costly to mobilise and to distribute and the least available per capita are going to see the biggest increases in demand. They will therefore be the most affected by structural shortages, which will affect at least 60 million Mediterranean inhabitants by 2025. And “water crises” cannot be ruled out.

In response to these trends, there is a great diversity of policies, still largely dominated by a greater mobilisation of resources (the supply approach), i.e. the increased development and exploitation of conventional renewable resources (rendered fragile nonetheless by the silting up of reservoirs, especially in the South), even non-renewable resources in several southern countries, linked to water transfers between areas, the development of “unconventional” resources, i.e. the regeneration and re-use of waste water (especially for irrigation), even drainage water, the desalination of brackish and salt water (rendered more feasible by a drop in its costs) and the importation of water overland or by sea.

Certain policies are beginning to target better demand management (the demand approach), i.e. a revision of the resource allocations, research into better irrigation efficiency, a more explicit integration of “virtual water” into water planning, and all of this in the context of water management that is more integrated and participatory, making the players more accountable.

Without for all that developing a single “alternative” scenario that would prove to be least adapted to the diversity of situations, the report explores the path of policies for managing more affirmative demands in the search for efficient water use. It thereby shows that some 70 cu. km per year could be saved in all Mediterranean countries from loss and inefficiency in present use.

Moderate growth in water use, an inevitability in the southern- and eastern-Mediterranean countries, compatible with zero growth in pressure on natural water, is not a pipe-dream and in the end will have to be applied. To reconcile developmental and environmental goals as much as possible, the master plan of future Mediterranean water policies will have to be one of more economical management and the equitable sharing of water, i.e. sharing between user sectors (especially between human supply and irrigation), inter-regional sharing, even sharing between countries, between generations and between society and nature.

**Table 1 How do Mediterranean people get their water supply? Key-figures**  
 Yearly average based on 1995-2000 period

Supply source	NORTH (Europe, including Cyprus, Malta) in km <sup>3</sup> /yr		EAST (Middle-East, including Turkey) in km <sup>3</sup> /yr		SOUTH (Africa) in km <sup>3</sup> /yr		Total in km <sup>3</sup> /yr		%
Abstractions from renewable resources « blue waters »									
Surface water									
- regular	76,6	109,1	15,3	43,5	24,5	67,3	116,25	220	
- irregular (dams)	32,5		28,2		42,8		103,53		
Underground water		28,3		10		10,8		49	
<b>Total</b>		<b>137,4</b>		<b>53,5</b>		<b>78,1</b>		<b>269</b>	<b>92,7</b>
Abstractions from non-renewable resources (underground water)		0		0,1		5,8		6	2
Re-use and remobilisation (secondary resources)		0,4		0,7		13,5		15	5,2
Desalination of brackish water and seawater		0,2		0,1		0,2		0,5	0,2
<b>TOTAL</b>		<b>138</b>		<b>54,4</b>		<b>97,6</b>		<b>290</b>	<b>100</b>
<b>To be compared to:</b>									
« green water » used by rain-fed farming		~ 300		~ 100		~ 70		~ 470	
Importation of “virtual water”		81		21		42		144	





## L'EAU DES MÉDITERRANÉENS : SITUATION ET PERSPECTIVES

L'amplification des problèmes de l'eau en région méditerranéenne, le progrès des connaissances et le renouveau des visions d'avenir, incité par plusieurs conférences internationales récentes, ont amené le Plan Bleu à publier un nouvel essai de synthèse et de prospective sur l'eau en Méditerranée.

Au terme de cette analyse qui permet d'actualiser les statistiques régionales, nationales à la fois au niveau des pays entiers, et de leurs bassins versants méditerranéens, les enseignements suivants sont tirés. Ils sont présentés ici pour les pays entiers.

La région méditerranéenne ne dispose toujours que de 3% des ressources en eau du monde, alors qu'elle rassemble 7,3% de l'humanité. Près de 60% de la population mondiale pauvre en eau, c'est à dire disposant de moins de 1000 m<sup>3</sup> de ressource moyenne annuelle per capita, se concentre dans les seuls pays méditerranéens du Sud et du Proche-Orient.

La nature dote les pays méditerranéens, en année moyenne, de quelque 1200 milliards de m<sup>3</sup> d'eau superficielle (pour les  $\frac{3}{4}$ ) ou souterraine, dont à peine 30% sont réguliers et dont la moitié seulement forme des ressources réellement exploitables. Ces apports sont très inégalement répartis, entre le Nord 71%, le Sud 9%, et le Proche-Orient, 20%, et aussi par habitant : un habitant de Gaza ne dispose en moyenne que de moins de 100 m<sup>3</sup>/an/tête, contre 28 000 m<sup>3</sup> /an/tête en Bosnie Herzégovine.

L'approvisionnement en eau des méditerranéens est de plus en plus tributaire d'un aménagement des eaux poussé (1200 grands barrages dans le seul bassin méditerranéen) et d'une exploitation intensive des ressources.

Ce panorama des ressources en eau méditerranéennes doit également inclure l'« eau verte », utilisable par l'agriculture « pluviale », soit 400 à 500 milliards de m<sup>3</sup>/an et l'« eau virtuelle », incluse dans les importations alimentaires et très appréciable pour la plupart des pays méditerranéens, soit plus de 140 milliards de m<sup>3</sup>/an à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle.

Les pays méditerranéens utilisent globalement près du quart de leurs ressources renouvelables naturelles, et presque la moitié de leurs ressources exploitables réelles, avec une forte dissymétrie Nord/Sud. Là encore, de grandes disparités sont observées entre les pays pour les prélèvements annuels moyens par tête (115 m<sup>3</sup>/an en Cisjordanie à plus de 1200 m<sup>3</sup>/an en Egypte), plus accusées encore entre les différents bassins versants méditerranéens (record en Espagne, dans le bassin de l'Ebre : 3770 m<sup>3</sup>/an). L'agriculture irriguée reste de beaucoup le principal utilisateur (63% pour l'ensemble du bassin méditerranéen, 80% au Sud et au Proche-Orient). Toutefois, sa part tend à régresser au profit de l'alimentation en eau potable, en croissance.

Par ailleurs, les efficacités de ces utilisations sont encore trop faibles. Les pertes au cours du transport, les fuites chez les usagers et les manques d'efficacité à la parcelle irriguée,...représentent la moitié du volume total prélevé sur les ressources.

Enfin, une trentaine de millions de méditerranéens, surtout ruraux, seraient encore dépourvus d'accès à l'eau saine et à peu près autant d'accès à l'assainissement. Ces situations de pénurie s'étendent au Sud et au Proche-Orient, et affectent même quelques régions des pays du Nord (Espagne, Italie), dans lesquelles une partie croissante des productions d'eau est non durable, entraînant par exemple la surexploitation d'eau souterraine au-delà de son renouvellement ou une exploitation minière de réserves en eau souterraine non-renouvelables.

Ces phénomènes aboutissent à l'aggravation des pressions sur l'environnement, au Nord comme au Sud : tarissement de cours d'eau, pollutions, régression de zones humides.

La prospective tendancielle jusqu'en 2025 des demandes en eau et des utilisations, appuyée généralement sur les plans nationaux, a été révisée assez sensiblement en baisse par rapport aux « prévisions » antérieures, y compris la vision du II<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau (2000). Ces demandes pourraient augmenter de 40 à 50 km<sup>3</sup>/an (+15%) d'ici à 2025 pour atteindre globalement environ 330 km<sup>3</sup>/an. Liée aux perspectives démographiques contrastées, la dissymétrie Nord/Sud des évolutions des demandes se creuse:

- stabilité ou décroissance au Nord (-2 à -3% d'ici 2025)
- croissance modérée au Sud et au Proche-Orient (+31% d'ici 2025) parfois freinée par l'épuisement des ressources conventionnelles.

Des projections détaillées par pays, bassins méditerranéens et secteurs d'utilisation sont proposées et révèlent de flagrants et persistants écarts. Les pays où les ressources en eau sont les plus faibles, les plus coûteuses à mobiliser et répartir, et les plus décroissantes par habitant vont connaître les plus fortes augmentations de demandes. Ils seront donc particulièrement touchés par des pénuries structurelles, frappant ainsi au moins 60 millions de méditerranéens en 2025. Des « crises de l'eau » ne peuvent y être exclues.

Face à ces tendances, on rencontre une grande diversité de politiques, encore généralement dominées par la mobilisation croissante de ressources (approche par l'offre): accroissement de l'aménagement et de l'exploitation des ressources conventionnelles renouvelables (fragilisés toutefois par l'envasement des réservoirs surtout au Sud), voire des ressources non renouvelables en plusieurs pays du Sud, associée à des transferts d'eau entre régions; développement des ressources « non conventionnelles »: régénération et réutilisation des eaux usées (pour l'irrigation surtout), voire des eaux de drainage (remobilisation des retours d'eau), dessalement d'eau saumâtre et d'eau de mer (favorisé par la baisse de son coût); importation d'eau par voie terrestre ou maritime.

Certaines politiques commencent à cibler une meilleure gestion de la demande (approche par la demande): révision des allocations de ressource, recherche d'une meilleure efficacité de l'irrigation; intégration plus explicite de l'« eau virtuelle » dans la planification des eaux; le tout dans le contexte d'une gestion de l'eau à la fois plus intégrée et plus participative, responsabilisant davantage tous les acteurs.

Le rapport, sans pour autant développer un scénario « alternatif » unique, qui s'avèrerait peu adapté à la diversité des situations, explore la voie de politiques de gestion des demandes plus affirmées dans la recherche d'efficacité dans les usages de l'eau. Il montre ainsi que quelque 70 km<sup>3</sup>/an pourraient être gagnés dans l'ensemble des pays méditerranéens sur les pertes et défauts d'efficacité d'usage actuels.

Une croissance modérée des utilisations, inéluctable dans les pays méditerranéens du Sud et du Proche-Orient, compatible avec une croissance zéro des pressions sur les eaux de la nature n'est pas utopique et s'imposera à terme. Pour concilier le mieux possible les objectifs de développement et d'environnement, l'idée maîtresse des politiques de l'eau méditerranéennes futures devra être celle d'une gestion plus économe et d'un partage équitable de l'eau: partage entre secteurs d'utilisation (notamment entre la desserte des populations et l'irrigation), partage entre régions, voire entre pays, partage entre générations, partage entre la société et la nature.

RÉSUMÉ

**Tableau I Comment les Méditerranéens s’approvisionnent-ils en eau ? Chiffres-clés**  
Moyenne annuelle basée sur la période 1995-2000

Source d’approvisionnement	NORD (Europe, avec Chypre, Malte) en km <sup>3</sup> /an		EST (Moyen-Orient, avec Turquie) en km <sup>3</sup> /an		SUD (Afrique) en km <sup>3</sup> /an		Total en km <sup>3</sup> /an		%
Prélèvements sur ressources renouvelables « eaux bleues »									
Eau de surface									
- régulière	76,6	109,1	15,3	43,5	24,5	67,3	116,25	220	
- irrégulière (barrages)	32,5		28,2		42,8		103,53		
Eau souterraine		28,3		10		10,8		49	
<b>Total</b>		<b>137,4</b>		<b>53,5</b>		<b>78,1</b>		<b>269</b>	<b>92,7</b>
Prélèvements sur ressources non renouvelables (eau souterraine)		0		0.1		5,8		6	2
Réutilisation et remobilisation (ressources secondaires)		0.4		0.7		13,5		15	5,2
Dessalement d’eau de mer ou saumâtre		0.2		0.1		0,2		0,5	0,2
<b>TOTAL</b>		<b>138</b>		<b>54.4</b>		<b>97,6</b>		<b>290</b>	<b>100</b>
<b>En comparaison:</b>									
« eau verte » utilisée par l’agriculture pluviale		~ 300		~ 100		~ 70		~ 470	
Importation brute d’"eau virtuelle"		81		21		42		144	



## TABLE DES MATIÈRES GÉNÉRALE

### **Prologue : L'espace méditerranéen et l'eau**

L'espace méditerranéen et l'eau

### **1<sup>ère</sup> Partie : le présent**

#### **Chapitre 1. : L'eau dans la nature méditerranéenne**

1. Le climat méditerranéen : atouts et contraintes
2. Eaux bleues et eaux vertes
3. Les eaux bleues superficielles et souterraines
4. L'eau dans l'environnement méditerranéen
5. Que valent nos connaissances ?

#### **Chapitre 2. Quelles ressources en eau pour les Méditerranéens ?**

1. Peut-on disposer de toutes les eaux de la nature méditerranéenne ?
2. Des ressources exploitables par qui et comment ?
3. Richesse ou pauvreté en eau : quelles ressources par habitant ?
4. Les ressources en eau non renouvelables : un appoint temporaire ?
5. Les nouvelles ressources

#### **Chapitre 3. L'eau et la vie des Méditerranéens**

Préambule

1. L'éclairage du passé
2. Les demandes et utilisations d'eau présentes
3. Quelles quantités d'eau les méditerranéens prennent, utilisent et consomment-ils ?  
Etat actuel et tendances contemporaines.
4. Quelles sont les qualités d'eau demandées et les qualités des eaux utilisées ?
5. Comment les méditerranéens s'approvisionnent : Aménagement et mobilisation des eaux
6. Les aménagements et les modes d'exploitation des eaux sont-ils durables ?
7. Connaît-on assez bien les utilisations ?

#### **Chapitre 4. L'économie de l'eau en Méditerranée**

Préambule

1. Les acteurs et les structures économiques de l'utilisation des eaux
2. Des charges économiques lourdes en capital et croissantes
3. Un bien économique très partiellement marchand
4. L'eau dans les économies nationales méditerranéennes Combien coûte l'eau aux méditerranéens ?
5. Les critères économiques d'allocation des ressources
6. Eau et développement
7. L' « Eau virtuelle » : facteur de réduction des disparités de ressources entre les pays méditerranéens ?

## **Chapitre 5. Les pressions humaines sur les eaux méditerranéennes**

Préambule

1. Quelle part des ressources en eau utilise-t-on à présent ?
2. Menaces humaines et dénaturations
3. Quelles ressources sont encore disponibles ?

## **Chapitre 6. L'eau dans les sociétés méditerranéennes**

Préambule

1. L'eau et le droit dans le monde méditerranéen
2. La gestion de l'eau
3. Les politiques de l'eau contemporaines
4. L'hydrogéopolitique en région méditerranéenne

## **2<sup>ème</sup> Partie : l'avenir**

### **Chapitre 7. L'eau en prospective – introductions**

1. Questionnements sur l'avenir et scénarios
2. Les perspectives démographiques et leurs conséquences
3. Les perspectives de développement socio-économique et leurs incidences

### **Chapitre 8. Rétrospective des demandes en eau**

Les futurs antérieurs à l'épreuve du présent : une leçon de prudence

### **Chapitre 9. Visite aux visions et prévisions contemporaines - à la rencontre des besoins et demandes en eau futurs**

1. Zooms méditerranéens sur des exercices mondiaux
2. Prospectives panarabes
3. Avenir de l'irrigation
4. Projets et projections : que supposent ou prévoient les plans nationaux ?
5. Résultats d'examen

### **Chapitre 10. L'avenir des ressources en eau**

1. Meilleure connaissance ou meilleure évaluation ?
2. Réévaluations des ressources exploitables et utilisables
3. Et si le climat changeait ?
4. Des risques de dénaturations sont plus probables et prochains

### **Chapitre 11. L'avenir de l'eau en laissant faire**

Préambule : un scénario tendanciel modéré

1. Utilisations et demandes en eau futures
2. Les demandes mesurées aux ressources
3. Perspectives d'évolution des offres et des sources d'approvisionnement
4. Consommations déduites, en quantité
5. Pressions futures sur les ressources
6. Impacts sur les eaux du milieu naturel et l'environnement méditerranéen

7. Conséquences socio-economiques
8. Scénario tendanciel aggravé : Une crise de l'eau en perspective ?

## **Chapitre 12. Un avenir de l'eau plus durable en Méditerranée**

### Préambule

1. Un contexte plus favorable ?
2. Des demandes en eau moins croissantes et mieux gérées
3. Des exploitations de ressource mieux équilibrées et des sources d'approvisionnement plus durables
4. Une gestion plus intégrée des offres et des demandes
5. Vers une croissance zéro des pressions sur le milieu naturel et les ressources en eau
6. Voies et moyens d'une politique de développement durable pour l'eau

### **Conclusions**

### **Bibliographie**

### **Principaux sigles et acronymes**

### **Annexes :**

- Déclaration de Marseille, 1996
- Recommandations pour la gestion des demandes en eau, CMDD, Tunis 1997
- Déclaration de Turin, 1999
- Recommandations de Fiuggi, 2002

### **Liste des Rapports Techniques du PAM**





**PROLOGUE : L'ESPACE MÉDITERRANÉEN ET L'EAU**

**Table des matières**

**L'ESPACE MÉDITERRANÉEN ET L'EAU .....2**

1. Le bassin du Nil fait-il partie du bassin méditerranéen ?..... 2

2. Un bassin très littoralisé ..... 5

3. Un espace très ouvert..... 5

**Liste des encadrés**

Encadré I. Bassin méditerranéen et littoral..... 5

**Liste des tableaux**

Tableau I. Bassin méditerranéen et territoires nationaux..... 4

**Liste des figures**

Figure 1. Bassin méditerranéen intégral, avec bassin du Nil entier..... 3

Figure 2. L'espace méditerranéen : bassin, pays riverains, régions méditerranéennes du Plan Bleu..... 4

## L'ESPACE MÉDITERRANÉEN ET L'EAU

Les territoires qui entourent la mer Méditerranée forment un espace à géométrie variable suivant les points de vue : climat, biogéographie, paysage, géopolitique définissent chacun leur espace **méditerranéen**<sup>1</sup>. L'analyse des situations et des problèmes de l'eau conduit à privilégier le concept de **bassin méditerranéen**, c'est-à-dire l'ensemble des bassins hydrographiques des cours d'eau tributaires de la Méditerranée, même si les conditions hydro-climatiques méditerranéennes et leurs implications sociales et économiques s'étendent assez largement au-delà des limites de ce bassin, y compris dans des pays non riverains (du Sud du Portugal et du Maghreb au Proche-Orient) et si, à l'inverse, quelques parties du bassin (Alpes au Nord, franges sahariennes au Sud) sont moins soumises à des conditions méditerranéennes, sans parler du bassin du Nil qui s'étend jusqu'à l'hémisphère sud et dont l'appartenance au bassin méditerranéen pose problème (on va y revenir).

Par ailleurs, les politiques de l'eau et leurs conditions socio-économiques se déterminent dans des cadres nationaux et régionaux qui impliquent de se référer à des pays : les pays méditerranéens, au sens de la Convention de Barcelone, c'est-à-dire les pays riverains de la Méditerranée. Cela étend alors le champ à des territoires extra-méditerranéens à bien des égards (à des régions atlantiques d'Europe et du Maghreb, danubiennes des Balkans, pontiques ou levantines en Asie Mineure et au Proche-Orient) ; mais à l'inverse cela tronque certaines parties du bassin méditerranéen qui s'étend dans des pays non riverains (Bulgarie, Suisse, Andorre, Macédoine et surtout pays du bassin du Nil...).

### I. Le bassin du Nil fait-il partie du bassin méditerranéen ?

D'un point de vue strictement hydrographique, oui (Figure 1), même si une bonne part de l'écoulement formé dans le haut bassin équatorial ne parvient jamais jusqu'à la Méditerranée. Mais le régime comme les problèmes de l'eau du Nil tropical est étranger à tous égards au monde méditerranéen, ce qui a conduit, pour les travaux du Plan Bleu, à exclure le bassin du Nil en amont de l'Égypte et à définir un bassin méditerranéen « conventionnel ». L'apport vital du Nil pour l'Égypte ne peut naturellement être négligé pour autant, mais les problèmes posés par la gestion des eaux dans l'ensemble du bassin du Nil sortent du cadre de cet ouvrage.

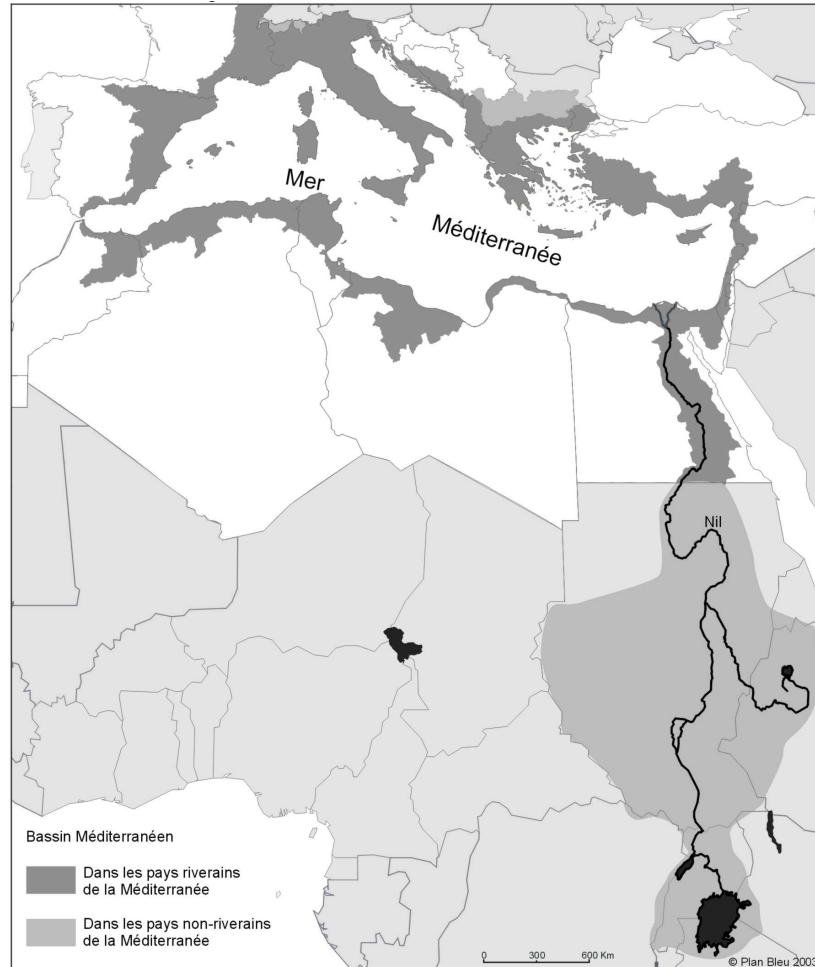
Trois espaces emboîtés peuvent ainsi se définir dans le bassin méditerranéen :

- Bassin méditerranéen intégral, avec le bassin du Nil entier (4 562 480 km<sup>2</sup>).  
(Figure 1).
- Bassin méditerranéen complet en Europe, donc étendu dans quelques pays non riverains (Bulgarie, Macédoine, Suisse), mais ne comportant que la partie égyptienne du bassin du Nil, en aval d'Assouan (1 836 480 km<sup>2</sup>), (Figure 2).
- Bassin méditerranéen conventionnel compris dans les seuls pays riverains (1 753 850 km<sup>2</sup>)

---

<sup>1</sup> **Méditerranéen** ? Un nom propre « déraciné... » L'extension par métonymie, du qualificatif méditerranéen aux territoires riverains de la Mer Méditerranée, au climat qui y règne, aux populations qui y vivent, voire à leurs civilisations, pour marquer leur lien avec cette mer (principale parenté, sinon seul point commun de cet espace tricontinental) a effacé et fait perdre de vue le sens propre de cette dénomination, qui est d'ailleurs de date récente (elle n'est apparue en géographie qu'au XVII<sup>e</sup> siècle), en n'évitant pas un emploi à contre-sens. Loin d'être « au milieu des terres », les pays ou le bassin *méditerranéens* ne sont-ils pas au contraire autour de la mer ?... Si « méditerranée », qui fut à l'origine un nom géographique commun, convient bien pour désigner la mer, les territoires qui l'entourent auraient été plus justement dénommés « circum-marins »...

Figure 1. Bassin méditerranéen intégral, avec bassin du Nil entier



Ce dernier constitue en priorité le champ de cet ouvrage, qui sera toutefois étendu aux territoires entiers des pays riverains, pour certains aspects, ou parfois focalisé sur les régions méditerranéennes côtières (Figure 2).

Les pays riverains de la Méditerranée appartiennent à son bassin par des parts très variées de leur territoire : certains s'y trouvent entièrement (Albanie, Grèce, Italie...), d'autres assez ou très partiellement (Espagne, France, Turquie et tous les pays du Sud et du Proche-Orient). Réciproquement, le bassin méditerranéen est partagé très inégalement entre les pays riverains ; l'Italie, l'Égypte, la Turquie et l'Espagne ont les plus grandes parts de bassin. (Tableau 1).

Figure 2. L'espace méditerranéen : bassin, pays riverains, régions méditerranéennes du Plan Bleu



Tableau I. Bassin méditerranéen et territoires nationaux

Pays et territoires	Superficie dans le bassin méditerranéen (km <sup>2</sup> )	% du pays	% du bassin méditerranéen conventionnel
Espagne	185 600	37	10,1
France (avec Monaco)	130 102	24	7,1
Italie	301 277	100	16,4
Malte	316	100	ε
Slovénie	4 835	24	0,3
Croatie	37 205	66	2,0
Bosnie-Herzégovine	16 301	32	0,9
Serbie-Monténégro	6 322	6	0,3
Albanie	28 748	100	1,5
Grèce	131 944	100	7,2
Turquie	195 000	25	10,6
Chypre	9 251	100	0,5
Syrie	22 000	12	1,2
Liban	9 800	96	0,5
Israël	10 500	51	0,6
Cisjordanie et Gaza	2 785	53	0,15
Egypte	200 000	20	10,9
Libye	158 864	9	8,6
Tunisie	90 000	55	4,9
Algérie	133 000	6	7,2
Maroc	80 000	18 b	4,4
Ensemble riverains	1 753 850	-	85,5
non riverains (hors bassin du Nil)	a 82 630	-	4,5
Total	1 836 480	-	100

a. Andorre, Bulgarie, Macédoine, Suisse.

b. Sans Sahara occidental (11% avec).

## 2. Un bassin très littoralisé

Le bassin méditerranéen est moins étendu que la mer qu'il entoure. La configuration très découpée des côtes (dont la longueur totale, 46 000 km, dépasse le tour de la Terre...), le développement péninsulaire (rive nord surtout) et insulaire (les îles forment 6 % du bassin) rendent la mer rarement éloignée et font du bassin méditerranéen, de tous les bassins mondiaux, celui dont les composantes littorales sont les plus importantes, ce qui a de fortes implications sur l'eau (Encadré 1).

### Encadré 1. Bassin méditerranéen et littoral

Une partie notable du bassin méditerranéen est un espace littoral terrestre, quelle que soit la définition donnée à celui-ci (territoires des collectivités côtières, caractères physiographiques...), moins par l'étendue de son emprise que par son importance socio-économique. Une grande partie de la population du bassin, notamment des agglomérations urbaines, des productions industrielles et agricoles, des activités du tourisme, des occupations portuaires et aéroportuaires se concentre dans l'espace littoral avec quatre conséquences majeures au plan de l'économie de l'eau :

- Forte concentration des demandes, généralement très supérieures aux ressources locales, d'où appel aux ressources de l'intérieur des terres et nécessité de transport d'eau (transferts).
- Impacts qui tendent au contraire à réduire les ressources en eau locales en quantité et en qualités (urbanisation, imperméabilisation des sols, amplification des eaux pluviales rejetées en mer, défauts d'assainissement).
- Forte concentration des productions d'eaux usées le plus souvent rejetées en mer inégalement épurées, avec pression résultante sur les qualités des eaux marines littorales.
- Requêtes d'aménagements sécuritaires contre les risques d'inondation (endiguements, voire détournements de cours d'eau, retenues dans les bassins amont) qui accentuent l'artificialisation du régime des eaux.

## 3. Un espace très ouvert

Le bassin méditerranéen au sens strict, hydrographique, et a fortiori l'ensemble des pays méditerranéens constituent un espace tricontinental très ouvert aux échanges avec les domaines eurasiatique et africain qui l'entourent.

Au plan hydroclimatique d'abord : l'atmosphère méditerranéenne (mer + bassin) doit une part appréciable de son humidité, qui engendre les précipitations sur le bassin, à des transferts convectifs depuis les bassins atlantiques (environ 1500 km<sup>3</sup>/an sur des apports totaux, comprenant l'évaporation de la mer, de près de 4800 km<sup>3</sup>/an); en sens inverse l'atmosphère méditerranéenne émet des flux notables d'humidité (plus de 2600 km<sup>3</sup>/an) vers le bassin danubien et le Moyen-orient. Le cycle de l'eau dans l'espace méditerranéen est donc largement influencé par les fluctuations climatiques dans les espaces voisins.

Il en est de même au plan économique : l'espace méditerranéen est le champ d'intenses échanges commerciaux non seulement internes (Nord-Sud plus que Sud-Sud...), mais avec le reste du monde, notamment d'échanges de biens alimentaires produits en consommant beaucoup d'eau dans les pays exportateurs, extra-méditerranéens pour l'essentiel (cf. les estimations de ces flux d' « eau virtuelle », chap. 4), ce que l'institution prévue d'une zone de libre-échange euro-méditerranéenne (2010) devrait encore amplifier.



**I<sup>ÈRE</sup> PARTIE**  
**LE PRÉSENT**





## Chapitre I : L'EAU DANS LA NATURE MÉDITERRANÉENNE

### Table des matières

<b>1. LE CLIMAT MÉDITERRANÉEN : ATOUTS ET CONTRAINTES.....</b>	<b>1-3</b>
<b>2. EAUX BLEUES ET EAUX VERTES .....</b>	<b>1-7</b>
<b>3. LES EAUX BLEUES SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES.....</b>	<b>1-11</b>
Des eaux d'inégales qualités .....	1-26
<b>4. L'EAU DANS L'ENVIRONNEMENT MÉDITERRANÉEN .....</b>	<b>1-26</b>
4. 1. Lorsque terres et eaux se mêlent : des milieux aquatiques inégalement rares .....	1-27
4. 2. Les zones humides : zones insalubres à bonifier ou richesses naturelles à sauvegarder ?..	1-28
4. 3. Des milieux fragiles et vulnérables .....	1-30
4. 4. L'eau, levier d'impact sur l'environnement .....	1-30
4. 5. L'eau agent actif de la nature hostile.....	1-31
<b>5. QUE VALENT NOS CONNAISSANCES ? .....</b>	<b>1-31</b>
5. 1. Et les qualités ?.....	1-34
5. 2. Essai de diagnostic .....	1-34

### Liste des encadrés

Encadré 1-1. Quelques records d'intensité pluviale méditerranéens.....	1-6
Encadré 1-2. Les sécheresses : un ordinaire méditerranéen .....	1-7
Encadré 1-3. Le karst : une spécialité méditerranéenne.....	1-12
Encadré 1-4. Le Nil : un fleuve venu d'ailleurs.....	1-23
Encadré 1-5. L'initiative MedWet pour les Zones Humides Méditerranéennes .....	1-29
Encadré 1-6. Le réseau Friend AMHY .....	1-34
Encadré 1-7. MED-HYCOS : Système Méditerranéen d'Observation du Cycle Hydrologique .....	1-35
Encadré 1-8. Les comptes en qualité des cours d'eau : début d'expérience en France .....	1-36

### Liste des tableaux

Tableau 1-1. Tentative d'estimations approchées des potentialités en "eau verte".....	1-10
Tableau 1-2. Les grands fleuves méditerranéens .....	1-14
Tableau 1-3. Données hydrologiques sur le bassin méditerranéen .....	1-20
Tableau 1-4. Données macro-hydrologiques sur les pays méditerranéens. ....	1-24
Tableau 1-5. Bilan d'eau douce actuel du bassin méditerranéen .....	1-24
Tableau 1-6. Relations entre les eaux continentales et les autres composantes de l'environnement....	1-27
Tableau 1-7. Statistiques des stations de mesure de précipitations et de débits de cours d'eau .....	1-36

### Liste des figures

Figure 1-1. L'aridité dans le bassin méditerranéen .....	1-3
Figure 1-2. Répartition des précipitations moyennes sur le bassin méditerranéen.....	1-4
Figure 1-3. Volumes moyens annuels de précipitations reçues par le bassin méditerranéen.....	1-5
Figure 1-4. Exemple de chroniques séculaires de pluies annuelles (1890-1990).....	1-5
Figure 1-5. L'eau bleue et l'eau verte dans le bassin méditerranéen .....	1-9
Figure 1-6. Flux entrants et sortants des bassins méditerranéens de chaque pays .....	1-11
Figure 1-7. Réseau hydrographique et bassins fluviaux méditerranéens.....	1-12
Figure 1-8. Structures hydrogéologiques et eaux souterraines dans le bassin méditerranéen.....	1-13
Figure 1-9. Distribution des ordres de grandeur de l'écoulement souterrain moyen.....	1-15
Figure 1-10. Bassins méditerranéens partagés.....	1-16
Figure 1-11. Chroniques de débits moyens annuels de fleuves méditerranéens au XX <sup>e</sup> siècle .....	1-17

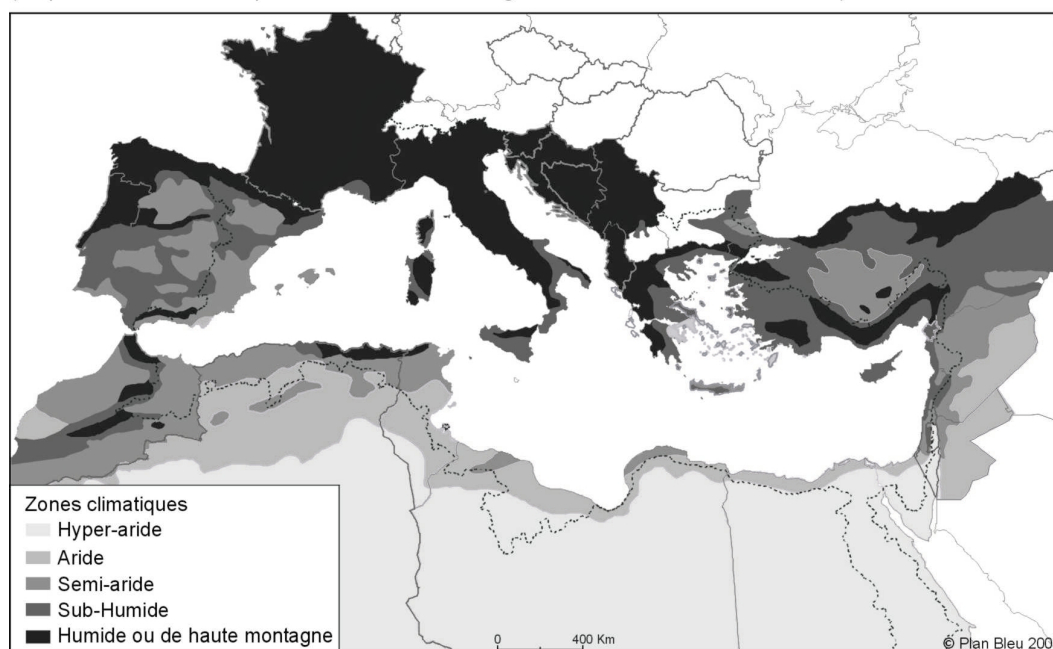
Figure I-12. Exemples de variation de l'écoulement total annuel globalisé sur un pays : .....	I-18
Figure I-13. Schéma du cycle de l'eau dans un bassin méditerranéen. ....	I-19
Figure I-14. Schémas du bilan d'eau global du bassin méditerranéen et des sous-bassins N, E, et S. ....	I-25
Figure I-15. Localisation des zones humides (sites RAMSAR).....	I-28
Figure I-16. Evolution des estimations de l'écoulement moyen annuel total .....	I-33

## I. LE CLIMAT MÉDITERRANÉEN : ATOUTS ET CONTRAINTES

Dans la perception culturelle stéréotypée –surtout celle des européens du Nord– le climat méditerranéen est synonyme d'ensoleillement et de douceur de vivre. Pourtant les conditions climatiques qui règnent autour de la Méditerranée sont des qualités pour les uns, mais des défauts pour les autres. Le « beau temps » assuré, favorable aux villégiatures et au tourisme, se double de sécheresses qui pénalisent l'agriculture et fragilisent les ressources en eau, y compris pour la desserte de ses « consommateurs »....

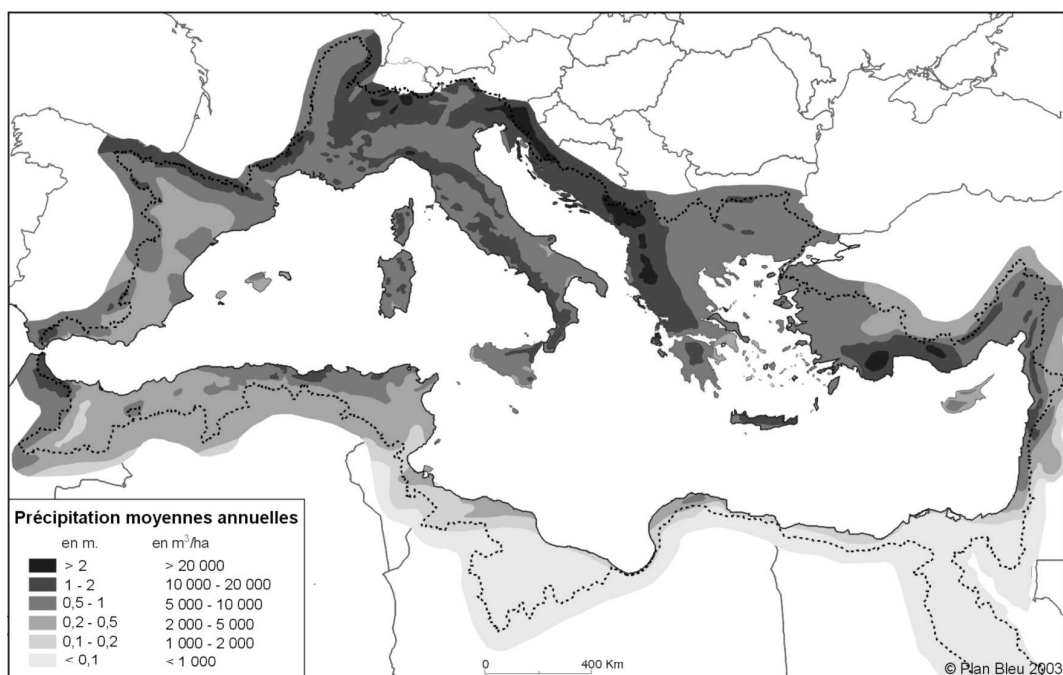
En outre, par delà des caractères structurels communs (deux saisons pluvieuses, d'automne et de printemps ; sécheresse estivale qui fait son originalité), ce climat est diversifié à l'extrême : de l'hyperaridité qui s'étend jusqu'aux rivages africains du Sud-Est, à une forte humidité dans les régions alpestre et dinarique, toutes les nuances sont représentées.(Figure 1-1).

Figure 1-1. L'aridité dans le bassin méditerranéen



Les précipitations s'échelonnent, en moyenne annuelle, de quelques centimètres au bord des Syrtes, en Libye, à 4 m ou plus sur les sommets les plus arrosés de l'Ouest des Balkans (maximum 4,64 m au Monténégro) (Figure 1-2).

Figure I-2. Répartition des précipitations moyennes sur le bassin méditerranéen

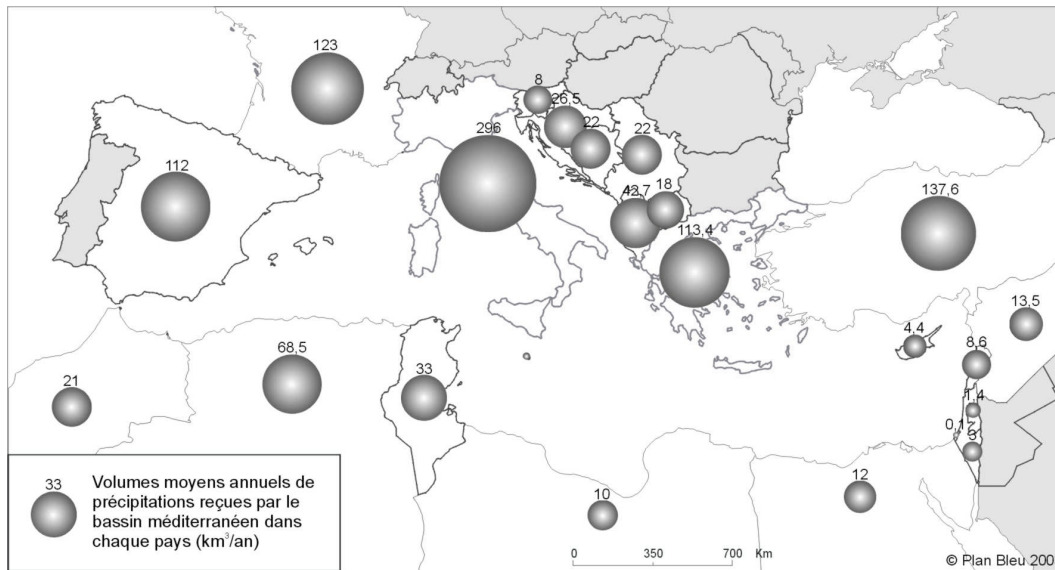


Les apports de pluie sur le bassin méditerranéen sont donc très inégalement distribués (Figure 1-3):

- sur un volume total estimé à 1 100 milliards de m<sup>3</sup> annuels en moyenne, près des 2/3 sont concentrés sur 1/5 de la surface du bassin ;
- trois pays (France, Italie, Turquie) reçoivent à eux seuls la moitié de ce total, tandis que les pays de la rive africaine –toujours dans le bassin– ne sont dotés que de 13 %.
- Ces apports sur le bassin représentent 44% des précipitations totales sur l'ensemble des pays méditerranéens (2514 km<sup>3</sup>/an), et des parts plus variées suivant les sous-régions :

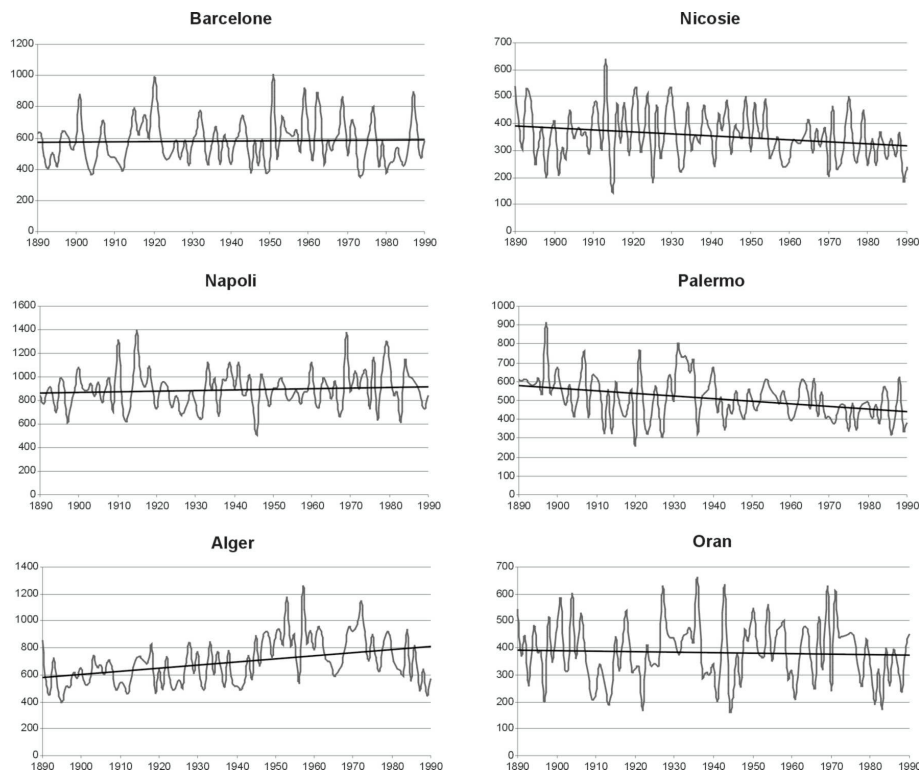
Sous-région	Apports moyens annuels des précipitations en km <sup>3</sup> /an	
	Pays entiers	Bassin méditerranéen
N	1531,6	782,3
E	570,3	170,6
S	412,1	144,5
Ensemble	2514,0	1097,4

**Figure I-3. Volumes moyens annuels de précipitations reçues par le bassin méditerranéen dans chaque pays**



Des moyennes annuelles masquent cependant les réalités du régime des pluies méditerranéennes, qui varient fortement suivant les saisons et les années, et d'autant plus qu'elles sont faibles en moyenne. La variabilité inter-annuelle, observée depuis un siècle ou plus en des points assez nombreux, ne fait pas apparaître de tendance marquée (notamment de fléchissement imputable à un changement climatique...) : quelques exemples sont donnés en Figure 1-4.

**Figure I-4. Exemple de chroniques séculaires de pluies annuelles (1890-1990) dans le bassin méditerranéen (données de la base AMHY)**



Sur un siècle des tendances contraires, croissantes ou décroissantes, s'observent, sans zonalité géographique. Des ruptures et des diminutions durant les deux dernières décennies semblent affecter le Maghreb.

La concentration des pluies sur un petit nombre de jours (50 à 100 par an en moyenne) est la règle générale, aussi les intensités journalières sont souvent fortes : des chutes de pluies « torrentielles » exceptionnelles de plusieurs centaines de millimètres en une journée peuvent survenir au Nord, et provoquer des crues catastrophiques, auxquelles sont particulièrement vulnérables les plaines et les basses vallées inondables (Encadré 1-1).

Les précipitations méditerranéennes ne sont donc pas seulement génératrices de ressources mais aussi de risques. L'érosivité des pluies intenses est notable sur les reliefs prononcés et souvent fragiles. Les concentrations locales et temporelles déstabilisent les sols, engendrant glissements de terrain et coulées de boue, parfois catastrophiques comme récemment en Italie ou à Alger.

A l'opposé, la saison sèche « normale » dure de un à deux mois au Nord, à plus de quatre mois, jusqu'à six ou sept, au Sud et à l'Est, mais les sécheresses sont avant tout conjoncturelles et peuvent être aggravées par des récives pluri-annuelles (Encadré 1-2).

**Encadré 1-1. Quelques records d'intensité pluviale méditerranéens**

- 1 200 mm en 24 heures, à La Llau et 1930 mm en 5 jours sur le Canigou (Roussillon, France) en octobre 1940.
- 950 mm en, 24 heures à Valleraugue (Gard, France) en 1900.
- Plus de 900 mm en 36 heures, près de Bastia (Corse, France) à la Toussaint 1993.
- 1 495 mm en 72 heures à San Cristina d'Aspromonta (Calabre, Italie) en 1951.
- 554 mm en 8 heures dans la vallée de l'Orba (Gênes, Italie) en 1953, dont 115 mm en 1 heure.
- Plus de 400 mm en 6 heures à Nîmes (Gard, France) le 3 octobre 1988.
- 438 mm en 24 heures près de Larissa (Grèce) en septembre 1978.
- 353 mm en 24 heures à Sôtira (Chypre) le 27 novembre 1981.
- Récemment, à Lésignan (Aude, France) 491 mm sont tombés les 12 et 13 novembre 1999, dont 229 mm en 3 heures.

Faut-il souligner combien ces caprices du climat réduisent la signification des moyennes annuelles qui servent à le définir ? L'inégalité et l'irrégularité des apports ont naturellement des répercussions directes sur la géographie et les régimes des écoulements qu'ils engendrent (Cf. infra 3), donc des ressources en eau offertes aux méditerranéens (Encadré 1-2).

Par ailleurs, le ciel reprend une grande partie de l'eau qu'il apporte : le pouvoir évaporateur de l'atmosphère (l'« évapo-transpiration potentielle »), qui réduit l'efficacité des précipitations –pour produire les écoulements– et qui détermine les besoins en eau des cultures, est partout élevé et il dépasse le plus souvent, en total annuel, les précipitations. Il est aussi inégalement réparti : de moins de 700 mm/an sur les reliefs alpestres à la faveur de l'altitude, il dépasse 1 m dans la plus grande partie du bassin méditerranéen et peut approcher 2 m dans les plaines du Sud-Est, en contribuant à affaiblir le rendement des réservoirs (l'évaporation prélève en moyenne 10 milliards de m<sup>3</sup> par an sur le réservoir d'Assouan).

En somme le climat méditerranéen est à la fois attractif et insécurisant. D'un côté il a façonné l'art de vivre et les activités des méditerranéens, en constituant un puissant facteur de l'ancienneté des établissements humains comme du développement moderne du tourisme. En revanche, ses inconstances et les risques induits ont aussi des incidences primordiales sur les occurrences naturelles de l'eau et sur l'économie de l'eau dans l'espace méditerranéen. La principale contrainte qu'il impose est la nécessité d'irriguer les cultures, presque partout en complément et le plus souvent au Sud en principal.

**Encadré I-2. Les sécheresses : un ordinaire méditerranéen**

Les sécheresses climatiques, déficiences de précipitations plus ou moins amples par rapport aux moyennes, plus ou moins étendues et prolongées, associés à des augmentations d'évapotranspiration potentielle, sont des aléas conjoncturels aux conséquences particulièrement sévères en Méditerranée où elles s'ajoutent à une « saison sèche » normale.

Les sécheresses méditerranéennes « annuelles » peuvent consister :

- en déficit d'apport d'hiver et de printemps, à conséquences surtout hydrologiques, donc sur les ressources, d'autant plus que les régimes sont irréguliers ;
- et/ou en accentuation de la sécheresse estivale (plus ample et plus longue) à conséquences immédiates sur les sols et la végétation, et à effets hydrologiques différés, qui ont plutôt une incidence sur les demandes en eau (notamment d'irrigation de complément), mais aussi indirectement sur les ressources par l'exploitation accrue de celles-ci.

Localement la sévérité d'une sécheresse saisonnière ou annuelle peut se caractériser de plusieurs manières (soit par l'ampleur de l'écart à la moyenne de la période, mesurée en écart-type ; soit par une fréquence d'occurrence conventionnelle par rapport à une médiane), qui permettent également d'établir des statistiques. Par exemple :

- A Marseille, entre 1840 et 1975, 73 années sèches sont survenues, dont 41 à sécheresse modérée (moins de 1 écart-type), 29 à sécheresse forte (1 à 2 écarts-type) et 3 à sécheresse très forte (> 2 écarts-type).
- A Tunis, sur 110 années, dont 55 à précipitations déficitaires (inférieures à la moyenne), 32 sécheresses modérées et 23 sécheresses fortes, ont été dénombrées suivant le même critère (Benzarti, 1990).
- A Athènes, sur 132 ans, on a connu 12 sécheresses « sévères » (>1,5 écarts-type) (Baloutsos, 1993).
- A Oujda (Maroc), entre 1932 et 1996, 21 années sèches (à précipitations inférieures à celle de décile 3) sur 65 ont été dénombrées.

L'extension spatiale des sécheresses est naturellement un facteur multiplicateur : elles peuvent affecter de vastes régions, voire des pays entiers, défrayant la chronique des médias et préoccupant les autorités politiques.

La succession de sécheresses plusieurs années consécutives n'est pas rare et aggrave les situations, en favorisant le tarissement des réserves du sol et du sous-sol. Sans remonter aux siècles passés, au cours des deux dernières décennies seulement, des périodes de sécheresse ont été mémorables dans les pays méditerranéens (chronique non exhaustive) :

- 1980-85 au Maroc
- 1982 en Grèce, en Italie du Sud
- 1982-83 en Espagne, en Tunisie
- 1983 en Algérie, en France
- 1985-86 et 1987-89 en Tunisie
- 1988-90 en Grèce
- 1988-92 en France méditerranéenne
- 1989-91 à Chypre
- 1990-95 en Espagne, au Maroc
- 1993-95 en Tunisie
- 1995-96 en Sardaigne
- 1995-98 à Chypre
- 1997 en France.

Une simple chronique devrait cependant être complétée par des caractérisations d'intensité et de gravité comparatives, basées sur différentes variables d'état naturelles (durée, extension géographique, écart aux moyennes) et sur l'évaluation des conséquences socio-économiques. Différents indicateurs ont été proposés à cette fin, comme l'indice de Palmer (1995)<sup>1</sup>, mais n'ont pas été encore appliqués au classement des sécheresses méditerranéennes.

## 2. EAUX BLEUES ET EAUX VERTES

Les eaux tombées du ciel méditerranéen ont deux destinées : une partie s'écoule en surface ou en sous-sol et finit par gagner la mer, une autre retourne à l'atmosphère, évaporée ou consommée par la végétation, suivant les deux voies universelles du cycle de l'eau.

Il est classique de considérer les premières seules comme des ressources en eau offertes par la nature à l'humanité.

1 Cf. Hayes M., 1999. Drought Indices.

C'est du moins le point de vue des hydrologues qui les mesurent ou les estiment, comme des aménageurs qui les évaluent et les mobilisent, et qui considèrent comme « pertes » les eaux évaporées ou transpirées, alors que celles-ci ne sont perdues que pour l'écoulement ; les qualifications de précipitations « efficaces » ou « utiles » sont symptomatiques à cet égard. Pourtant, d'un autre point de vue, en particulier pour les agriculteurs, il peut paraître excessif, voire aberrant, de juger « inutile » la part des pluies qui n'engendre pas d'écoulement mais qui entretient l'humidité des sols et que la végétation naturelle ou cultivée « en sec » consomme, donc fait fructifier.

Le jumelage des points de vue des hydrologues et des agrologues sur les deux sortes d'utilités de l'eau opposées par leur fonction dans le cycle de l'eau, mais complémentaires au plan économique, a conduit à la distinction entre « *eau bleue* » et « *eau verte* », suivant la terminologie adoptée pour la « Vision mondiale de l'eau »<sup>2</sup>. Sans se prêter à une sommation ni se confondre, elles participent l'une et l'autre aux potentialités en eau d'un pays : l'eau bleue source d'approvisionnement et milieu propice aux utilisations in situ, l'eau verte source de vie pour l'agriculture non irriguée, les pâturages et les forêts, donc à ne pas ignorer. L'eau verte<sup>3</sup> équivaut en théorie au flux d'évapotranspiration réelle des sols ; en pratique seulement à celle des terres arables, des prairies et des domaines forestiers exploités : en somme à la seule évapotranspiration réelle utile, ce qui exclut dans le bassin méditerranéen beaucoup d'étendues à évapotranspiration réelle inutile : aires montagneuses rocheuses, zones arides (au Sud) sans sol cultivable, garrigues et maquis incultes, zones humides improductives.... En fait, le concept d'eau verte dissocie mal la potentialité offerte et l'utilisation.

Dans le bassin méditerranéen, la répartition de l'eau verte est aussi inégale et contrastée que celle de l'eau bleue, entre :

- le Nord, où elle dépasse généralement 500 mm en année moyenne (mais rarement plus de 700 mm/an), sauf en altitude (Alpes), où elle est moindre sous les effets conjugués de la température qui réduit l'évaporation et du relief qui favorise le ruissellement ;
- le Sud, où elle est plafonnée par les précipitations et peut s'abaisser au-dessous de 100 mm/an (Figure 1-5b).

---

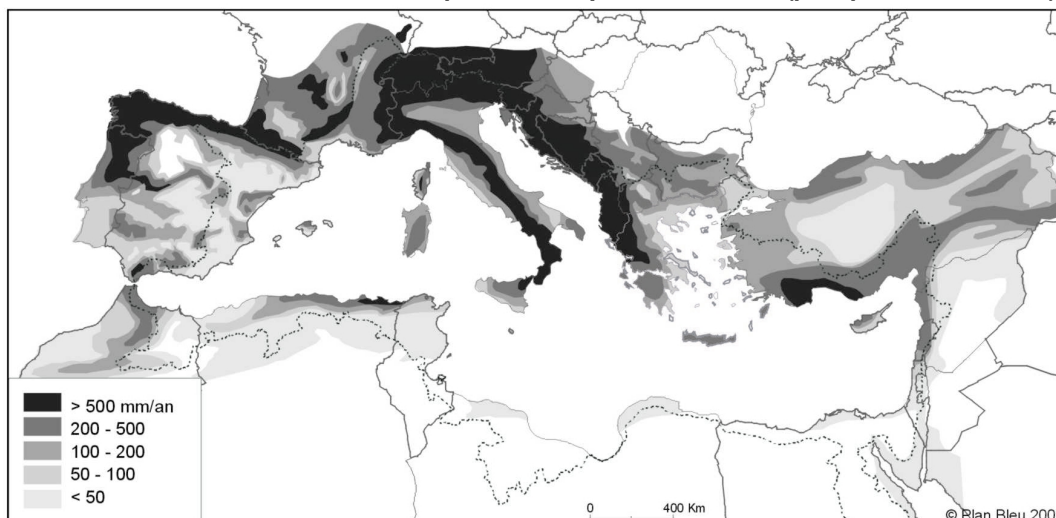
<sup>2</sup> Forum mondial de La Haye, mars 2000.

<sup>3</sup> Ou « ressource pluviale » (J.M. FAO, 1994).

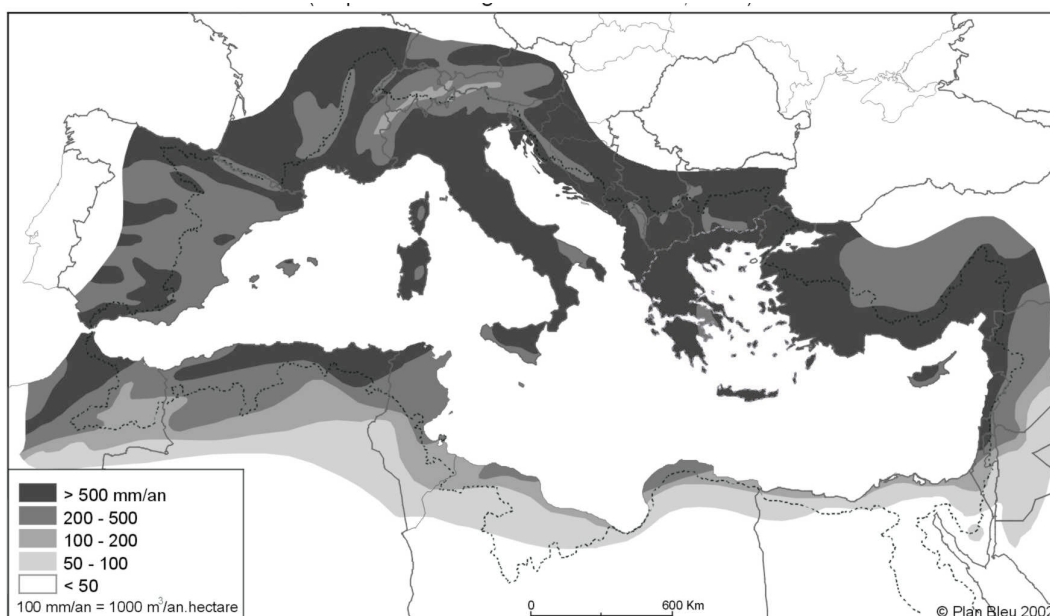


Figure 1-5. L'eau bleue et l'eau verte dans le bassin méditerranéen

a. L'eau bleue : hauteurs d'écoulement potentiel moyennes annuelles (précipitations efficaces).



b. L'eau verte maximale théorique : hauteurs d'évapotranspiration réelle moyennes annuelles équivalent aux « ressources en eau pluviales » (d'après A. Baumgartner & E. Reichel, 1975).



L'estimation des « ressources en eau verte » –exclusivement internes, à la différence des « eaux bleues » – peut être approchée en théorie, puisqu'elles correspondent (au maximum) aux quantités de l'évapotranspiration réelle ou aux « déficits d'écoulement » de chaque bassin (ordre de 560 milliards de m<sup>3</sup> en année moyenne pour tout le bassin méditerranéen). Les ressources réelles en eau verte sont certainement bien inférieures à cette estimation théorique. Il faudrait les évaluer en se référant aux seules superficies de terres arables, pastorales ou forestières exploitées, en particulier aux surfaces cultivées (« *crop lands* »), ce qui est tenté pour les pays et bassins méditerranéens au Tableau 1-1. L'« eau verte » s'élèverait ainsi à environ 300 km<sup>3</sup>/an dans le bassin méditerranéen, dont les 2/3 au nord. Toutefois, un tel chiffrage global a peu de sens pour des flux essentiellement locaux, non cumulables pour des ensembles d'unités de surface, à la différence des « eaux bleues ». De plus, les « eaux vertes » sont sujette à la même variabilité inter-annuelle que les précipitation sans possibilité de régulation. Une approche plus réaliste, appliquée par exemple en Tunisie (Hamdane, 2001), consiste à estimer ce que les productions agricoles « en sec » auraient nécessité s'il fallait couvrir tous les besoins en eau des cultures par l'irrigation ; toutefois, il s'agit alors

plutôt d'une estimation de l'eau verte utilisée, même si, dans ce cas, la ressource et l'utilisation diffèrent sans doute peu.

Par définition, l'écart entre l'eau verte et les besoins en eau des cultures est un indicateur moyen des besoins en eau d'irrigation. Dans le bassin méditerranéen, ces besoins sont généralisés partout où l'eau verte est inférieure à 200 à 300 mm/an et souvent au-dessus –jusqu'à 500 mm– pour certaines cultures, notamment du fait de la variabilité des apports et de la faible réserve de certains sols.

**Tableau I-1. Tentative d'estimations approchées des potentialités en "eau verte" des pays méditerranéens (ordres de grandeur des moyennes annuelles)**

Pays ou territoire	Territoires entiers				Territoires dans le bassin méditerranéen	
	ETR km <sup>3</sup> /an a	"Eau verte" sensu lato km <sup>3</sup> /an b	"Eau verte" pour l'agriculture pluviale c		ETR km <sup>3</sup> /an a	"Eau verte" sensu lato km <sup>3</sup> /an b
			Aire de référence 1000 km <sup>2</sup>	Km <sup>3</sup> /an		
Espagne	235	120-150	185,2	90-100	84	35-50
France	300	175-190	195,2	~ 100	60	~ 25-35
Italie	113	60-80	111,4	40-50	113	~ 60-80
Malte	0,15	~ 0,05	0,09	0,04-0,05	0,15	~ 0,05
Slovénie	13,5	6-9	2,03	~ 2	2,3	~ 1-1,5
Croatie	25	13-17	15,9	2-3	8,5	~ 3-4
Bosnie-Herzégovine	26	15-20	6,5	3-5	8	~ 4-5
Serbie-Monténégro	43	20-25	40,5	15-20	6	~ 2-3
Macédoine	12,6	6-8	6,35	5-7	12,6	~ 6-8
Albanie	15,8	8-10	7	4-5	15,8	~ 8-10
Grèce	55	30-40	38,8	20-25	55	~ 30-40
Chypre	3,8	0,5-0,6	1,44	0,4-0,5	3,8	~ 0,5-0,6
<b>Nord</b>	<b>842,85</b>	<b>453-560/~500</b>	<b>610,4</b>	<b>281-318/~300</b>	<b>369,15</b>	<b>175-237</b>
Turquie	274	110-120	269,7	80-90	74	~ 25-35
Syrie	39,7	15-20	54,8	12-15	8,5	~ 3-4
Liban	3,8	0,7-1,2	3,1	~ 0,7	~ 3,4	~ 0,6-1,1
Israël	6,2	1,7-2	4,4	1,5-1,8	2,4	1-1,5
Cisjordanie	1,65	~ 0,5-0,7	1,8	~ 0,5	0,7	~ 0,3-0,4
Gaza	0,05	~ 0,025	0,25	~ 0,025	~ 0,05	ε
<b>Est</b>	<b>325,40</b>	<b>128-144/~135</b>	<b>334,05</b>	<b>94,7-108/~100</b>	<b>89,05</b>	<b>~ 30-42</b>
Egypte	16	1-1,5	33	~ 1	11,2	7 ~ 1-1,5
Libye	45	0,2-0,5	21,5	0,2-0,5	9	~ 0,2-0,5
Tunisie	31	13,5 (M. Ennabli 2000)	51	13,5	29	~ 10
Algérie	147	30-40	81,7	~ 25-30	56	~ 20-30
Maroc	120	40-50	99,8	~ 25-30	16	~ 10-12
<b>Sud</b>	<b>359,2</b>	<b>85-105/~95</b>	<b>287</b>	<b>~ 64,7-75/~100</b>	<b>121</b>	<b>~ 41-54</b>
<b>Ensemble</b>	<b>1 527,45</b>	<b>666-809/~730</b>	<b>1 231</b>	<b>~ 470</b>	<b>579,2</b>	<b>~ 246-333</b>

a ETR = Précipitations - Ecoulement interne total (superficiel et souterrain).

b ETR rapportée aux superficies cultivées ou boisées (source : VVRI).

c ETR rapportée aux seules terres arables cultivées ("cultivated lands"), états en 1998 (source : FAO)

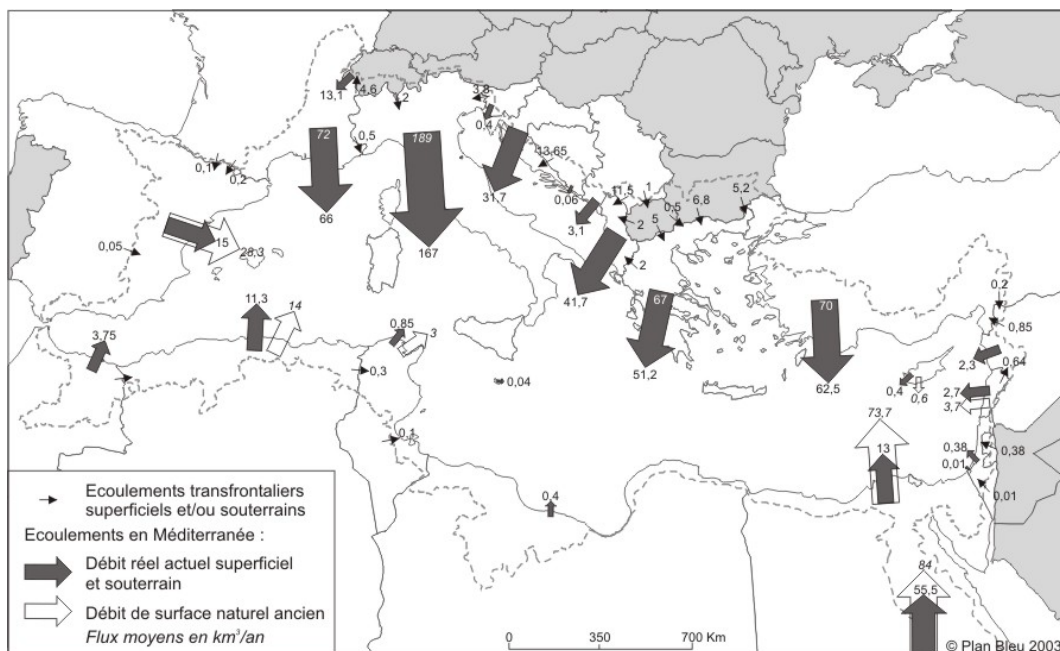
### 3. LES EAUX BLEUES SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

Le relief accidenté et la complexité géologique du sous-sol de la plus grande partie du bassin méditerranéen rendent les structures de circulation des « eaux bleues » très diversifiées et compartimentées. Aussi, la géographie des eaux superficielles et souterraines méditerranéennes est-elle très contrastée.

- Contraste régional Nord-Sud d'abord, qui reflète la dissymétrie climatique. Les apports naturels intérieurs, c'est-à-dire les précipitations génératrices d'écoulement superficiel ou souterrain (précipitations efficaces ou « eaux bleues » citées plus haut) sont très inégalement distribués : en année moyenne, ils varient dans le bassin méditerranéen de moins de 10 mm (10 000 m<sup>3</sup> par km<sup>2</sup>) dans les zones les plus arides du Sud, à 2 m (2 millions de m<sup>3</sup> par km<sup>2</sup>) localement dans les Alpes (Figure 1-5, Eaux bleues). Sur quelques 620 km<sup>3</sup> d'apports totaux, intérieurs et extérieurs, bon an mal an, à l'ensemble du bassin méditerranéen « conventionnel », le Nord et la Turquie reçoivent plus des 4/5, tandis que 19 % vont au Sud et au Levant, où le Nil naturel apporte à lui seul 13,5 %.

La mer Méditerranée reçoit en conséquence, des territoires qu'elle baigne, des quantités d'eau douce très inégales. La France, l'Italie, les pays balkaniques et la Turquie fournissent ensemble 90 % du débit total actuel réel, estimé à environ 475 km<sup>3</sup> annuels (Figure 1-6).

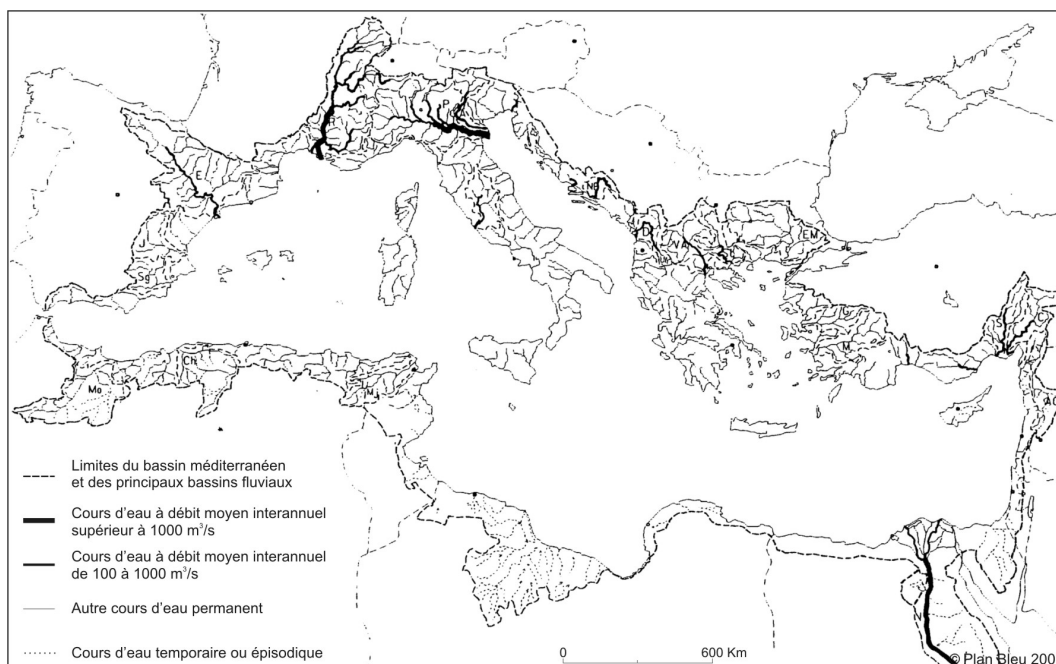
Figure 1-6. Flux entrants et sortants des bassins méditerranéens de chaque pays



De fortes disparités affectent en outre la répartition des apports et des écoulements dans chaque pays.

- Contraste entre un petit nombre de grands fleuves (six seulement débitent chacun plus de 10 km<sup>3</sup> annuels en moyenne : Tableau 1-2) et de nombreux petits cours d'eau, effet du morcellement des structures hydrographiques : 21 bassins seulement s'étendent sur plus de 10 000 km<sup>2</sup> –dont 6 bassins de plus de 50 000 km<sup>2</sup>– et ne couvrent ensemble que 42 % du bassin méditerranéen conventionnel (Figure 1-7). Seul le Nil a un bassin immense, supérieur au bassin méditerranéen conventionnel (avec le bassin du Nil entier, le bassin méditerranéen complet couvrirait 4 583 000 km<sup>2</sup>), mais c'est un cas unique très spécial (Encadré 1-4).

Figure I-7. Réseau hydrographique et bassins fluviaux méditerranéens



**Encadré I-3. Le karst : une spécialité méditerranéenne**

Sous une appellation d'origine méditerranéenne dérivée de la région éponyme Kras en Slovénie, devenue universelle<sup>4</sup>, les terrains karstiques forment un des traits et des attraits originaux des paysages méditerranéens et ils conditionnent le régime des eaux dans beaucoup de régions, où les circulations souterraines l'emportent sur les réseaux hydrographiques superficiels désorganisés, discontinus, morcelés en dépressions fermées et peu denses.

Les méditerranéens ont été de tous temps impressionnés par les manifestations de ces circulations souterraines, dont les fleuves infernaux –Styx, Achéron...– furent peut-être les transpositions mythologiques dans l'imaginaire des Grecs anciens et qui ont sans doute étayé les conceptions antiques, restées vivaces jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, sur l'origine des sources attribuée à des circulations reliant la mer à de mystérieuses cavernes sous les montagnes...

Des aquifères karstiques se trouvent dans la plupart des bassins méditerranéens, où ils contiennent une part majeure des écoulements d'eau souterraine. Ils sont alimentés par une très forte proportion (80 à 90 %) des précipitations efficaces particulièrement élevées sur les reliefs et plateaux karstiques périalpins ou dinariques, au Nord, et accrues souvent par des pertes de cours d'eau issus de domaines moins perméables ; ces apports sont néanmoins diversifiés suivant le climat : de moins de 50 à 1 000 mm/an. Ils entretiennent les sources les plus abondantes, dont certaines débitent en moyenne plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/seconde et plus de 100 en crue, et la plupart des sources littorales ou sous-marines (Figure 1-8).

Les capacités variées de ces réservoirs les rendent cependant inégalement régulateurs –le débit irrégulier des sources en témoigne–, tandis que leur structure compartimentée, la discontinuité des circulations, la profondeur souvent grande des niveaux de l'eau souterraine rendent leur exploitation directe aléatoire, autrement que par action focalisée sur les sources.

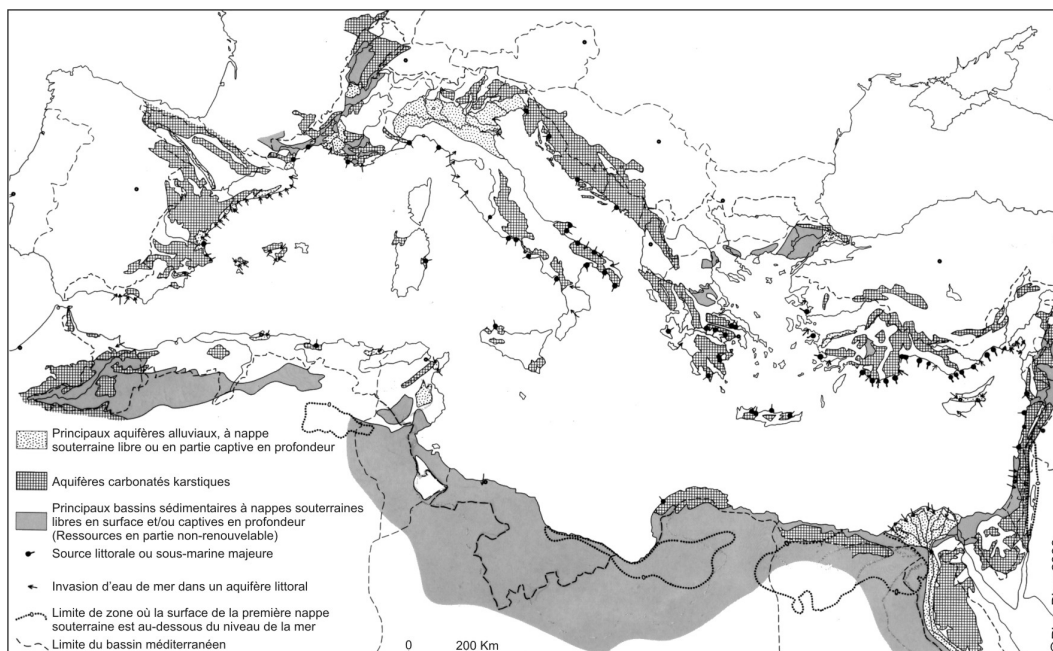
<sup>4</sup> « Das Karstphänomen » J. Cvijić, 1882.

- Contraste aussi dans la répartition et les fonctions des eaux souterraines (Figure 1-8), qui constituent des parts variées de l'écoulement total et sont diversement liées aux cours d'eau : tantôt, le plus souvent au Nord, elles contribuent pour l'essentiel aux écoulements de base superficiels et elles sont le principal facteur de pérennité des cours d'eau ; tantôt, surtout en zone semi-aride au Sud, elles sont au contraire nourries par les crues des cours d'eau superficiels, temporaires pour la plupart, et affluent en grande partie –quand elles ne sont pas captées avant– à des champs d'évaporation, notamment dans les dépressions fermées. Dans les deux cas elles ont une fonction régulatrice et là où les réservoirs aquifères sont assez développés elles améliorent la résistance aux sécheresses.

Les aquifères les plus répandus dans le bassin méditerranéen sont de trois types principaux :

- Aquifères carbonatés karstiques, châteaux d'eau prédominants des écoulements pérennes que leurs sources, souvent abondantes, entretiennent, mais inégalement volumineux et régulateurs (Encadré 1-3).
- Aquifères alluviaux, localisés dans les vallées et les deltas des principaux fleuves, fortement liés et souvent échangeurs avec les cours d'eau ; ceux de la vallée et du delta du Nil et de la plaine du Pô sont les plus étendus et comportent des nappes profondes captives.
- Aquifères de formations sédimentaires principalement détritiques de plaines côtières, en contact avec la mer, ou de grands bassins étendus, surtout au Sud-Est (Libye, Egypte), en domaine saharien largement au delà du bassin méditerranéen. Ces derniers comportent des nappes profondes à réserves considérables mais très peu renouvelées actuellement (« eaux fossiles ») relativement indépendantes des eaux de surface.

Figure 1-8. Structures hydrogéologiques et eaux souterraines dans le bassin méditerranéen



**Tableau 1-2. Les grands fleuves méditerranéens  
(cours d'eau à débit naturel moyen annuel supérieur à 10 km<sup>3</sup>/an)**

Dénomination	Pays	Aire du bassin	Part du bassin méditerranéen	Débit moyen annuel naturel	Part de l'écoulement total du bassin méditerranéen	Débit moyen naturel d'étiage ( $\bar{Q}$ mensuel mini.)	Débit réel moyen annuel actuel
		km <sup>2</sup>	% 1	km <sup>3</sup> /an	% 2	m <sup>3</sup> /sec	km <sup>3</sup> /an
Nil à Assouan à l'embouchure	EG + a	2 726 000	-	84 b	-	700 e	55,5 c
		2 870 000	-	73,1 d	13,6	22 e	46,8 f
en Egypte	EG	144 000	7,8	-	-	-	12 à 13
Rhône	F, SW	98 845	5,4	61,2 g	11,4	1 171 g'	53,7 g"
Pô	IT F, SW	71 057	3,9	46,7 h	8,7	937 h	46,7 h
Drin (avec Buna)	AL, SM, MK	19 582	1,1	21,4 i	4,0	~ 150	~ 21
Ebro	ES, FR Andorre	85 001	4,6	18,7 j	3,5	150 j	→mer 10,87k
Neretva	BK, HR	12 750	0,7	11,9 l	2,2	-	~ 12

Source : J. Margat 1998, Plan Bleu/ BRGM.

Notes :

1. Bassin méditerranéen conventionnel: 1 836 480 km<sup>2</sup> (sans le bassin du Nil en amont de l'Egypte).
2. Apports internes et externes au bassin méditerranéen conventionnel (sans l'apport Nil à Assouan) 536 km<sup>3</sup>/an en moyenne.
- a. Soudan, Ethiopie, Erythrée, Ouganda, Kenya, Tanzanie, Rwanda, Burundi, Congo.
- b. Débit moyen pris comme base du traité de partage de 1959. (Shahin 1971). Moyenne 1898-1988 (Saïd 1993).
- c. Part attribuée à l'Egypte du débit régularisé du Nil à Assouan.
- d. UNESCO 1978. Différence entre Assouan et embouchure = déperdition naturelle en Egypte (10,9 km<sup>3</sup>/an).
- e. Moyenne 1912-1962, UNESCO 1971.
- f. Débit moyen réel ancien □mer: 40 km<sup>3</sup>/an pour Shahin 1971, 47,2 1920-1962 pour UNESCO 1969.
- g. A Beaucaire, BV 95 590 km<sup>2</sup>. Débit naturel complet probable tenant compte des dérivations sans retour de la Durance (EdF→Berre, Canal de Provence) et des consommations nettes dans le bassin amont.
- g'. A Beaucaire, EdF-CNR 1999, sans prise en compte des dérivations de la Durance.
- g". A Beaucaire, EdF-CNR 1999, moyenne 1970-1997 ( I = 702 m<sup>3</sup>/s).
- h. A Pontelagoscuro, BV 70 090 km<sup>2</sup>. Débit réel, 1918-1964 (UNESCO 1969-71); 47 pour Fasso 1972. Le débit réel est assimilable à un débit naturel les influences des consommations nettes dans le bassin, notamment celles des irrigations, étant tenues pour négligeables (M. Benedini, comm. 1996).
- i. 1951-1985 (CEE/BCEOM 1997).
- j. A Tortosa, BV 84 230 km<sup>2</sup>, 1914-1935 (Min. Med. Amb., Ibanez, 1996.).
- k. Menendez & Estrela, CEDEX, Eurostat, 2000.
- l. Pecinar, Serb. Ac. Sc. 1968.

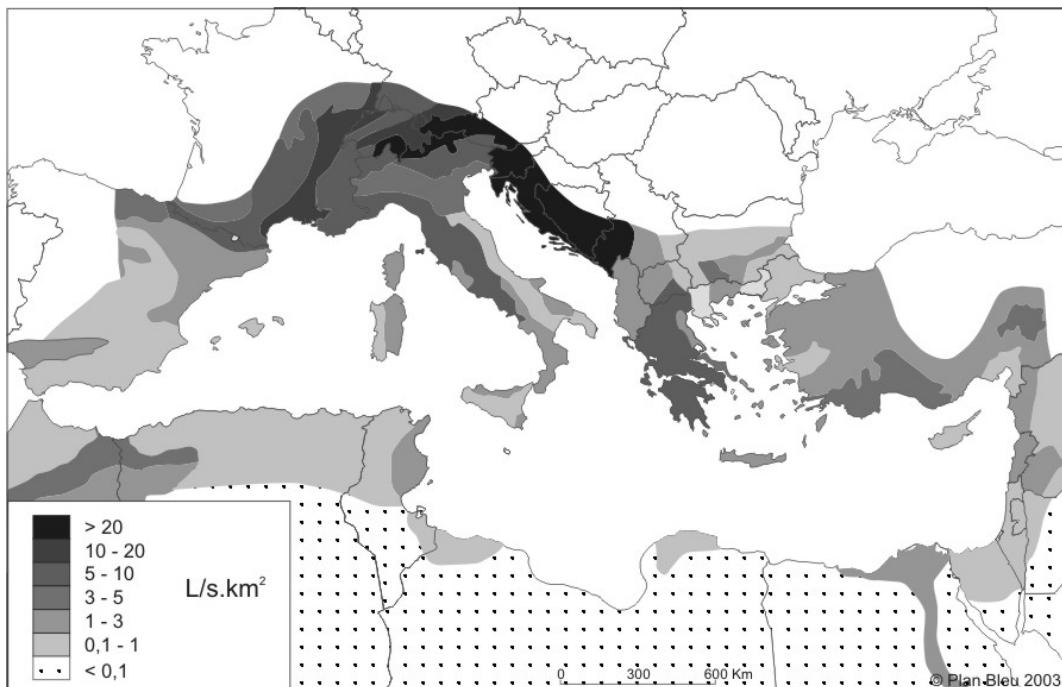
Les apports qui alimentent les aquifères méditerranéens et entretiennent les écoulements souterrains s'échelonnent de moins de 0,1 à plus de 20 l/s par km<sup>2</sup> et sont maximaux dans les Alpes italiennes et les karsts dinariques (Figure 1-9). L'ensemble des écoulements souterrains du bassin méditerranéen serait de l'ordre de 150 km<sup>3</sup>/an dont une quarantaine afflue directement à la Méditerranée par des sources littorales ou sous-marines (Tableau 1-3).

- Contraste encore entre les bassins fluviaux, voire des aquifères, entièrement « nationaux » ou partagés entre deux pays ou plus. Les lignes de partage des eaux fixées par la nature ne coïncident pas nécessairement avec les frontières politiques héritées de l'histoire humaine et non immuables. On compte une vingtaine de bassins transfrontaliers –si peu que ce soit– dans le bassin méditerranéen(Figure 1-10): - leur nombre s'est accru depuis la « balkanisation » de l'ancienne Yougoslavie–; ils couvrent ensemble le tiers du bassin méditerranéen conventionnel et leurs débits totalisent 46 % de l'écoulement global du bassin (en comptant le débit naturel du Nil à Assouan). Cependant, beaucoup comme ceux de l'Ebre ou du Pô, ne sont transfrontaliers qu'accessoirement. Seuls sont nettement morcelés plusieurs bassins balkaniques (Drin, Vardar, Strouma, Maritza) et

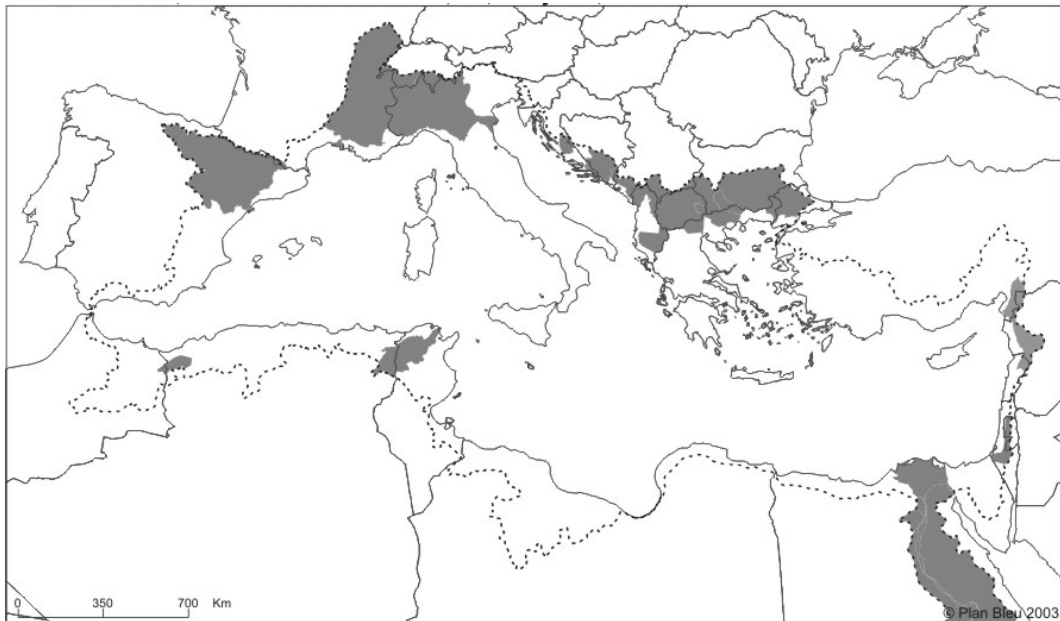
l'Orontes, au Proche-Orient, dont témoignent les double ou triple dénominations, plus naturellement le Nil, avec les conséquences géopolitiques que l'on sait : rivalités pour les ressources en eau, antagonismes entre les occupants des sites d'aménagement sécuritaires, sujets à impact, et ceux des zones menacées d'inondation, pollutions transfrontalières.

La somme des écoulements transfrontaliers actuels dans le bassin méditerranéen, donnée plus significative, s'élèverait à environ 120 km<sup>3</sup>/an dont une bonne moitié au Nord (Balkans essentiellement), 46 % au Sud (Nil presque exclusivement, en comptant l'apport réel à Assouan) et à peine 2 % au Proche-Orient (Figure 1-10). Mais la vivacité des compétitions est davantage proportionnée à la rareté des ressources à partager qu'à leur volume. Moins visiblement, des aquifères peuvent aussi être en partage : l'exemple le plus notoire est celui du « Mountain Aquifer » commun à Israël et aux territoires palestiniens (Cisjordanie).

**Figure I-9. Distribution des ordres de grandeur de l'écoulement souterrain moyen (« specific groundwater discharge values ») dans le bassin méditerranéen, en l/s.km<sup>2</sup> (D'après I.S. Zektser et al., 1989, 1993).**



**Figure I-10. Bassins méditerranéens partagés**  
**Ebro, Rhône, Roya, Pô, Isonzo, Krka, Neretva, Drin, Visoje, Vardar/Axios, Strouma/Strymon,**  
**Mesta/Nestos, Maritsa/Meric/Evros, Asi/Orontes, El Kebit, An Nahr El Kebi, Nahal Besor/Beer Sheva, Nil,**  
**Medjerda, Tafna.**



La forte variabilité des écoulements superficiels et –pour certains (karsts) souterrains–, calquée sur celle des précipitations, ajoute aux contrastes géographiques des contrastes dans le temps.

- Contraste entre les débits superficiels hivernaux et printaniers et les « maigres », voire les tarissements complets, estivaux ; à l'exception du Nil, à régime « transclimatique » (Encadré 1-4) et de quelques écoulements alpestres dopés par la fonte des neiges.

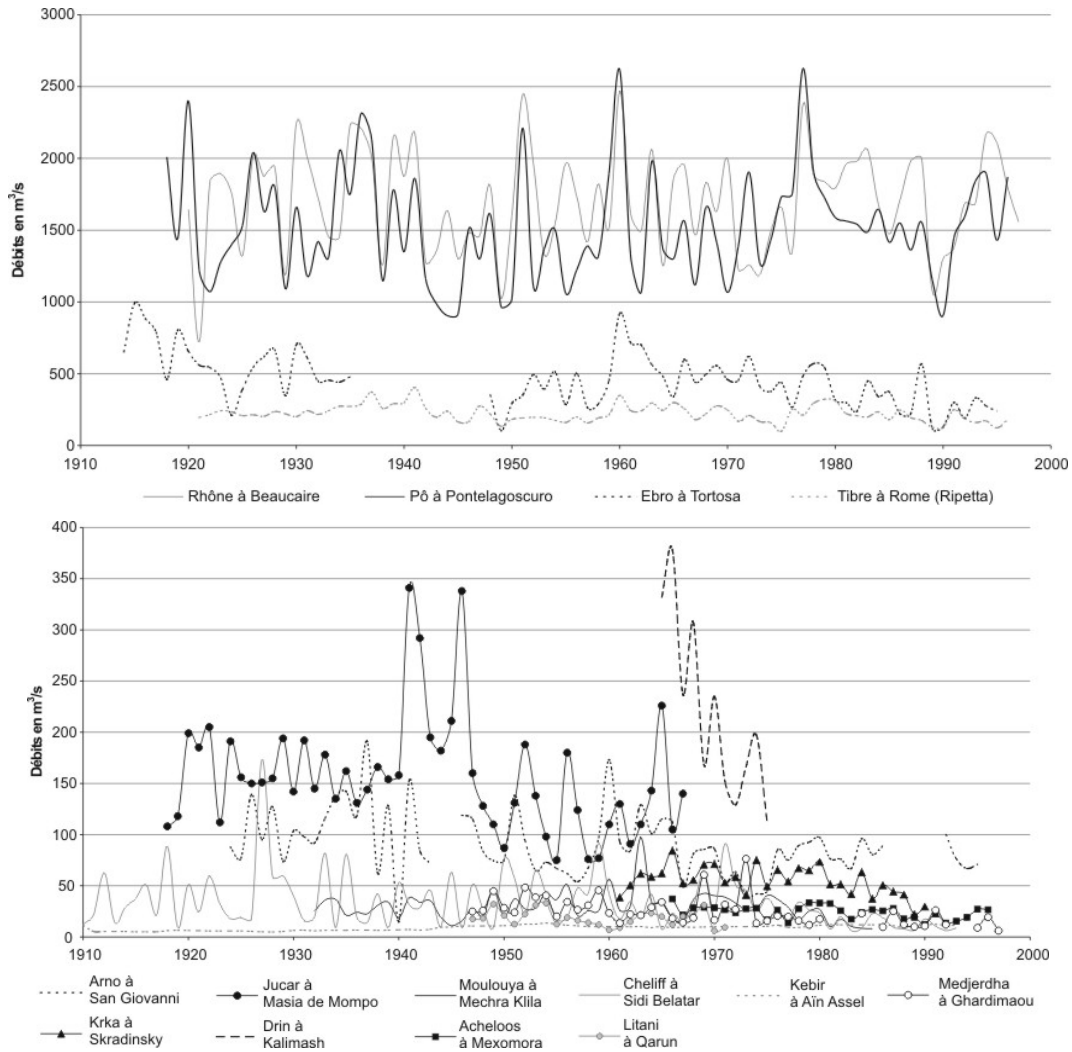
L'irrégularité est la loi des régimes d'écoulement méditerranéens, car trop peu de facteurs régulateurs atténuent la variabilité des apports. Les débits moyens mensuels d'étiage (en Août le plus souvent) sont souvent inférieurs au dixième et parfois au centième des débits mensuels les plus élevés. L'aridité accentue cette irrégularité et la convertit en discontinuité au Sud, où les « oueds » sont devenus le prototype des cours d'eau temporaires, ne coulant qu'en crue.

Globalement, dans le bassin méditerranéen, la composante régulière des écoulements, seule garantie en étiage, doit être de l'ordre du cinquième de l'écoulement moyen annuel.

- Contraste aussi entre les apports d'année sèche et ceux d'année humide. La variabilité inter-annuelle des écoulements de surface, illustrée pour quelques cours d'eau majeurs (Figure 1-11), s'ajoute aux irrégularités saisonnières ; elle s'amplifie aussi du Nord au Sud et elle est encore plus forte pour les petits cours d'eau. Cela réduit beaucoup la signification des moyennes annuelles pour évaluer les ressources.



Figure I-11. Chroniques de débits moyens annuels de fleuves méditerranéens au XX<sup>e</sup> siècle (débits réels)



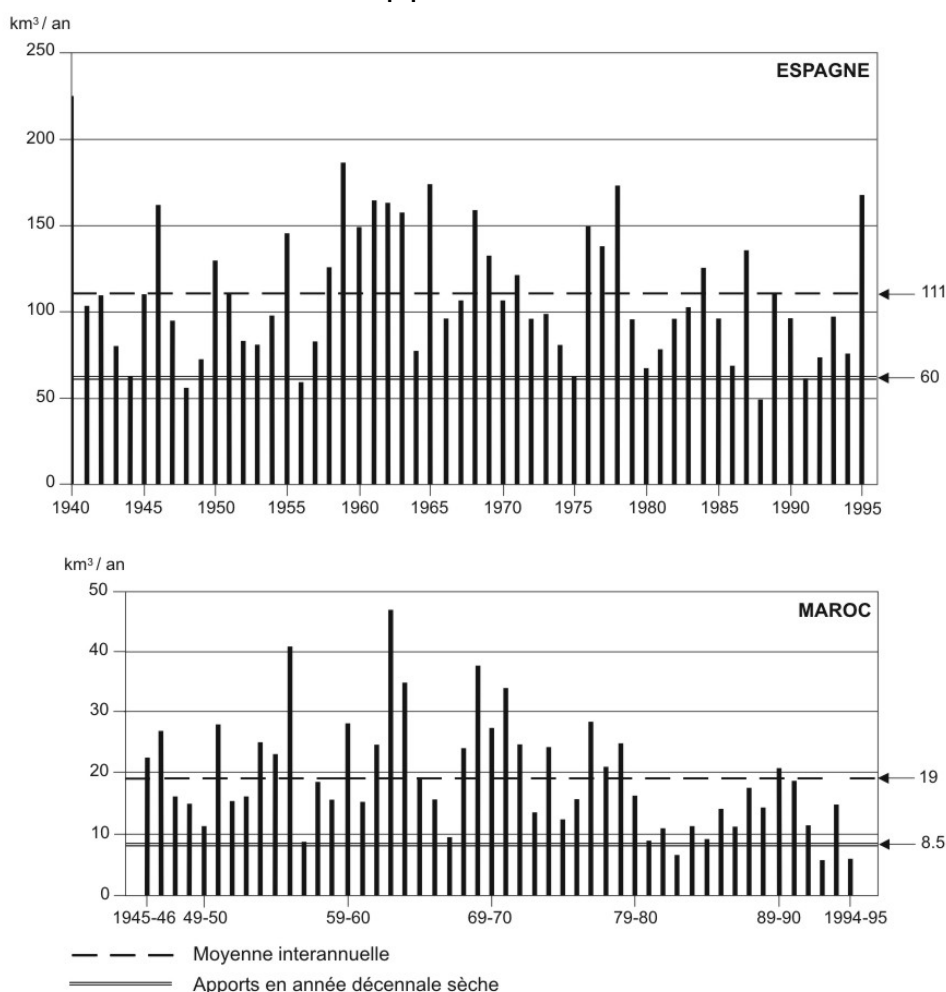
Source : MED-HYCOS

Il est à remarquer que les exemples de variations de la Figure 1-11 ne révèlent pas de tendance marquée imputable à une récession des apports, sinon l'influence des consommations humaines croissantes au cours des dernières décennies (Ebre, Cheliff, Medjerda,...).

Cette variabilité inter-annuelle affecte par conséquent les sommations régionales ou nationales des écoulements annuels établies dans différents pays méditerranéens pour analyser les fréquences d'occurrence des ressources naturelles (exemples en Espagne et au Maroc, Figure 1-12; ils montrent que les apports globaux d'année sèche décennale, donc atteints ou dépassés 9 années sur 10, s'élèvent respectivement à 54 % et 45 % des apports moyens annuels). Dans beaucoup de bassins méditerranéens les apports en année sèche décennale peuvent tomber au tiers de la moyenne inter-annuelle.

Dans les bassins méditerranéens les apports ne sont pas toujours synonymes de débits écoulés.

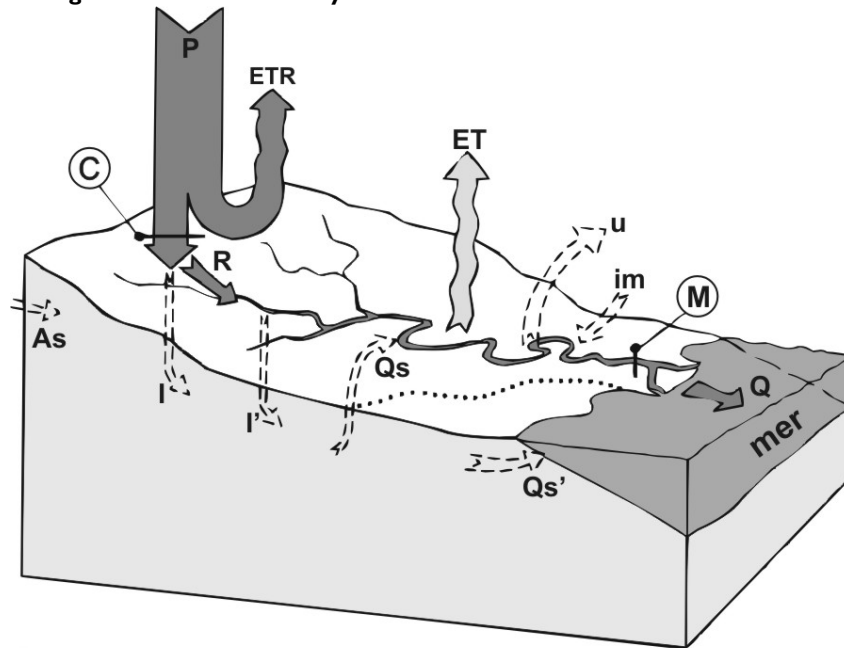
**Figure 1-12. Exemples de variation de l'écoulement total annuel globalisé sur un pays :**  
**Espagne : « Aportaciones totales anuales » en régime naturel (apports calculés).**  
 Source : « Libro Blanco del Agua en España », 1998. Maroc : « Apport annuel total de l'ensemble des principaux cours d'eau ». Source : « Un siècle d'observations météorologiques » Ministères de l'Agriculture, de l'Équipement et de l'Environnement 1997.



Les cours d'eau méditerranéens ne conservent pas tous parfaitement les eaux qu'ils collectent : ils subissent des « pertes en ligne » non négligeables dues à l'évaporation ou à la consommation par la végétation riveraine. Leur débit à l'exutoire, notamment à leur embouchure en Méditerranée, peut-être sensiblement inférieur à la somme des apports dans le bassin (Tableau 1-3). Ces déperditions, amplifiées par les consommations humaines (irrigation surtout) s'élèveraient, par exemple, à 35 % des apports dans le bassin de l'Ebre, à 18 % dans le bassin de la Medjerda en Tunisie, sans parler du cas particulier du Nil... (Encadré 1-4). Au Sud semi-aride surtout, les bassins ne sont réellement « versants », producteurs d'eau, que dans leur partie amont montagneuse qui s'oppose à des parties « consommatrices » en aval, où les débits écoulés peuvent même décroître d'amont en aval.

Cela n'est pas sans poser problème au choix des données hydrologiques pertinentes pour évaluer les ressources en eau. Hors des cas où l'on veut connaître les apports en un site de prise ou de barrage localisé, l'évaluation régionale des ressources naturelles tend généralement à préférer l'approche par le calcul des apports sur l'ensemble d'un territoire, à la mesure incomplète des débits sortants de plus en plus influencés (Figure 1-13).

Figure I-13. Schéma du cycle de l'eau dans un bassin méditerranéen.



- P** Précipitation
- ETR** Evapotranspiration réelle locale
- R** Ruissellement
- I** Infiltration
- As** Ecoulement souterrain entrant
- im** Importations
- I'** Pertes d'eau de surface par infiltration
- Qs** Ecoulement souterrain collecté par les cours d'eau
- ET** Déperdition d'écoulement par évapotranspiration
- u** Consommations anthropiques (prélèvements - retours d'eau)  
y compris rejets en mer des retenues et exportations
- Q** Ecoulement de surface sortant
- Qs'** Ecoulement souterrain (--> mer ou autre bassin)
- (C)** Calcul des apports intérieurs naturels (P-ETR)
- (M)** Mesure d'écoulement sortant réel Q

Les ressources naturelles intérieures sont à estimer sur la base de C plutôt que M.

CHAPITRE I : L'EAU DANS LA NATURE MÉDITERRANÉENNE

Tableau I-3. Données hydrologiques sur le bassin méditerranéen  
Flux moyens annuels en km<sup>3</sup>/an

Pays et territoires dans le bassin méditerranéen	1			2		3		4		5		6				7		8		9		10		11		12		13						
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P					
Espagne	112	28,0	10,44	0,35	0,15	28,35	14,3	0,65	0,03	0,03	15	10,3	1	2,1	26,25																			
France	123	64	32	8,5	8,5	72,5	66	0,2	0,7	66,9	5	0,3	0,3	72,2																				
Italie	296	182,5	43	8,8	4,5	191,3	155	12	0	167	18		3,8	185																				
Malte	0,165	0,05	0,05	0	-	0,05	ε	0,04	0	0,04	0,03	0,03	0,03	0,044																				
Slovénie	6,54	4,21	40	e	-	4,21	0,25	0,15	9	4,2	40	0	4,2	4,2																				
Croatie	26,5	18	9	13,65	13	32	21,2	10,5	11	32	31,7	12	0,15	31,85																				
Bosnie-Herzégovine	~ 22	~ 14	~ 2	0	-	~ 14	0,015	0,05	10	~ 14	13,65	13	0,04	13,7																				
Serbie-Monténégro	~ 22	16	2	0	-	~ 16	1,5	1,6	10	~ 16	12	14	0,27	16																				
Macédoine	~ 18	5,42	11	1	1,11	7	0	0	-	7	6,3	~	0,77	7,0																				
Albanie	42,7	26,9	14	6,2	14	42,4	40,7	1	1,1	42,4	41,7	14	0,6	42,3																				
Grèce	113,4	58	15	16,25	41	74,3	48,7	2,5	16	74,3	2	53,2	6,0	60,2																				
Turquie	140	66	20	3,45	2,8	69,45	50	12	17	69,45	0,2	62,2	95	68,2																				
Chypre	4,42	0,78	18	0	-	0,78	0,178	0,23	18	0,78	0	0,41	0,17	0,59																				
Syrie	13,55	5,0	20	2,38	2,1	5,96	1,33	1,0	19	5,96	0,85	3,18	95	5,18																				
Liban	8,2	4,8	22	3,1	2,2	4,8	2	2,2	22	4,8	0,64	21	3,36	4,4																				
Israël	~ 3	0,63	0,45	0,38	0,23	~ 1,0	ε	24	ε	~ 1,0	0,01	-0,02	1	1																				
Palestine: Cisjordanie Gaza	1,3 0,12	0,57 0,046	0,5 26	0,01	26	~ 0,57 0,056	0	0,02	0,02	~ 0,57 0,056	0,5 0	0,022	96	0,57 0,05																				
Egypte	12	0,8	0,5	55,5	55,5	56,3	13	0,03	30	56,3	0	13	(10)	48,1																				
Libye	~ 10	0,7	0,6	0	-	0,7	~ 0,05	0,05	32	0,7	0	~ 0,1	0,6	0,6																				
Tunisie	~ 33	3,7	1,15	0,32	36	4,02	0,65	0,2	33	4,02	0	0,85	1,1	2,4																				
Algérie	68,5	11,97	36	1,33	37	~ 12,0	11,3	ε	37	~ 12,0	0,32	36	1,7	1,4																				
Maroc	21	5	1,0	0	-	~ 5	3,65	38	0,1	~ 5	0,03	1	0,9	4,9																				
Ensemble	1 098,8 ~ 1 100	517,10	~ 150	89,2	89,2	594,7	430	43,5	430	594,7	430	43,5	90	563,5																				

Annexes du

Tableau I-3

Notes : sur les données de chaque pays (indices I, II...)

Espagne	I	dont 0,05 écoulement souterrain d'Espagne (hors bassin méditerranéen).
	II	Evaporation des réservoirs exclue.
France	I	Moyenne 1947-1997 ( $\bar{P}$ : calcul par E.Schérer d'après Météo France).
	II	dont 63 d'origine interne.
	III	dont 3 EDF.
Italie	I	Données mesurées.
Malte	I	Débit réel, influencé.
	II	Prélèvements-retours d'eau → aquifère.
Croatie	I	Écoulement de surface seul (de Bosnie-Herzégovine) + écoulement souterrain inconnu.
	II	Écoulement souterrain, surtout karstique → mer calculé par Sekulic 1996, supposé additif à l'écoulement de surface chiffré par Geres 1998.
Grèce	I	dont 7,35 → aquifères karstiques (Réf. 15).
	II	14 pour Eurostat 98 qui semble compter l'apport de Evros (Maritza) de Bulgarie en entier, ramené à 11,2; 5 de Macédoine (sur lesquels 1 provient de pays riverains -haut bassin du Vardar en Serbie-), 6,2 de Bulgarie dont 2,8 1/2 Evros).
	III	Eurostat 98 chiffre tout l' "outflow" à 45, mais ne semble pas compter l'Evros frontière (1/2=2,8), ni l'écoulement souterrain à la mer (2,5 selon Kallergis), ni l'écoulement en pays voisin (Albanie).
Turquie	I	dont 1/2 Meric 2,8, de Bulgarie.
	II	dont 1/2 Meric 2,8.
	III	Source statistique turque
	IV	Afrin → Syrie.
Chypre	I	Moyenne 1951-1980.
	II	Débit réel influencé.
Liban	I	Kebir frontalier exclu.
Israël	I	Affluences de Cisjordanie, assimilée à un territoire riverain du fait de son union avec Gaza.
	II	Compte tenu des réutilisations, sans compter la consommation de l'eau importée du Jourdain dans le bassin méditerranéen par le NWC.
Egypte	I	Apports naturels seuls, infiltration d'eau d'irrigation non comprise.
	II	Apport réel conventionnel: 55,5; apport naturel 84.
	III	Nil: 12 à 13 (Source: Ministère des Ressources en Eau et Irrigation, 2000) + cours d'eau côtiers ε. Débit réel ancien (moyenne 1912-1962): 46,8 (UNESCO 1971).
	IV	2 évaporations de canaux d'irrigation + 19,6 consommations par l'irrigation +12 rejets de drainage en mer + 1 fuite des réseaux d'eau potable de villes côtières → mer + 0,5 eaux usées des villes côtières → mer.
	V	Pour mémoire: évaporation moyenne du réservoir d'Assouan, déjà soustraite pour le calcul de l'apport externe réel.
	VI	Moyenne 1912-1982 (Réf.28), part de 84.
Libye	I	dont sources littorales 0,15.
	II	Consommations finales des seules ressources renouvelables conventionnelles.
Tunisie	I	Écoulement calculé.
Algérie	I	Écoulement souterrain estimé. Apport du Maroc à la Tafna compté avec apport interne.
	II	Écoulement de surface mesuré.
Maroc	I	Écoulement souterrain estimé (nappe de Marnia); haut-bassin de la Tafna (Isli) négligé.

Notes sur les intitulés des données (indices a, b,...) du

Tableau I-3.

- a. col 2 Flux d'apport intérieurs calculés en principe par la différence Précipitation-Evapotranspiration réelle (P-ETR). Mais les estimations d'ETR ne résultent pas de la même approche suivant les pays:  
 - Tantôt ETR est calculé à partir des variables climatologiques indépendamment des données hydrologiques. Les apports calculés peuvent être alors un peu supérieurs aux écoulements naturels aux exutoires des bassins, chiffrés col. 13.  
 - Tantôt ETR est estimé à partir des déficits d'écoulement globaux, en intégrant alors les flux d'évapotranspiration réelle locale initiale et les déperditions d'écoulement dans les bassins; en outre ces déficits sont en partie déduits de débits réels, en incorporant alors des consommations par les activités humaines. Les apports calculés peuvent être alors proches des écoulements sortant aux exutoires des bassins col. 9.
- b. col.4 Pour qu'ils soient additifs aux apports intérieurs, il s'agit des apports extérieurs nets, sans retours de flux sortant. (Cas présenté entre France et Suisse, entre Turquie et Syrie).
- c. col.8 Pour qu'ils soient additifs aux sorties en mer, il s'agit des flux sortants nets, sans retour.
- d. Les flux transfrontaliers inscrits en col. 4 & 8 se réfèrent à une matrice d'échanges cohérente (Cf. aussi la carte de la Figure 8 ; toutefois, ces chiffres ne sont pas tous concordants avec les estimations de certaines sources nationales, qui ne sont pas toutes cohérentes, notamment quant aux transits entre pays des Balkans ou du Proche-Orient.

- e. col. 10 Prélèvements (sur ressources renouvelables) -retours aux eaux continentales, même lorsque ceux-ci proviennent d'usage de ressources non renouvelables ou non conventionnelles (Malte, Libye...).
- f. Flux calculé par différence. Peut comprendre l'évaporation des réservoirs lorsque celle-ci n'est pas chiffrée séparément col.11.
- g. col.14 Somme du débit moyen mensuel minimal superficiel et de l'écoulement souterrain de la col.7.

NB.Sur la ligne ensemble du bassin méditerranéen, les sommes des colonnes 4, 5, 9 et 11 sont sans double compte (échanges entre pays riverains exclus).

Références du

Tableau 1-3 (indices 1, 2, ...)

1. Libro Blanco del Agua en España, 1998.
- 1'. Menéndez é Estrela, CEDEX, Eurostat 2000.
2. DGOH, 1995.
3. Météo-France 1998 (moyenne 1947-1997). Ministère de l'environnement, 1998.
- 3'. Margat, 1998.
4. Schérer, Ministère de l'environnement, France, 1999 (moyenne 1947-1997).
5. Conferenza Nazionale Acque, Italia (1968-1971).
6. Mouton & al., 1982.
7. Benedini, 1996.
8. Gutierrez, 1994.
9. "Surface Stream & Water Balance of Slovenia", 1998.
10. Sekulic & al., 1996.
11. Stojov, corr. Novembre 1999.
12. Gereš, 1998.
13. Ceric & al., 1992.
14. BCEOM 1997, Selenica / UNESCO 1998.
15. CCE / Elliniki Et. ICWS, 1996 (d'après MIET 1987-1989).
16. Kallergis, CEE 1971.
17. Ministère de l'environnement, Turquie 1998
- 17' Altinbilek & al., 1998.
18. Tsiourtis, 1999.
19. Labadi / FAO, 1992.
- 19' Wakil 1993.
20. Jamaledin / FAO, 1997.
21. FAO 1997.
22. Kouyoumijan / FAO, 1994.
23. ANTEA-BRL, FF. Environnement Mondial, 1995.
24. Tahal / World Bank, 1990.
25. Subbah & al., CEDARE 1997 (d'après Gvirtzman 1993) / Palestinian Water Authority (Bari, 1999).
26. Al Jamal 1996, Maylah 1997.
27. Abu Zeid, 1992.
28. Saïd "The River Nile", 1993.
29. UNESCO, 1978.
30. Shahin, 1991.
31. Amer (Bari) 1999.
32. Salem 1992, 1993, 1999 / Pallas, Salem 1999.
33. Pallas, 1978.
34. DGRE Tunisie 1995, Mamou / FAO 1998.
35. Khanfir, DGRE Tunisie, 1996.
36. Saïdi, Ministère de l'équipement, Algérie, DGAIH, 1994.
37. ANRH, Algérie, 1990.
38. Cons. Sup. Eau, Maroc, 1989.
39. Administration de l'hydraulique 1995, Ministère des travaux publics, Maroc 1997, Jellali / FAO, 1997.
40. ICID, 2000.
41. Eurostat, 1998.

**Encadré I-4. Le Nil : un fleuve venu d'ailleurs**

Le mystère des « sources » du Nil, ou plutôt de la genèse de son abondante crue estivale, si déphasée et exotique par rapport au régime des fleuves méditerranéens, a depuis l'antiquité intrigué et mis en compétition les géographes, et il ne fut élucidé qu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Le Nil n'est méditerranéen à son terme que par un accroc de l'histoire géologique. Seul fleuve traversant le Sahara, il n'y parvient qu'en sacrifiant une grande part du débit acquis sous un autre climat.

Le Nil qui parvient en Egypte est un rescapé du Nil tropical et équatorial dont le bassin supérieur est largement autophage. Le Nil Blanc et ses affluents perdent par évaporation dans les lacs, les deltas intérieurs et les marécages du Bahr-el-Ghazal, au Sud du Soudan, 68 % de leurs apports ; mais leur contribution, régularisée par les grands lacs, assure la partie du débit du Nil la plus constante. Le Nil Bleu et l'Atbara perdent aussi, dans une moindre mesure (10 %) une part de leurs apports, formés sur les plateaux d'Ethiopie, et fournissent l'essentiel des crues. Au-delà du confluent avec l'Atbara, le Nil n'est plus qu'un conduit dont le débit était déjà décroissant d'amont en aval, antérieurement à toute influence humaine : il ne devait débiter naturellement en Méditerranée que le tiers environ, estimé à 73 km<sup>3</sup>/an, des apports globaux de son bassin (plus de 200 km<sup>3</sup>/an), ce qui n'en faisait pas moins le premier fleuve méditerranéen. Sous l'effet des irrigations plurimillénaires en Egypte, le débit réel du Nil à la Méditerranée a été réduit et devait, en moyenne, être de l'ordre de 40 km<sup>3</sup>/an au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, avant les aménagements modernes.

Dans une vision d'ensemble des problèmes de l'eau méditerranéens, il était difficile d'incorporer au bassin méditerranéen l'ensemble d'un bassin fluvial aussi étranger que celui du Nil (Figure 1 du Prologue), dont les potentialités sont largement indépendantes. Il convenait donc de considérer seulement l'interface Nil/Méditerranée à l'entrée en Egypte. Cela n'exclut pas, toutefois, la nécessité d'une approche intégrée de l'ensemble du bassin du Nil à laquelle l'Egypte est au premier chef partie prenante.

Dans les conditions du bassin méditerranéen, il paraît pertinent de renouveler la présentation des données hydrologiques sur lesquelles se fonde l'évaluation des « ressources en eau naturelles », sous la forme de tableau entrées/sorties. Dans cette optique, des chiffrages séparés des apports (par origine, intérieure ou extérieure, et en estimant la part des aquifères) et des écoulements (par destination), globalisés pour les bassins méditerranéens de chaque pays, ont été approchés, en se basant sur les sources nationales les plus récentes (Tableau 1-3). Ces données macro-hydrologiques, bases des estimations de ressources renouvelables naturelles, internes et externes (chap.3), étendues aux pays entiers de la région méditerranéenne, sont récapitulées par sous-région dans le Tableau 1-4.

A partir de ces chiffrages, un bilan d'eau actuel de l'ensemble du bassin méditerranéen peut être tenté (Tableau 1-5 et Figure 1-14).

**Tableau I-4. Données macro-hydrologiques sur les pays méditerranéens.  
Flux moyens annuels en km<sup>3</sup>/an**

	sous-régions	1 Apports intérieurs P - ETR	2 dont alimentation des eaux souterraines	3 Apports extérieurs nets a	4 Total 1+3	5 Ecoulement sortant naturel (->mer ou pays ou sous-région) b	6 Part régulière
Pays méditerranéens entiers	Nord	698,4	224	147,35	845,8	838,2	183
	Est	241,1	78	2,8	243,9	231,5	44
	Sud	49,7	15	56,5	106,2	~ 100	~ 30
	Ensemble	989,2	317	206,65	1195,9	1169,7	257
Parts dans le bassin méditerranéen	Nord	417,1	119	23,8	440,9	418,6	~ 100
	Est	77,8	26,8	2,8	80,6	79	~ 21,5
	Sud	22,2	4,6	55,5	77,7	70	~ 25
	Ensemble	517,1	150,4	82,1	599,2	567,6	146,5

Notes :

- a- de pays extérieurs à la sous-région, par des fleuves (ou aquifères) transfrontaliers.  
 b- la différence entre les colonnes 4 et 5 correspond à des déperditions d'écoulement, notamment aux "consommations" totales dans les bassins fermés.  
 c- la Macédoine n'étant pas extérieure à la sous-région, ses apports à ses voisins (Albanie, Grèce) ne sont pas comptés ici.

**Tableau I-5. Bilan d'eau douce actuel du bassin méditerranéen  
(dans les pays riverains a) – flux moyens arrondis en km<sup>3</sup>/an**

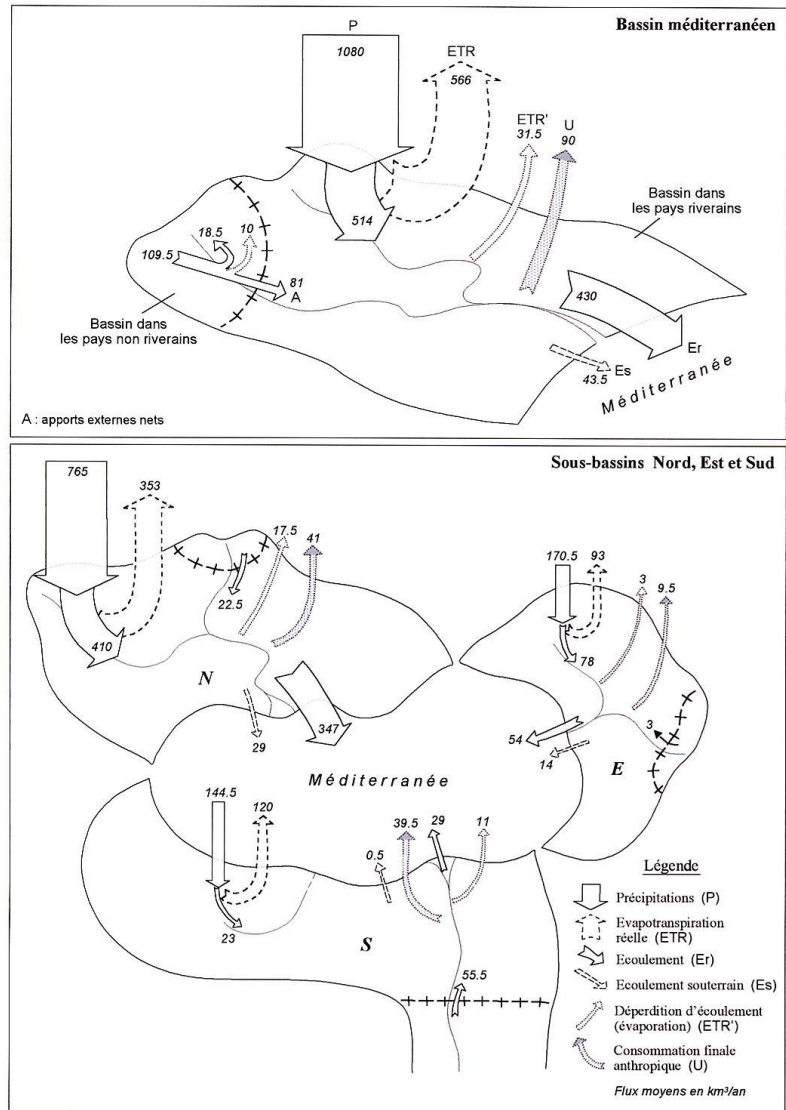
Entrées	Sous-bassins				Bassin entier	Sorties	Sous-bassins			Bassin entier
	N	E	S				N	E	S	
Précipitations	765	170,5	144,5	1 080	Evapotranspiration réelle	354	93	120	567	
Apports externes nets de pays non riverains	23,5	3	55,5 b	82 c	Déperditions d'écoulement (avec évapotranspiration des retenues)	17,5	3	11	31,5	
					Consommations finales humaines	41	9,5	39,5 d	90	
					Écoulement réel en Méditerranée					
					- superficiel	347	54	29 e	430	
					- souterrain	29	14	0,5	43,5	
<b>Total</b>	<b>788,5</b>	<b>173,5</b>	<b>200</b>	<b>1 162</b>	<b>Total</b>	<b>788,5</b>	<b>173,5</b>	<b>200</b>	<b>1 162</b>	

Notes

- a. Sans Macédoine, avec Cisjordanie.  
 b. Apport réel. L'apport naturel serait 84 avec le Nil entier. Sont soustraits: 18,5 (part conservée par le Soudan) et 10 (perte moyenne par évaporation du réservoir d'Assouan).  
 c. De même l'apport naturel global serait 109,5 avec le Nil entier.  
 d. Rapportées à l'utilisation des seules ressources renouvelables conventionnelles dans le bassin, notamment en Libye.  
 e. Dont Nil : 12 à 13.



Figure I-14. Schémas du bilan d'eau global du bassin méditerranéen et des sous-bassins N, E, et S.



Les pays méditerranéens sont tributaires inégalement des eaux du bassin méditerranéen.

Comme il a été observé et illustré en prologue, les territoires des pays riverains de la Méditerranée sont très inégalement compris dans le bassin méditerranéen : certains y sont complètement, d'autres – les plus nombreux – partiellement, dans des mesures variées. Aussi, pour mesurer la part méditerranéenne des apports d'eau à chaque pays, convient-il de compléter les données hydrologiques par pays dans le bassin méditerranéen du Tableau 1-3 par des chiffrages similaires sur les pays entiers : ceux-ci seront plus opportunément traduits en terme de ressource en eau naturelle et présentés au chapitre 2 (Tableau 2-2), mais ils peuvent déjà être globalisés et comparés aux apports dans le bassin, par sous-région, dans le Tableau 1-4.

C'est dans les pays du Sud que la part méditerranéenne des eaux intérieures et extérieures est la plus forte (près des  $\frac{3}{4}$ ), surtout du fait du Nil, tandis qu'elle est la plus faible à l'Est ( $\frac{1}{3}$ ) et à peine majoritaire au Nord (52%), ces proportions variant davantage suivant chaque pays : c'est dans les pays très danubiens que cette part est la plus faible : 8% en Serbie-Monténégro, 13% en Slovénie ; puis au Maroc (17%), en Syrie (21%) et en Espagne (25%).

## **Des eaux d'inégales qualités**

Les eaux du bassin méditerranéen se différencient également par les caractères physiques, chimiques, voire biotiques, qui déterminent leurs qualités naturelles. Celles-ci déclinent souvent en même temps que les quantités : une qualité médiocre va généralement de pair avec la rareté en quantité, ce qui aggrave les inégalités.

La dureté des eaux souterraines en pays calcaire et la turbidité des eaux superficielles irrégulières sont des défauts courants, mais c'est surtout la salinité des unes et des autres, souvent élevée au Sud, qui réduit les ressources en eau douce. Par exemple, en Tunisie, 26 % des eaux de surface, 90 % des eaux souterraines puisées dans les nappes phréatiques et 80 % de celles pompées dans les nappes profondes ont des salinités supérieures à 1,5 g/litre.

Il est cependant malaisé de répartir les eaux courantes dans chaque bassin par classe de qualité, puisque les qualités des mêmes eaux écoulées se dégradent d'amont en aval. Par ailleurs, les qualités des eaux méditerranéennes sont menacées et déjà souvent dégradées par les pollutions ou d'autres actions humaines : sujet traité plus loin, Chapitre 5.

## **4. L'EAU DANS L'ENVIRONNEMENT MÉDITERRANÉEN**

En région méditerranéenne, l'eau est à l'évidence une composante primordiale de l'environnement, tant comme milieu naturel que cadre de vie des méditerranéens, paysage, ressource et vecteur d'assainissement. Elle est d'autant plus précieuse là où l'aridité du climat la raréfie.

Les biotopes aquatiques ont une importance essentielle dans les écosystèmes méditerranéens (Ramade 1997) : les cours d'eau et lacs permanents sont non seulement l'habitat de nombreuses espèces sédentaires, mais souvent aussi les lieux d'étape privilégiés de beaucoup d'oiseaux migrateurs. Les eaux souterraines qui entretiennent ces eaux de surface permanentes ont donc elles aussi, indirectement, une fonction écologique notable.

L'eau est l'élément le plus vivant et dynamique des paysages méditerranéens qui lui doivent souvent leur modèle accidenté et attrayant, mais subissent aussi ses actions perturbatrices et ses agressions (érosion, atterrissements dans les plaines d'inondation).

L'eau est, par ailleurs, au cœur d'un ensemble complexe d'interactions entre les diverses composantes variables de l'environnement : sols, forêts et couverture végétale, littoral, mer (Tableau 1-6). L'eau participe ainsi largement aux interactions entre la nature et les hommes, dans le bassin méditerranéen, en étant à la fois sujet et vecteur.

**Tableau I-6. Relations entre les eaux continentales et les autres composantes de l'environnement dans le bassin méditerranéen**

Autres composantes	Sols	Forêts	Littoral	Mer
<p>Eaux Continentales</p> <p>Conditionnent, agissent</p> <p>→</p>	<p>Principal agent d'érosion + lessivage par eaux d'infiltration</p> <p>Vecteur d'apports de fertilisants → plaines d'inondation et de sédimentation (deltas,...)</p> <p>Proximité d'eaux souterraines ou superficielles : facteur d'humidité.</p> <p>Eaux souterraines : facteur de stabilité mécanique.</p>	<p>Niveau optimal des eaux souterraines pour certains couverts forestiers.</p>	<p>Constituant d'espaces aquatiques : étangs, lagunes (eau douce ou saumâtre). Menace d'inondation des basses terres.</p> <p>Nappes souterraines peu profondes : contraintes d'occupation du sol et du sous-sol.</p> <p>Facteur de croissance des deltas.</p>	<p>Afflux d'eau douce superficielle ou souterraine.</p> <p>Vecteur d'apports telluriques (sédiments, substances dissoutes ou associées aux sédiments).</p>
<p>Sont conditionnées, réagissent</p> <p>←</p>	<p>Nature et état des sols : facteur du régime des eaux (interactif avec la couverture végétale) : « réservoir » qui conditionne la partition des précipitations entre évapotranspiration, ruissellement et infiltration, donc le rapport ruissellement/infiltrations.</p> <p>Erosivité des eaux amplifiée ou atténuée par les traitements du sol.</p>	<p>Rôle régulateur du régime des eaux (via fixation des sols). Déboisement : facteur d'irrégularité et de croissance de l'écoulement total.</p> <p>Facteur d'évapotranspiration (=déficit d'écoulement) intense</p>	<p>Obstacles morphologiques à l'écoulement : cordons littoraux alluviaux ou dunaires (facteurs de formation de plans d'eau et zones humides). Lieu d'équilibre dynamique entre eaux souterraines douces et eaux marines. Incidences d'évolution du littoral (recul, avancée) sur niveau et régime des eaux souterraines. Espace générateur de ressource en eau locale restreint et très vulnérable aux impacts de l'occupation du sol sur le régime des eaux.</p>	<p>Niveau de base général des écoulements continentaux, superficiels et souterrains.</p> <p>Sensibilité à des variations du niveau marin liées à des changements climatiques.</p> <p>Source notable des flux d'humidité atmosphérique → continents.</p>

#### 4. 1. Lorsque terres et eaux se mêlent : des milieux aquatiques inégalement rares

La géographie des milieux aquatiques méditerranéens reflète celle des eaux superficielles permanentes, décrite plus haut, et reproduit ses contrastes. A une abondance toute relative dans quelques régions du Nord du bassin (zone alpestre) s'oppose une rareté accentuée au Sud.

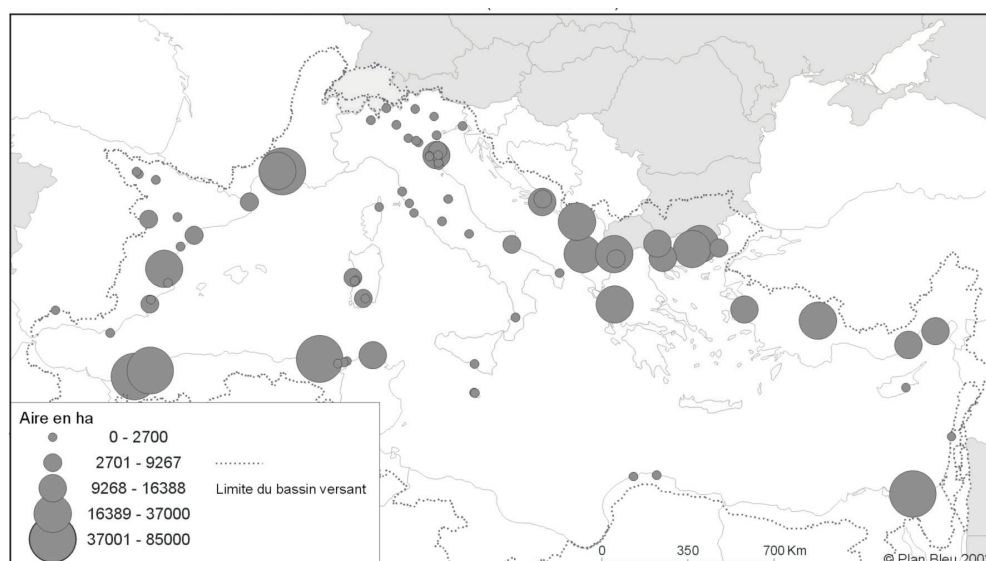
Ce contraste vaut aussi pour les zones littorales méditerranéennes où terres et eaux s'entremêlent intimement, créant des milieux aquatiques amphibies, sensibles et évolutifs. La « littoralisation » du bassin méditerranéen est en effet beaucoup plus développée au Nord, îles comprises (38 km de côtes par 1 000 km<sup>2</sup> de bassin), qu'au Sud (9 km par 1 000 km<sup>2</sup>). Déterminés par les fortes charges des fleuves en sédiments, les **deltas** sont une spécialité méditerranéenne : le plus étendu est celui du Nil (24 000 km<sup>2</sup>), suivi de ceux du Rhône (2 100 km<sup>2</sup>), du Pô (1 400 km<sup>2</sup>), sous-produits de l'érosion alpine et de l'Ebre (540 km<sup>2</sup>). La progression des deltas et les interférences avec les courants marins côtiers favorisent la formation de cordons littoraux et de lagunes, marais ou étangs d'eau douce ou saumâtre, qui constituent des biotopes aquatiques très spécifiques, et sont une condition notable de la biodiversité dans le monde méditerranéen.

Les « zones humides » ne sont ni définies de manière homogène, ni également inventoriées dans le bassin méditerranéen, où des inventaires nationaux, en vue d'appliquer la convention de Ramsar\*, n'ont été réalisés qu'en quelques pays, au Nord surtout. La superficie globale des lacs et marais naturels continentaux a été estimée à 12 000 km<sup>2</sup>, celle des lagunes côtières à 6 500 km<sup>2</sup>, (Pearce & Crivelli, 1994) ; le chiffrage de leur superficie n'est cependant qu'un indicateur limité de leur importance...

\* Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, dite de Ramsar (ville d'Iran), 1971, promue par l'UICN, Union internationale pour la conservation de la Nature et de ses ressources.

La plupart des « sites Ramsar » retenus en région méditerranéenne se trouvent dans les pays du Nord : 86 sur 95, en 1996 \*\* (Figure 1-15).

**Figure 1-15. Localisation des zones humides (sites RAMSAR) situées dans les bassins versants méditerranéens.**



Source : Medwet

#### **4. 2. Les zones humides : zones insalubres à bonifier ou richesses naturelles à sauvegarder ?**

Les regards des méditerranéens sur les zones humides ont beaucoup évolué au cours des âges, surtout à l'époque contemporaine. Longtemps perçues négativement comme facteurs d'insalubrité (foyer de « malaria ») ou obstacles à la mise en valeur agricole, voire à l'expansion urbaine, elles ont été sujettes à des travaux de drainage et de colmatage –déjà inaugurés par les Etrusques et les Grecs (par exemple, vers 450 BP, Empédocle d'Agrigente assécha les marais de Sélinonte, en Sicile), puis les Romains en Italie pour les « assainir »<sup>5</sup>. Beaucoup ont disparu de ce fait. Si elles ont été longtemps chargées exclusivement de défauts, sans doute exagérément, aujourd'hui, sous l'influence d'une culture plus écologiste, on ne leur prête plus que des qualités, parfois excessives, par un parti-pris inverse (« L'enjeu de l'eau », MedWet, 1996)

La conservation d'écosystèmes aquatiques devenus rares peut être un objectif socio-culturel assez légitime et défendable\* sans qu'il soit besoin d'exagérer la valeur économique de ces milieux, ni leur capacité régulatrice du régime des eaux (en pratique très limitée).

\*\* cf. Fascicule 3 du Plan Bleu, « Conservation des écosystèmes méditerranéens », 1997, Annexes.

<sup>5</sup> Comme l'a souligné J. Bethemont (2000), « dans la tradition la plus largement répandue de l'agriculture méditerranéenne ..., sur la plus grande partie de l'aire circum-méditerranéenne, la maîtrise agricole de l'eau passait par le drainage, plus que par l'irrigation ».

\* C'est l'ambition du réseau MedWet (Encadré I-5).

**Encadré I-5. L'initiative MedWet pour les Zones Humides Méditerranéennes**

MedWet est une initiative conjointe à long terme, pour la conservation des zones humides méditerranéennes, sous l'égide de la Convention Ramsar (voir carte Figure 1-15). Sa mission est de contribuer à la conservation et à l'utilisation rationnelle des ressources des zones humides par des actions à l'échelle locale, nationale et régionale et par la collaboration internationale.

MedWet fut créée en 1991, et a évolué depuis pour devenir un programme d'activités dense et diversifié intéressant l'ensemble de la région méditerranéenne. Aujourd'hui, il fait officiellement partie de la convention de Ramsar dont il applique les règles de procédure, et reçoit ses directives du Comité méditerranéen pour les zones humides (MedWet/Com). Ce dernier est constitué de représentants des 25 pays méditerranéens, de l'Autorité Palestinienne, des Programmes des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et pour le Développement (PNUD), de la Commission Européenne, de 3 conventions internationales (Barcelone-Berne-Ramsar), de 4 ONG internationales et de 4 Centres Zones humides. En plus de l'inventaire et de la protection du capital naturel des zones humides méditerranéennes, MedWet a pour ambition de mobiliser ses partenaires et ses ressources pour trouver un compromis permettant de concilier le besoin d'un développement économique et la conservation des écosystèmes et de leurs ressources naturelles.

Au cours de sa première décennie, MedWet a développé une vaste gamme de méthodes et de savoir-faire qui sont utilisés pour la mise en œuvre de ses programmes, et qui sont à la disposition des pays impliqués, dans les domaines suivants :

- Inventaire, cartographie et suivi des zones humides
- Recherche et diffusion de ses résultats
- Gestion durable des ressources des zones humides
- Approche économique et socioculturelle de la gestion des zones humides
- Information, sensibilisation et éducation du public et des groupes sociaux
- Formation professionnelle
- Rétablissement des fonctions perdues ou dégradées des zones humides
- Comment concilier tourisme et conservation
- Connaissance, maintien et utilisation des valeurs culturelles
- Mise en œuvre de politiques et de stratégies nationales
- Coopération transfrontalière

Jusqu'à présent, l'action de MedWet touchait surtout les aspects écologiques des zones humides. Au cours des prochaines années, MedWet se propose d'élargir son orientation en développant de nouveaux outils qui permettront d'identifier les paramètres économiques, sociaux et culturels pouvant contribuer à l'utilisation durable des ressources des zones humides. Il s'agit :

- de l'importance économique des fonctions, des valeurs et des ressources des zones humides
- de la gestion des ressources des zones humides, l'économie et la conservation de l'eau
- des politiques durables pour le secteur primaire, le développement rural et le tourisme
- du commerce international des produits issus des zones humides
- de l'évaluation de l'impact des phénomènes planétaires (changement climatique).

En créant les conditions préalables à une gestion durable des ressources des zones humides, MedWet s'efforce donc de contribuer à améliorer la qualité de la vie dans ces sites, et par voie de conséquence, à réduire les disparités sociales et économiques dans le Bassin méditerranéen, en mettant plus particulièrement l'accent sur les pays en développement.

Site Internet de MedWet : <http://www.medwet.org>

Unité de coordination MedWet

Villa Kazouli, Kiffissias & Gr. Lambraki 1

145 61 Kiffissia, GREECE

Tel. : +30 210 8089270, Fax : +30 210 8089274 Email : [info@medwet.org](mailto:info@medwet.org)

Par contre, leur préservation impose des contraintes à ne pas sous-estimer. Evapotranspirations réelle et potentielle s'égalisent sur les zones humides. Dans le bassin méditerranéen elles consomment donc 500 à 1 000 mm d'eau par an (5 000 à 10 000 m<sup>3</sup> annuels par hectare), donc plus que beaucoup de champs irrigués. Leur conservation restreint l'exploitabilité des cours d'eau et des nappes souterraines qui les entretiennent, ce qui s'ajoute aux « débits réservés » : ces contraintes doivent être prises en compte parmi les critères de choix, qui sont inévitablement des compromis.

### 4. 3. Des milieux fragiles et vulnérables

Les eaux permanentes, en tant que biotopes aquatiques aussi bien que composantes régulières des ressources, qu'elles soient superficielles –fluviales ou lacustres– ou souterraines, sont un élément particulièrement sensible et fragile de l'environnement méditerranéen. La stabilité de leur régime et leur qualité sont aussi sensibles à différents aléas naturels, notamment aux situations hydrologiques extrêmes (excès d'apport, sécheresse), qu'aux impacts d'actions humaines et aux artificialisations.

Du fait des fortes interactions entre l'eau et les autres éléments de l'environnement, le régime ou les qualités des eaux ne réagissent pas seulement à des actions directes mais peuvent être atteints par le biais d'une influence sur d'autres éléments du milieu, à commencer par les modifications des états de surface : urbanisation, traitement du sol, changement de végétation (intensification ou « déprise » agricole, reboisement ou déboisement), ou parfois à des aménagements du littoral (travaux portuaires, terre-pleins...).

L'action sur les forêts, lorsqu'elle s'applique à de grandes étendues, a tout particulièrement des impacts notables sur le régime des eaux. Le déboisement peut accroître l'écoulement total, mais aussi son irrégularité et surtout sa phase superficielle, rendant les eaux moins maîtrisables. Le reboisement, à l'inverse, accroît l'évapotranspiration et peut réduire l'écoulement dans une proportion sensible.

La vulnérabilité des eaux méditerranéennes, superficielles et souterraines, aux risques de pollutions locales ou diffuses est très générale et elle est aggravée par leur rareté. Outre ce qui se rencontre couramment sous d'autres cieux, en particulier la sensibilité des nappes phréatiques –dont la résilience est faible au regard de celle des cours d'eau– aux risques de pollution par les fertilisants en excès, cette vulnérabilité revêt des aspects spécifiques :

- Les lagunes côtières sont particulièrement sensibles aux pollutions par les pesticides issus des cultures en plaine côtière proche, voire des opérations de démoustication ; l'équilibre entre leurs eaux douces, saumâtres et salées y est très sensible aux incidences d'aménagements fluviaux ou littoraux.
- Les nappes souterraines du littoral, le plus souvent en continuité avec la mer, sont très sensibles au risque de dégradation de leur qualité induite par les abaissements de niveau dus à leur exploitation intensive, voire leur surexploitation, qui provoquent l'invasion d'eau marine ou la montée d'eau saumâtre ou salée profonde dans les aquifères côtiers, notamment dans les deltas (Cf. les exemples donnés au Chapitre 5). Les aquifères insulaires, comme celui de Malte, sont particulièrement exposés.

### 4. 4. L'eau, levier d'impact sur l'environnement

Réciproquement, des actions sur l'eau peuvent avoir des conséquences « externes » sur l'environnement.

Toute transformation des structures d'écoulement ou du régime des eaux continentales modifie leurs rôles dans un sens qui peut être bénéfique ou préjudiciable, soit à la « qualité de l'environnement », soit à d'autres « ressources naturelles », à commencer par les impacts sur le milieu marin côtier, récepteur final des eaux terrestres et de leur charge, d'origine naturelle ou anthropique.

Les eaux souterraines, plus particulièrement, sont souvent un facteur d'équilibre mécanique des versants ou des sols, dont la stabilité peut être très liée aux charges hydrauliques dans le sous-sol. Des obstacles artificiels au drainage souterrain peuvent menacer cette stabilité et induire des glissements de terrain. L'abaissement de nappe souterraine intensivement exploitée peut provoquer l'affaissement du sol dans des

terrains peu consolidés (à Milan, Ravenne et Venise, par exemple ; dans le delta du Pô, des pompes ont fait baisser le sol de plus de trois mètres dans les années 50).

#### **4. 5. L'eau agent actif de la nature hostile**

L'eau n'est pas seulement un élément vital, bénéfique et menacé de l'environnement méditerranéen, elle est aussi menaçante et dangereuse. Pluies torrentielles, inondations et coulées de boue sont inhérentes à la nature dans nombre de bassins méditerranéens et elles sont en première ligne parmi les facteurs de « catastrophes naturelles », qui n'agressent pas seulement les personnes et les biens humains.

Rien qu'au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, au moins une quinzaine d'inondations ont fait chacune plus de 100 à 1 000 victimes dans les pays méditerranéens (A. Villeveille, 1997<sup>6</sup>).

Rien qu'en France, par exemple dans le bassin méditerranéen, les victimes d'inondations qui ont ravagé plusieurs villes ont été nombreuses, jusqu'à des dates récentes :

- 50 morts dans le Roussillon en 1940
- 38 dans les Cévennes en 1958
- 23 au Grand-Bornand en 1987
- 11 à Nîmes en 1988
- 46 à Vaison-La-Romaine en 1992
- 26 suite aux ruptures de digue en Camargue en 1999
- 29 dans le Gard en 2002

L'eau en excès a aussi rendu longtemps inhospitaliers et inhabitables beaucoup de territoires, écartant les villes de certains littoraux et des rives de plusieurs fleuves difficiles à endiguer.

Aussi les actions humaines d'aménagement des eaux (Chapitre 3) devront-elles souvent conjuguer et concilier les deux objectifs d'intégrité des milieux aquatiques et de viabilité ou de sécurité des méditerranéens.

#### **5. QUE VALENT NOS CONNAISSANCES ?**

Du fait de la forte variabilité des régimes et de l'intensification moderne des utilisations et des influences humaines, les connaissances hydrologiques sur le bassin méditerranéen dépendent de l'ancienneté et de la continuité des efforts surtout d'observation et d'investigation dans le passé.

Les efforts présents ne pallient pas les lacunes anciennes et sont surtout prometteurs de progrès futurs des connaissances.

Comme partout, les chroniques climatologiques ont le plus de recul (elles débutent souvent au XIX<sup>ème</sup> siècle) et ont une emprise régionale. Par contre, les mesures hydrologiques et les investigations hydrogéologiques ont été plus tardives, plus incomplètes et plus soumises aux vicissitudes des situations politiques entraînant des interruptions (guerres en Espagne, dans les Balkans, au Liban, en Algérie...), de même qu'à la hauteur et surtout à la reconduction des moyens affectés. Les longues chroniques continues de données précieuses pour la connaissance des variabilités, sont donc rares. Heureusement, c'est dans les pays où l'eau est le plus rare que les « services hydrologiques » sont les plus anciens, car leur fonction était une nécessité pour l'aménagement des eaux. Toutefois, leurs efforts ont été d'abord limités, au Nord comme au Sud, aux sites d'aménagement projeté pour l'hydroélectricité, puis pour les

---

<sup>6</sup> Fascicule 10 du Plan Bleu.

besoins hydroagricoles et sécuritaires. Ce n'est qu'à une époque récente que l'hydrologie opérationnelle a eu pour objectif la connaissance des ressources naturelles. Ainsi, les petits bassins sont le plus souvent négligés, alors qu'ils sont les plus nombreux et produisent une part majeure des écoulements méditerranéens. Par exemple, sur environ 3 000 bassins de l'ordre de 500 km<sup>2</sup>, 2 à 10 % seulement (suivant les pays) sont jaugés.

Tant que les données de base étaient relativement pauvres et jugées insuffisantes, la prudence légitime des hydrologues pour les traduire en chiffrages régionaux ou nationaux de « ressource en eau naturelle » conduisait généralement à adopter et indiquer les valeurs basses des fourchettes d'incertitude. Aussi, l'avancement des connaissances, à mesure de l'allongement des durées d'observation et de l'extension des réseaux de mesures, s'est-il traduit généralement par des révisions en hausse de ces chiffrages, dans les décennies 60 et 70, tandis que leur stabilisation actuelle semble indiquer que les données sont suffisantes, du moins pour ce type d'estimation (exemple des pays du Maghreb, Figure 1-16).

A l'inverse les sécheresses pluriannuelles récentes, peuvent conduire à des révisions en baisse, comme à Chypre.

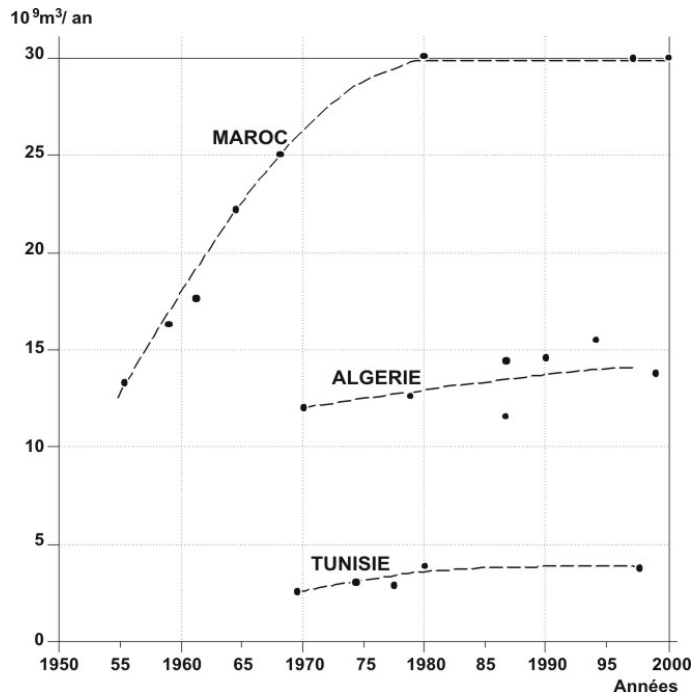
Quant aux connaissances sur les eaux souterraines, qui relèvent davantage d'efforts de prospection et d'investigation hydrogéologique que des durées d'observation, leur progrès a surtout accompagné le développement des exploitations et l'analyse ou la prévision des conséquences de celles-ci. Si ces connaissances sont encore inégales, la compréhension de l'interdépendance entre les eaux souterraines et superficielles a progressé.

Les bases hydrologiques de l'évaluation des ressources en eau dans le bassin méditerranéen ne sont pas exemptes de défauts dont les plus répandus sont :

- des durées d'observation très inégales et des lacunes dans les historiques ;
- des réseaux de mesures de densités variées ;
- des confusions entre les débits réels mesurés et les débits naturels ;
- des sous-estimations, par négligence des déperditions d'écoulement ;
- des estimations des écoulements non mesurés par des modélisations de validités inégales ;
- la rareté des données sur les caractéristiques de qualité et leur faible ancienneté.



**Figure I-16. Evolution des estimations de l'écoulement moyen annuel total (assimilé aux ressources en eau naturelles renouvelables) des pays du Maghreb.**



Une indication des efforts contemporains d'acquisition de données de base utiles pour l'évaluation quantitative des ressources, est fournie par les statistiques sur les réseaux de mesure (précipitations, écoulement) rassemblées par l'OMM, récapitulées Tableau 1-7.

Malgré des défauts probables de ces recensements (inégalement complets), ils révèlent des densités très diverses.

- Réseaux pluviométriques : densités assez homogènes en Europe (autour de 10 stations par 1 000 km<sup>2</sup>), plus fortes dans les îles (record : 168 à Malte) et dans les pays du Levant peu étendus (Israël, Liban) mais beaucoup plus faibles au Maghreb (moins de 1 par 100 km<sup>2</sup> en Algérie et au Maroc) et en Turquie, et infimes en Egypte et en Libye dont les vastes espaces désertiques ne requièrent pas plus il est vrai...
- Réseaux hydrométriques : densités plus variées en Europe (2 à 8 stations par 1 000 km<sup>2</sup>), et au Proche-Orient (1 à 10) et les plus faibles en Afrique, pour les mêmes raisons ; toutefois, ces densités sont mal comparables, en tant qu'indicateurs d'effort de connaissance, du fait des grandes différences de structures hydrographiques : la densité la plus forte (plus de 10 stations par 1 000 km<sup>2</sup> à Chypre) correspond à un réseau très peu concentré ; la densité du réseau égyptien est 24 fois plus faible que celle du réseau d'Israël mais permet sans doute une connaissance équivalente...

Les efforts modernes de coopération scientifique et technique inter-méditerranéenne en matière de recherche hydrologique et d'échanges de connaissances sont cependant appréciables. Deux programmes sont à citer particulièrement : AMHY et MED-HYCOS (Encadré 1-6 et Encadré 1-7)

## 5. 1. Et les qualités ?

C'est sur les qualités des eaux que les connaissances sont les plus déficientes. Elles relèvent encore trop exclusivement de l'approche « paramétrique » classique, d'efforts analytiques souvent non négligeables, mais adaptés plus à l'évaluation des eaux prélevées –notamment pour l'alimentation humaine– qu'à une connaissance régionalisée et à celle des régimes de variation... L'exploitation des données analytiques s'en tient à des classements par rapport au nombre de points d'échantillonnage et à de trop rares essais d'interpolation cartographique (les cartes de points sont les plus pratiquées) : Cf., par exemple, les « statistiques » de l'OCDE ou d'Eurowaternet à ce sujet. La référence à une définition synthétique des qualités de l'eau –à la fois multi-variables et multi-critères– fait généralement défaut, ainsi que les liens avec les quantités : une approche quantitative de répartition des ressources par classes de qualité reste à développer. Un essai dans ce sens est engagé en France (Encadré 1-8).

## 5. 2. Essai de diagnostic

Les connaissances commencent à être suffisantes pour évaluer les quantités d'eau mobilisables des principaux cours d'eau et aquifères en moyenne : elles le sont beaucoup moins pour évaluer les variabilités et les risques de défaillance, de même que les sensibilités aux impacts d'actions humaines ; ou encore pour évaluer les ressources des petits cours d'eau, pourtant très nombreux.

Les connaissances sont par contre encore très pauvres et clairsemées sur les états en qualité des eaux naturelles et sur leurs vulnérabilités aux risques de dégradation. Il en est de même de l'évaluation des milieux aquatiques, focalisée sur quelques sites privilégiés, mais encore peu exhaustive.

### Encadré I-6. Le réseau Friend AMHY

AMHY (Alpine and Mediterranean Hydrology) s'inscrit dans le programme de recherche FRIEND (Flow Regimes from International Experimental and Network Data), étude internationale en hydrologie régionale qui a pour but de développer une meilleure compréhension des différences et des similarités hydrologiques entre différentes régions du monde, à travers l'échange mutuel de données, de connaissances et de méthodes de calcul des crues.

FRIEND est un projet transversal du 6<sup>e</sup> programme hydrologique international de l'UNESCO (PHI). Lancé en 1985 avec des scientifiques de quatre pays d'Europe, le projet s'est considérablement étoffé et implique maintenant des instituts de recherche, des universités et des services opérationnels concernant plus de 100 pays à travers le monde. Huit projets FRIEND sont actuellement opérationnels.

Le projet FRIEND AMHY a été lancé en 1991, 21 pays du Sud de l'Europe et du Nord Ouest de l'Afrique y sont impliqués. Le secrétariat du projet fut d'abord assuré par le CEMAGREF à Lyon (France), puis transmis en 1999 à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à Montpellier, le coordinateur général étant Eric Servat. Neuf thèmes particuliers sont traités par le projet, pilotés chacun par un coordinateur spécifique : base de données, basses eaux, modélisation des régimes, crues exceptionnelles, pluies exceptionnelles, érosion et transport solide, longues séries, gestion intégrée de la ressource en eau, modélisation pluie-débit.  
Adresse :

Secrétariat Scientifique FRIEND AMHY, IRD – Hydrologie –VAHYNE  
B.P. 64501 - 340394 Montpellier cedex 5, France  
Tél. : +33 (0) 4 67 14 90 20 - Fax : +33 (0) 4 67 14 90 10 - [http ://www.mpl.ird.fr/amhy](http://www.mpl.ird.fr/amhy)

**Encadré I-7. MED-HYCOS : Système Méditerranéen d'Observation du Cycle Hydrologique**

*M. Morell, janv. 2003*

**WHYCOS : un outil pour l'évaluation et la gestion des ressources en eau**

Le Système Mondial d'Observation du Cycle Hydrologique – WHYCOS – initié en 1993 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) vise à améliorer la connaissance des ressources en eau pour un développement durable en renforçant les capacités techniques et institutionnelles des Services Hydrologiques.

WHYCOS met en œuvre un réseau mondial d'observatoires hydrologiques nationaux chargés de fournir des informations d'une qualité homogène sur la situation et les tendances d'évolution des ressources en eau, transmises en temps réel ou quasi-réel aux bases de données nationales et régionales. Par ailleurs, WHYCOS facilite la diffusion et l'exploitation des informations sur l'eau, notamment via internet.

**MED-HYCOS : première composante régionale du programme WHYCOS**

Le programme MED-HYCOS intéressant tous les pays du pourtour du Bassin méditerranéen a été la première composante régionale du programme WHYCOS.

L'Institut de recherche pour le développement (IRD anciennement ORSTOM) a accueilli à Montpellier (France) le Centre Régional Pilote MED-HYCOS depuis 1995 jusqu'en 2001.

Le programme MED-HYCOS s'articulait principalement autour de l'implantation d'un réseau de plates-formes de collecte de données (PCD), localisées sur les principaux cours d'eau des pays partenaires et transmises via le satellite météorologique européen METEOSTAT, du développement d'un système d'information interfacé avec Internet (Web), et de l'organisation de sessions de formation.

35 plates-formes de collecte de données hydrométéorologiques en temps réel, ont été installées dans 12 pays et alimentent la base régionale de données qui contient des informations sur une soixantaine de stations hydrologiques (<http://medhycos.com>).

**WOISYDES : un système d'observation et d'information sur l'eau dans les Balkans**

Dans le prolongement du programme MED-HYCOS, le programme WOISYDES (Water Observation and Information System for Decision Support) implique tous les pays des Balkans (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Grèce, Macédoine, Roumanie, Serbie-Monténégro, Slovaquie, Turquie), ainsi que Chypre, Malte, l'Espagne, la France et l'Italie (site web : <http://woisydes.net>).

Le principal objectif de WOISYDES est de concevoir et de développer à l'échelle des Balkans, un Système d'Observation et d'Information sur l'Eau pour l'Aide à la Décision qui collecte et associe différents types de données sur le cycle de l'eau, sur les ressources en eau, leur environnement et leurs usages afin de fournir aux utilisateurs (grand public, professionnels de l'eau, décideurs scientifiques, etc.) des informations adaptées.

Un forum permet aux experts d'échanger leur avis sur les thématiques abordées dans le programme. Une conférence scientifique internationale sera organisée en 2004 (<http://balwoiw.net>) sur l'impact des changements climatiques et des actions anthropiques sur le cycle de l'eau dans les Balkans.

Le projet MEDWOIS (<http://medwois.net>) a été proposé à la Commission européenne. Ce projet pourrait permettre le transfert à l'ensemble du bassin méditerranéen des acquis du programme MED-HYCOS et des technologies mises en œuvre dans les Balkans dans le cadre du programme WOISYDES.

Contact : Marc Morell  
 Email : [morelle@ird.fr](mailto:morelle@ird.fr)  
 Tél. : + 33 (0)4 67 63 64 20  
 Fax : + 33 (0)4 67 41 21 33  
 Sites Web : <http://woisydes.net>; <http://balwois.net>

**Encadré I-8. Les comptes en qualité des cours d'eau : début d'expérience en France**

Répartir les flux d'eau superficielle d'un bassin par classe de qualité (générale ou spécifique) est l'objet d'une approche comptable tentée en France. Elle consiste à croiser les statistiques de longueur des cours d'eau classés par ordre de débit moyen (pour la période considérée), exprimées en « unités de mesure d'eau courante » comptabilisables, avec la cartographie des cours d'eau classés suivant une grille de qualités.

Cette approche permet : soit de comparer, en les pondérant, les qualités des ressources en eau de surface respectives des différents bassins ou sous-bassins d'un pays, soit d'évaluer les changements d'état en qualité des cours d'eau d'un bassin entre deux dates de référence, donc de mesurer soit les effets des progrès de la lutte anti-pollution, soit les impacts d'aggravations de faits polluants.

Par exemple, une comparaison entre les états de 1992 et 1994 pour toute la France avait révélé une augmentation des quantités d'eau de bonne qualité due surtout à l'amélioration des qualités des eaux des fleuves et des grandes rivières (+17% des unités de mesure d'eau courante de classe 1).

Les cours d'eau côtiers méditerranéens offraient le plus des eaux de qualité bonne à excellente en 1997-1999.

Réf. Ph. Crouzet & al., IFEN 1999 ; l'Environnement en France, IFEN 2002.

**Tableau I-7. Statistiques des stations de mesure de précipitations et de débits de cours d'eau dans différents pays méditerranéens d'après l'OMM (Base « Infohydro »)**

Pays	Stations pluviométriques			Stations hydrométriques		
	(précipitations) 1			(débits de cours d'eau) 2		
	Date de valeur	Nombre total	dont ≥ 30 années	Date de valeur	Nombre total	dont ≥ 30 années
Espagne	1998	4 388	3 562	1998	1 365	615
France	1997	5 371	3 566	1997	3 118	534
Italie	1973	3 600	3 429			
Malte	1983	53	28			
Slovénie	1997	289	263	1997	167	94
Croatie	1997	522	493	1997	252	85
Serbie-Monténégro	1998	797	792	1998	245	103
Albanie	1997	114	114	1997	84	25
Grèce	1998	1 469	960	1998	255	19
Turquie	1998	605	531	1998	1 184	220
Chypre	1998	219	207	1998	95	49
Liban	1973	203	55			
Israël	1998	584	508	1998	103	47
Egypte	1984	82	62	1984	230	70
Libye	1973	148	111	1973	30	-
Tunisie	1973	750	274	1973	197	-
	1994-95	808 3		1994-95	183 3	
Algérie	1992	1 724	1 121	1973	160	-
Maroc	1992	273	187	1973	144	-

Notes :

1. Pluviomètres + pluviographes.
2. Stations avec ou sans enregistreur cumulé.
3. Source DGRE.

NB : Ces statistiques reflètent l'état de l'information disponible (en 2000) dans la base "infohydro" qui n'intègre pas nécessairement toutes celles de la documentation de l'OMM, et ne correspond pas toujours aux états réels des réseaux exploités dans chaque pays, souvent par différents organismes.

## Chapitre 2 : QUELLES RESSOURCES EN EAU POUR LES MÉDITERRANÉENS ?

### Table des matières

<b>1. PEUT-ON DISPOSER DE TOUTES LES EAUX DE LA NATURE MÉDITERRANÉENNE ?.....</b>	<b>2-2</b>
<b>2. DES RESSOURCES EXPLOITABLES PAR QUI ET COMMENT ? .....</b>	<b>2-12</b>
<b>3. RICHESSE OU PAUVRETÉ EN EAU : QUELLES RESSOURCES PAR HABITANT ?.....</b>	<b>2-12</b>
<b>4. LES RESSOURCES EN EAU NON RENOUVELABLES : UN APOINT TEMPORAIRE?.....</b>	<b>2-17</b>
<b>5. LES NOUVELLES RESSOURCES .....</b>	<b>2-18</b>

### Liste des encadrés

Encadré 2-1. L'évaluation des ressources en eau exploitables en Tunisie .....	2-4
Encadré 2-2. Les ressources en eau partagées dans le bassin méditerranéen .....	2-4
Encadré 2-3. Essai d'évaluation des « Ressources en eau utilisables » de plusieurs pays.....	2-10

### Liste des tableaux

Tableau 2-1. Données sur les ressources en eau dans le bassin méditerranéen.....	2-7
Tableau 2-2. Données sur les ressources en eau des pays méditerranéens .....	2-8
Tableau 2-3. Proportions des ressources en eau naturelles et renouvelables estimées exploitables ....	2-10
Tableau 2-4. Ressources en eau conventionnelles, naturelles ou exploitables,.....	2-14
Tableau 2-5. Ressources en eau naturelles par habitant (m <sup>3</sup> /an).....	2-16
Tableau 2-6. Matrice des échanges d'eau spontanés entre les pays et territoires riverains ou non.....	2-20

### Liste des figures

Figure 2-1. Espagne : variation des apports totaux annuels (années hydrologiques 1940-41 à 1995-96).	2-3
Figure 2-2. Relations entre les parts estimées exploitables et les indices d'exploitation actuels .....	2-11
Figure 2-3. Ressources en eau naturelles par habitant en Espagne et en Turquie.....	2-13
Figure 2-4. Ressources en eau naturelles renouvelables et ressources en eau exploitables.....	2-15
Figure 2-5. Ressources en eau naturelles renouvelables et ressources exploitables, .....	2-15
Figure 2-6. Indices de compétition rapportés aux ressources en eau renouvelables exploitables.....	2-16
Figure 2-7. Evolutions 1950-2000 des ressources en eau naturelles (moyennes annuelles) .....	2-17

## I. PEUT-ON DISPOSER DE TOUTES LES EAUX DE LA NATURE MÉDITERRANÉENNE ?

Les ressources en eau à prendre en compte, en privilégiant leur quantité, tant pour les comparer comme offre aux diverses demandes (actuelles ou projetées) que pour calculer différents indicateurs macro-économiques, ne sont pas matière seulement à connaissance, mais à évaluation.

La pratique dominante jusqu'à présent dans les pays méditerranéens, comme ailleurs, a été d'identifier les ressources en eau (renouvelables) à l'ensemble des eaux courantes superficielles et souterraines, dont les flux sont entretenus par le cycle de l'eau dans chaque territoire (Cf. Chapitre 1). Les chiffrages de ces ressources, qualifiées alors « naturelles », sont basés essentiellement sur les données hydrologiques, voire hydrogéologiques, et sur les traitements de celles-ci (calculs d'extrapolation par diverses méthodes de modélisation et de régionalisation).

Les synthèses antérieures sur les ressources en eau de l'ensemble du bassin méditerranéen, comme celles du Plan Bleu, fondées sur des sources nationales, ont donc été basées sur cette approche hydrologique, dont les résultats actuels ont été présentés au Chapitre 1.

Pourtant si cette approche est une base nécessaire, elle n'est pas suffisante. Toutes les eaux de la nature ne peuvent ni ne doivent être assimilées à des ressources.

D'abord parce que les « offres » de la nature ne se réduisent pas aux occurrences d'eau, mais comprennent aussi les conditions qui facilitent ou entravent les possibilités d'aménagement et d'utilisation des eaux. Or, dans le bassin méditerranéen :

- D'une part les apports et les écoulements sont très inégalement répartis et irréguliers, dotés d'inégales résistances aux sécheresses (annuelles, pluriannuelles) et d'inégales capacités d'auto-épuration (cours d'eau permanents) de même que les eaux sont de qualités naturelles variées.
- D'autre part sont tout aussi inégalement réparties les structures qui permettent l'aménagement et la maîtrise des eaux de surface (concentration hydrographique, sites de barrage-réservoir) ou l'exploitation des eaux souterraines (accessibilité et productivité des aquifères) et dont dépendent les coûts de production, ainsi que les conditions qui rendent les eaux plus au moins vulnérables aux pollutions.

La géographie des ressources en eau méditerranéennes ne se réduit donc pas à celle des apports, des réservoirs naturels plus ou moins régulateurs et des écoulements – esquissés au Chapitre 1–. Elle traduit aussi cette diversité des conditions de mobilisation des eaux et de leur protection naturelle, ainsi que la variété des objectifs de conservation de la nature qui peuvent exclure des ressources une partie des eaux.

### Des ressources exploitables, de quel point de vue ?

Les ressources en eau réelles dépendent de la comparaison entre ces offres sous contraintes et les critères propres aux demandes ; ce sont les eaux exploitables et utilisables, suivant trois sortes de critères :

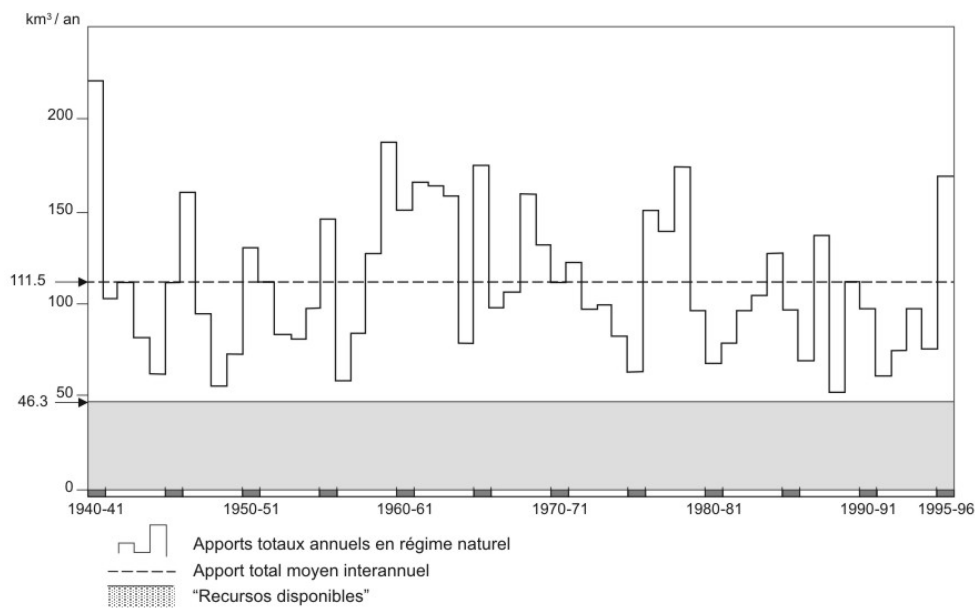
- **Des critères pratiques et technico-économiques :**

Au plan pratique, l'eau assez régulièrement présente, donc la part des apports la moins affectée par les variations inter-annuelles –les variations entre les saisons étant mieux maîtrisables– ; par exemple, en Espagne, les « *recursos disponibles* », c'est-à-dire exploitables en moyenne, sont assimilées aux apports annuels minimaux assurés à long terme (Cf. Figure 2-1).

Au plan économique, l'eau accessible et mobilisable moyennant des coûts directs et internes supportables (y compris à long terme). Naturellement, les critères d'évaluation et d'acceptabilité des coûts dépendent des valeurs d'usage propres à chaque secteur d'utilisation, des objectifs et des moyens des utilisateurs (et aussi de la répartition des charges entre les usagers et la collectivité...).

Le poids majeur de l'irrigation, qui ne supporte que de l'eau à faible coût (du moins à la charge des usagers), dans les demandes en eau des pays méditerranéens, tend à abaisser beaucoup les coûts maximaux acceptables de mobilisation de l'eau, donc à minimiser l'évaluation des ressources exploitables. Au contraire, la croissance des demandes en eau potable peut conduire à réévaluer en hausse ces ressources.

**Figure 2-1. Espagne : variation des apports totaux annuels (années hydrologiques 1940-41 à 1995-96) et ressources exploitables moyennes (« Recursos disponibles ») évaluées**



Source : Libro Blanco del Agua en España, Cedex 1998.

- **Des critères environnementaux :**

L'eau exploitable sans impacts inacceptables sur les milieux naturels (y compris par les retours d'eau en aval des usages). Plus largement, il s'agit de définir quel est le niveau de pression maximale sur les eaux continentales tolérable dans le bassin méditerranéen, ce qui est bien un choix de société.

- **Des critères géopolitiques :**

L'eau disponible en tenant compte des limitations –de droit ou de fait– auxquelles sont sujets les cours d'eau ou les aquifères transfrontaliers (restriction d'apport de pays en amont, devoir de réservation pour un pays en aval).

Les critères des deux premiers types valent dans tous les pays méditerranéens (Encadré 2-1). Les critères géopolitiques concernent surtout l'Espagne, les pays des Balkans et du Proche-Orient, ainsi que l'Egypte, au plan international ; mais ils peuvent aussi jouer entre régions à l'intérieur de certains pays politiquement et administrativement décentralisés (Encadré 2-2).

**Encadré 2-1. L'évaluation des ressources en eau exploitables en Tunisie**

Alors que les ressources en eau naturelles renouvelables de la Tunisie, assimilées à l'« écoulement potentiel » moyen annuel, sont estimées à environ 4,5 km<sup>3</sup>/an, les plans directeurs de ce pays sont établis en se basant sur les seules **ressources exploitables**.

Celles-ci sont évaluées en soustrayant de l'écoulement potentiel moyen l'« eau non ressource » constituée par :

- L'écoulement irrégulier parvenant en mer, notamment des petits bassins côtiers du Nord ou dans des dépressions endoréiques, non maîtrisable par des barrages ;
- L'évaporation des retenues ;
- L'écoulement souterrain gagnant la mer, à conserver pour maintenir l'équilibre eau douce/eau salée ou des dépressions soumises à l'évaporation (*sebkhas, chotts*) ;
- Des émissions en mer du drainage de marécages littoraux ;
- Le débit réservé à des demandes environnementales (Lac Ichkeul) ;
- L'écoulement souterrain profond non accessible économiquement ou à forte salinité.

Les ressources renouvelables exploitables avaient été évaluées pour le VIII<sup>e</sup> Plan (1992-1997) à 1,9 km<sup>3</sup>/an, soit à 42 % des ressources « naturelles ».

(M. Ennabli, « Analyse des stratégies et prospective de l'eau en Tunisie », Plan Bleu 2000).

**Encadré 2-2. Les ressources en eau partagées dans le bassin méditerranéen**

Les bassins fluviaux ou les aquifères transfrontaliers sont relativement nombreux dans le bassin méditerranéen (Figure 1-10), cependant, des partitions géopolitiques notables des ressources en eau n'affectent que quelques pays : surtout dans les Balkans et au Proche-Orient, les cas les plus notoires étant celui du Nil et, quant aux eaux souterraines, celui du « Mountain Aquifer » commun à l'entité palestinienne de Cisjordanie et Israël ; plus particulier est le cas du Maritza sortant de Bulgarie mais **frontière** entre la Grèce et la Turquie jusqu'à la mer. Le Tableau 2-6 tente de chiffrer les flux d'échanges internationaux résultant dans le bassin méditerranéen, malgré quelques incohérences entre les sources nationales. Globalement ces flux transfrontaliers s'élèveraient en moyenne à 125 km<sup>3</sup>/an, soit à 20 % des ressources naturelles totales du bassin, dont la plus grande partie (plus de 2/3) provient de pays non riverains, du fait de l'importance de l'apport du Nil.

Peu de conventions internationales règlent ces partitions. La plus importante fixe le partage du débit régularisé du Nil à Assouan (74 km<sup>3</sup>/an compte tenu de la perte par évaporation du réservoir) entre l'Égypte (55,5 km<sup>3</sup>/an) et le Soudan (18,5). Un accord entre le Liban et la Syrie a fixé à 1/3 et 2/3 leurs parts respectives du débit moyen de l'Orontes supérieur (0,64 km<sup>3</sup>/an).

Les fleuves transfrontaliers ne posent pas seulement des problèmes de partage de ressources. Ce sont aussi des vecteurs de pollution transfrontière, cause de conflits possibles entre pays amont et aval, notamment dans les Balkans.

Enfin, des frontières peuvent séparer des plaines ou basses vallées sous la menace d'inondation des hautes vallées où sont seuls possibles des aménagements préventifs ; par exemple entre Grèce (Thrace) et Bulgarie. La répartition des responsabilités et des charges d'aménagement sécuritaire est source de tension entre pays aval bénéficiaire et pays amont pouvant exiger des contreparties aux impacts subis.

Des problèmes très similaires, engendrant des contraintes analogues sur les exploitations, peuvent se poser à l'intérieur de certains pays, notamment ceux de structure fédérale ou à décentralisation régionale, où des conflits d'intérêts et d'objectifs peuvent opposer les collectivités d'amont et d'aval dans des bassins étendus ou encore les collectivités concernées par des transferts d'eau projetés entre bassins (exemple en Espagne, en Grèce...).



Suivant ces critères, les ressources en eau conventionnelles et renouvelables intérieures peuvent être subdivisées, dans chaque pays méditerranéen, en quatre types de ressources exploitables et utilisables, donc réelles et additives :

a. Eaux superficielles régulières	Eaux superficielles mobilisables en respectant les contraintes de conservation environnementales ou liées aux utilisations in situ – débits réservés– et en déduisant les débits affectés aux prélèvements d'eau souterraine jugés préférables + en déduisant d'éventuelles astreintes de débit à garantir à territoire aval.
b. Eaux souterraines renouvelables liées aux eaux de surface	Eaux souterraines exploitables suivant des critères technico-économiques et en respectant les contraintes de conservation de débit de cours d'eau subordonnés, ainsi que les contraintes liées à la conservation de la renouvelabilité (quantité et qualité) + en déduisant d'éventuelles astreintes de débit régulier, superficiel ou souterrain, à garantir à territoire aval.
c. Eaux souterraines renouvelables indépendantes (sans eau de surface continentale subordonnée) : aquifères littoraux essentiellement.	Eaux exploitables suivant des critères technico-économiques. + en respectant les contraintes liées à la conservation de renouvelabilité (quantité et qualité).
d. Eaux superficielles irrégulières	Eaux mobilisables suivant des critères technico-économiques et sociaux de faisabilité des aménagements (barrages...) + en zone aride et semi-aride, en respectant les contraintes de conservation d'eau souterraines alimentée par les crues + en déduisant d'éventuelles astreintes de débit à garantir au territoire aval.

Quant aux ressources extérieures, qui peuvent se répartir entre les mêmes types, leur part exploitable est d'abord subordonnée aux contraintes en amont, au partage de fait ou convenu avec le ou les pays « fournisseurs » (Encadré 2-2), puis elle relève des mêmes critères.

Certes, il a été pris conscience assez généralement dans le monde méditerranéen, comme ailleurs, que toutes les eaux de la nature ne sont pas des ressources et qu'il convient de faire la part entre l'eau que l'on peut prendre et celle qu'il faut laisser : soit parce que sa prise est trop difficile et/ou trop coûteuse, soit parce qu'elle doit être réservée ou préservée... Toutefois, pour les hydrologues ou hydrauliciens qui assistent les promoteurs et concepteurs d'aménagement des eaux, l'évaluation des ressources suivant des critères d'exploitabilité exclusivement techniques ou technico-économiques a le plus souvent prévalu.

Les ressources « en eau de surface » et « en eau souterraine » ont été et sont encore trop souvent évaluées comme des ressources indépendantes et additionnables.

Dans l'idéal, les contraintes ou astreintes à respecter, de même que le partage des eaux régulières en ressources exploitables de préférence soit par exploitation d'eau souterraine, soit par dérivation d'eau de surface, devraient être définies ou choisies, pour chacun des « hydrosystèmes » naturels d'un territoire, ce qui impliquerait une démarche analytique et participative inégalement praticable partout et encore peu engagée.

En pratique, si des évaluations de ressources « exploitables » ou « utilisables » ont bien été tentées dans la plupart des pays méditerranéens, sauf dans les Balkans (par exemple, en Tunisie : Encadré 2-1) elles procèdent surtout d'appréciations globales sans démarches identiques et ne sont pas fondées sur des critères homogènes.

Aussi, les chiffrages résultants exprimés comme ceux des « ressources naturelles » en flux moyen et rassemblés dans les Tableau 2-1 et Tableau 2-2 ou exprimés en proportion des ressources naturelles dans le Tableau 2-3 (pour les pays entiers et leur

part dans le bassin), sont mal comparables et à interpréter et additionner avec précaution. Ils valent surtout par leurs ordres de grandeur, mais ils traduisent certainement mieux la réalité des ressources.

En chiffres très ronds, les ressources exploitables dans le bassin méditerranéen évaluées d'après ces chiffrages s'élèveraient globalement, en flux moyens, aux ordres de grandeur suivants :

Ressources exploitables		km <sup>3</sup> /an
Ressources régulières	en eau de surface*	60
	en eau souterraine*	50
	Total	110
Ressources en eau de surface irrégulières**		240
<b>Total</b>		<b>350</b>

\* en principe additives, mais sans garantie.

\*\* dont part du Nil régularisé dérivable en Egypte ~ 50.

Tableau 2-1. Données sur les ressources en eau dans le bassin méditerranéen

Pays et territoires dans le bassin versant méditerranéen	Ressources "naturelles" renouvelables en km <sup>3</sup> /an				Contraintes externes Part des ressources naturelles		Ressources renouvelables mobilisables, suivant des critères propres à chaque pays, en année moyenne en km <sup>3</sup> /an				Potentiel d'import. hors bassin méd dans l'état actuel des équipements (km <sup>3</sup> /an)	Capacité de production d'eau non conventionnelle actuelle en km <sup>3</sup> /an							
	année moyenne		année décennale sèche	d'origine extérieure indice de dépendance en %	affluent à des pays voisins (restrictions de liberté d'action) en %	Eau de surface régulière (avec sources)	Eau de surface irrégulière régularisable	Eau souterraine exploitable	Total	Régénération d'eau usée offerte à la réutilisation		Eau de drainage réutilisable	Dessalement						
	Ressources internes	Ressources externes												Total					
Espagne	28	0,35	~ 28,35	10	1	1,2	0,1	~ 4	2	14,36	~ 3	3	~ 4	2	0,62	2	0,2	97	0,13
France	64 <sup>net</sup>	8,5	~ 72,5	53		10,6	0,9	~ 15	~ 1	15	~ 1	10	~ 40	2	0,2				
Italie	182,5	8,8	~ 191,3			3,9	0	18	1	79	1	13	2	110				00	0,058
Malte	0,05	0	~ 0,05	~ 0,03		0	0	0,0004	~ 2	~	~	0,015	0,0154	0	0,0016			~ 97/8	0,022
Slovénie	4,21	~ 4,21	~ 4,21			0	0	92,2	~ 2	~	~	~	2,2						
Croatie	18	13,65	~ 32			42,7	0	~ 3	~ 9	~	~	~	~						
Bosnie-Herzégovine	14	0	~ 14			0	0	~ 1	~ 7	~	~	~	~						
Serbie&Montenegro	16	0	~ 16			0	0	~ 2	~ 8	~	~	~	~						
Macédoine	5,42	1	~ 6,42	4,8		14,9	100	~ 3	~ 3	~	~	~	~						
Albanie	26,9	14,8	~ 41,7	13 à 30		36,8	0	~ 3	~ 13	~	~	~	~						
Grèce	58	16,25	~ 74,25			16,8	2,7	~ 5	~ 21	~	~	~	~ 29					96	0,013
<b>Nord</b>	<b>417,1</b>	<b>23,8</b>	<b>440,9</b>										<b>242,6</b>						
Turquie	66 <sup>net</sup>	3,45	~ 69,45			6,6	0,3	~ 8	1	28	1	4,3	~ 40						
Chypre	0,78	0	~ 0,78			0	0	~ 0,15	1	0,19		0,2	~ 0,54	0	0,98	0,011			0,034
Syrie	5	0,96	~ 5,96			12,3	29	~ 1	~ 2,5	~	~	0,5	~ 4						
Liban	4,8	0	~ 4,8	1,4		0	10,6	~ 2	0,94	0,56	~	0,685	~ 2	0	0,94	0,02		00	0,007
Israël	0,63	0,38	~ 1,01			38,0	1,0	~ 1	0,04	0,05	~ 2	0,66	~ 0,75 <sup>hmc</sup>	0	0,38 à 0,40	0,27		99	0,085
Palestine : Cisjordanie	0,57	0	~ 0,57			0,0	100	~ 0,10	~ 0,03	~ 2	~ 2	0,4	~ 0,53	0		0,03			
Gaza	0,046	0,01	~ 0,056			16,7	0	~ 1	0,00	~	~	0,05	~ 2	0,05	0,027				
<b>Total Est</b>	<b>77,8</b>	<b>2,8</b>	<b>80,6</b>										<b>48,05</b>						
Egypte	n	84 <sup>n</sup>	~ 85	65 n		98,8	0	~ 1	~ 49	2 <sup>a</sup>	0,5	~ 49,5				0,7			12,6
Libye	r	55,5	~ 56,3					~ 0,15	~ 2 <sup>a</sup>	~ 0,4	~ 0,65	3 <sup>a</sup> em. 0,73	~ 98	0,07	~ 4			~ 99	0,27
Tunisie		0,7	~ 0,7			0	0	~ 0,10	~ 0,3	~ 0,93	~ 4	0,67	~ 1,8			0,026		00	0,054
Algérie		3,7	~ 4,02	0,97	2	8,0	0	~ 0,3	~ 1	~ 4,5	~ 1	~ 6						90	0,06
Maroc		11,97	~ 12	5 ?		0,21	2,2	~ 1	~ 0,5	~ 2	~ 0,9	~ 3,4							0
<b>Total Sud</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>~ 5</b>	<b>1,5</b>		<b>0</b>	<b>0,75</b>	<b>~ 0,5</b>	<b>~ 2</b>	<b>~ 0,9</b>	<b>~ 3,4</b>	<b>~ 61,35</b>							
<b>Total Ensemble</b>	<b>22,17</b>	<b>55,5</b>	<b>77,7</b>			<b>13</b>						<b>352</b>							

CHAPITRE 2 : QUELLES RESSOURCES EN EAU POUR LES MÉDITERRANÉENS ?

Tableau 2-2. Données sur les ressources en eau des pays méditerranéens

Pays et territoires	Ressources "naturelles" renouvelables en km <sup>3</sup> /an				Contraintes externes			Ressources renouvelables mobilisables, suivant des critères propres à chaque pays, en année moyenne en km <sup>3</sup> /an				Ressources non renouvelables		Capacité de production d'eau non conventionnelle actuelle en km <sup>3</sup> /an					
	année moyenne		année décennale sèche	Part des ressources naturelles	d'origine extérieure	indice de dépendance en %	liberté d'action	Eau de surface régulière (avec sources)	Eau de surface irrégulière régularisable	Eau souterraine exploitable	Total	Potentiel de production temporaire (km <sup>3</sup> /an)	Régénération d'eau usée offerte à la réutilisation	Eau de drainage réutilisable	Dessalement				
	Ressources internes	Ressources externes														Total	Eau de surface régulière (avec sources)	Eau de surface irrégulière régularisable	Eau souterraine exploitable
Espagne	111,2	0,3	111,5	35	1	27,7	9	2	32,8	4,5	46,3	97	0,233	2	97	0,222			
France	178,5	11	189,5	120	6	11,3	35	~	35	30	100		-	-	~	0,2			
Italie	182,5	8,8	191,3		3,9	0	18	1	79	13	110				00	0,058			
Malte	0,05	0	0,05	0,03	0	0	0,0004	€	1	0,015	0,0154		0,0016	-	97/8	0,022			
Slovanie	18,67	13,2	31,87		53	97,8					15					-			
Croatie	37,7	33,7	71,4		60,0	55					20					-			
Bosnie-Herzégovine	35,5	2	37,5		5	100					15					-			
Serbie&Montenegro	44	164,5	208,5		81	98,3					50					-			
Macédoine	5,42	1	6,4	4,8	14,9	100					3					-			
Albanie	26,9	14,8	41,7	13 à 30	36,8	0	3				13					-			
Grèce	58	16,25	74,25		16,8	2,7	5	~	21	1	2,45				96	0,013			
<b>Nord</b>	<b>698,4 b</b>	<b>147,4</b>	<b>846</b>		<b>17</b>						<b>~ 401</b>								
Turquie	227	4,7	231,7		1,0	34,0		1	79	2,0	12				97	0,0005			
Chypre	0,78	0	0,78		0	0	0,15	1	0,19	0,2	0,54		98	0,011	01	0,034			
Syrie	7 r	19,26 r	26,26		81,0	86	4		12,8	3,8	20,6		93	0,37	00	0,003			
Liban	4,8	0	4,8	1,4	0	10,6	2	0,94	0,56	0,685	2	2,18	94	0,02	00	0,007			
Israël	0,75	0,92	1,67		55	36,0	1	0,51	0,126	~	1,636		97	0,275	99	0,085			
Palestine : Cisjordanie	0,75	0	0,75		0,0	47	~	0,11	0,07	~	0,71					0			
Gaza	0,046	0,01	0,056		16,7	0	1	0	€	0,055	0,05		1	0,027		€			
<b>Total Est</b>	<b>241,13 b</b>	<b>2,8</b>	<b>243,9</b>		<b>1</b>						<b>~ 117</b>								
Egypte	1,8 r	56,5 n	85	65 n	98,0	0	~	21	~	35,5	2	3,0	0,7	~	0,6	55,2	0,7	12,6	0,086
Libye	0,82	0	0,82		0	0	1	0,1	0,17	~	0,5		98	0,07	4	00	0,59	4	
Tunisie	4,15	0,42	4,57	0,975	2	4	~	0,3	2,175	4	3,625	~	97	0,026	6	00	0,054	6	
Algérie	13,9	0,42	14,32	5	3	3,0	~	1	4,7	1	6,5	~			00	0,11	1		
Maroc	29	0	29	10	0	1,00	~	3	~	13	4	~			00	0,006	0	0,05	
<b>Total Sud</b>	<b>49,67 b</b>	<b>56,5</b>	<b>106</b>		<b>53</b>						<b>~ 86,10</b>				<b>9,4</b>				
<b>Ensemble</b>	<b>989,24</b>	<b>206,65</b>	<b>1195,9</b>		<b>17</b>						<b>604,1</b>								

### Notes des Tableau 2-1 et Tableau 2-2 :

Pour les pays entiers, les données sur les ressources naturelles ou réelles sont pour l'essentiel accordées à celle de la base AQUASTAT de la FAO (2002), hormis quelques cas de fleuve frontalier non pris en compte ici (Exemple : Rhin pour la France) ou de disponibilité de données de source nationale très récente (Exemple : Libye).

Les sommations de ressources externes par sous-région ne prennent en compte que les flux transfrontaliers d'origine extérieure à la sous-région, de même donc que les chiffrages de ressource totale.

Les données sur les ressources non renouvelables exploitables ne figurent que dans le tableau des pays entiers (7bis) car elles se situent pour l'essentiel hors du bassin méditerranéen. Réciproquement, les données sur les potentielles d'importation ne figurent que dans le tableau du bassin méditerranéen (7), car elles sont sans objet pour les pays entiers.

Les données sur les ressources non conventionnelles sont insuffisamment synchrones pour permettre des sommations.

Les notes sur les données sur chaque pays, à indices numériques de 1 à n pour chaque ligne, se rapportent aux 2 tableaux ou à l'un d'eux.

### Espagne

1. MOPU, 1980.
2. Libro Blanco, 1998.
3. Recharge des aquifères, moins l' "utilización de las descargas naturales de las aguas subterráneas a los ríos", estimée en moyenne à 75% de la recharge en Espagne (Libro Blanco de las aguas subterráneas, 1994) et ramenée à ~ 60% pour le bassin méditerranéen.
4. Les "Recursos disponibles" totales sont évaluées à 17,68 dans le Libro Blanco 1998, comme dans le PHN 1993; mais dans le sens de "ressource dont les équipements actuels permettent de disposer".

### France

1. Part des écoulements réguliers moyens (~ 40) diminués des débits réservés (7) estimée mobilisable: total 25, répartis entre eau de surface et eau souterraine.
2. Transfert du bassin de la Loire, Montpezat EDF.

### Italie

1. "Risorse idrico potenziale", en eau de surface :92 Conf. Acque 1990 et M. Benedini 1996.
2. "Ressources potentiellement utilisables", Conf. Turin, 1999.

### Malte

1. Eau souterraine exploitable sans rupture d'équilibre eau douce /eau salée (île de Malte seule).
2. 1997-98, Water Service Co. 1999.

### Grèce

1. "Exploitable Groundwater potential" ICID, "disponibilités en eau souterraine", L. Davy, 1990.

### Turquie

1. Suivant le taux moyen (50 %) estimé pour la Turquie entière.
2. "Available Groundwater Reserves" ou "Safe Yield", 1995.

### Chypre

1. 0,12 à 0,15, Ministère de l'Agriculture, 1998.
2. FAO 1998.

### Syrie

1. Sur la base d'écoulement naturel → Turquie (Orontes).

### Liban

1. "Ressources exploitables".
2. Moudallal 1998.

### Israël

1. Sources Yarkon - Tannimine.
2. Ressource exploitable en eau souterraine évaluée antérieurement à 0,58 à 0,74 km<sup>3</sup>/an (Tahal, 1990), eau douce seule.

### Cisjordanie

1. Sources.

Recharge calculée moins débit moyen des sources, sans tenir compte de contrainte de réservation d'écoulement souterrain sortant en Israël.

Source: Doc. Bari 1999, corrigé (pour le versant méditerranéen seul).

### Gaza

1. Retour d'eau remobilisable.

### Egypte

1. Débit moyen d'étiage naturel à Assouan (22 km<sup>3</sup>/an) diminuée du débit conservé à l'exutoire en mer (navigation, ...) estimé à 1 km<sup>3</sup>/an.
2. Part irrégulière du débit moyen du Nil, aujourd'hui régularisé à Assouan, dont dispose l'Egypte par convention (55,5 km<sup>3</sup>/an), plus "Flash floods" maîtrisables ( Eastern Desert, N-Sinai), en partie hors du bassin méditerranéen.  
□Source: Ministère des Ressources en eau et irrigations, 2000).
3. Ressource primaire seule, non compris la suralimentation des nappes par l'irrigation (~ 4) remobilisable: ressource secondaire, similaire à l'eau de drainage réutilisable (par cohérence avec les évaluations dans les autres pays).

### Libye

1. Sources littorales.
2. Recharge calculée moins débit moyen des sources.
3. Transfert par le "Great Man-made River" depuis les aquifères sahariens.
4. O. Salem 1998.

### Tunisie

1. Les autorités tunisiennes ne prennent généralement en compte que les ressources intérieures renouvelables, en excluant les apports extérieurs d'Algérie (Medjerda, 0,32).
2. Kallel 1981.
3. "Ressources exploitables" (M. Ennabli 2000).
4. Ressources en eau souterraine renouvelables estimées exploitables (M. Ennabli 2000), moins le débit moyen des sources.
5. Ressources en eau souterraine non renouvelables à ajouter temporairement : 750 hm<sup>3</sup>/an, ~ 20 ans (M. Ennabli 2000).

### Algérie

1. PNE/Ministère de l'équipement, 1994.

### Maroc

1. Sans prise en compte d'éventuelles contraintes de conservation de débit superficiel en étiage. M. Jellali, FAO, 1997.

**Tableau 2-3. Proportions des ressources en eau naturelles et renouvelables estimées exploitables et utilisables dans les pays méditerranéens, suivant des critères propres à chaque pays**

Pays	Ratio ressources exploitables / ressources naturelles moyennes	
	Pays entier (%)	Dans le bassin méditerranéen %
Espagne	41,5	75,5
France	52,8	55
Italie	58	58
Grèce	39	39
Turquie	39	58
Chypre	69	69
Syrie b	78 ~	67
Liban	45	45
Israël	98	80
Egypte a	95	95
Libye	94	93
Tunisie	41,5	45
Algérie	45 ~	50
Maroc	69	68

a- Calcul basé sur les ressources réelles et primaires.

b- Sans prise en compte de contrainte de réservation en aval (à l'Irak).

Il peut être instructif de comparer ces estimations avec celles tentées, suivant une démarche plus homogène mais plus sommaire – basée sur des « *Factor Potentially utilisable* » (PUF) appliqués aux *Renewable Water Resources* – pour différents pays du monde, dont dix pays méditerranéens, par l'IWMI, en vue de contribuer à la « *World Water Vision* » du 2<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau, à La Haye (2000) (Encadré 2-3).

**Encadré 2-3. Essai d'évaluation des « Ressources en eau utilisables » de plusieurs pays méditerranéens par l'IWMI\***

(in « <i>World Water Scenarios</i> » 2000, Table 15-1 b)			
Pays	Factor Potentially utilisable des RWR PUF** (%)	Renewable Water Resources RWR*** (km <sup>3</sup> /an)	Utilizable Water Resources UWR (km <sup>3</sup> /an)
Espagne	60	94	57
France	60	195	117
Italie	60	160	96
Turquie	60	215	129
Syrie	60	26	16
Israël	80	2	2 (?)
Egypte	85	69	58
Tunisie	60	4	2 (?)
Algérie	60	14	9
Maroc	65	30	20

\* International Water Management Institute  
 \*\* La construction de ce coefficient peu variable n'est pas explicitée...  
 \*\*\* Sources : WRI, Shiklomanov 1999 ou sources nationales

Les ressources en eau naturelles renouvelables et estimées exploitables des pays et du bassin méditerranéen, réparties par sous-région, peuvent être alors chiffrées comme suit, en moyennes annuelles :

Sous-régions	Ressources naturelles totales* km <sup>3</sup> /an		Ressources exploitables km <sup>3</sup> /an (et % des ressources naturelles)	
	Pays entiers	Bassin méditerranéen	Pays entiers	Bassin méditerranéen
Nord**	846	440,9	401 (48)	243 (56)
Est	244	80,6	117 (48)	49 (61)
Sud	106	77,7	84 (79)	61 (79)
Ensemble	1 196	599,2	602 (51)	353 (59)

\* apports internes + apports externes sans double compte (échanges entre pays de la sous-région exclus).

\*\* avec Macédoine.

Malgré la forte relativité de ces évaluations elles mettent en évidence deux réalités majeures :

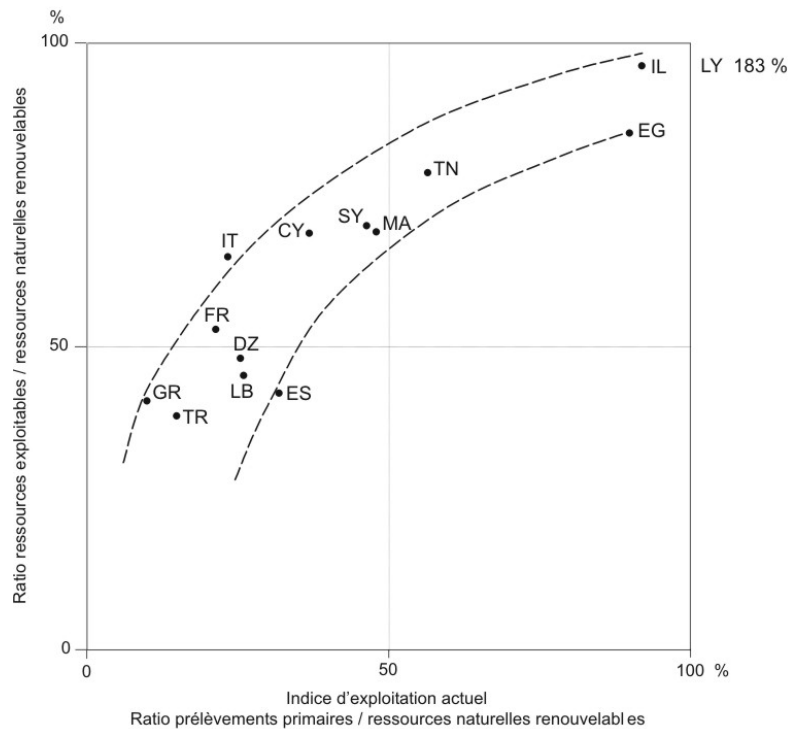
- globalement, un peu plus de la moitié seulement des « ressources naturelles » du bassin méditerranéen serait à présent exploitable ;

- près de 70 % de ces ressources exploitables sont irrégulières.

Toutefois, ces proportions varient naturellement beaucoup suivant les pays et le degré de leur richesse en eau :

- Comme on peut s'y attendre, plus l'eau est rare, plus la proportion des ressources « naturelles » jugée exploitable (et effectivement exploitée) est élevée, quelles que soient les difficultés d'accès ou l'irrégularité (Figure 2-2). Mais cette proportion dépend aussi des structures naturelles, qui rendent plus ou moins facile et complète la maîtrise des eaux. Elle est ainsi très forte en Egypte, où un seul aménagement majeur peut maîtriser la quasi-totalité des ressources offertes par un fleuve unique. Elle est moindre dans les pays à réseau hydrographique très fragmenté, situation plus fréquente dans le bassin méditerranéen (par exemple : 60 % en Algérie du Nord...).
- En outre, les critères d'exploitabilité ne sont pas figés. Ils tendent à devenir moins exigeants à mesure de l'accroissement des demandes en eau, surtout des plus solvables (alimentation en eau potable). Les ressources jugées exploitables tendent ainsi à augmenter, dans les limites toutefois des ressources naturelles.
- En revanche, là où l'eau abonde et où les demandes sont minimales par rapport aux ressources naturelles ou peu ou non croissantes, le souci d'évaluer l'exploitabilité est mineur ou absent, comme dans les Balkans ou même en France.

**Figure 2-2. Relations entre les parts estimées exploitables et les indices d'exploitation actuels des ressources en eau naturelles renouvelables dans différents pays méditerranéens**



## 2. DES RESSOURCES EXPLOITABLES PAR QUI ET COMMENT ?

D'un point de vue socio-économique, par rapport aux acteurs exploitants, deux sortes de ressource en eau exploitables sont à distinguer :

- L'eau accessible aux usagers individuels, capables de l'exploiter directement –et qui en ont généralement le droit–, sans nécessiter d'aménagement :
  - eau de surface pérenne ou de source prélevable au fil de l'eau par les riverains,
  - eau souterraine de nappe phréatique peu profonde.
- L'eau dont la maîtrise ou l'accès nécessitent des aménagements ou des ouvrages d'exploitation requérant des investissements lourds, rarement à la portée d'usagers particuliers, exploitable surtout par des opérateurs collectifs, généralement publics, acteurs intermédiaires producteurs-distributeurs non-usagers :
  - eau de surface irrégulière requérant des aménagements régulateurs (barrages-réservoirs, voire stockage en aquifère par recharge artificielle),
  - eau de surface éloignée des lieux d'utilisation, nécessitant des transports,
  - eau souterraine profonde nécessitant des forages de plusieurs centaines de mètres, voire plus de 1 000 m.
  - ou encore, eau de qualité médiocre utilisable moyennant des traitements correcteurs ou des mélanges.

Les ressources en eau exploitables du deuxième type sont prédominantes dans le bassin méditerranéen, sans doute de l'ordre de 75 % globalement, mais non partout : les ressources du premier type l'emportent dans quelques pays où la part des eaux souterraines et des sources est prépondérante (Israël<sup>1</sup>, Liban, Malte). Les conséquences socio-économiques sont notables : même si les exploitants directement usagers sont souvent les plus nombreux, la maîtrise et l'exploitation de la plus grande partie des quantités d'eau utilisée relèvent d'agents producteurs intermédiaires, le plus souvent publics.

## 3. RICHESSE OU PAUVRETÉ EN EAU : QUELLES RESSOURCES PAR HABITANT ?

Les ressources en eau rapportées aux populations sont un bon indicateur d'abondance ou de rareté de l'eau, dans la mesure où la population est elle-même un facteur primordial de demande confrontée à l'offre à évaluer.

Pour comparer et classer les pays au moyen de cet indicateur, ou de son inverse l'« indice de compétition » (population par unité de ressource naturelle), les seuils proposés par M. Falkenmark (1986) pour les pays où l'irrigation est nécessaire –ce qui est bien le cas dans la plus grande partie du bassin méditerranéen– sont maintenant couramment utilisés :

Ressource en eau moyenne par habitant m <sup>3</sup> /an	Indice de compétition N hab./hm <sup>3</sup> /an	Situation
1000 à 500	1000 à 2000	Tension ou pauvreté en eau (« Water stress »)
< 500	> 2000	Pénurie (« Scarcity »)

Toutefois :

- La globalisation par pays (ou bassin méditerranéen de chaque pays) peut masquer des contrastes intérieurs accentués, notamment des pauvretés ou des pénuries

<sup>1</sup> Sans compter le transfert d'eau d'origine externe (bassin du Jourdain) qui est bien du deuxième type. Avec celui-ci les deux types de ressources s'équilibrent dans le bassin méditerranéen d'Israël.

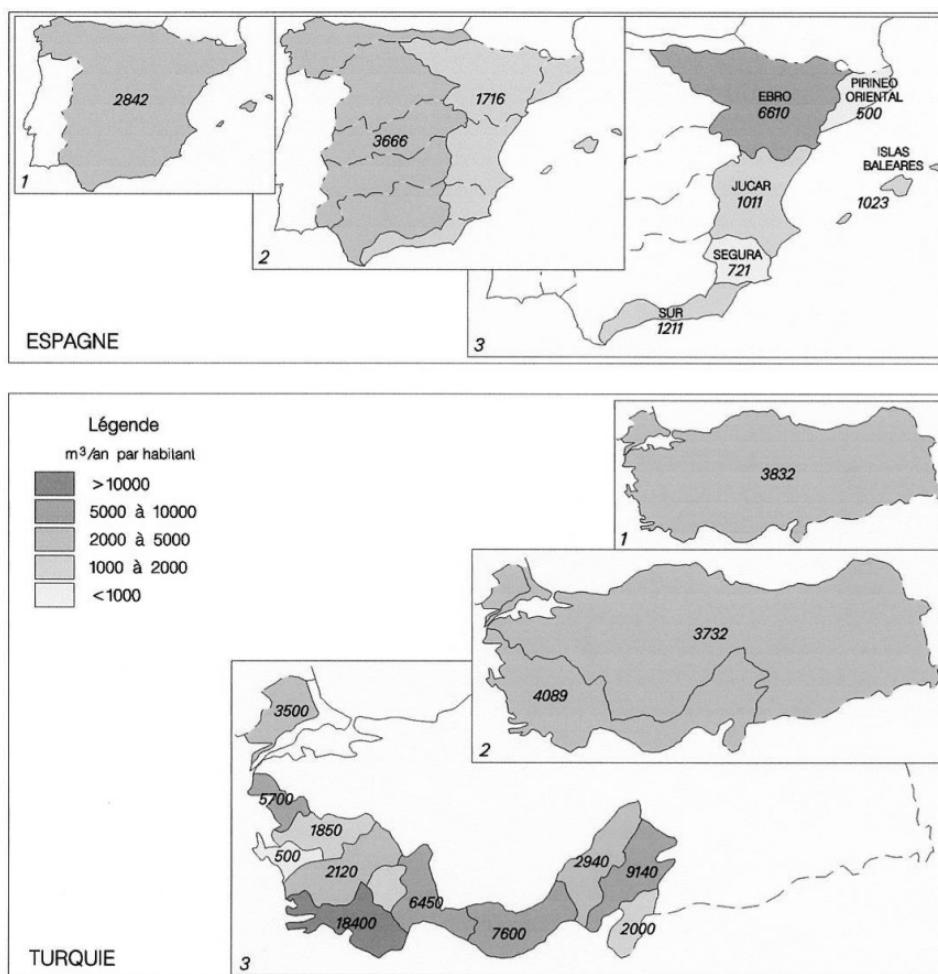


régionales non révélées par les indicateurs globaux. Par exemple, en Espagne et en Turquie (Figure 2-3) :

	Ressources en eau naturelles moyennes par habitant (1995) en m <sup>3</sup> /an		
	Pays entier	Dans le bassin méditerranéen	
		en moyenne	suitant les bassins
Espagne	2 842	1 716	500 à 6 610
Turquie	3 832	4 089	500 à 18 400

- Il serait plus pertinent de référer les indicateurs aux seules ressources exploitables, voire aux ressources intérieures.

**Figure 2-3. Ressources en eau naturelles par habitant en Espagne et en Turquie (suivant population-1995)**



**Notes**

1. Pays entiers.
2. Bassin méditerranéen/autres bassins.
3. Différents bassins méditerranéens.

Le Tableau 2-4 présente ainsi les valeurs de l'indicateur « ressources par habitant », en se référant aux populations 2000, rapportées aux ressources naturelles et aux ressources exploitables, pour les pays entiers et les bassins méditerranéens de chaque pays (Figure 2-4 et Figure 2-5).

**Tableau 2-4. Ressources en eau conventionnelles, naturelles ou exploitables, moyennes par habitant, en référence aux populations de 2000, en région méditerranéenne, en m<sup>3</sup>/an**

Pays	Ressources en eaux naturelles renouvelables (interne + externes)		Ressources en eau exploitables (1)	
	Pays entier	Bassin méditerranéen	Pays entier	Bassin méditerranéen
Espagne	2 794	1 668	1 160 2	1 259
France	3 199	~ 5 220	~ 1 688	~ 2 880
Italie	3 325	3 325	1 912	1 912
Malte	128	128	40	40
Slovénie	16 015 3	17 542	~ 7 538	~ 9 167
Croatie	15 355	21 333	~ 4 301	~ 6 000
Bosnie-	9 422	28 000	~ 3 769	~ 14 000
Serbie-Monténégro	19 763	~ 19 512	~ 4 739	~ 9 756
Macédoine	3 163	3 163	~ 1 478	~ 1 478
Albanie	13 323	13 323	~ 3 834	~ 3 834
Grèce	6 998	6 998	~ 2 733	~ 2 733
Turquie	3 475	3 734	1 365	2 151
Chypre	1 000	1 000	692	692
Syrie	1 622	1 355	1 272	~ 909 2
Liban (4)	1 371	1 371	~ 623	~ 623
Israël	276 4	~ 179	271	~ 134
Cisjordanie	359	~ 300	340	~ 279 2
Gaza	51	51	~ 45	~ 45
Egypte 1996	859 5	866 5	813 6	762 6
Libye	155	153	146	142
Tunisie	4838	467	201	210
Algérie	472	~ 462	~ 215	~ 231
Maroc	971	~ 1 667	669	~ 1 133

1. Cf. Tableau 2-1 et Tableau 2-2.

2. Sans contrainte aval (Espagne/Portugal, Syrie/Turquie et Irak, Cisjordanie/Israël).

3. 14 600 selon "Vision" WWV. Europe Orientale.

4. Eaux saumâtres non comprises.

5. Rapporté aux ressources réelles primaires seules ( $\Sigma$  Egypte 58,8, Bassin méditerranéen 56,3).

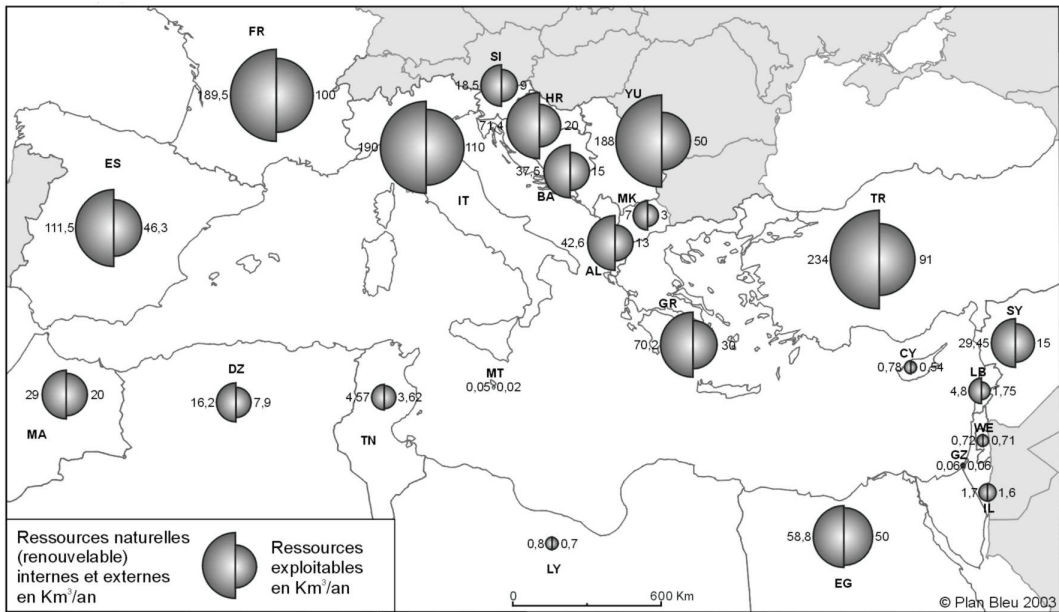
6. Rapporté aux ressources exploitables primaires seules, sans réutilisation ( $\Sigma$  Egypte ~ 50, Bassin méditerranéen 49,5).

Globalisés par sous-région, moyennant quelques hypothèses relatives à des pays balkaniques, ces indicateurs mettent en lumière des contrastes majeurs :

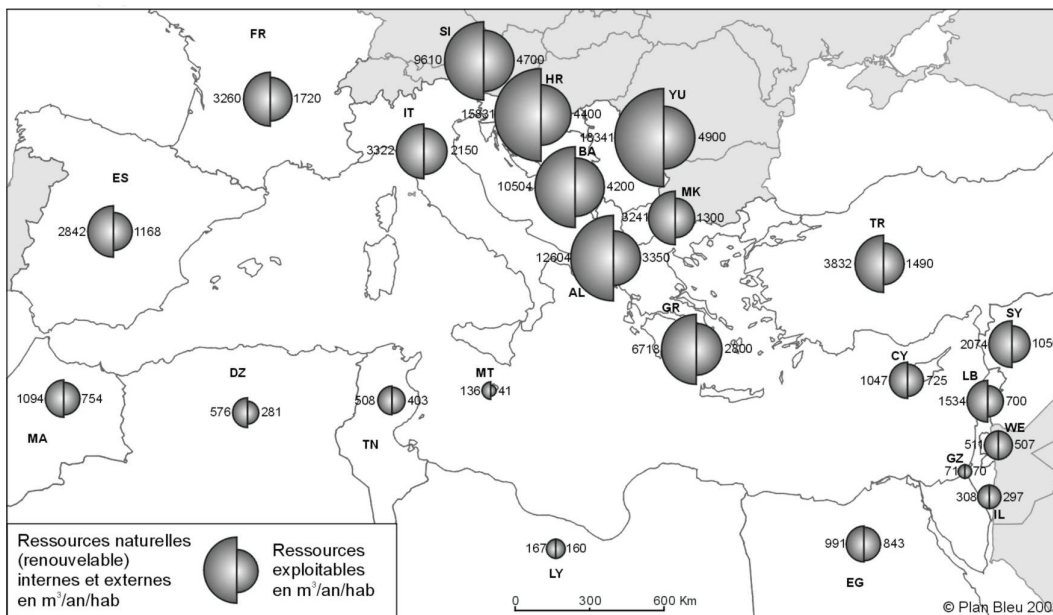
Sous-région	Ressources en eau naturelles moyennes par habitant (2000) en m <sup>3</sup> /an		Ressources en eau exploitables moyennes par habitant (2000) en m <sup>3</sup> /an	
	Pays entiers	Bassin méditerranéen	Pays entiers	Bassin méditerranéen
Nord	4 361	4 096	2 068	2 254
Est	2 532	2 246	1 211	1 339
Sud	742	725	591	572
Ensemble	2 761	2 390	1 391	1 404

Ces chiffres mettent d'abord en évidence des situations très contrastées : les ressources naturelles par habitant des pays entiers varient entre moins de 100 m<sup>3</sup>/an (Gaza) et plus de 10 000 m<sup>3</sup>/an (Balkans), celles des bassins méditerranéens encore plus (record en Bosnie-Herzégovine : 28 000 m<sup>3</sup>/an). Les ressources exploitables par habitant varient dans une moindre mesure mais encore largement (de <100 m<sup>3</sup>/an à >2000 m<sup>3</sup>/an, en excluant les Balkans). Suivant les valeurs-seuils admises, deux pays ou territoires se trouvaient dès 2000 en situation de pauvreté en eau (Chypre, Egypte) et sept en situation de pénurie (Algérie, Cisjordanie, Gaza, Israël, Libye, Malte, Tunisie), ces neuf pays groupant 153 millions d'habitants.

**Figure 2-4. Ressources en eau naturelles renouvelables et ressources en eau exploitables (moyennes annuelles) dans les pays méditerranéens**



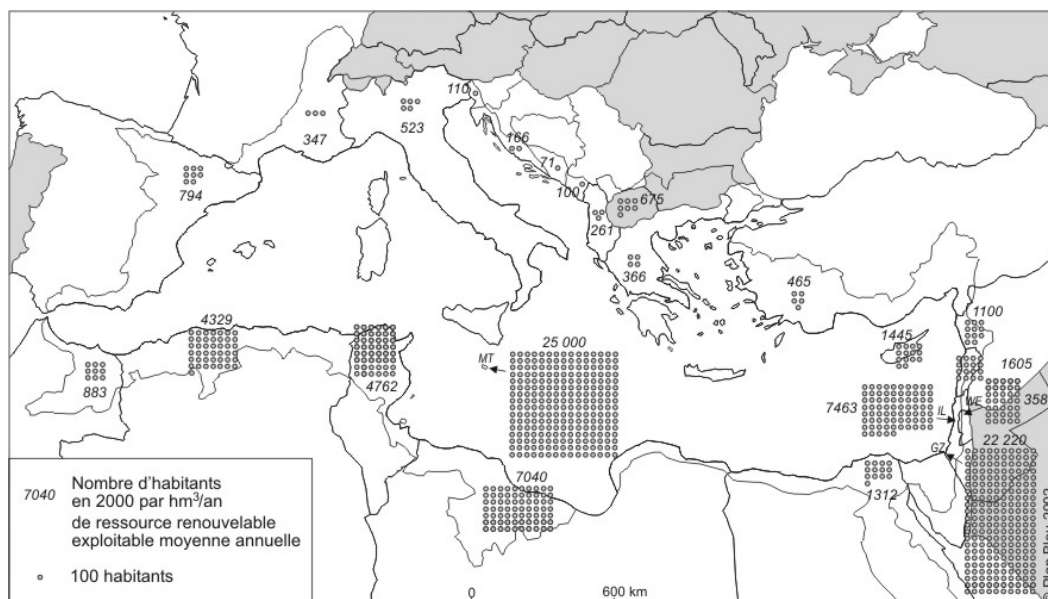
**Figure 2-5. Ressources en eau naturelles renouvelables et ressources exploitables, par habitant, dans les pays méditerranéens (en référence aux populations 2000)**



Ainsi, sur 433 millions de méditerranéens, en 2000, plus d'un tiers vivent dès à présent dans les pays au-dessous du seuil de pauvreté, dont plus de 50 millions dans les pays en situation de pénurie.

Les indices de compétition, exprimés en nombre d'habitant par hm<sup>3</sup>/an de ressources exploitable moyenne sont encore plus parlants (Figure 2-6). Ils varient de 100 à plus de 10 000, partout inférieur à 1 000 au Nord (dans le bassin méditerranéen), ils atteignent des grandeurs records dans quelques situations extrêmes, comme à Malte (près de 25 000 habitants) ou à Gaza (près de 15 000).

**Figure 2-6. Indices de compétition rapportés aux ressources en eau renouvelables exploitables et aux populations de 2000 dans les bassins méditerranéens de chaque pays.**



Il est à remarquer que dans plusieurs des pays qui s'étendent hors du bassin méditerranéen, les ressources naturelles ou exploitables par habitant dans les bassins méditerranéens sont supérieures aux ressources moyennes par habitant calculées pour les pays entiers : la conjonction des géographies des populations et des ressources en eau apparaît donc plutôt favorable au bassin méditerranéen, en France, au Maroc, en Turquie...

Au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les ressources par habitant ont naturellement diminué en raison inverse des croissances démographiques, donc assez différemment suivant les pays. En moyenne modérément au Nord, mais fortement au Sud et à l'Est où elles ont chuté de plus des 2/3 (Tableau 2-5, Figure 2-7) :

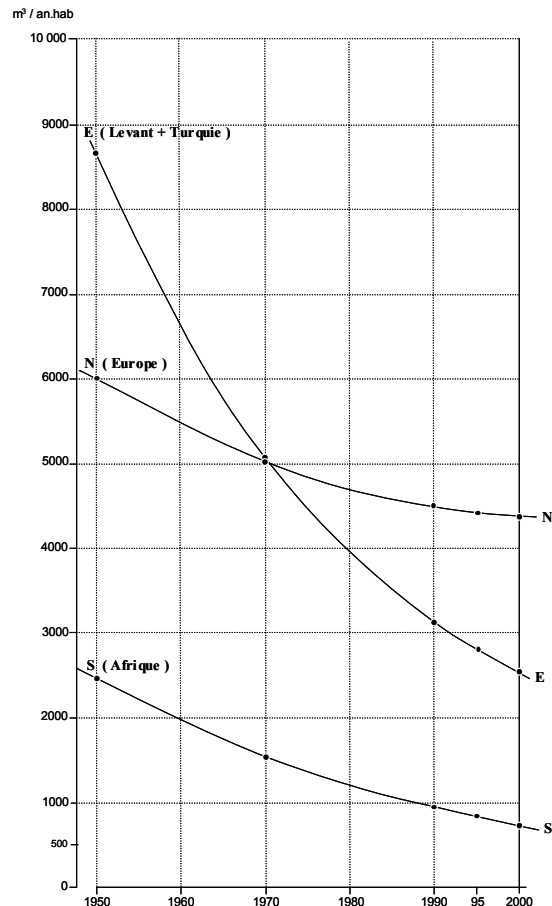
**Tableau 2-5. Ressources en eau naturelles par habitant (m3/an)**

Sous-région (Pays entiers)	1950	1970	1990	2000
Nord	5 941	4 997	4 457	4 361
Est	8 622	5 000	3 124	2 532
Sud	2 404	1 484	897	742
Ensemble	5 568	4 131	3 1098	2 761

Ainsi les pays du Sud sont globalement tombés au-dessous du seuil de pauvreté en eau avant 1990, et ils approchent du seuil de pénurie, tandis qu'à l'Est, les moyennes de situations très contrastées masquent un appauvrissement encore plus marqué qu'au Sud dans plusieurs cas (Israël, Territoires palestiniens).

Ces différences de tendances préparent celles qui vont s'accroître au XXI<sup>ème</sup> siècle.

**Figure 2-7. Evolutions 1950-2000 des ressources en eau naturelles (moyennes annuelles) par habitant, en fonction des évolutions démographiques, dans les trois sous-régions méditerranéennes.**



#### 4. LES RESSOURCES EN EAU NON RENOUVELABLES : UN APOINT TEMPORAIRE?

Des ressources en eau non renouvelables –à l'échelle humaine des plans de développement s'entend– sont offertes par les stocks d'« eau fossile » assez douce des réservoirs aquifères volumineux et généralement profonds, en pratique lorsque le volume des apports annuels moyens qui les alimentent est inférieur à 1 % -voire à 0,1 %– de leur réserve. De tels stocks existent dans différents pays méditerranéens, mais ils ne présentent un intérêt, et ne sont effectivement sollicités, que là où les ressources renouvelables, superficielles ou souterraines, sont rares et déjà très exploitées, au Sud essentiellement : Algérie, Egypte, Tunisie et tout particulièrement Libye ; mais ils s'y situent pour l'essentiel hors du bassin méditerranéen.

Plus encore que pour les ressources renouvelables, l'évaluation de ces ressources est fortement relative à des critères d'exploitabilité, surtout économiques, et à des choix de stratégie d'« exploitation minière » de ces stocks d'eau souterraine. Elles se chiffrent donc soit en volume d'eau extractible, soit en productibilité annuelle moyenne possible pendant une durée fixée, sujette toutefois à des incertitudes sur l'évolution à long terme des coûts de production –notamment liés au passage de l'exploitation par puits artésiens au pompage– et à celle des qualités de l'eau, souvent menacées de salinité croissante.

Dans plusieurs pays du Sud, des ressources en eau non renouvelables ont été chiffrées comme suit, suivant des critères probablement non homogènes :

Pays	Volume d'eau « fossile » estimé exploitable km <sup>3</sup>		Potentiel de production moyenne annuelle km <sup>3</sup> /an	
Algérie 1	1 500		5	
Egypte	6 000	2	4	2'
Libye 3	4 000		2,8	4
			3,9	5
	10 000 à 12 000	6		
Tunisie	1 700	7	~ 1	8
			0,75	9

1. Salem (1990), T. Hadji & al. (1992).
2. J. Khouri (1990). 2'. M. Amer (1999).
3. O. Salem (1992).
4. dont 1,6 à 2,2 km<sup>3</sup>/an jusqu'en 2025 (Great Man Made River Project).
5. M. Shahin (1989).
6. "Economically extractable water", A.M. El Gheriani (SHF 2002).
7. J. Khouri (1990).
8. ANPE (1992).
9. M. Ennabli (2000); durée estimée: 20 ans.

Quels que soient les choix entre l'intensité et la durée d'exploitation programmées, ces ressources ne constituent qu'une source d'approvisionnement non durable. Négligeables dans le bassin méditerranéen, leur exploitation permet cependant d'y importer temporairement des eaux d'origine saharienne, en Libye essentiellement (GMR).

## 5. LES NOUVELLES RESSOURCES

En sus des ressources conventionnelles d'eau douce offertes par la nature, de nouvelles sources d'approvisionnement commencent à être sollicitées dans le bassin méditerranéen, dans les pays les plus pauvres en eau ou dont les ressources conventionnelles sont près d'être saturées.

- D'abord les eaux saumâtres, appropriées à des usages qui les tolèrent ou mélangées à des eaux plus douces, ou encore matière première de production d'eau douce par dessalement. Les eaux saumâtres sont dès maintenant prises en compte dans les évaluations de ressource en eau de plusieurs pays :
  - En Israël, où elles sont estimées à 240 hm<sup>3</sup>/an, dont 100 dans le bassin méditerranéen, plus 85 d'eau fossile productible dans le Neguev ;
  - A Gaza, où les eaux saumâtres renouvelables sont estimées à 31 hm<sup>3</sup>/an –le double des ressources en eau souterraine douce–, avec une réserve potentielle de 3,5 km<sup>3</sup> (quatre fois plus que la réserve actuelle d'eau douce) ;
  - En Tunisie, où 28 % des ressources en eau de surface potentielles (soit 750 hm<sup>3</sup>/an) et 86 % des ressources en eau souterraine renouvelables (1 180 hm<sup>3</sup>/an) ont une salinité supérieure à 1,5g/l ; 150 hm<sup>3</sup>/an des nappes phréatiques ont une salinité de plus de 5 g/l et 150 hm<sup>3</sup>/an des nappes profondes, plus de 3 g/l.
- Ensuite, les possibilités d'utiliser les ressources plusieurs fois :
  - Soit en remobilisant les eaux retournées au milieu après un premier usage, qui constituent des ressources « secondaires », notamment les eaux de drainage réutilisables, comme en Egypte où leur potentiel est très élevé (plus de 12 km<sup>3</sup>/an), ou les infiltrations d'eau d'irrigation qui suralimentent des nappes souterraines, également intensives en Egypte (plus de 5 km<sup>3</sup>/an) et prises en compte aussi à Gaza (20 hm<sup>3</sup>/an) ; toutefois, ces ressources secondaires sont aussi appauvries au plan des qualités ;
  - Soit en réutilisant directement des eaux usées urbaines, qui constituent un premier type de ressources « non conventionnelles », dont la disponibilité est fonction des capacités de traitement des installations d'épuration et des niveaux de régénération de qualité voulus, déjà développées notamment en Espagne, à

Chypre, en Israël, en Egypte, en Tunisie (plus de 1 km<sup>3</sup>/an actuellement, Cf. Tableau 2-1) ;

- Enfin, la production industrielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre fournit une ressource non conventionnelle émergente dans la plupart des pays méditerranéens, avec un potentiel qui approche déjà 800 millions de m<sup>3</sup>/an dans le bassin (Tableau 2-1) où est concentré l'essentiel des capacités de production des pays méditerranéens. On reviendra plus précisément sur ce sujet dans la seconde partie à propos des réponses à apporter aux situations de pénurie par les offres non conventionnelles.

Si ces « nouvelles ressources » sont encore mineures globalement dans le bassin méditerranéen, elles jouent déjà un rôle notable dans quelques pays (Cf. Tableau 3-4 du Chapitre 3, sources d'approvisionnement) et elles sont sans aucun doute appelées à se développer à l'avenir.

CHAPITRE 2 : QUELLES RESSOURCES EN EAU POUR LES MÉDITERRANÉENS ?

Tableau 2-6. Matrice des échanges d'eau spontanés entre les pays et territoires riverains ou non riverains à l'intérieur du bassin méditerranéen, flux moyens en km<sup>3</sup>/an

Pays et territoire	Pays et territoires																												
	riverains										non riverains																		
Pays émetteurs \ Pays récepteurs	Espagne	France	Italie	Malte	Slovenie	Croatie	Bosnie-Herzégovine	Serbie-Monténégro	Albanie	Grèce	Turquie	Chypre	Syrie	Liban	Israël	Gaza	Egypte	Libye	Tunisie	Algérie	Maroc	Andorre	Suisse	Macédoine	Bulgarie	Cisjordanie	Soudan	Total	
Espagne	0,2 a																												0
France		0,5 b																					4,6 c						5,3
Italie																							2						2
Malte																													0
Slovenie			3,8 d																										3,8
Croatie					0 ?																								0
Bosnie-Herzégovine						13,7																							13,65
Serbie-Monténégro									11,5																				12,5
Monténégro																													
Albanie									1,8																				1,8
Grèce																													0,19
Turquie												0,19 f																	0,19
Chypre																													0
Syrie													0,85 g																0,85
Liban																													0,77
Israël																0,01 i													0,01
Gaza																													0
Egypte																													0
Libye																													0
Tunisie																													0,16
Algérie																				0,32 j	ε								0,32
Maroc																					0,03 k								0,03
Andorre	0,1																												0,1
Suisse		13,1 l		6,5 m																									19,6
Macédoine								1,5	5,6 e															0,3				7,1	
Bulgarie									10,7 n	2,8 o																			13,45
Cisjordanie														0,38 i															0,38
Soudan																	55,5 p												55,5
Total	0,3	13,1	11	0	0	13,7	0	ε	14,8	16,3	3,65	0	0,96	0	0,38	0,01	55,5	0	0,32	0,19	ε	0	6,6	1	0,3	0		137,8	



Notes du Tableau 2-6.

- a. Sègre (→Ebre).
- b. Cenise et vallée étroite (→Pô) + Roya..
- c. Arve, affl. →Léman et →Rhône en Suisse (3,8) + Doubs (0,8).
- d. Soča et Isonzo.
- e. Vardar-Axios (4,6 selon autre source).
- f. Afrin.
- g. Asi-Orontes, débit réel actuel.
- h. Orontes, débit naturel 0,64 (débit réel convenu entre Liban et Syrie : 0,43), + écoulement souterrain →Syrie 0,13.
- i. Ecoulement superficiel et souterrain.
- j. Medjerda.
- k. Nappe de Marnia (Isly →Tafna non compté).
- l. Rhône de Suisse (dont « réimportations » de France : 4,6).
- m. Ticino, Vergasca, Maggia ; Poschiavino (→Pô).
- n. Avec ½ Evros frontière (2,8).
- o. ½ Meric frontière.
- p. Nil (débit réel, convention Egypte-Soudan).
- q. Oued El Kebir frontière exclu.
- r. Source algérienne : 0,153, source tunisienne : 0,177 (1991).

**Avertissement :**

Cette présentation des chiffrages des flux moyens transfrontaliers dans le bassin méditerranéen vise à mettre en cohérence les ressources extérieures que ces flux apportent aux pays receveurs avec les flux sortants des pays émetteurs. Cet exercice s'est parfois heurté à des défauts de cohérence de certaines sources nationales (par exemple : entre Serbie-Monténégro, Macédoine et Albanie, entre Macédoine et Grèce, entre Bulgarie et Grèce...). Ce qui a conduit à adopter des chiffrages de compromis provisoires.



## Chapitre 3 : L'EAU ET LA VIE DES MÉDITERRANÉENS

### Tables des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>3-3</b>
<b>1. L'ÉCLAIRAGE DU PASSÉ.....</b>	<b>3-4</b>
<b>2. LES DEMANDES ET UTILISATIONS D'EAU PRÉSENTES .....</b>	<b>3-7</b>
<b>3. QUELLES QUANTITÉS D'EAU LES MÉDITERRANÉENS PRENNENT, UTILISENT ET CONSUMENT-ILS ? ETAT ACTUEL ET TENDANCES CONTEMPORAINES. ....</b>	<b>3-19</b>
<b>4. QUELLES SONT LES QUALITÉS D'EAU DEMANDÉES ET LES QUALITÉS DES EAUX UTILISÉES ? .....</b>	<b>3-31</b>
<b>5. COMMENT LES MÉDITERRANÉENS S'APPROVISIONNENT : AMÉNAGEMENT ET MOBILISATION DES EAUX.....</b>	<b>3-31</b>
5. 1. Sources d'approvisionnement naturelles : eaux superficielles et eaux souterraines.....	3-32
5. 2. Modalités de mobilisation : ressources régulières ou irrégulières.....	3-34
5. 3. Emergence des sources d'approvisionnement non conventionnelles .....	3-44
5. 4. Transports et transferts.....	3-45
5. 5. Modalités d'approvisionnement.....	3-47
<b>6. LES AMÉNAGEMENTS ET LES MODES D'EXPLOITATION DES EAUX SONT-ILS DURABLES ?.....</b>	<b>3-48</b>
<b>7. CONNAÎT-ON ASSEZ BIEN LES UTILISATIONS ? .....</b>	<b>3-53</b>

### Liste des encadrés

Encadré 3-1. Utilisations et demandes en eau : pour bien s'entendre .....	3-3
Encadré 3-2. Premiers signes d'arrêt de croissance ou de décroissance des demandes en eau.....	3-27
Encadré 3-3. La recharge artificielle en Tunisie.....	3-41
Encadré 3-4. Si les barrages étaient levés... ..	3-42
Encadré 3-5. La connaissance des utilisations d'eau est imparfaite.....	3-54

### Liste des tableaux

Tableau 3-1. Alimentation en eau potable dans les pays méditerranéens.....	3-8
Tableau 3-2. Estimation des populations méditerranéennes dépourvues d'accès à l'eau saine .....	3-10
Tableau 3-3. L'irrigation dans les pays méditerranéens. Superficies irriguées, besoins et demandes .....	3-14
Tableau 3-4. Demandes en eau contemporaines des pays méditerranéens .....	3-17
Tableau 3-5. Demandes en eau contemporaines de chaque pays dans le bassin méditerranéen et sources d'approvisionnement.....	3-18
Tableau 3-6. Demandes en eau totales et moyennes par habitant actuelles .....	3-20
Tableau 3-7. Demandes en eau actuelles (année 1995 ou proche) par secteur d'utilisation,.....	3-20
Tableau 3-8. Quantités d'eau utilisée actuelles dans le bassin méditerranéen .....	3-23
Tableau 3-9. Consommations nettes actuelles approximatives par secteur d'utilisation.....	3-24
Tableau 3-10. Sources d'approvisionnement en eau naturelles contemporaines .....	3-33
Tableau 3-11. Exemples de répartition cohérente des prélèvements suivant les secteurs .....	3-34
Tableau 3-12. Barrages et réservoirs dans les pays et les bassins méditerranéens .....	3-40
Tableau 3-13. Retenues collinaires dans quelques pays méditerranéens .....	3-40
Tableau 3-14. Ressources en eau régulières et demandes en eau totales présentes.....	3-43
Tableau 3-15. Productions d'eau des pays méditerranéens .....	3-44
Tableau 3-16. Approvisionnement en eau des pays méditerranéens répartis par secteur .....	3-48

## Liste des figures

Figure 3-1. Evolutions approximatives des demandes en eau totales dans chaque pays.....	3-4
Figure 3-2. Evolutions présumées, au cours de la seconde moitié du XX <sup>e</sup> siècle, .....	3-5
Figure 3-3. Evolutions des demandes en eau par habitant, pour toutes utilisations,.....	3-6
Figure 3-4. Evolution approximative des demandes en eau moyennes par habitant.....	3-6
Figure 3-5. Demandes en eau urbaines majeures actuelles dans le bassin méditerranéen. ....	3-9
Figure 3-6. Evolution des productions d'eau potable par habitant en quelques pays.....	3-9
Figure 3-7. Evolution des superficies irriguées dans les pays méditerranéens (entiers).....	3-11
Figure 3-8. Superficies irriguées actuelles dans les pays méditerranéens. ....	3-11
Figure 3-9. Demandes en eau totales actuelles des pays méditerranéens .....	3-20
Figure 3-10. Demandes en eau actuelles, totales et par secteur d'utilisation, .....	3-21
Figure 3-11. Pays méditerranéens classés suivant leurs demandes en eau .....	3-22
Figure 3-12. Demandes en eau par habitant (1995) pour toutes utilisations, .....	3-23
Figure 3-13. Consommations en eau finales actuelles dans le bassin méditerranéen. ....	3-25
Figure 3-14. Bilans d'utilisation d'eau de quelques pays méditerranéens. ....	3-26
Figure 3-15. Evolutions 1975 – 2000 des productions d'eau potable.....	3-28
Figure 3-16. Evolution 1975 – 2000 des quantités d'eau prélevées pour l'irrigation .....	3-29
Figure 3-17. Evolution contemporaine de demandes en eau potable et en eau industrielle.....	3-29
Figure 3-18. Evolution contemporaines des demandes en eau totales et sectorielles.....	3-30
Figure 3-19. Evolutions des productions d'eau annuelles, pour toutes utilisations, .....	3-30
Figure 3-20. Croissance des capacités cumulées des réservoirs de chaque pays,.....	3-39
Figure 3-21. Volumes des réservoirs aménagés dans les bassins méditerranéens de chaque pays .....	3-39
Figure 3-22. Demandes en eau totales actuelles comparées aux ressources en eau douce .....	3-42
Figure 3-23. Principaux transports et transferts d'eau actuels ou projetés.....	3-46
Figure 3-24. Historique et prospective d'envasement des réservoirs actuels (1997) au Maroc.....	3-49
Figure 3-25. Relations entre les pertes moyennes annuelles relatives de capacité.....	3-50
Figure 3-26. Sites de surexploitation d'eau souterraine inventoriés dans le bassin méditerranéen.....	3-51
Figure 3-27. Nappes souterraines surexploitées en Espagne. Source : Lopez-Camacho et al . 1991 .....	3-52
Figure 3-28. Indices de production d'eau non durable dans les pays méditerranéens. ....	3-53

## PRÉAMBULE

De tout temps, les civilisations qui ont fleuri autour de la Méditerranée ont développé à un haut degré les utilisations de l'eau, dans la vie urbaine comme dans l'agriculture. Canaux, aqueducs et fontaines, thermes et hammams ont largement ponctué le cadre de vie des méditerranéens. L'eau courante a été aussi la première force motrice et la "houille blanche" reste encore une source d'énergie notoire dans plusieurs pays méditerranéens comme en France, en Italie, en Turquie.

Les méditerranéens ont satisfait leurs besoins en eau, longtemps demeurés assez stables, d'abord exclusivement par l'exploitation des eaux de la nature, sans trop se soucier d'en évaluer les ressources, tant qu'ils n'en éprouvèrent pas les limites. Mais ils furent par contre très tôt contraints de maîtriser l'irrégularité des eaux naturelles ou de corriger leur disposition par l'aménagement, par des ouvrages de stockage et de transport auxquels s'est appliquée l'ingéniosité de générations d'hydrauliciens.

Utilisation et aménagement des eaux sont ainsi indissociables dans le monde méditerranéen.

La croissance moderne des utilisations n'a pas modifié cette orientation traditionnelle. Une intensification de l'aménagement des eaux et des prélèvements en est résultée.

Le regard panoramique qui va suivre sur l'état présent et les antériorités des utilisations et des aménagements des eaux sera, comme à propos des ressources, principalement consacré au bassin méditerranéen, tout en s'élargissant, pour certains aspects et quelques statistiques, à l'ensemble des pays riverains entiers.

Il sera beaucoup question ici d'*utilisations* et de *demandes* en eau : ces deux notions sont inséparables mais non interchangeables... Une clarification terminologique est tentée en Encadré 3-1.

### Encadré 3-1. Utilisations et demandes en eau : pour bien s'entendre

Les utilisations sont toutes les activités sociales ou économiques qui rendent l'eau utile en en faisant usage et qui se répartissent classiquement en différents secteurs : alimentation des collectivités, notamment des usagers domestiques, agriculture irriguée, industries non desservies, production thermoélectrique..., sans exclure des utilisations in-situ. Elles désignent aussi, comme intitulé de statistiques, les quantités d'eau utilisées dans tel secteur ou territoire défini durant une période donnée, c'est à dire les volumes d'eau reçus ou acquis par les usagers et mis en usage, sans préjuger à priori du degré d'utilité ou de performance de l'utilisation (mais sans exclure ensuite une évaluation : l'eau est-elle "bien ou mal utilisée"?) Ces quantités n'équivalent pas à celles prélevées ou produites, dont une partie peut être perdue en transport ou inutilisée, surtout dans les secteurs collectivités et agriculture qui comportent d'importants systèmes de distribution.

Le concept plus économique de demande en eau traduit le fait que les quantités d'eau à utiliser doivent être produites, donc offertes, que ce soit par mobilisation d'eau du milieu naturel (prélèvement, directement par l'utilisateur qui s'auto-provisionne ou par un intermédiaire desserveur) ou par un processus industriel non-conventionnel (comme le dessalement). Les demandes d'approvisionnement émanent bien des usagers et leurs quantités correspondent bien à celles à utiliser, mais en allant à la rencontre des offres elles se transforment en nécessité de production, incluant alors les pertes ou d'éventuels surplus. Les chiffrages de demande correspondent ainsi à des statistiques de production, également réparties en secteurs d'utilisation (dans la mesure où les pertes sont bien affectables, ce qui pose parfois problème), et non plus précisément aux quantités utilisées.

## I. L'ÉCLAIRAGE DU PASSÉ

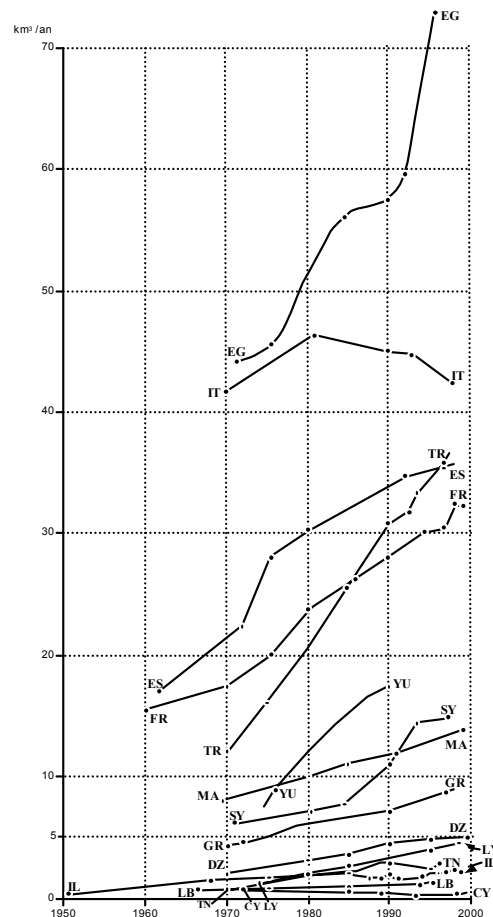
La prospective des demandes en eau qui sera tentée en seconde partie, sera mieux enracinée sur la connaissance de leurs évolutions récentes que sur celle de leur seul état présent, même si celui-ci est plus aisément descriptible et chiffrable, et s'il n'est pas question de procéder par extrapolation de tendances observées vers l'avenir.

Les essais de reconstitution quantitative sont cependant difficiles en deçà du milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, et même des années 70 pour bien des pays : les historiques rassemblés en Figure 3-1 d'après des données nationales ou internationales sont sans doute inégalement fiables. Les rétrospectives tentées par sous-région et par secteur d'utilisation, illustrées en Figure 3-2, ne valent donc que par leurs ordres de grandeur.

Après des siècles vraisemblablement sans croissance notable, les quantités d'eau demandées dans l'ensemble des pays méditerranéens ont probablement doublé au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Elles ont augmenté de près de 50 % au cours des 25 dernières années, avec des tendances différentes entre sous-régions :

- au Nord décélération depuis les années 80,
- à l'Est et au Sud croissance accélérée (+70 % dans le dernier quart de siècle).

**Figure 3-1. Evolutions approximatives des demandes en eau totales dans chaque pays méditerranéen au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle.**



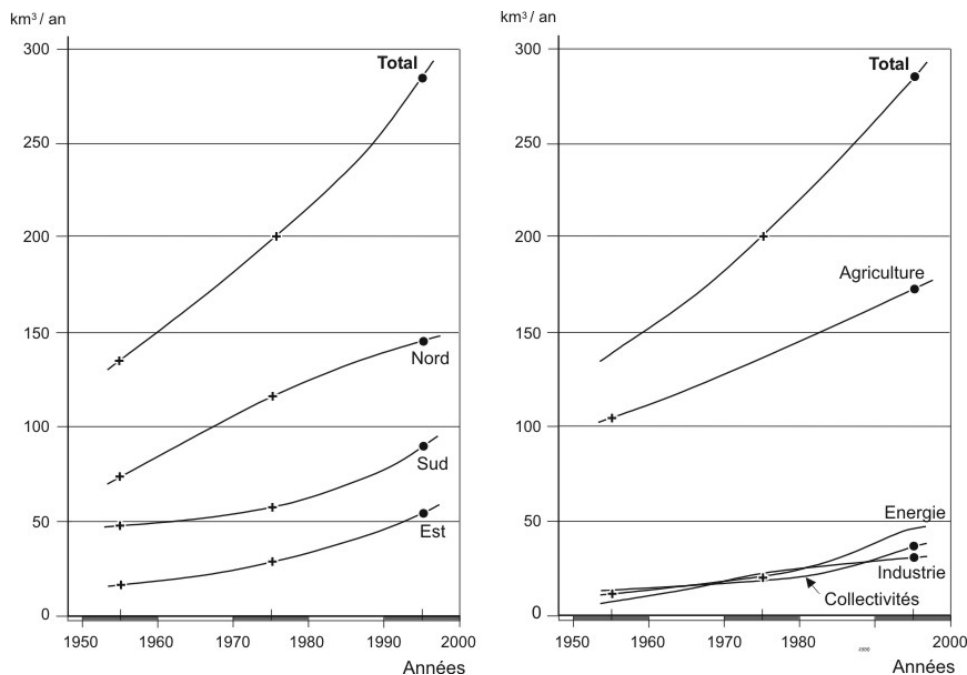
Sources variées, nationales ou internationales (UN, FAO, OCDE, WRI) inégalement homogènes.

Aucune croissance n'a cependant montré une tendance exponentielle, contrairement à l'hypothétique "loi du doublement tous les vingt ans" souvent invoquée, surtout pour les demandes en eau potable il est vrai.

Les demandes ont été croissantes dans tous les secteurs. Toutefois, si celle de l'agriculture en croissance linéaire est restée toujours dominante, sa part a décru (passant de 75 % environ dans les années 50 à 60 % aujourd'hui, pour l'ensemble de la région) au contraire de l'alimentation des collectivités et du secteur énergie, tandis que la demande industrielle a plutôt ralenti.

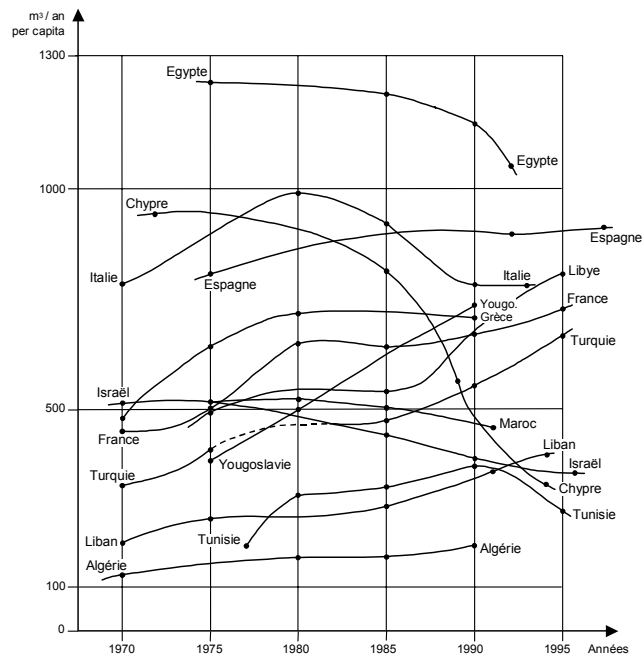
Par contre les demandes eau par habitant –toujours pour toutes utilisations– ont évolué différemment suivant les pays, en fonction des différences de croissance démographique et économique. En général croissantes dans les années 60 et 70, ces demandes par tête ont souvent commencé à décroître dans les années 80, soit dans des pays industrialisés du Nord à croissance de population faible ou nulle (Espagne, France, Grèce, Italie), soit dans des pays où la population croît plus vite que l'offre en eau (Egypte, Maroc) ou bien où des efforts d'économie d'eau sont efficaces (Israël). Ces demandes ont continué à croître soit modérément dans des pays où elles partent de niveaux assez bas (Algérie), soit plus ou moins fortement du fait d'amples efforts d'aménagement et de production d'eau qui firent progresser l'offre (Liban, Libye, Turquie), (Figure 3-3). Cela rend très contrastées les évolutions des moyennes respectives de cet indicateur dans chaque sous-région : forte croissance au Nord et, à l'inverse, forte décroissance au Sud, tandis qu'à partir des années 80 une croissance sensible advient à l'Est, qui tranche sur ce sujet avec le Sud –mais, à cet égard, cette sous-région est peu homogène et son agrégation est moins significative– (Figure 3-4).

**Figure 3-2. Evolutions présumées, au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, des demandes en eau dans les pays méditerranéens : à gauche par sous région, à droite par secteur d'utilisation**

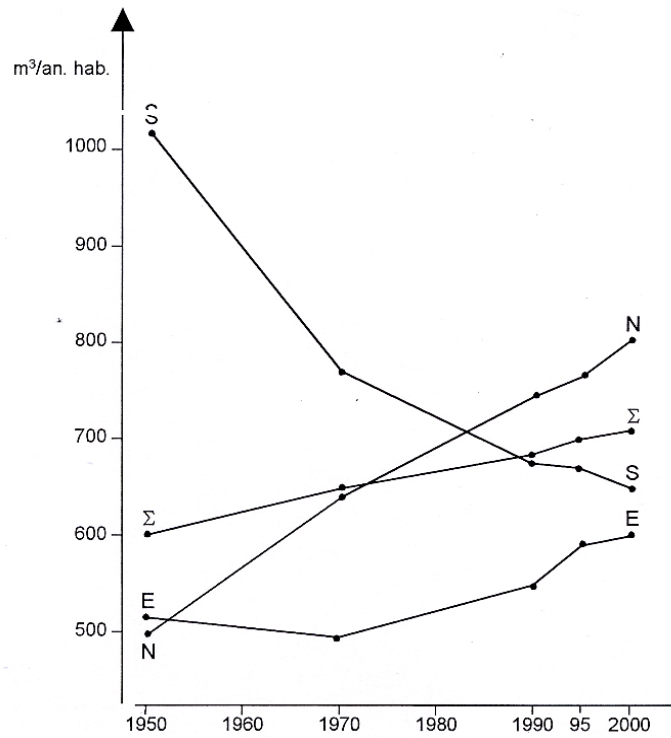


Les tendances contemporaines, observées en fin du XX<sup>ème</sup> siècle (années 90), seront revues plus précisément en complément des statistiques sur les états actuels (infra, 3).

**Figure 3-3. Evolutions des demandes en eau par habitant, pour toutes utilisations, au cours des dernières décennies, dans les pays méditerranéens (d'après les statistiques nationales)**



**Figure 3-4. Evolution approximative des demandes en eau moyennes par habitant (pour toutes utilisations) de 1950 à 2000 dans chaque sous-région méditerranéenne.**





## 2. LES DEMANDES ET UTILISATIONS D'EAU PRÉSENTES

Aux très nombreux acteurs méditerranéens, producteurs-distributeurs d'eau, usagers (consommateurs urbains et ruraux, entreprises industrielles ou de service, agriculteurs), dont les objectifs et les moyens sont variés, correspondent des utilisations d'eau diversifiées en quantité, en qualité d'eau requise, en flexibilité, en capacité de prise en charge des coûts : utilisations domestiques, industrielle ou énergétique, irrigation, utilisations sociales in situ (loisirs, pêche, sports nautiques et balnéaires, volonté de préserver des espaces aquatiques naturels).

Prédominante globalement et dans la plupart des pays (seules la France et plusieurs pays de l'ex-Yougoslavie font exception) l'irrigation est suivie le plus souvent, par ordre d'importance relative, par l'alimentation en eau potable des collectivités, amplifiée localement et en belle saison par le tourisme, puis par les utilisations industrielles. Le secteur énergie (refroidissement des centrales thermoélectriques) n'est important qu'en France où il est prépondérant (plus de 50 %).

Deux spécificités méditerranéennes, l'agriculture irriguée et le tourisme ont un caractère commun : une **forte saisonnalité estivale**, donc déphasée par rapport au régime naturel des eaux ; les demandes en eau sont maximales à l'époque où les apports qui renouvellent les ressources sont les plus faibles. Des nécessités accrues d'aménagement s'ensuivent.

### L'eau des villes, secteur prioritaire

Prédominante en exigence de qualité et en valeur marchande, sinon en volume, la production d'eau potable pour l'alimentation des collectivités (Tableau 3-1. ) a fortement augmenté au cours du XX<sup>e</sup> siècle, sous la pression conjuguée de la croissance démographique et des usages domestiques, qui font croître les besoins, de l'urbanisation et des progressions des taux de desserte qui amplifient les demandes.

Sous l'effet de taux d'urbanisation croissants et du développement de mégapoles ou de "conurbations" littorales, les demandes en eau urbaines sont fortement concentrées. Dans le Bassin méditerranéen, plus de trente agglomérations requièrent chacune aujourd'hui plus de 100 000 m<sup>3</sup>/jour<sup>1</sup> –quelques unes plus d'un million– et monopolisent une grande part des efforts d'adduction et de distribution d'eau potable, au Nord comme au Sud (Figure 3-5).

La production totale d'eau potable approcherait aujourd'hui 38 milliards de m<sup>3</sup> annuels pour l'ensemble des pays méditerranéens (dont 25 dans le bassin) avec une répartition inégale par sous-région :

58 % au Nord  
21 % à l'Est  
21 % au Sud

et par conséquent par habitant : plus de 100 m<sup>3</sup>/an (275 l/jour) presque partout au Nord et généralement moins au Sud et à l'Est (Tableau 3-1. ).

Bien que globalement supérieure aux demandes d'approvisionnement réelles, à cause de pertes de distribution souvent de l'ordre du tiers, cette production répond pourtant inégalement aux besoins. L'évolution des productions d'eau potable par habitant, suivant les pays méditerranéens (Figure 3-6) fait ressortir de nets contrastes entre :

- des pays du Nord à croissance forte (Espagne) ou décélérée (France).

<sup>1</sup> 36 millions de m<sup>3</sup>/an.

- et des pays du Sud ou de l'Est à croissance plus lente (Maghreb) ou à décroissance sous l'effet soit d'efforts d'économie d'eau (Israël), soit de retard d'équipement en pays à forte expansion démographique urbaine (Egypte).

**Tableau 3-1. Alimentation en eau potable dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Date de valeur	Proportion de la population desservie en eau potable		Production d'eau Potable a		Rendement moyen de distribution %		Fourniture moyenne par habitant litre / jour	
		urbain %	rural %	par hab. m <sup>3</sup> /an	totale km <sup>3</sup> /an	urbain	rural	urbain	rural
Espagne	1997	100	100	118	4,67	70		225	
France	1999	100	100	100	5,9	70		195	
Monaco	1995	100		172					
Italie	1998	100	100	140	8	73		276	
Malte	1998	100		110	0,041	65		181	
Slovénie	1996	100	100	130	0,26	70	65	275	
Croatie	1997	98	74	~ 100	0,55	70	65	268	187
Bosnie-Herzégovine	1995			~ 88	~ 0,3	~ 40			
Serbie-monténégro	1995	98	57	~ 76	~ 0,8	~ 63			
Macédoine	1996			~ 97	0,21	~ 65			
Albanie	1995	100	95	103	0,4	45		237	124
Grèce	1997	100	95	110	1,15	73	60	207	
Turquie	2000	82	84	86,3	5,5	50		230	170
Chypre	2000	100	100	128	0,1	77		224	
Syrie	2000	94	64	~ 100	1,39	75	70	178	126
Liban	2000	100	100	112	0,37	65		225	
Israël	1999	100	98	110	0,68	87	76	242	375
Gaza	1994			54	0,05	50		58	
Cisjordanie	1996	70	60	39	0,07	50		72	
Egypte	2000	96	94	78	4,54	55	50	165	80
Libye	2000	72	68	69	0,59	80	70	175	65
Tunisie	1996	97	67	41	0,37	73	65	115	41
Algérie	2000	98	88	~ 41	1,3	50		92	39
Maroc	2000	100	58	~ 42	1,1	82	75	152	113

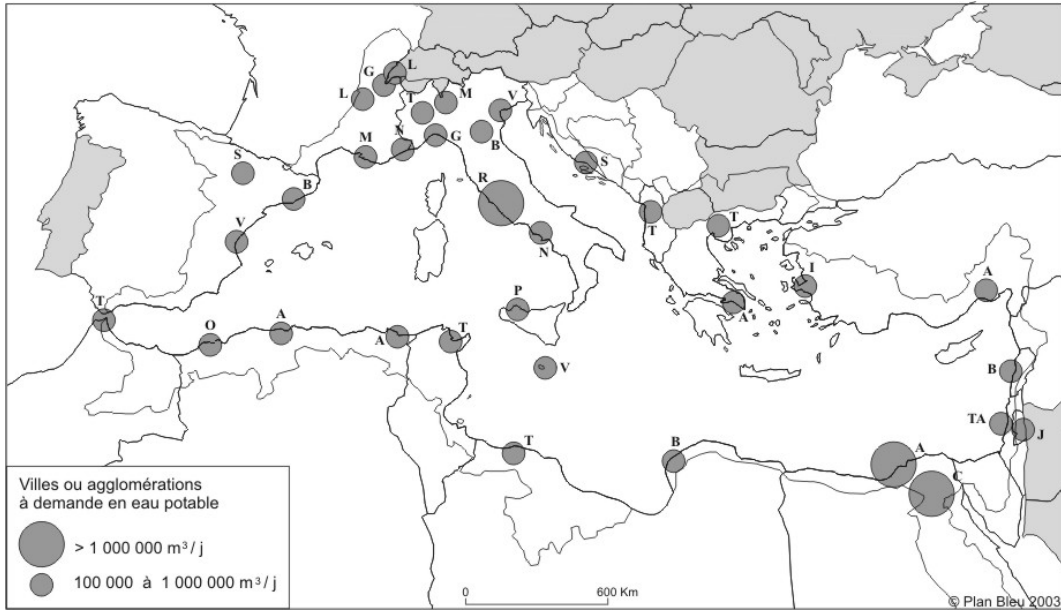
Source: Plan Bleu, à partir de références nationales et internationales.

Note:

a. Ces productions sont supérieures aux demandes d'approvisionnement des usagers puisqu'elles incluent les pertes de distribution.

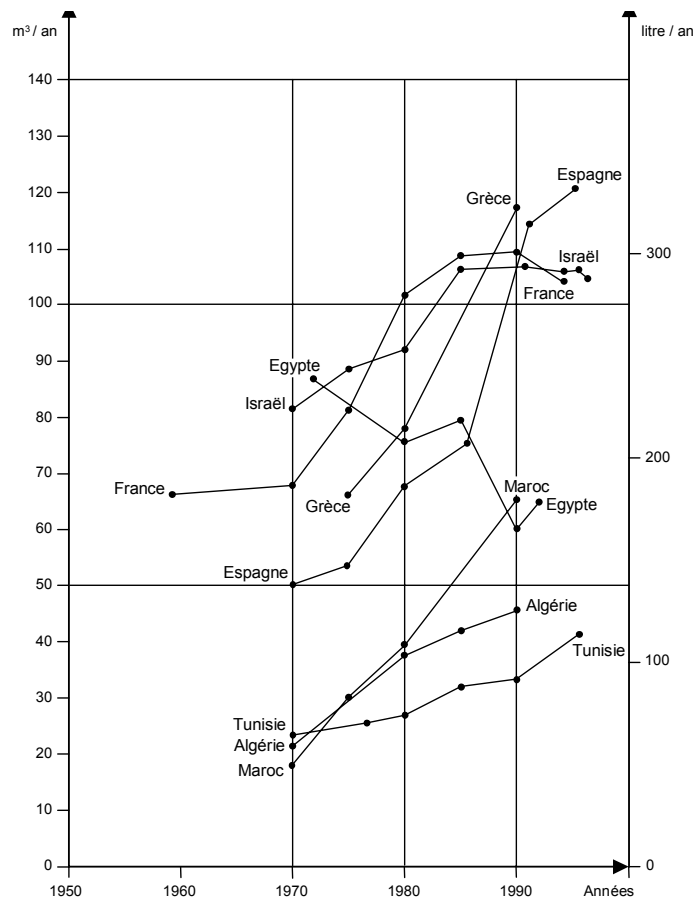
L'accès à l'eau saine des populations méditerranéennes lui-même est incomplètement assuré. Bien que les critères d'un tel accès et de qualité de l'eau utilisée ne soient pas homogènes, les taux de desserte affichés (Tableau 3-1) sont loin d'être satisfaisants partout, surtout ceux des populations rurales. Le chiffrage des populations actuellement privées d'accès correct à l'eau saine dans les pays méditerranéens peut s'en déduire : il s'élèverait à une trentaine de millions de méditerranéens, dont un tiers en Turquie et autant au Maghreb (Tableau 3-2).

Figure 3-5. Demandes en eau urbaines majeures actuelles dans le bassin méditerranéen.



Source : Plan Bleu et Institut Méditerranéen de l'Eau.

Figure 3-6. Evolution des productions d'eau potable par habitant en quelques pays méditerranéens au cours des dernières décennies.



**Tableau 3-2. Estimation des populations méditerranéennes dépourvues d'accès à l'eau saine ("Safe Water") actuellement (2000).**

Pays ou territoires	Taux moyen d'accès à l'eau saine de la population			Population sans accès à l'eau saine déduite (M hab.)
	urbaine %	rurale %	totale %	
Espagne	100	100	100	0
France	100	100	100	0
Italie	100	100	100	0
Malte	100	100	100	0
Slovénie	100	100	100	0
Croatie*	99	97	98	0,087
Bosnie-Herzégovine*	99	97	98	0,082
Serbie-Monténégro*	99	97	98	0,21
Macédoine	-	-	~ 70 (1995)	0,65
Albanie	99	95	97	0,11
Grèce	100	100	100	0
Turquie	81	86	82	11,8
Chypre	100	100	100	0
Syrie	94	64	80	3,19
Liban	100	100	100	0
Israël	100	100	100	0
Palestine	86	86	86	0,44
Egypte	99	96	97	1,98
Libye	72	68	72	1,69
Tunisie	92	58	80	1,92
Algérie	94	82	89	3,34
Maroc	98	56	80	5,70
Ensemble				<b>31,2</b>

Source : OMS/WHO-UNICEF, Water Supply and Sanitation Collaborative Council, Global Water Supply and Sanitation Assessment, 2000 Report, Genève, New-York.

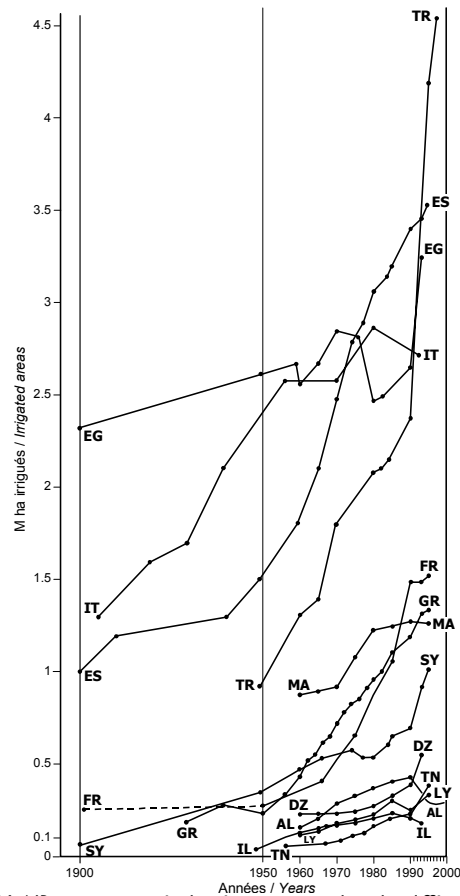
\* sauf Croatie, Bosnie-Herzégovine et Serbie-Monténégro : valeurs hypothétiques.

## L'irrigation

Presque partout nécessaire pour assurer les productions agricoles, l'irrigation est une pratique indissociable des civilisations méditerranéennes et plus que séculaire, voire millénaire. Tant pour satisfaire tant bien que mal la progression des besoins alimentaires inhérente à la croissance des populations –en fonction des objectifs d'autosuffisance plus ou moins affichés– qu'en vue développer les spéculations agricoles exportatrices dans certains pays, les superficies irriguées ont été fortement accrues au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, de manière accélérée dans plusieurs pays après 1950 –Espagne, France, Italie, Grèce, Turquie notamment– (Figure 3-7).

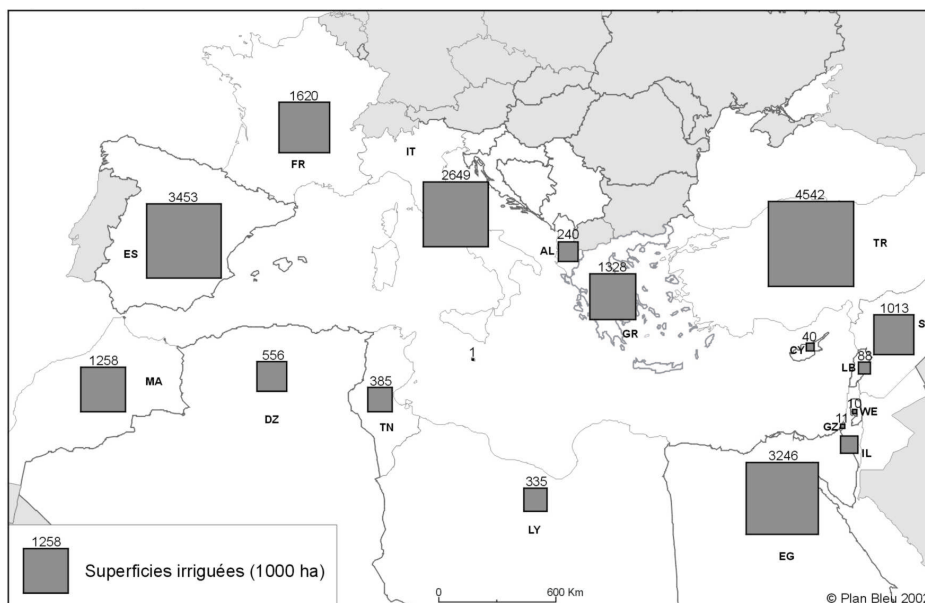
Elles dépassent aujourd'hui globalement 21 millions d'hectares, dont plus de la moitié dans le Bassin méditerranéen (les données détaillées par pays sont présentées dans le Tableau 3-3). A l'approche de 2000, les pays les plus irrigants, de beaucoup, sont la Turquie, l'Espagne, l'Egypte et l'Italie, qui possèdent ensemble les 2/3 des terres irriguées de la Région méditerranéenne (Figure 3-7 et Figure 3-8).

**Figure 3-7. Evolution des superficies irriguées dans les pays méditerranéens (entiers) au cours du XX<sup>e</sup> siècle**



Sources principales : ICID 1981-1983 ; FAO 1996. NB : certaines irrégularités peuvent traduire les différences de modes d'estimation suivant les sources.

**Figure 3-8. Superficies irriguées actuelles dans les pays méditerranéens.**



Suivant les pays, les surfaces irriguées sont inégalement concentrées : tantôt fortement (Egypte) ou relativement (Syrie), tantôt disséminées en nombreux petits périmètres –avec autant de variété de structures de gestion–. Elles correspondent à des parts très diverses des surfaces cultivées (de moins de 1 à 100 %, Cf. Tableau 3-3).

Toutefois les objectifs, les modes, les efficacités et les besoins en eau de l'irrigation diffèrent largement suivant les régions en fonction du climat, du sol et des cultures dominantes. Les besoins en eau des cultures varient eux-même dans une large mesure (d'environ 500 mm pour beaucoup de légumes, à plus de 1 000 mm pour le coton ou les agrumes ou plus de 2 000 mm pour la canne à sucre ou les bananiers –par cycle complet de végétation–, soit de 5 000 à plus de 20 000 m<sup>3</sup> par hectare), de même que la part de ces besoins que l'irrigation doit couvrir. La variabilité de l'irrigation nécessaire suivant les années est plus grande au Nord où elle est complémentaire des apports pluviaux, qu'au Sud où elle constitue l'apport d'eau principal sinon unique. Des techniques d'irrigation diverses, traditionnelles ou modernes coexistent ; des demandes en eau à l'hectare très variées, généralement bien supérieures aux besoins, en résultent : de 2 000 à 20 000 m<sup>3</sup>/an.

Dans la plupart des pays méditerranéens l'irrigation prend une part majeure, souvent écrasante, des quantités d'eau totales demandées : plus de 80 % dans presque tous les pays du Sud, jusqu'à 90 % (Libye). Cette proportion, calculée sur l'année, est encore plus forte pendant la saison où le gros des irrigations est pratiqué : la plus grande partie de la demande en eau est concentrée sur quelques mois (mai à août pour l'essentiel).

## **Le tourisme**

Avec 250 millions de touristes nationaux et internationaux, la région méditerranéenne est la première destination touristique mondiale. Le tourisme n'a pas seulement pour effet d'amplifier les demandes en eau potable des localités d'accueil : 500 à 800 litres par jour et par tête pour les séjours en hôtel de luxe, soit beaucoup plus que les habitants permanents. Il induit en outre des activités de service et de loisir fortes utilisatrices d'eau. Par exemple, les golfs qui se multiplient consomment autant d'eau à l'hectare que les périmètres bien irrigués (10 000 m<sup>3</sup>/an).

Sans grossir pourtant beaucoup les demandes en eau globales, ni même celles des collectivités (en moyenne annuelle) dans chaque pays, le tourisme induit des accroissements de demande locale souvent notables et surtout des demandes de pointe estivale accentuée.

Par exemple, en Espagne, la population de 27 municipalités de la Costa Brava passe de 150 000 habitants en hiver à 1 100 000 à la mi-août. En France, dans la région Provence-Côte d'Azur la population touristique atteint 1,7 millions en été, en augmentant la population totale de 50 %, et peut atteindre 2,5 millions en pointe estivale, faisant plus que doubler la demande en eau momentanée. Dans certaines îles grecques (Cyclades) la demande en eau estivale peut s'élever à 5 à 10 fois celle d'hiver.

Le tourisme motive ainsi des équipements de production et distribution d'eau potable (de même que d'assainissement) surdimensionnés par rapport à ceux nécessaires en permanence.

## **Les utilisations industrielles**

Les industries des pays méditerranéens s'approvisionnent dans des proportions très variées par prélèvement direct (en majeure partie dans les pays du Nord) ou par branchement sur les réseaux publics (part plus forte au Sud), ce qui complique l'estimation des quantités réelles utilisées (les industries desservies sont mal séparables des autres usagers des réseaux) et empêche des comparaisons complètes entre pays.

La part des industries dans les demandes en eau n'en est pas moins relativement mineure dans la plupart des pays : celles des industries non desservies varie :

- pour les pays entiers de 2 à 10 % au Nord, mais davantage dans les Balkans –par suite de la quasi-absence du secteur irrigation– et en Italie (plus de 15 %) où ce

taux élevé tient probablement à la prise en compte d'usage d'eau marine pour le refroidissement; de 2 à 12 % au Sud et à l'Est;

- dans le bassin méditerranéen de 2 à 6 % au Nord, de moins de 1 à 11 % au Sud (maximums en Algérie et en Egypte); 10 % en moyenne.

Comme partout les utilisations industrielles correspondent à des usages très divers (des processus de fabrication au refroidissement ou au lavage...) et à des requêtes de qualité aussi variées; elles sont très localisées –urbaines et portuaires pour la plupart– et elles sont très peu consommatrices nettes. Enfin ce sont celles qui se prêtent le mieux au recyclage.

### **L'énergie : hydroélectricité et refroidissement des centrales thermiques**

Aux deux filières essentielles de production d'électricité primaire, hydroélectricité et thermo-électricité, classique ou nucléaire –présentes l'une et l'autre dans la région méditerranéenne– correspondent des demandes et utilisations d'eau bien différentes.

- **L'hydroélectricité**, qui exploite la "ressource hydraulique" dont le potentiel sauvage dépend à la fois des débits des cours d'eau et des dénivellations, dans le réseau hydrographique, passe généralement pour une utilisation in-situ, dans la mesure où elle ne prélève pas d'eau. Encore que : l'évaporation des réservoirs d'accumulation qu'elle exploite lui est en tout ou partie imputable et elle se chiffre en centaines de millions de m<sup>3</sup>/an en plusieurs pays; exceptionnellement le rejet en mer de l'eau douce turbinée correspond à la fois à un prélèvement et à une consommation finale : le cas est réalisé en France par l'aménagement de la Basse-Durance (rejet de 3 km<sup>3</sup>/an en moyenne –ayant variée entre 0,67 et 4,33 km<sup>3</sup>/an entre 1981 et 1990– dans l'étang de Berre).

Situées le plus souvent en amont des principaux lieux d'utilisation d'eau ex-situ (villes et champs irrigués) et des prises d'eau en conséquence, –hors du cas des usines au fil de l'eau : Nil et Rhône essentiellement– les aménagements hydroélectriques sont relativement "innocents" et compatibles avec les autres utilisations. Ils n'en transforment pas moins durablement la structure hydrographique et imposent des contraintes de conservation des écoulements concédés à leur exploitation, en amont des ouvrages de prise ou des barrages, tandis qu'ils modifient le régime d'écoulement en aval, n'excluant pas des conflits avec d'autres utilisateurs in-situ ou ex-situ.

En dehors du cas particulier des "micro-centrales" hydrauliques qui ont pris un certain essor en quelques pays d'Europe, l'hydroélectricité est de plus en plus associée à des objectifs d'approvisionnement ou de sécurité dans des aménagements à buts multiples (irrigation surtout, parfois alimentation urbaine, souvent aussi prévention des inondations) dont la gestion implique alors des compromis et des arbitrages.

**Tableau 3-3. L'irrigation dans les pays méditerranéens. Superficies irriguées, besoins et demandes en eau à l'hectare, efficacités moyennes, modes d'arrosage.**

Pays et territoires	Date de valeur	Superficie irrigable 1000 ha	Superficie irriguée totale en %		Superficie irriguée dans le bassin méditerranéen 1000 ha	Besoins en eau moyens des cultures c 1000 m <sup>3</sup> /an.ha	Demandes en eau moyennes réelles (apports aux champs) d		Coefficient d'intensité culturale moyen	Efficacité moyenne actuelle d.h %	Répartition de l'aire irriguée suivant le mode d'arrosage (Source : FAO/AQUASTAT - 1997) %		
			1000 ha	de la surface cultivée			du total méditerranéen	c			d	Gravitaire ("de surface")	Aspersion
Espagne	1995	3 760	16,4	18	1 640	2,7	4,8 / 6,2	1,3	70,0	7,4	69,7	1,5	
France	1995	2 100	7,7	8	355	2,5	4,4 / 3,7	1,2	78,0	84,0	15,5	0,5	
Italie	1 995	2 649	12,6	18	2 649	2,8	6,5	1,1	60,0	14,8	19,7	65,5	
Malte	1992	1	ε	8	1			2,4	78,0				
Slovénie	1997	2	ε	0,25				-	-				
Croatie	1992	500	ε	0,28				-	-				
Bosnie-Herzégovine	1992	400						-	70,0				
Yougoslavie	1992							-	-				
Macédoine	1997	370	0,6	20				-	-	39,0	61,0	0,0	
Albanie	1992	383	1,1	34	240	2,0	2,9	1,1	30,0	94,7	5,3	0,0	
Grèce	1994	~ 1 500 f	6,3	32	1 328	1,7	2,7 / 4,2	1,2	70,0				
Turquie	1997	8 570	21,5	20	(990) g	3,8	5,7	1,1	56,0	93,5	6,48	0,01	
Chypre	1994	40	0,2	16	40		/ 9,9	1,2	82,0	5,0	5,0	90,0	
Syrie	1993	1 250	4,8	21	303	4,8	10,3	1,1	46,0	96,8	3,0	0,2	
Liban	1994	178	0,4	46	88	2,3	6,3	1,1	58,0	61,1	24,0	14,9	
Israël	1995	195	0,9	45	~ 40	3,0	6,0	1,1	90 (75-95)	0,0	25,0	75,0	
WB/Cisjordanie	1997	~ 16	ε	6	~ 7			-	70,0				
Gaza	1997	11	ε	61	11			-	75,0				
Egypte	1993	4 434	15,4	100	~ 3 200		8,8 / 12	1,8	47,0	93,8	3,6	2,6	
Libye	~ 1998	750	1,6	18	238	3,4	6,3 / 27	1,1	70,0	2,5	95,8	1,7	
Tunisie	1996	563	1,8	9	~ 330	3,5	7,0	1,0	50-60	79,8	18,2	2,0	
Algérie	1993	730	2,6	16	~ 500	2,6	5,4	1,1	45,0		9,0		
Maroc	~ 1993	1 653	6,0	17	~ 100	3,9	5,9 / 9	1,1	42 (40-44)	90,2	9,4	0,4	
Total	-	21 105	100		~ 12 210								

Source: FAO/Aquastat, ICID, statistiques nationales, IWMI.



Notes du Tableau 3-3:

- a. Suivant des critères propres à chaque pays, non homogènes. L' "irrigabilité" se réfère tantôt aux seules conditions et qualités des sols, tantôt en outre, aux ressources en eau disponibles à cette fin ; ou encore elle ne se réfère qu'à l'état actuel des équipements (Espagne).
- b. Y compris par épandage de crue.
- c. D'après IWMI 1998.
- d. D'après des sources nationales ou FAO/Aquastat.
- e. □ Yougoslavie ~ 150 vers 1980.
- f. Projection max. 2021.
- g. Par barrages seulement.
- h. Efficiences (d'utilisation de l'eau à la parcelle) : moyenne pondérée d'après l'efficacité spécifique de chaque mode d'irrigation :
  - gravitaire (« de surface ») : 50-60%
  - aspersion : 70-80%
  - localisée (microirrigation) : 80-90%
  - et les parts respectives des aires irriguées correspondantes

Le potentiel hydraulique sauvage du Bassin méditerranéen, évalué à 80 GW (ordre de 800 TWh.an), dont une partie seulement est exploitable techniquement et économiquement (à l'instar des ressources en eau qui le composent), est situé principalement (environ 80 %) en Europe et en Turquie. Il est encore assez inégalement exploité : fortement en France et en Italie, modérément mais en croissance en Turquie, dans les Balkans et en Espagne; toutefois les aménagements les plus rentables ont été réalisés partout, tandis que l'exploitation des capacités encore disponibles devra davantage compter avec les contraintes environnementales et les possibilités de marier différents objectifs. Les centrales de pompage, ou "réversibles", qui ont commencé à se développer au Nord, sont sans doute les modes de production hydroélectrique les moins subordonnés aux ressources en eau et en même temps les plus complémentaires des productions thermiques moins flexibles.

- Les **centrales thermiques** utilisent l'eau essentiellement pour le refroidissement, qui nécessite des débits massifs mais n'entraîne que des consommations finales minimales. Encore celles-ci et ceux-là sont-ils assez variés en fonction des modalités de refroidissement, (circuit ouvert ou fermé) et des types de centrale (classique ou nucléaire); les quantités d'eau requises sont, suivant les standards généralement admis, en litre par kwh produit :

		Prélèvement	Consommation
Centrale classique	Circuit ouvert	145	1
	Circuit fermé	10 à 20	1,35
Centrale nucléaire	Circuit ouvert	165	1,55
	Circuit fermé	3	2,10

Il convient en outre de distinguer les centrales situées à l'intérieur des pays, qui seules utilisent des eaux douces fluviales, de celles basées sur le littoral, qui utilisent l'eau de mer. Les calculs précis des quantités d'eau douce prélevées et consommées à partir des productions d'électricité ne sont pas toujours aisés, suivant les disponibilités statistiques (les sources d'eau utilisées ne sont pas toujours explicites). Une certaine variabilité saisonnière affecte ce secteur, parallèlement à celle de la consommation d'électricité, avec un creux estival synchrone des pointes des demandes agricoles et touristiques, mais cependant loin de les compenser.

Dans le bassin méditerranéen, ce secteur d'utilisation est situé presque entièrement (99 %) en Europe et pour une large part (50 %) en France, où les quantités d'eau en jeu excèdent sensiblement celles utilisées par les industries (Tableau 3-5).

## La navigation intérieure

Il s'agit ici non de la navigation fluviale, déjà réduite dans le bassin méditerranéen où elle n'est encore active que sur le Nil, le Pô et le Rhône, mais seulement de la demande de canaux de navigation, qui doivent compenser leurs "pertes" dues aux éclusées, à l'évaporation et à l'infiltration. Cette demande n'est pas tout à fait négligeable en Italie du Nord où elle était estimée à environ 0,25 km<sup>3</sup>/an dans les années 80 et pourrait approcher 1 km<sup>3</sup>/an suivant la réalisation des projets contemporains.

## Des utilisations très localisées

Les chiffrages des demandes en eau réparties par pays ou par bassin révèlent déjà de notables inégalités, mais traduisent très insuffisamment la géographie réelle des utilisations. Les deux principales, urbaines et agricoles, sont en fait fortement localisées et correspondent à des activités situées sur une partie réduite des territoires (quelques centièmes, rarement plus du dixième...), particulièrement concentrée sur le littoral. Par unité de surface, les utilisations urbaines et celles des périmètres irrigués, qui sont du même ordre et se chiffrent en milliers de m<sup>3</sup> annuels par ha, sont sans commune mesure avec les ressources engendrées sur des surfaces équivalentes. Cette discordance est le motif essentiel des efforts d'aménagement et de transport d'eau dont un aperçu est donné plus loin (infra 4).

## Les eaux demandées sont-elles bien utilisées ?

Les méditerranéens utilisent-ils tous l'eau avec les soucis d'économie et d'efficacité que sa rareté devrait motiver et que les traditions laissent entendre ? C'est loin d'être le cas. Les gaspillages côtoient encore souvent les pénuries.

Une part notable des eaux prélevées ou produites est inutilisée du fait des pertes d'adduction et des rendements de distribution médiocres des réseaux d'eau potable (10 à 60 % de pertes, plus de 30 % en général), des fuites chez les usagers (particuliers ou publics), des pertes de transport des réseaux d'irrigation (5 à 40 %).

Les procédés d'irrigation de faible efficacité (irrigation gravitaire et submersion) sont encore prépondérants, surtout au Sud (Tableau 3-3). Le recyclage est encore peu pratiqué dans les usages industriels. Les choix de culture irriguée prennent encore peu en compte la relation entre valeur et consommation d'eau (exemple du riz dans certains pays du Sud, comme en Egypte).

Plus difficiles à éviter, les pertes par évaporation des retenues, au Sud surtout, se chiffrent en km<sup>3</sup>/an (10 pour le seul réservoir d'Assouan).

Enfin les déversements directs d'eaux usées en mer, conséquence de l'urbanisation du littoral méditerranéen, restreignent beaucoup les retours d'eau remobilisable.

Dans tout le bassin méditerranéen, en comptant essentiellement les pertes de distribution d'eau urbaines et les fuites chez les usagers domestiques ou autres (environ 12 km<sup>3</sup>/an) et les pertes, plus les manques d'efficacité des eaux d'irrigation (environ 60 km<sup>3</sup>/an), les quantités d'eau mobilisées inutilisées ou mal utilisées actuellement sont probablement de l'ordre de 75 km<sup>3</sup>/an, soit 40 % des demandes totales présentes.

Ces pertes et gaspillages, ces défauts de rendement d'utilisation, équivalent à un "gisement" considérable de nouvelles ressources que leur réduction même partielle pourrait dégager. On y reviendra en II<sup>ème</sup> partie, chap. 12.

**Tableau 3-4. Demandes en eau contemporaines des pays méditerranéens et sources d'approvisionnement**

Pays et territoires dans le bassin méditerranéen	Date de valeur	Demandes en eau en km <sup>3</sup> /an					Demande totale par habitant (à la date de la valeur) m <sup>3</sup> /an	Productions d'eau/source d'approvisionnement en km <sup>3</sup> /an					Evaporation moyenne des réservoirs km <sup>3</sup> /an	Réf. (C:Annexe)	
		Secteur d'utilisation						Prélèvements							
		Collectivités alimentation en potable	Agriculture irrigation	Industries non desservies	Energie thermique/électrique (refroidissement)	Total		Eau superficielle	Eau souterraine b	Total	Importation	Dessalement			Régénération d'eau usée pour réutilisation
Espagne	1997	4,67	24,09	1,650	4,91	35,32	908	29,69	5,52	35,21	0	0,13 01	0,346	3	1
France	1999	5,9	3,18	3,72	19,5	32,30	545,0	26,2	6,1	32,3	0	ε	0	~	0,7
Italie	1998	8	20	8	6	42	730	31,6	10,4	42	0	ε	0	~	0,7
Malte	1997-98	0,041	0,007	0,0005	0	0,048	123	ε	0,025	0,025	0	0,0225	93	0,0016	4
Slovénie	1996	0,26	0,003	0,07	0,95	1,28	640	~	0,28	1,28	0	0	0	~	0,7
Croatie	1996	0,38	0,001	0,097	0,24	0,718	153	~	0,42	0,76	0	ε	0	~	0,7
Bosnie-Herzégovine	~ 1995	0,3	0,6	0,1	0	~	1	~	0,3	1	0	0	0	~	0,7
Serbie-Monténégro	~ 1995	0,8	1	5,2	6	~	13	~	12	13	0	0	0	~	0,7
Macédoine	1996	0,214	1,357 d	0,274	0	1,845	855	~	0,2	1,846	0	0	0	~	0,7
Albanie	1995	0,40	1,0	-	-	1,40	440	~	0,63	1,4	0	0	0	~	0,7
Grèce	1997	0,87 j	7,6	0,11	0,12	8,7	820	~	5,02	8,58	0	ε (0,001)	0	~	0,7
<b>Nord</b>		<b>21,83</b>	<b>58,84</b>	<b>19,22</b>	<b>37,72</b>	<b>137,61</b>		<b>109,0</b>	<b>28,44</b>	<b>137,4</b>		<b>0,153</b>	<b>0,35</b>		
Turquie	1997	5,5	26,00	4,00	-	35,50	661	29,5	6	35,5	0	0	0	~	0,7
Chypre Σ	2000	0,1	0,24	ε	0	0,34	436	~	0,15 c	0,295	0	2000	0,033	0,012	13
Syrie	1997	1,39	12,75	0,57	0	14,71	987	12,5	1,8	14,3	0	0	0	~	0,7
Liban	1996	0,35	0,9	0,07	0	1,3	390	~	0,4	1,3	0	ε	0,0017	0	14
Israël	1999	0,68	1,35	0,13	0	2,16	348	~	0,56 c	1,2 k	1,76 l	0,02	0,285	~	0,7
Palestine:															
Cisjordanie	1996	~	0,18	0,007	0	0,30	120	ε	0,3	0,3	0	0	0	~	0,7
Gaza	1994	0,065	0,1	0,005	0	0,17	115	ε	0,17	0,17	0	0	0	~	0,7
<b>Est</b>		<b>8,13</b>	<b>41,42</b>	<b>4,78</b>	<b>0</b>	<b>54,33</b>		<b>43,61</b>	<b>9,85</b>	<b>53,46</b>		<b>0,055</b>	<b>0,70</b>		
Egypte	1995-96	4,6	61,57	7,53	0	73,7	1 250	55 f	5,4 f brut 60,4 g net 49,1 f	60,4	0	0,03	13,3 h	10 i	19
Libye	1998	0,59	3,75	0,12	0	4,5	850	0,12 c	4,28 m	4,4 n	0,98	0,06	0,063	-	20
Tunisie	~ 1996	0,365	2,429	0,055	0	2,849	311	1,14	1,67 n	2,81	0	95	0,0083	0,47	21
Algérie	~ 2000	1,3	2,8	0,5	0,2	4,8	158	~	2,6 o	4,8	0	90	-	~	0,7
Maroc	1996	1,1	10,18	0,2	0	11,48	462	8,8	2,63	11,43	0	0,003	0,05	~	0,7
<b>Sud</b>		<b>7,96</b>	<b>80,73</b>	<b>8,4</b>	<b>0,2</b>	<b>97,29</b>		<b>67,26</b>	<b>16,58</b>	<b>83,84</b>		<b>0,17</b>	<b>13,44 h</b>		
<b>Ensemble</b>		<b>37,92</b>	<b>181,0</b>	<b>32,4</b>	<b>37,92</b>	<b>289,23</b>		<b>219,8</b>	<b>54,86</b>	<b>274,7</b>	<b>0,07</b>	<b>0,38</b>	<b>14,48</b>		

Tableau 3-5. Demandes en eau contemporaines de chaque pays dans le bassin méditerranéen et sources d'approvisionnement

Pays et territoires dans le bassin méditerranéen	Date de valeur	Demandes en eau en km <sup>3</sup> /an					Demande totale par habitant (à la date de la valeur) m <sup>3</sup> /an	Productions d'eau/source d'approvisionnement en km <sup>3</sup> /an					Evaporation moyenne des réservoirs km <sup>3</sup> /an	Réf.
		Secteur d'utilisation						Prélèvements						
		Collectivités alimentation en potable	Agriculture irrigation	Industries non desservies	Energie thermique (refroidissement)	Total		Eau superficielle	Eau souterraine b	Total	Importation de l'extérieur du bassin	Dessalement		
Espagne	1997	2,073	11,863	0,850	3,391	18,2	14,71	3,23	17,94	0	0,13	0,1 ?	~	1
France	1999	1,71	1,78	1,09	12,1	16,68	14,72	1,95	16,67	Loire	£	0	~	2
Italie	1998	8	20	8	6	42	31,6	10,4	42	0	£	0	0	3
Malte	1997-98	0,040	95	0,0005	0	0,048	£	0,025	0,025	0	0,0225	93	0,0016	4
Slovenie	1996	~	0,03	£	~	~	~	0,01	~	0,03	0	0	0	5
Croatie	1996	~	0,18	£	~	~	~	0,15	0,19	0	£	0	0	6
Bosnie-Herzégovine	~ 1995	~	0,03	£	~	~	~	0,02	0,1	0	0	0	0	7
Serbie-Monténégro	~ 1995	~	0,5	~	~	~	~	0,5	0,8	0	0	0	0	8
Macédoine	1996	0,214	1,357 d	0,274	~	1,845	~	1,646	~	0,2	1,846	0	0	9
Albanie	1995	0,40	1,0	~	~	1,40	~	0,77	~	0,63	1,4	0	0	10
Grèce	1997	0,87 j	7,6	0,11	0,12	8,7	~	5,14	~	3,56	8,7	0	0	11
<b>Nord</b>		<b>14,05</b>	<b>43,87</b>	<b>10,43</b>	<b>21,61</b>	<b>90,0</b>	<b>69,17</b>	<b>20,54</b>	<b>89,7</b>		<b>0,153</b>			
Turquie	1997	3,37	7,60	0,70	0	11,7	6,3	4,8	11,1	0	0	0	0	12
Chypre	2000	~	0,1	£	0	0,34	~	0,15	~	0,145	0,295	0	0,033	13
Syrie	1997	0,35	3,19	0,31	0	3,85	~	2,85	~	1	3,85	0	0	14
Liban	1996	0,35	0,9	0,07	0	1,3	~	0,9	~	0,4	1,3	0	0	15
Israël	1999	0,5	1,2	0,1	0	1,8	~	0,05 c	~	1,07 k	1,12	0,38-0,40 ~ NWC	0,02	16
Palestine:														
Cisjordanie	1996	0,098	0,16	0,002	0	0,26	£	0,26	0,26	0	0	0	£	17
Gaza	1994	0,05	0,08	£	0	0,13	£	0,13	0,13	0	0	0	£	18
<b>Est</b>		<b>4,77</b>	<b>13,29</b>	<b>1,18</b>	<b>0</b>	<b>19,24</b>	<b>10,25</b>	<b>7,68</b>	<b>17,93</b>		<b>0,055</b>			
Egypte	1995-96	4,54	60,73 e	7,53	0	72,8	55 f	4,5 f	brut 59,5 net 48,2	0	0,03	0,03	13,3 h	19
Libye	1998	0,51	1,63	0,1	0	2,24	0,1 c	1,9	2,0	0,198	0,053	98	0,063	20
Tunisie	~ 1996	0,335	1,884	0,055	0	2,274	1,154	1,12	2,274	0	0,008	97	0,026	21
Algérie	~ 2000	1,25	1,05	~	0,2	~	2,0 c	0,9	~	0,90	0,06	0	-	22
Maroc	197	0,2	1,7	£	£	~	1,7	0,2	1,90	0	0	0	0	23
<b>Sud</b>		<b>6,84</b>	<b>67,0</b>	<b>8,09</b>	<b>0,2</b>	<b>82,11</b>	<b>59,95</b>	<b>8,62</b>	<b>68,57</b>		<b>0,15</b>			
<b>Ensemble</b>		<b>25,65</b>	<b>124,15</b>	<b>19,70</b>	<b>21,8</b>	<b>191,31</b>	<b>139,4</b>	<b>36,83</b>	<b>176,2</b>		<b>0,36</b>			

Références des données des Tableau 3-4 et Tableau 3-5

1. Libro Blanco del Agua en España 1998.
2. Ministère de l'environnement et Agences de l'Eau.
3. Minist. Ambiente e Tutela del Territorio. RSA 2001, ANPA – CNR-IRSA 1999.
4. Riolo 1999, Water Serv. Corp. 1998.
5. GWP – Vison 2000.
6. Ostovic, Atelier Fréjus, CMDD, 1997.
7. Estimation du Plan Bleu.
8. Estimation du Plan Bleu.
9. ICID, 2000.
10. Nuri, Atelier Fréjus, CMDD, 1997
11. OCDE, 1999.
12. DSI, 1998.
13. Tsiourtis, 1999. Minist. Agric. WDD 2002 + zone N : estimation Jacovides 1999.
14. World Bank - JICA 1997.
15. Lucas, Plan Bleu 1998.
16. Israël Water Commission 2002.
17. Daibes Mourad 1998.
18. Al Jamal 1996.
19. Amer 1999, Réunion de Bari. Minist. Water Resources & Irrigation 2002.
20. O. Salem 1999, Ph. Pallas et O. Salem 1999.
21. Ministère de l'Agriculture, DGR 1999.
22. MATE 2001, DGAIH 2001, OSS/SASS 2002.
23. DGH – DRPE 1999.

Notes des Tableau 3-4 et Tableau 3-5

- a. Y compris pertes de transport.
- b. Y compris surexploitation et exploitation de ressources non renouvelables.
- c. Avec sources.
- d. Macédoine - avec aquaculture.
- e. Egypte - dont pertes ~ 13,2 (Amer 1999).

Tableau 3-4 : dont 0,06 (collect.) et 0,84 (irrig.) dans le désert occidental (oasis).

- f. Egypte - dont ~ 11,3 remobilisation de ressources secondaires : 7,3 retours d'eau au Nil, 4 retours d'eau d'irrigation aux quifères ; les prélèvements nets sont seuls à comparer à la ressource primaire.
- g. Egypte - dont 0,9 exploitation de ressources non renouvelables (Désert occidental).
- h. Egypte - dont 12,6 eau de drainage réutilisée.
- i. Egypte - évaporation de la retenue d'Assouan (moyenne annuelle), déduite dans l'estimation de la
- j. Grèce - Ménages.
- k. Israël - prélèvements bruts ~ 1,3, moins recharge artificielle ~ 0,1 : prélèvements net = 1,2.
- l. Israël – Prise sur le Yarmouk frontière.
- m. Libye – dont ~ 3 exploitation de ressources non renouvelables
- n. Tunisie – dont 0,46 exploitation de ressources non renouvelables
- o. Algérie – dont 1,77 prélèvements d'eau souterraine au Sahara, dont 1,68 sur ressources non renouvelables (OSS/SASS 2002).

### 3. QUELLES QUANTITÉS D'EAU LES MÉDITERRANÉENS PRENNENT, UTILISENT ET CONSOMMENT-ILS ? ÉTAT ACTUEL ET TENDANCES CONTEMPORAINES.

Globalement les demandes en eau pour toutes utilisations s'élèveraient à présent (vers 1995) à près de 290 milliards de m<sup>3</sup> par an dans l'ensemble des pays, dont quelques 185 milliards dans le bassin méditerranéen.

Comme les ressources, les demandes en eau<sup>2</sup> des méditerranéens sont loin d'être également réparties entre les pays, les populations et les secteurs d'utilisation. On le voit déjà en comparant les sous-régions (Tableau 3-6 et Tableau 3-7).

<sup>2</sup> C'est-à-dire toutes les productions d'eau, incluant les pertes et quantités inutilisées, Cf. Encadré 2-3.

**Tableau 3-6. Demandes en eau totales et moyennes par habitant actuelles  
(année 1995 ou proche) dans chaque sous-région**

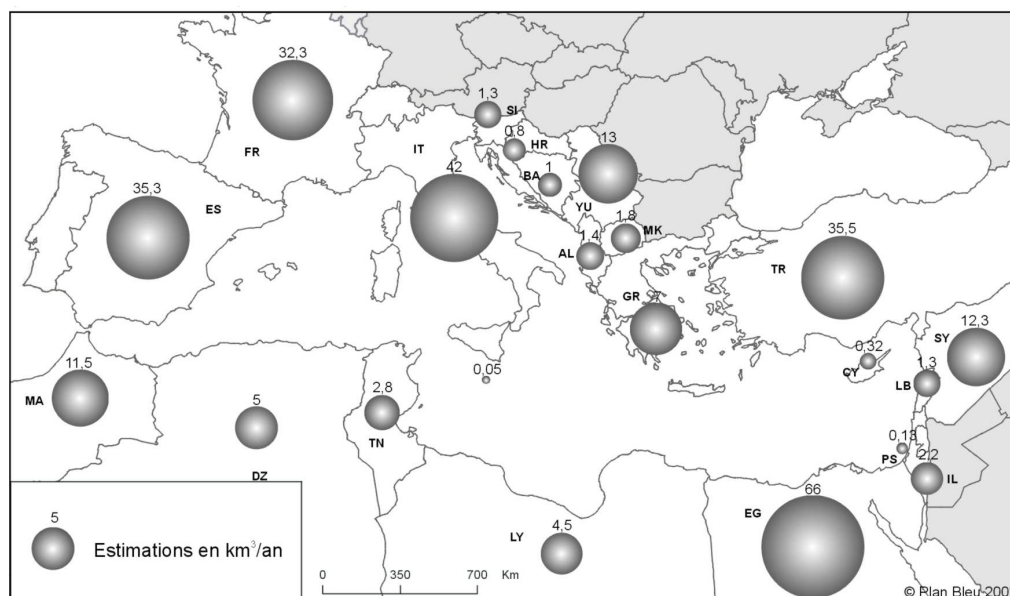
Sous régions	Population 1995	Demande en eau totale		Demande en eau moyenne par hab.
	M hab	km <sup>3</sup> /an	%	m <sup>3</sup> /an
Pays entiers				
Nord / Europe	192	137,7	47,6	717
Est / Asie mineure, Proche Orient	87	54,3	18,8	624
Sud / Afrique	128	97,3	33,6	760
<b>Total</b>	<b>407</b>	<b>289,3</b>	<b>100</b>	<b>711</b>
Bassin méditerranéen				
Nord	107	90,0	47	841
Est	32	19,2	10	600
Sud	96	82,1	43	855
<b>Total</b>	<b>235</b>	<b>191,3</b>	<b>100</b>	<b>814</b>

a : calculs par pays rapportés autant que possible aux populations des années de référence des statistiques d'utilisation.

**Tableau 3-7. Demandes en eau actuelles (année 1995 ou proche) par secteur d'utilisation,  
par sous-région**

Sous régions	Demande en eau totale	Répartition par secteur d'utilisation en volume et en % de la demande totale							
		Collectivités (eau potable)		Agriculture (irrigation)		Industries non desservies		Energie (refroidissement)	
	km <sup>3</sup> /an	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%
Pays entiers									
Nord / Europe	137,7	21,8	16	58,8	43	19,2	14	37,7	27
Est / Asie mineure, Proche Orient	54,3	8,1	15	41,4	76	4,8	9	0	0
Sud / Afrique	97,3	7,9	8,5	80,7	83	8,4	9	0,2	ε
<b>Total</b>	<b>289,3</b>	<b>37,9</b>	<b>13</b>	<b>181</b>	<b>63</b>	<b>32,4</b>	<b>11</b>	<b>37,9</b>	<b>13</b>
Bassin méditerranéen									
Nord	90,0	14,0	15,5	43,9	49	10,4	11,5	21,6	24
Est	19,2	4,8	25	13,3	69	1,2	6	0	0
Sud	82,1	6,8	8,5	67,0	81,5	8,1	10	0,2	0
<b>Total</b>	<b>191,3</b>	<b>25,6</b>	<b>13</b>	<b>124,2</b>	<b>65</b>	<b>19,7</b>	<b>10</b>	<b>21,8</b>	<b>11,5</b>

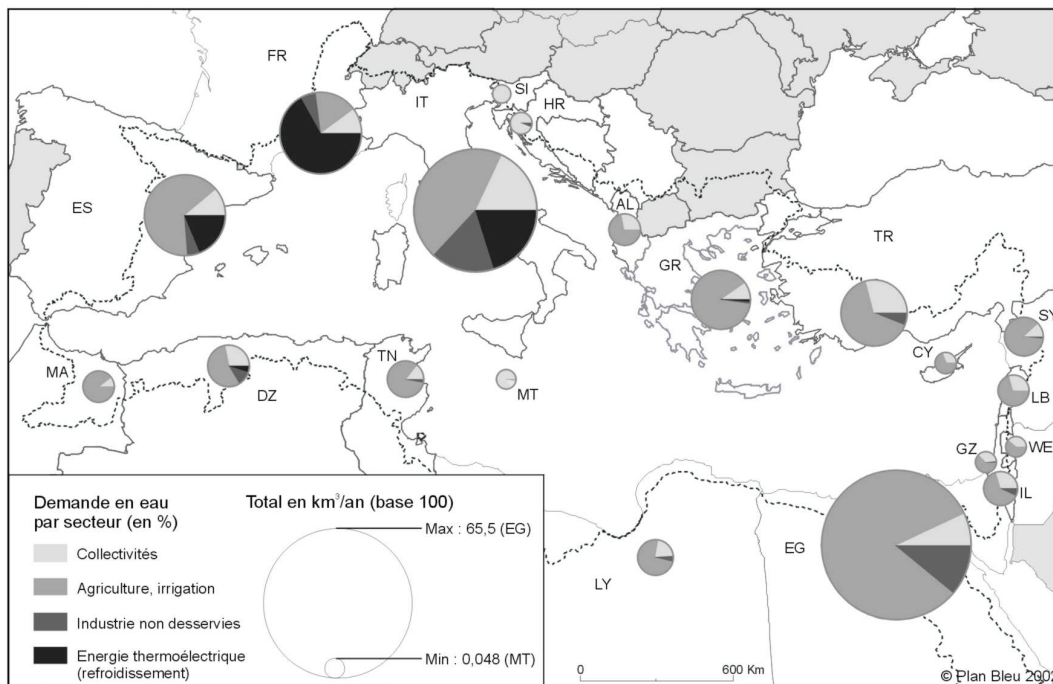
**Figure 3-9. Demandes en eau totales actuelles des pays méditerranéens pour toutes utilisations (en km<sup>3</sup>/an)**



Ainsi près de la moitié des quantités d'eau demandées le sont en Europe et l'agriculture prend 63 % du total, mais les 4/5 au Sud et à l'Est.

Entre les pays les disparités s'accroissent, aussi la géographie des demandes en eau totales (Figure 3-9 et Figure 3-10) est loin de se calquer sur celle des ressources.

**Figure 3-10. Demandes en eau actuelles, totales et par secteur d'utilisation, dans les bassins méditerranéens de chaque pays.**



Naturellement, les grandes différences d'utilisation de l'« eau verte » (chap.1) par l'agriculture pluviale –qui ne nécessite pas le recours à l'irrigation à partir des « eaux bleues » exploitées, mais qui n'est pas prise en compte ici dans les demandes- suivant les pays expliquent une partie notable des écarts.

Les pays les plus demandeurs sont, par ordre d'importance, l'Egypte, l'Italie, la Turquie, la France et l'Espagne, qui prennent ensemble 63 % du total. Dans le bassin méditerranéen, les plus gros preneurs sont l'Egypte, l'Italie et l'Espagne (69 % du total). Les données détaillées par pays entier et dans le bassin méditerranéen, sont présentées dans les Tableau 3-4 et Tableau 3-5.

### Et combien par habitant ?

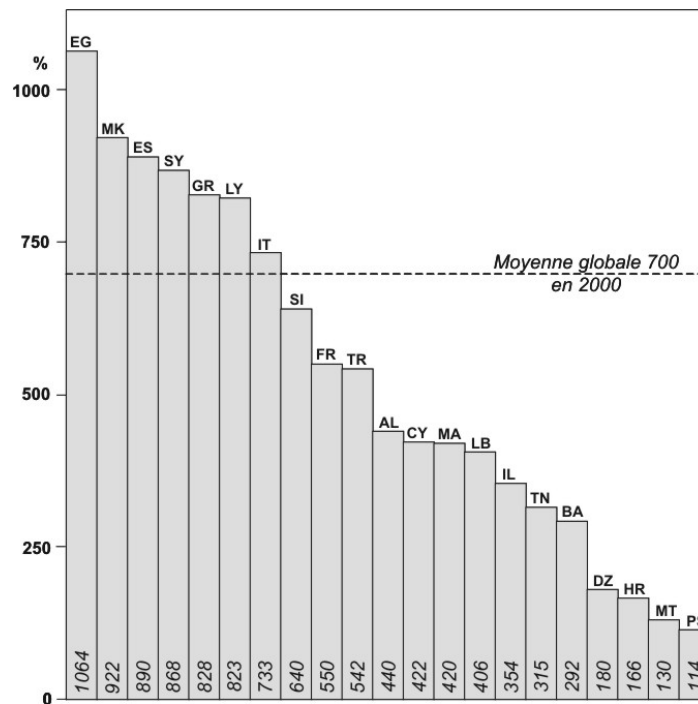
Les demandes en eau totales de chaque pays (entier aussi bien que dans le bassin méditerranéen) ne sont pas proportionnées à leur population. Aussi ces demandes exprimées par tête sont-elles variées. Déjà, mais modérément, entre les moyennes sous-régionales (Tableau 3-6) : c'est à l'Est que les demandes par tête sont les plus faibles, surtout dans le bassin méditerranéen, alors que celles du Sud sont un peu supérieures à celles du Nord : la forte demande par tête en Egypte (du fait de l'irrigation) en est la cause principale. Au Nord comme au Sud les demandes par tête dans le bassin méditerranéen sont en moyenne plus élevées que dans les pays entiers, mais non à l'Est.

Cependant, les disparités entre pays entiers pris séparément sont plus fortes : les quantités totales annuelles demandées en moyenne par habitant en 1995 varient suivant les pays de 115 m<sup>3</sup> (Cisjordanie) à 1 250 (Egypte), donc plus que dans le rapport de 1 à 10 (Figure 3-11).

Les pays les moins demandeurs par tête, du fait surtout de la carence de l'offre sont, après les territoires palestiniens, Malte et l'Algérie, mais aussi des pays balkaniques

sans irrigation appréciable (Croatie, Slovénie), avec moins de 250 m<sup>3</sup>/an. Les pays de l'Union européenne demandent presque tous plus de 700 ou 800 m<sup>3</sup>/an par tête, tandis que c'est dans les pays du Sud où l'irrigation prend la plus grosse part et a le plus d'intensité que la demande par tête est la plus forte (Syrie, Egypte, Libye) et peut dépasser celles des pays du Nord.

**Figure 3-11. Pays méditerranéens classés suivant leurs demandes en eau par habitant pour toutes utilisations (années 1995 - 2000)**

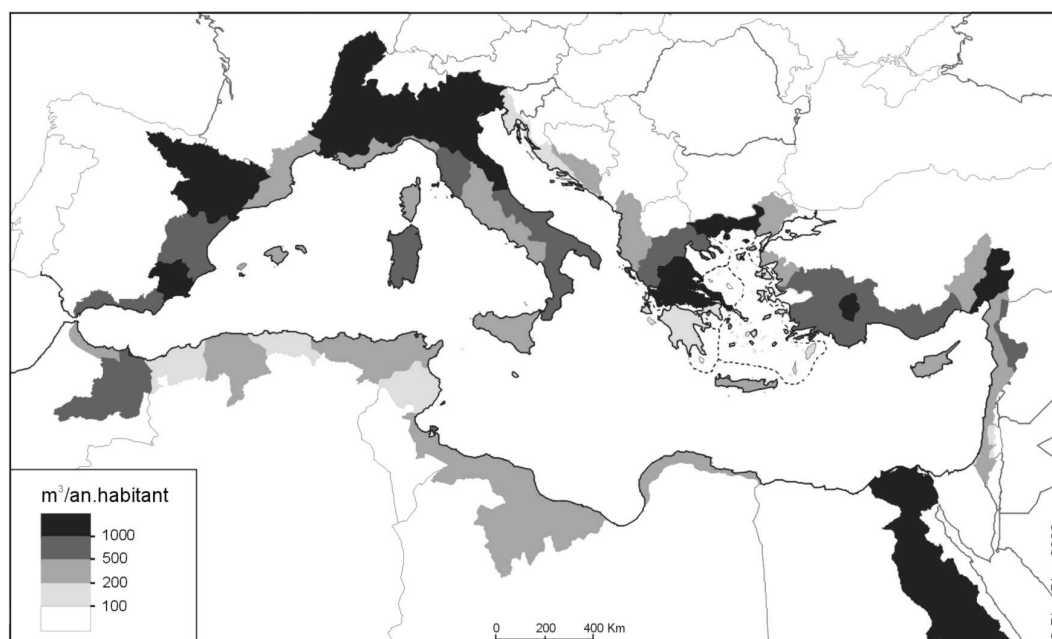


Dans le bassin méditerranéen, des demandes par tête sont également très fortes, supérieures à 1 000 m<sup>3</sup>/an, dans des pays du Nord, du fait de l'irrigation (Espagne) ou d'usage énergétique (France), tandis qu'au Sud ces demandes dans le bassin peuvent être plus faibles que les moyennes nationales par suite des concentrations de population littorales (Algérie, Libye).

Le calcul de cet indicateur par région hydrographique ou bassin (Figure 3-12) révèle des contrastes encore plus accentués, notamment dans les pays d'Europe, où la demande par habitant peut-être très élevée dans des bassins modérément peuplés où l'irrigation est très développée (record : bassin de l'Ebre, en Espagne, avec 3 770 m<sup>3</sup>/an) ou au contraire modeste dans des régions très urbanisées où la demande en eau potable est presque exclusive (exemples : en France, les bassins côtiers de Provence-Côte-d'Azur, avec 477 m<sup>3</sup>/an ; en Espagne, les bassins côtiers de Catalogne, avec 244 m<sup>3</sup>/an ; en Italie, la Ligurie, avec 350 m<sup>3</sup>/an ; en Grèce, l'Attique avec 106 m<sup>3</sup>/an ; en Turquie, la région d'Izmir, avec 95 m<sup>3</sup>/an).



**Figure 3-12. Demandes en eau par habitant (1995) pour toutes utilisations, dans le bassin méditerranéen.**



### Quelles sont les quantités réellement utilisées ?...

Compte tenu des pertes de transport et de distribution déjà mentionnées, appréciables surtout dans les secteurs de l'alimentation en eau des collectivités et de l'irrigation, les quantités d'eau réelles dont disposent et qu'utilisent les usagers méditerranéens sont sensiblement inférieures aux demandes et aux productions brutes : grosso modo, dans le bassin méditerranéen les volumes utilisés actuels seraient de l'ordre de 150 milliards de m<sup>3</sup>/an (Tableau 3-8), pour une demande totale de l'ordre de 190 milliards.

**Tableau 3-8. Quantités d'eau utilisée actuelles dans le bassin méditerranéen**

Sous-régions (dans le bassin méditerranéen)	Volumés d'eau utilisée par secteur				Total km <sup>3</sup> /an
	Collectivités km <sup>3</sup> /an	Agriculture km <sup>3</sup> /an	Industries non desservies km <sup>3</sup> /an	Centrales thermiques km <sup>3</sup> /an	
Nord	10	29,6	10,4	21,6	71,6
Est	3,1	10,1	1,2	0,0	14,4
Sud	3,4	54,1*	8,0	0,2	65,7
Ensemble	16,5	93,8	19,6	21,8	151,7
%	10,9	61,8	12,9	14,4	100

\*Compte tenu des réutilisations d'eau de drainage en Egypte.

Les parts de l'irrigation et des collectivités seraient ainsi un peu atténuées par rapport à celles des demandes correspondantes (Tableau 3-8). La part de l'irrigation reste néanmoins dominante : 62 % pour l'ensemble du bassin, et 82 % au Sud.

### ... et consommées ?

Malgré l'habitude de langage trop ancrée de confondre usagers et "consommateurs", surtout en matière d'eau potable distribuée et facturée, utiliser et consommer cela fait deux : les utilisations sont très inégalement consommatrices. Et il faut encore distinguer, particulièrement dans le bassin méditerranéen où beaucoup d'utilisations se situent sur le littoral :

- les **consommations nettes**, qui se rapportent aux quantités utilisées, c'est à dire non rejetées par les usagers;

- les **consommations finales**, qui se rapportent aux prélèvements, c'est à dire non retournées au milieu naturel des eaux douces continentales (où elles peuvent être remobilisées).

Cf. graphiques de la Figure 3-14

La différence entre les deux correspond essentiellement à la part des rejets d'eaux usées déversée en mer (ou dans des milieux terrestres d'eau saumâtre, bassins fermés notamment), qui est loin d'être négligeable dans le bassin méditerranéen (rejets de toutes les villes littorales auxquels s'ajoute une bonne partie des pertes des réseaux de distribution de ces villes). Du point de vue de l'estimation des pressions en quantité sur les ressources naturelles –sujet du Chapitre 5– ce sont les consommations finales qui importeront.

Les consommations nettes, qui expriment davantage les efficacités d'usage, s'estiment le plus souvent sur la base de coefficients moyens généraux applicables aux quantités utilisées (elles-mêmes inférieures aux quantités prélevées, du fait des pertes), et différant beaucoup suivant les secteurs :

Collectivités	15 %
Agriculture	80 %
Industries non desservies	5 %
Centrales thermiques	1,5 %

mais certainement plus variés cas par cas...

Les consommations nettes actuelles dans le bassin méditerranéen, estimées grossièrement sur cette base en y incorporant quelques chiffrages de source nationale meilleure, seraient de l'ordre de 80 milliards de m<sup>3</sup>/an, dont 1/3 au Nord et plus de la moitié au Sud (Tableau 3-9). Près de 95 % sont imputables à l'irrigation. Il faut y ajouter l'évaporation des réservoirs insuffisamment prise en compte mais loin d'être négligeable : outre l'exemple record du réservoir d'Assouan, dont l'évaporation est chiffrée en moyenne à 10 km<sup>3</sup>/an et qui est soustraite a priori des ressources extérieures de l'Egypte, les pertes des réservoirs par évaporation, dans le bassin méditerranéen, sont estimées à environ 1 000 hm<sup>3</sup>/an en Espagne, 300 hm<sup>3</sup>/an en France, 470 hm<sup>3</sup> en Tunisie (33,5 % de la ressource en eau de surface mobilisée, selon M. Ennabli).

Les plus grosses consommations nettes dans le bassin méditerranéen sont, sans surprise, celles des pays à plus forte irrigation : l'Egypte (environ le tiers du total), puis l'Italie, l'Espagne et la Turquie.

**Tableau 3-9. Consommations nettes actuelles approximatives par secteur d'utilisation et par sous-région dans le bassin méditerranéen**

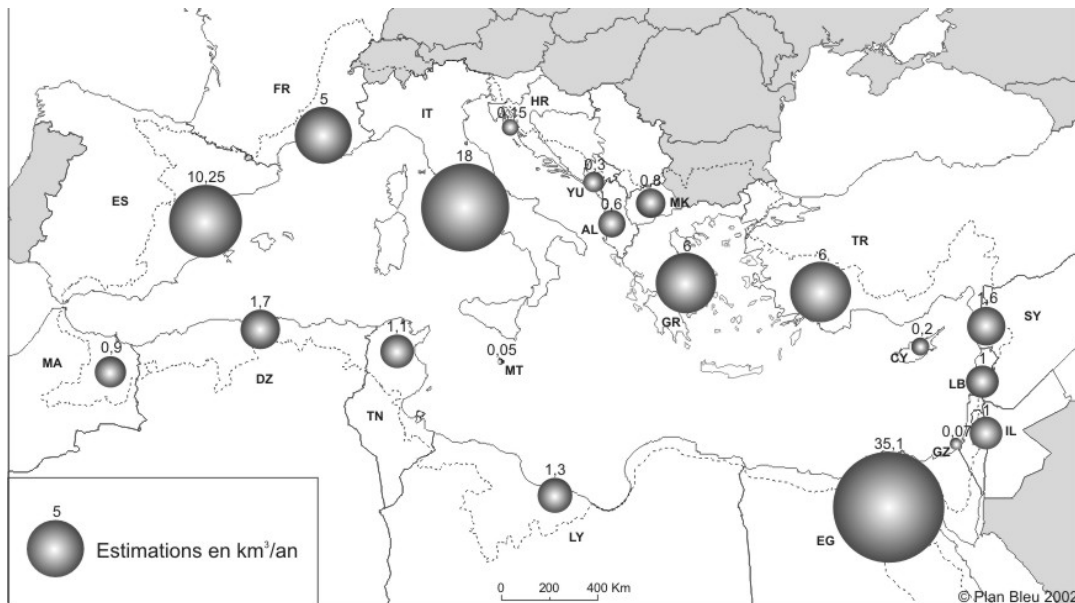
Sous-régions dans le bassin méditerranéen	Répartition par secteur d'utilisation en volume et en % du total								Total (base 100 km <sup>3</sup> /an)
	Collectivités		Agriculture (irrigation)		Industries non desservies		Centrales thermiques		
	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	
Nord	1,45	5,6	23,47	91,1	0,51	2	0,32	1,2	25,75
Est	0,46	5,3	8,17	94,1	0,05	0,6	0	0	8,68
Sud	1,08	2,4	44,14	96,7	0,42	0,9	0	0	45,64
Ensemble	2,99	3,7	75,78	94,6	0,98	1,2	0,32	0,4	80,07

Ces consommations augmenteraient ainsi de plus de 11 % l'évapotranspiration naturelle globale du bassin, ce qui n'est pas négligeable.

Quant aux consommations finales qui incluent les non retours d'eau des eaux utilisées (y compris celles d'origines non conventionnelles ou "importées"), sous l'effet de l'importance des rejets en mer d'eau usée urbaine ou industrielle, voir d'eau de drainage (Egypte), dans le bassin méditerranéen, elles dépasseraient actuellement 100 milliards de m<sup>3</sup>/an, avec une répartition peu différente : 35 % au Nord, 9 % à l'Est, 56 % au Sud.

Les pays les plus consommateurs finaux dans le bassin sont encore l'Egypte (50 % du total), l'Italie et l'Espagne (Figure 3-13).

Figure 3-13. Consommations en eau finales actuelles dans le bassin méditerranéen.

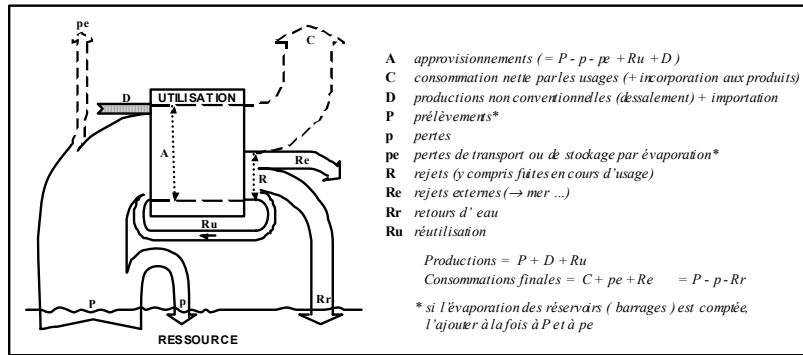
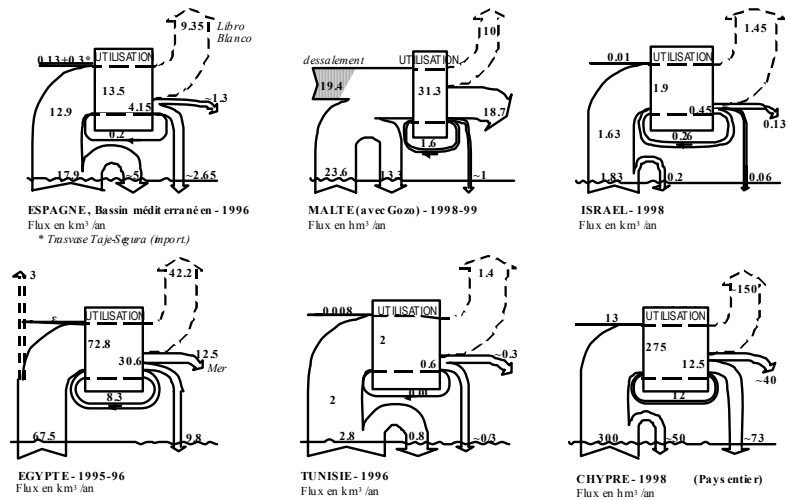


### Bilans d'utilisation

Prélèvements ou autres productions, adductions, pertes, distributions et approvisionnements, usages, consommations nettes, rejets, retours d'eau sont les étapes essentielles des circuits d'utilisation, dont les structures et les flux correspondants, parfois compliqués par des "boucles" de réutilisation, sont spécifiques à chaque secteur et à chaque territoire. L'analyse de ces systèmes, les chiffrages et la mise en cohérence de ces flux, sont le passage obligé de la compréhension des économies de l'eau méditerranéennes, appuyée sur les statistiques adéquates et sur les indicateurs significatifs qui en dérivent.

Les systèmes d'utilisation d'eau méditerranéens varient beaucoup par la complexité des structures, les poids relatifs des secteurs et naturellement par les ordres de grandeur des flux en jeu. Mieux que par des présentations comptables fastidieuses, les bilans d'utilisation peuvent être illustrés par des graphes plus lisibles, qui font en quelque sorte le pendant des représentations des flux du cycle de l'eau dans le bassin méditerranéen du Chapitre 1, mais dont la globalisation à cette échelle aurait peu de sens : quelques exemples très contrastés sont donnés en Figure 3-14.

Figure 3-14. Bilans d'utilisation d'eau de quelques pays méditerranéens.



## Tendances contemporaines

Les demandes en eau et les quantités utilisées évoluent, en fonction de nombreuses variables (Cf. supra, 2) Aussi, une vision de leur état présent, que décrivent les statistiques précédentes, ne rend pas compte de leur dynamique. Il convient de la compléter par l'analyse des tendances que les évolutions contemporaines –en gros celle des années 90– laissent percevoir, tout particulièrement pour définir les conditions initiales des projections à entreprendre.

Ainsi que les essais de reconstitution d'historiques plus longs (supra 1 et Figure 3-1 et Figure 3-2) l'ont déjà fait ressortir, les chroniques de données disponibles à cet effet sont cependant fort inégales, y compris sur les évolutions récentes. Peu de pays méditerranéens établissent –ou du moins diffusent– des statistiques périodiques (annuelles à quinquennales) sur les demandes en eau ou les prélèvements des différents secteurs. De plus, les évolutions des demandes du secteur qui prend la plus grande part –l'agriculture– sont trop affectées par des facteurs conjoncturels, tout particulièrement au Nord où l'irrigation de complément domine, pour faire apparaître des tendances durant une décennie. Malgré tout, quelques enseignements peuvent être tirés.

Comme les dernières phases des historiques décrits précédemment (Figure 3-1 et Figure 3-2) le montrent, les tendances d'évolution contemporaine des demandes en eau totales diffèrent assez largement suivant les pays méditerranéens :

- croissance encore forte en Egypte, Grèce, Libye, Syrie, Turquie, au Maroc ;
- croissance modérée et décélérée en Espagne, France ;

- croissance faible ou stabilité en Israël, en Tunisie, Algérie;
- légère décroissance en Italie, à Chypre.

Des tendances différentes des demandes en eau par habitant (pour toutes utilisations), qui traduisent aussi la diversité des évolutions démographiques contemporaines, s'observent également : tantôt croissantes, tantôt décroissantes, comme l'a esquissé la Figure 3-3.

Dans quelques pays qui affrontent déjà des situations de pénurie, des décroissances de demandes en eau commencent à s'affirmer (Encadré 3-2). Ces changements de tendance sont peut-être les signes avant-coureurs des ruptures en perspective au XXI<sup>ème</sup> siècle (Cf. Partie II).

**Encadré 3-2. Premiers signes d'arrêt de croissance ou de décroissance des demandes en eau**

Des ruptures ou inversions de tendance dans l'évolution des demandes en eau se manifestent depuis quelques années dans des pays méditerranéens à court de ressources conventionnelles :

- A Chypre, les quantités d'eau utilisées annuelles ont diminué de plus de moitié entre 1985 (540 hm<sup>3</sup>) et 1998 (235 hm<sup>3</sup>).
- En Israël, après une croissance assez continue de 1950 à 1985, parvenues à une pointe dépassant 2 000 hm<sup>3</sup>, elles ont oscillé depuis entre 1 500 et 2 000 hm<sup>3</sup>/an notamment sous l'effet de pénuries conjoncturelles et elles diminuent régulièrement depuis 1999 (Figure 3-19).
- A Malte, les productions totales annuelles, y compris par dessalement, après une croissance régulière sont passées de 52 hm<sup>3</sup> en 1995 à 38 en 1999 (Figure 3-19).

Les décroissances résultent de la conjonction d'efforts d'économies d'eau, notamment des gains d'efficacité d'usage, et de réduction des pertes de distribution et elles sont dues surtout –à Chypre et en Israël– aux diminutions des demandes de l'agriculture irriguée ; elles furent aussi la conséquence de réductions d'offre conjoncturelles sous l'effet de sécheresses. L'évolution des demandes devrait tendre cependant à une stabilisation, lorsque les rendements de transport et d'usages seront maximaux, suivie d'une reprise de croissance lente, correspondant à celle des productions d'eau non conventionnelles.

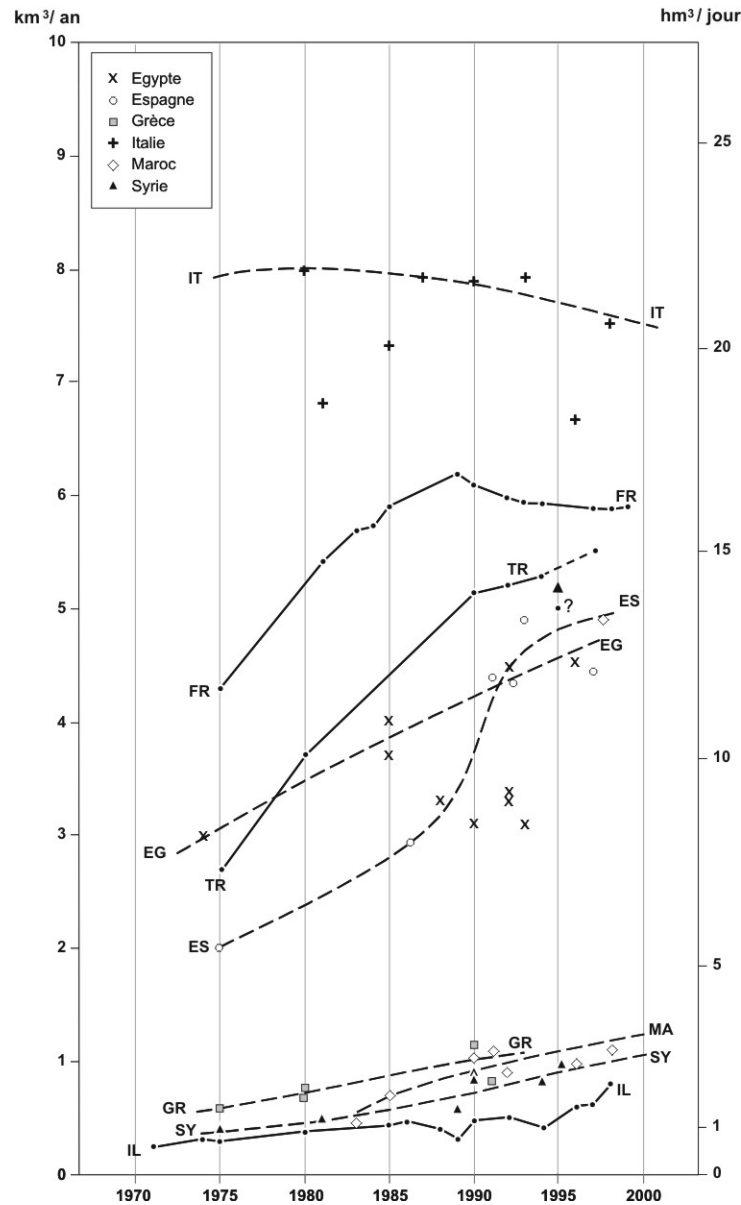
Toutefois, ces tendances observées dans des pays assez développés, capables de supporter les coûts des efforts d'économies d'eau et de production d'eau non conventionnelle ne seraient sans doute pas aisément transposables dans d'autres contextes socio-économiques.

Les tendances contemporaines d'évolution des demandes sectorielles sont inégalement discernables, suivant les pays, en particulier celles des collectivités et de l'agriculture : les données historiques disponibles à partir de sources nationales diverses pour ces secteurs manquent en effet souvent de cohérence, quand elles ne sont pas chaotiques... Les Figure 3-15 et Figure 3-16 font apparaître la difficulté de relier les statistiques collectées dans bien des pays, où les reconstitutions d'évolution tentées sont largement hypothétiques. Sous les réserves que les inégales fiabilités des données imposent, les tendances contemporaines d'évolution des demandes sectorielles apparaissent assez différenciées suivant les secteurs et les pays (Figure 3-17 et Figure 3-18) :

- Les demandes en eau potable se stabilisent dans les pays du Nord (dans l'Union Européenne du moins), tant au total que par habitant ; elles tendent même à décroître en France assez régulièrement depuis 1989 (Figure 3-17) sous l'effet de progrès des rendements de distribution et peut-être de la montée des prix... En Italie la demande urbaine par habitant diminue régulièrement dans la plupart des villes. En Grèce, la production d'eau potable pour le Grand Athènes a diminué de 14 % entre 1990 et 1995. Ces demandes fléchissent aussi dans quelques pays où l'offre plafonne (Encadré 3-2). Elles sont par contre assez croissantes au Sud et à l'Est, où elles suivent tant bien que mal la croissance des populations urbaines (exemples en Egypte, Syrie, Turquie...)
- Là où des statistiques les individualisent, les demandes du tourisme sont nettement en croissance : par exemple en Tunisie, où ces demandes ont été multipliées par 2,5 en 20 ans, entre 1977 et 1996, ou aux Baléares où elles ont plus que doublé en 15 ans, entre 1980 et 1995, en passant de 4,6% à 11,8% des demandes en eau totales annuelles (Figure 3-18), avec d'amples pointes saisonnières.

- Les demandes des industries non desservies tendent à décroître assez régulièrement ou à se stabiliser au Nord, sous l'effet des progrès d'efficacité et de recyclage –y compris pour réduire les émissions polluantes–. Exemple en France (Figure 3-17); elles évoluent plus irrégulièrement au Sud, où elles restent faibles.
- Les demandes en eau de l'agriculture sont assez généralement croissantes, surtout au Sud et à l'Est, notamment en Egypte, Syrie, Turquie, mais paraissent en voie de stabilisation en quelques pays, ou même amorcent parfois une décroissance (Italie).

**Figure 3-15. Evolutions 1975 – 2000 des productions d'eau potable dans les principaux pays méditerranéens, d'après les statistiques disponibles**



En conséquence, des évolutions des structures des demandes et de parts respectives des demandes sectorielles se manifestent.

Figure 3-16. Evolution 1975 – 2000 des quantités d'eau prélevées pour l'irrigation dans les principaux pays méditerranéens, d'après les statistiques disponibles

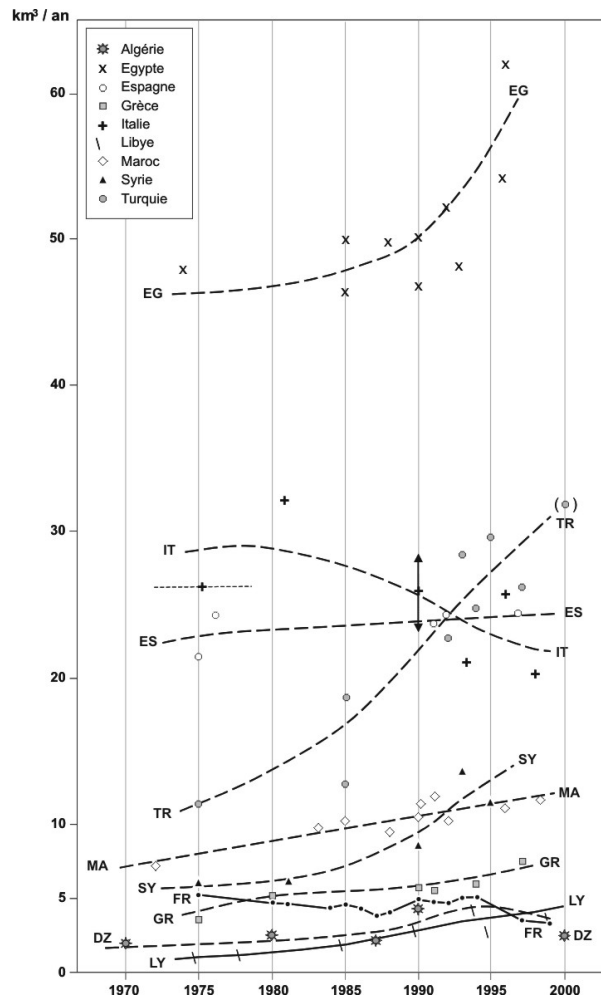
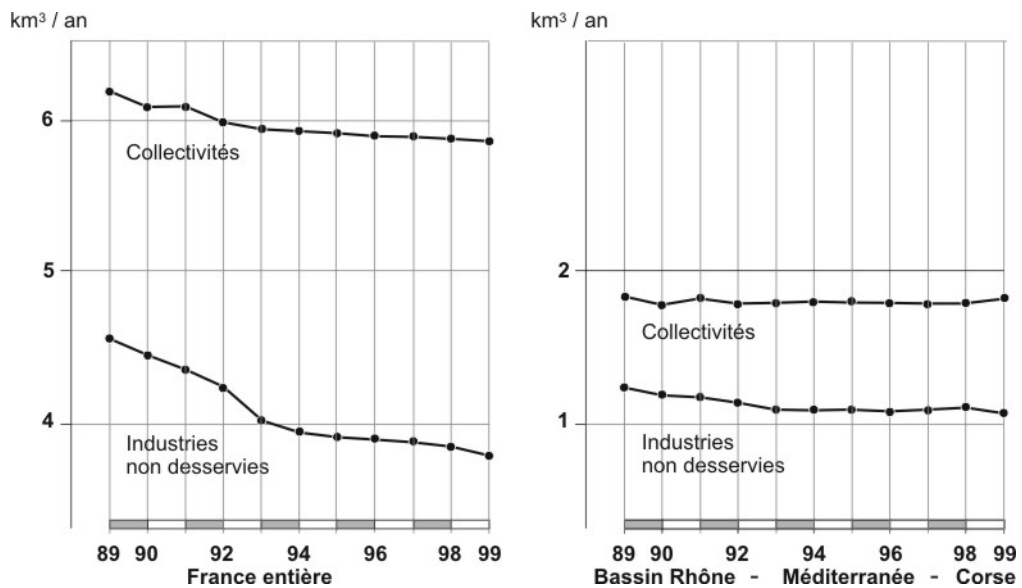


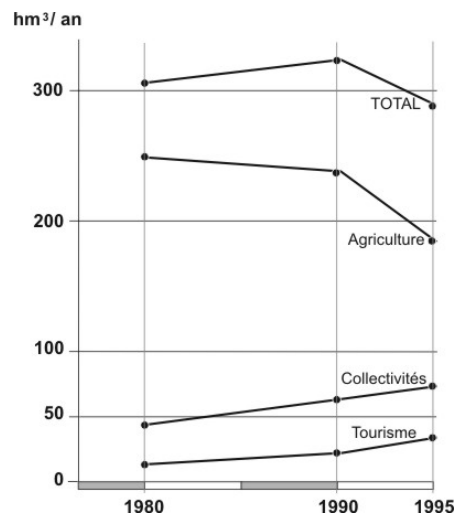
Figure 3-17. Evolution contemporaine de demandes en eau potable et en eau industrielle en France et dans son bassin méditerranéen



La décroissance de la part prise par l'agriculture irriguée –qui reste toutefois dominante–, au profit de la croissance des parts des collectivités et du tourisme, est une tendance contemporaine assez répandue en Méditerranée. Par exemple : aux Baléares

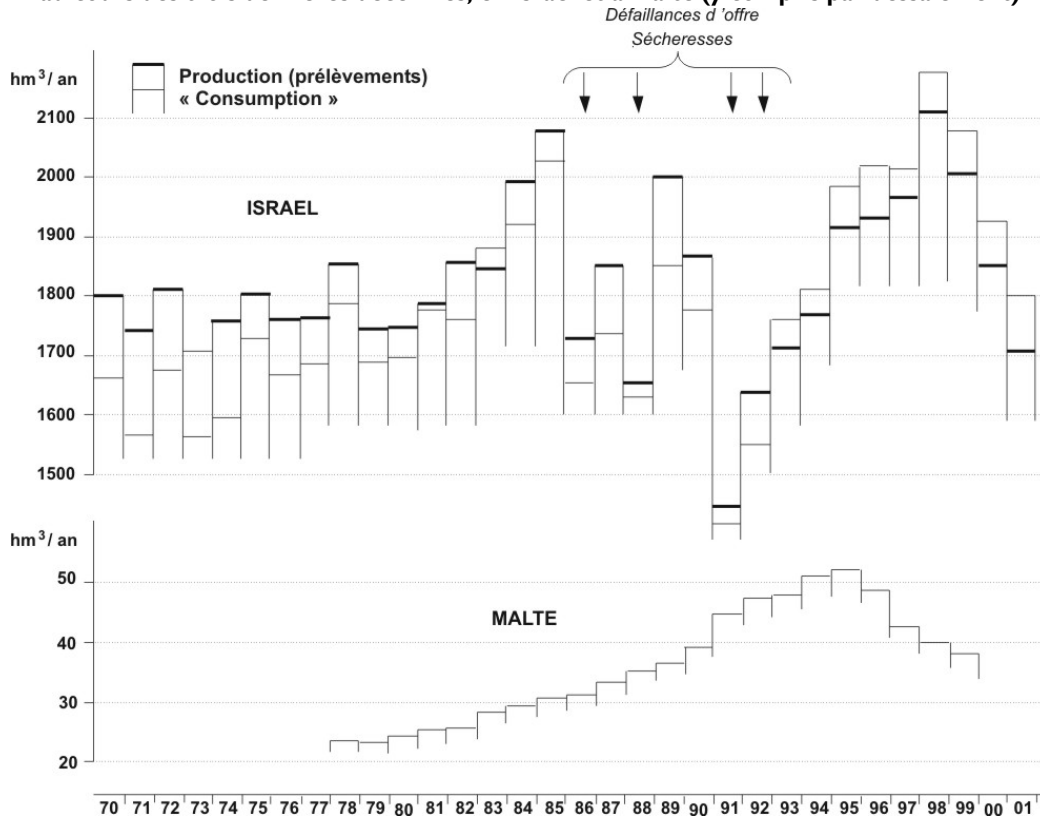
(Espagne) la part de la demande agricole est passée de 81,7 % à 63,2 % entre 1980 et 1995, alors que la part du tourisme a presque triplé dans le même temps (de 4,6 à 11,8 %), (Figure 3-18).

**Figure 3-18. Evolution contemporaine des demandes en eau totales et sectorielles dans les Baléares (Espagne)**



Source : CEDEX 2000, d'après Fayas et al. 1998.

**Figure 3-19. Evolutions des productions d'eau annuelles, pour toutes utilisations, au cours des trois dernières décennies, en Israël et à Malte (y compris par dessalement)**



Sources : Israël Water Commission, 1998 ; Malta, Water Service Corporation, Annual Report 1997-1998.



#### 4. QUELLES SONT LES QUALITÉS D'EAU DEMANDÉES ET LES QUALITÉS DES EAUX UTILISÉES ?

Les qualités d'eau demandées se déduisent des usages et de leurs normes : les principales exigences sont celles de l'eau potable (14 % du volume total d'eau utilisée dans le bassin méditerranéen à présent) dont les normes de qualité sont, en principe, les mêmes partout ; les qualités requises des eaux d'irrigation sont moins contraignantes –elles se rapportent surtout à la salinité– et ne font pas l'objet de normes, sauf dans le cas de réutilisation d'eau usée (en Israël, par exemple).

Dans les faits les qualités des eaux utilisées ne répondent cependant pas toujours à ces exigences. Malgré les efforts de traitement de potabilisation, les eaux distribuées pour l'alimentation humaine sont incomplètement conformes aux normes en vigueur, au moins temporairement sinon en permanence, que les défauts à corriger soient naturels ou imputables à des pollutions.

Dans la plupart des pays méditerranéens, les proportions des populations desservies par de l'eau ne respectant pas complètement les normes de potabilité (en teneur en nitrate, en salinité, ou en d'autres variables), en permanence ou temporairement, ne sont pas négligeables.

Par exemple :

- En France, en 1995, 58 % des populations desservies par des unités de distribution pour plus de 5 000 habitants (43 millions au total) ont reçu temporairement (parfois pendant plus d'un mois) de l'eau non conforme –surtout au plan des bactéries, des pesticides, des nitrates...– (Source : D<sup>ion</sup> générale de la Santé, in *"Etat de l'Environnement"*, IFEN 1999).
- En Turquie la qualité de l'eau potable n'était pas acceptable dans 12 % des échantillons contrôlés en 1997 (Source : OCDE 1999).

Dès à présent les statistiques de certains pays méditerranéens répartissent les quantités d'eau utilisées par classe de salinité, comme en Tunisie (en fonction des sources d'approvisionnement) : 26 % des eaux de surface captées, 90 % des eaux souterraines puisées dans les nappes phréatiques et 80 % de celles pompées dans les nappes profondes ont des salinités supérieures à 1,5 g/litre.

Ou encore sont chiffrées à part les quantités d'eau saumâtre utilisées, comme en Israël, où aux ressources en eau douce (1 620 hm<sup>3</sup>/an) sont ajoutées des ressources en eau saumâtre (328 hm<sup>3</sup>/an, dont 85 d'eaux fossiles du Néguev).

#### 5. COMMENT LES MÉDITERRANÉENS S'APPROVISIONNENT : AMÉNAGEMENT ET MOBILISATION DES EAUX

Les demandes en eau des méditerranéens ont été longtemps couvertes exclusivement par l'exploitation des eaux douces du milieu naturel. Elles le sont encore à présent pour l'essentiel (à 98 % probablement) (Cf. Tableau 3-10 : sources d'approvisionnement). Le captage des eaux régulières, superficielles ou souterraines, a été initialement le mode de mobilisation prédominant, suivant des techniques traditionnelles peu coûteuses en investissements et en énergie : prise d'eau pérenne en surface, captage de source, puisage ou captage par gravité d'eau souterraine peu profonde.

Cependant l'irrégularité des eaux superficielles méditerranéennes, jointe à la saisonnalité d'une grande partie des demandes –sensiblement déphasées par rapport aux régimes naturels–, voire à leur dépendance des aléas climatiques (irrigation de complément, surtout au Nord), ont très tôt entraîné la nécessité de disposer de stocks et motivé des aménagements régulateurs.

La mobilisation des eaux de surface irrégulières a pris une part croissante dans les sources d'approvisionnement de la plupart des pays méditerranéens. Elle est prépondérante en plusieurs d'entre eux.

D'autres objectifs ont, il est vrai, motivé l'aménagement de maîtrise des eaux irrégulières et ils ont même été prédominants dans les pays méditerranéens jusqu'à une époque récente : la production hydroélectrique, le contrôle des crues pour prévenir et atténuer les risques d'inondation. Encore aujourd'hui ces objectifs pèsent lourd dans les programmes de beaucoup d'aménagements hydrauliques à but multiple.

Par contre la navigation fluviale (ou par canaux) ne constitue à présent dans le bassin méditerranéen qu'un objectif d'aménagement restreint aux quelques fleuves majeurs qui constituent encore des voies d'eau (Nil, Rhône, Pô), où elle est surtout génératrice de nécessité de corrections ou de dragage et de contraintes (sur le Rhône entre Lyon et la mer : 8 barrages hydroélectriques, construits entre 1952 et 1978, et autant d'écluses). Cette utilisation in-situ, fut toutefois développée dans le passé, dans l'antiquité et jusqu'au Moyen-Age (sait-on, par exemple, qu'au début de l'Empire romain 4 500 km de cours d'eau étaient navigués en Italie ?), mais en nécessitant sans doute peu d'aménagement spécifique. Egalement peu de canaux, latéraux ou de liaison (à "point de partage") ; en France seulement le bassin méditerranéen est relié par canaux à des bassins atlantiques (Garonne, Seine, Rhin...).

### **5. 1. Sources d'approvisionnement naturelles : eaux superficielles et eaux souterraines**

Superficielles ou souterraines, telle est la répartition traditionnelle des eaux prélevées suivant leur origine, la plus pratiquée dans les statistiques nationales ou internationales. Elle n'est pas toujours exempte d'ambiguïté cependant : les eaux de source captées, les prélèvements d'eau dans les aquifères alluviaux en bordure de rivières, ne sont pas partout comptées de la même manière...

Globalement, dans le bassin méditerranéen les eaux prélevées actuellement (années 90) sont d'origine superficielle pour les 4/5 et d'origine souterraine pour 1/5. Ces parts sont cependant très variées suivant les pays, allant du « tout eau de surface » ou presque (Egypte) au « tout eau souterraine » (Malte, Territoires palestiniens, Libye) (Tableau 3-10 et Tableau 3-11). L'eau souterraine est la source d'approvisionnement dominante dans un pays sur trois, dans le bassin méditerranéen.

Les parts des sources d'approvisionnement varient aussi largement suivant les secteurs d'utilisation, dans chaque pays. Les statistiques disponibles ne fournissent cependant pas toujours des données actualisées cohérentes sur la répartition des prélèvements à la fois par secteur d'utilisation et par source d'approvisionnement. Quelques exemples sont donnés dans le Tableau 3-11<sup>3</sup>.

L'eau superficielle est la source d'approvisionnement exclusive, pour le secteur énergie et dominante pour l'agriculture et l'industrie dans le plus grand nombre de pays ; l'eau souterraine est la source la plus souvent dominante pour l'alimentation des collectivités.

---

<sup>3</sup> Un jeu complet des répartitions des quantités d'eau utilisées par source d'approvisionnement et par secteur dans chaque pays méditerranéen est donné dans le compendium statistiques du Plan Bleu (1999) déjà cité.

**Tableau 3-10. Sources d'approvisionnement en eau naturelles contemporaines des pays méditerranéens : parts des prélèvements d'eau superficielle ou d'eau souterraine (1995 ou année proche).**

Pays	Pays entiers		Bassin méditerranéen	
	Parts des prélèvements		Parts des prélèvements	
	Eau superficielle %	Eau souterraine %	Eau superficielle %	Eau souterraine %
Espagne	84	16	82	18
France	81	19	88	12
Italie	75	25	75	25
Malte	0	100	0	100
Slovénie	~ 78	~ 22	~ 67	~ 33
Croatie	~ 45	~ 55	~ 21	~ 79
Bosnie-Herzégovine	~ 70	~ 30	~ 20	~ 80
Serbie-Monténégro	~ 92	~ 8	~ 62	~ 38
Albanie	55	45	55	45
Grèce	58	42	58	42
Σ Nord	79	21	77	23
Turquie	83	17	57	43
Chypre	51	49	51	49
Syrie	87	13	74	26
Liban	69	31	69	31
Israël	31	69	4,5	95,5
Cisjordanie & Gaza	ε ~	100	ε ~	100
Σ Est	82,0	18	57	43
Egypte *	91	9	92	8
Libye	3	97	5	95
Tunisie	41	59	51	49
Algérie	46	54	69	31
Maroc	77	23	89	11
Σ Sud	81	19	87	13
Ensemble	80	20	79	21
Total km <sup>3</sup> /an	220	54	139	37

\* Prélèvements bruts (dont remobilisations).

**Tableau 3-11. Exemples de répartition cohérente des prélèvements suivant les secteurs d'utilisation et les sources d'approvisionnement dans quelques pays méditerranéens (en km<sup>3</sup>/an).**

Pays	Source d'approvisionnement \ Secteur d'utilisation	Collectivités	Agriculture	Industries non	Energie	Total
		(alimentation en eau potable)	(irrigation élevage)	desservies	(refroidissement des centrales thermiques)	
Espagne 1992	Eau souterraine	0,96	4,36	0,10	0	5,42
	Eau de surface	3,33	19,78	1,85	3,99	28,95
	autres	0,02	0,1	0	0	0,12
	Total	4,31	24,24	1,95	3,99	34,49
France 1999	Eau souterraine	3,63	0,89	1,55	0,05	6,12
	Eau de surface	2,27	2,29	2,16	19,45	26,17
	Total	5,90	3,12	3,71	19,5	32,2
Italie 1990	Eau souterraine	5,4	8,0	0,5	0	13,9
	Eau de surface	0,5	24,3	6,3	0	31,1
	Total	5,9	32,3	6,8	0	45,0
Turquie 1990	Eau souterraine	1,95	~ 3,8	0,55	0	6,3
	Eau de surface	3,19	~ 18,0	3,12	0	24,3
	Total	5,14	~ 21,8	3,67	0	30,6
Egypte 1992	Eau souterraine	1,56	1,11	ε	0	2,67
	Eau de surface	1,54	45,09	4,6	0	51,23
	autres	-	3,5	-	-	3,5
	Total	3,1	49,7	4,6	0	57,4
Tunisie 1995	Eau souterraine	0,16	1,40	0,06	0	1,62
	Eau de surface	0,15	0,45	0	0	0,60
	autres	0,01	0,03	0	0	0,04
	Total	0,32	1,88	0,06	0	2,26

NB. Pour certains pays, les données disponibles plus récentes sur la répartition par secteur (Cf. Tableau 13) ne permettent pas la répartition par source.

Sources : Espagne (MOPU, *Plan hidrológico nacional*, 1993), France (Ministère de l'environnement, *IFEN 2000*), Italie (Conférence de Dublin, 1992), Turquie (OCDE, 1993), Egypte (Abuzeid 1991), Tunisie (DGRE, 1996).

## 5. 2. Modalités de mobilisation : ressources régulières ou irrégulières

Que la source d'approvisionnement soit superficielle ou souterraine est le distinguo le plus simple mais non le plus significatif. Il paraît plus pertinent de répartir aussi les quantités prélevées suivant le mode de mobilisation et l'effort requis, qui dépendent essentiellement du caractère permanent ou irrégulier de la ressource –bien que les sources statistiques disponibles le rendent moins facile–.

Aujourd'hui trois modes d'exploitation des eaux sont pratiqués dans les pays méditerranéens, avec des importances relatives très variées au regard des nombres d'ouvrages, des productions unitaires, des parts prises aux productions totales, et aussi des conditions socio-économiques de mise en œuvre et de gestion. Ils s'accordent avec les trois types de ressource exploitable distingués au Chapitre 2 :

- les prises d'eau de surface régulière,
- les exploitations d'eau souterraine (phréatique ou profonde),
- la maîtrise des eaux de surface irrégulières, par barrages-réservoirs.

### 5.2.1 Prise d'eau de surface régulière

Les prises au fil de l'eau procèdent :

- soit par simple dérivation gravitaire, à proximité du lieu d'utilisation, ou tête de canal de longue distance permettant de dominer des terroirs étendus;
- soit par relèvement : parfois par des techniques traditionnelles peu consommatrice d'énergie et encore en service (comme les célèbres roues élévatrices mues par le courant sur l'Orontes, à Hama en Syrie) ; plus souvent à présent par pompage (comme les exploitations du Rhône pour irriguer la Camargue, en France).

Ces ouvrages sont très nombreux dans la plupart des pays méditerranéens. En Albanie, par exemple en 1995, 653 prises et 639 points de pompage captent 673 hm<sup>3</sup>/an pour les irrigations (Selenica 1998).

S'y rattachent le captage de sources sans modification de leur régime, en particulier celui des sources karstiques à débit abondant, qui existent dans de nombreux pays méditerranéens, pratiqué dès l'antiquité pour alimenter des villes –à commencer par Rome (la source Pitonia, via l'Acqua Marcia, aqueduc de 91 km, en -144) ou Nîmes (via le "Pont-du-Gard")– et encore aujourd'hui.

Sur les cours d'eau pérennes modestes, notamment au Sud, ou sur les sources, ces prises peuvent capter une grande partie, voire la totalité du débit local, ou une part convenue en fonction de la répartition des droits d'eau entre riverains.

Dans le cas des grands fleuves dont même les débits d'étiage sont abondants, les dérivations partielles peuvent donner lieu à des aménagements plus lourds et complexes, têtes de canaux primaires et de réseaux de transport d'importance régionale, comme les dérivations du Pô (canal Cavour, construit au XIX<sup>ème</sup> siècle, canal Emilie-Romagne (130 km) ouvert dans les années 80, qui dérive 68 m<sup>3</sup>/s ; l'ensemble des capacités de dérivation sur ce fleuve totalise 1 850 m<sup>3</sup>/s) ou du Rhône (prise du canal du Bas Rhône au Languedoc, complétée par une usine de pompage à la capacité initiale de 75 m<sup>3</sup>/s).

Les prises d'eau fluviale ne sont cependant pas toujours indépendantes d'aménagement régulateur, lorsque le fleuve sur lequel elles se branchent reste l'artère principale de la distribution : le cas du Nil en aval du réservoir d'Assouan en est le plus grand exemple. C'est aussi, dans une certaine mesure, le cas du Pô et de ses affluents alpestres soutenus par les aménagements régulateurs des grands lacs, qui permettent de mobiliser des réserves utiles totalisant 1,17 km<sup>3</sup>.

Tant qu'elles restent d'intérêt local, ces opérations sont généralement réalisées par des acteurs privés ou des collectivités (municipalité, communauté d'irrigants) directement utilisateurs et associées à des "droits d'eau". Par contre, dans les cas de dérivation fluviale majeure, le changement d'échelle, le poids des investissements, les objectifs souvent multiples, impliquent l'intervention d'opérateurs spécifiques, gestionnaires et distributeurs, généralement publics ou semi-publics.

### 5.2.2 Exploitation d'eau souterraine

Les aquifères assez accessibles et productifs dans le bassin méditerranéen se trouvent pour la plupart dans les régions les plus habitées : les plaines côtières ou intérieures et les vallées. Aussi leur exploitation est-elle très répandue et s'est-elle beaucoup développée dans les temps modernes.

Suivant l'accessibilité de l'eau souterraine et l'importance des ouvrages nécessaires, deux types d'exploitation sont à distinguer :

• **l'exploitation des nappes "phréatiques"**

Le plus souvent par puits ou forages peu profonds, requérant des investissements à la portée des usagers individuels ou de collectivités locales, équipés soit d'appareils de puisage traditionnels (à motricité humaine ou animale), tels que les norias ou les chadoufs égyptiens, voire d'éoliennes, mais à débit modeste, soit de pompes aujourd'hui généralisées, plus productrices mais plus coûteuses en énergie. Ce sont par excellence les modes d'approvisionnement de proximité, pour les utilisations domestiques, mais aussi pour beaucoup de collectivités, d'entreprises non desservies ou l'irrigation. Ils se sont multipliés au cours des dernières décennies et se comptent aujourd'hui en dizaines, voire centaines de milliers. Par exemple :

- en Tunisie le nombre de puits et forages d'exploitation est passé de 20 000 en 1960 à 110 000 en 1990 et 120 000 en 1997.
- au Maroc, en 1990, 215 000 ouvrages en zone rurale servaient à l'alimentation en eau potable ou à l'irrigation.
- en Espagne plus de 500 000 puits d'exploitation selon le PHN 1993.
- en Italie plus de 100 000 puits d'exploitation recensés dans la plaine du Pô dans les années 80.

Suivant les types d'aquifère les productions par ouvrage sont très variées. Elles s'échelonnent d'une dizaine à plus d'un millier de m<sup>3</sup>/heure (un record : 4 500 pour un puits à Milan équipé de drains rayonnants).

Des exploitations locales intensives d'aquifères alluviaux ou karstiques sont nombreuses dans le bassin méditerranéen. Quelques exemples parmi les plus massives :

- 77 m<sup>3</sup>/s dans l'aquifère du Delta du Nil,
- 60 m<sup>3</sup>/s dans les environs de Milan, au cœur de la plaine du Pô,
- plus de 10 m<sup>3</sup>/s dans la plaine de Mitidja pour l'alimentation d'Alger,
- 15 m<sup>3</sup>/s initialement dans la plaine côtière d'Israël (réduits aujourd'hui à une dizaine de m<sup>3</sup>/s),
- 18 m<sup>3</sup>/s initialement dans la Jeffara libyenne,
- 6 m<sup>3</sup>/s dans la plaine de Valence, en Espagne, en 1990.

Les coûts énergétiques de ces exploitations ne sont pas négligeables. Par exemple, en Israël les pompages d'eau souterraine consomment 8 % de la production électrique nationale (1995); en Espagne, selon le plan hydrologique national (1993), les pompages d'eau souterraine (5,5 km<sup>3</sup>/an au total) consomment environ 3 milliards de kWh/an.

Autre technique d'exploitation : les galeries captantes, requérant plus d'investissement –à la portée toutefois de communautés locales d'usagers– mais économes en énergie, connues et pratiquées depuis la plus haute antiquité, comme les *qanats* du Proche-Orient ou les *cuniculi* des Etrusques, et encore en fonction en quelques régions du Sud (*foggaras* du Maghreb) et même en Espagne depuis le Moyen-âge (*cimbras* d'Andalousie ou des Baléares). Cette technique est aussi adaptée au captage d'eau d'aquifère karstique (exemples en Espagne, en Italie, en Croatie...) ou volcanique (comme dans le massif de l'Etna, en Sicile, où une quarantaine de galeries produisent chacune plusieurs dizaines ou centaines de l/s). Ces "sources artificielles", difficiles à vanner, ont cependant pour inconvénient de ne pas moduler leur production et de saigner en permanence les aquifères, et pour avantage de ne pouvoir les "surexploiter", mais elles ne permettent aucune gestion des stocks.

Sont encore une forme d'exploitation d'eau souterraine, les captages de source régulateurs du régime de leur écoulement (étiage augmenté, hautes eaux atténuées) en agissant sur la réserve : soit en faisant varier le niveau d'émergence –exemple des sources du Gharb, dans la vallée de l'Orontes, en Syrie–, soit par pompage saisonnier

dans le réservoir –exemple de la source du Lez, pratiqué depuis une vingtaine d'années, pour l'alimentation de Montpellier, en France (20 m<sup>3</sup>/s en moyenne)–.

Ces prélèvements d'eau souterraine sont parfois des modes indirects de prise d'eau de surface lorsqu'ils exploitent des nappes alluviales en bordure de cours d'eau permanent en provoquant la "réalimentation induite" de l'aquifère : ce cas est fréquent au bord des fleuves méditerranéens majeurs. Ils peuvent aussi participer à une "remobilisation" lorsqu'ils exploitent une nappe suralimentée par les irrigations : c'est le cas dans le delta du Nil où les 9/10 du volume d'eau souterraine prélevée provient des retours d'eau d'irrigation infiltrée (ordre de 4 km<sup>3</sup>/an).

L'exploitation de nappes phréatiques peut en outre être "dopée" par recharge artificielle renforçant la ressource exploitable : il s'agit alors plutôt d'une forme particulière de régulation d'eau de surface, mettant à profit la capacité d'un aquifère (Cf. infra).

- **L'exploitation de nappes profondes**

L'exploitation de ces nappes pour la plupart captives, plus localisée dans quelques secteurs favorables, nécessite des forages plus profonds (plusieurs centaines de m à plus de 1 000 m), mais peut bénéficier de jaillissement initial (avantage économique) cependant temporaire, d'autant plus lorsque les forages se multiplient. Cette exploitation est développée principalement dans les pays du Sud : Egypte, Libye, Tunisie (plus de 2 500 forages profonds, selon Hamdane 1995), Algérie (2 180 forages profonds réalisés au Sahara, selon Latrech, 1997), mais surtout hors du bassin méditerranéen. Épuisant en partie des réserves non renouvelables, elle n'est pas durable à long terme, à l'instar de toute exploitation minière.

Sa réalisation est beaucoup moins à la portée d'usagers particuliers, mais plutôt à celle d'entreprises (industrie, mine, exploitation pétrolière) ou de promoteurs publics de développement assisté.

Cette exploitation peut-être la source de transfert, notamment au profit du bassin méditerranéen, comme en Libye le Great Manmade River Project, basé sur des productions à terme de 2,2 km<sup>3</sup>/an par 1 300 forages pour l'ensemble des phases.

### 5.2.3 Maîtrise des eaux de surface irrégulières

#### La récolte de la pluie

Le premier degré est sans doute la collecte locale et ancestrale d'eau "pluviale", facilitée par des structures construites associées aux habitations comme l'*impluvium* et le *compluvium* des maisons romaines –ou leurs devanciers crétois et étrusques–, ou encore par traitement du sol, puis le stockage en citerne. Ces aménagements rustiques répandus dans la plupart des pays méditerranéens, à usage domestique ou pastoral, sont encore en service : par exemple les "*lagognes*" du Languedoc en France, les *majels* et *fesguias* en Tunisie ou les "*redir*" du Maroc, notamment dans les zones dépourvues d'eau souterraine accessible ou consommable.

Il ne s'agit cependant pas là de la mobilisation d'une ressource indépendante, puisqu'elle détourne de l'eau en tête des circuits d'écoulement.

#### Les barrages

Barrer un cours d'eau pour créer dans sa vallée noyée un réservoir d'accumulation, et non pas seulement pour faciliter une dérivation, est la technique essentielle de régulation et l'opération la plus structurante de l'aménagement des eaux. Ces ouvrages d'art, qui doivent prendre de la hauteur –ils sont communément qualifiés "grands" à partir de 10 m–, ont aussi leurs ancêtres : des barrages-poids ont été édifiés dans le

bassin méditerranéen dès avant notre ère (en Egypte, en Grèce, en Syrie) ou au début de celle-ci (en Espagne) et c'est en France, à Glanum en Provence, que le premier barrage-voûte aurait été construit sous Agrippa (I<sup>er</sup> siècle). Mais c'est surtout au XX<sup>e</sup> siècle que la construction de barrages a pris un essor généralisé dans tous les pays méditerranéens.

Dans le bassin méditerranéen, ces aménagements ont été amorcés dès les années 30 et 40, en Espagne et en Italie surtout, avec une finalité d'abord essentiellement hydroélectrique; ils se sont multipliés dans la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, principalement au cours des décennies 60 et 70, dans la plupart des pays, particulièrement en Espagne, France, Italie, Grèce, Albanie, Turquie, au Maghreb et en Egypte (Figure 3-20), avec des objectifs plus variés souvent multiples : irrigation, alimentation en eau potable, sécurité.

Au seuil du XXI<sup>ème</sup> siècle près de 1 200 barrages grands ou moyens (à retenue supérieure à dix millions de m<sup>3</sup>) sont en service dans l'ensemble de ces pays ; les volumes retenus cumulés dépassent 420 milliards de m<sup>3</sup> dont trois réservoirs géants, deux sur l'Euphrate en Turquie (Ataturk et Keban) et un en Egypte (Assouan, seul dans le bassin méditerranéen), forment à eux seuls plus de la moitié –57 %–, avec 243 km<sup>3</sup>.

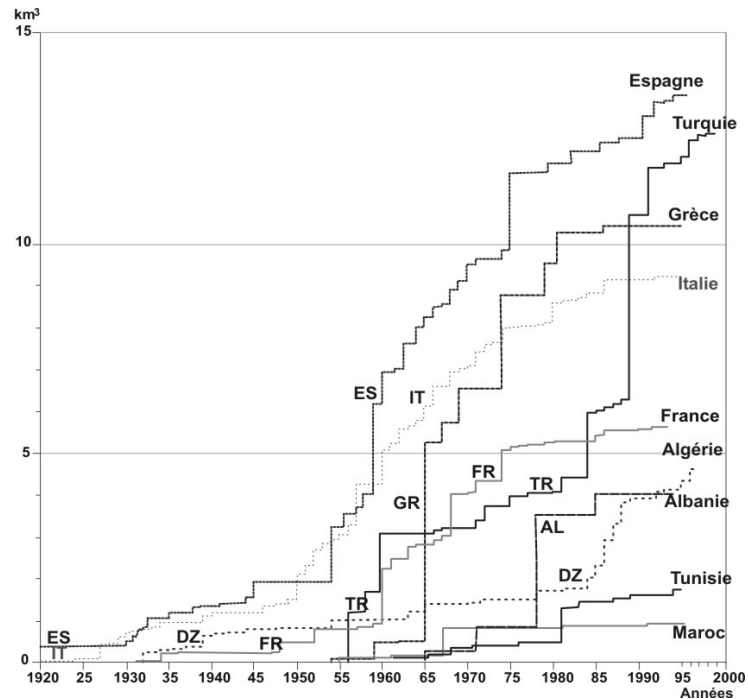
Dans le bassin méditerranéen on dénombre actuellement au moins 500 grands barrages et 230 km<sup>3</sup> de retenues cumulées (Tableau 3-12 et Figure 3-21). L'équipement actuel en barrages est le plus développé –dans l'absolu, par le volume total des retenues, et par rapport au potentiel constructible– en Espagne, Italie, France, Egypte, et au Maghreb.

Les retenues aménagées dans le bassin méditerranéen permettent de régulariser une centaine de km<sup>3</sup>/an en année moyenne. Peu de réservoirs de grande capacité (>1 milliard de m<sup>3</sup>) pourtant : 3 en Espagne, 1 en France, 1 en Albanie, 2 en Grèce, 3 au Maroc, 7 en Turquie et un seul géant dans le bassin méditerranéen : le lac Nasser, retenue du barrage d'Assouan sur le Nil (164 km<sup>3</sup>). Aussi, les capacités régulatrices inter-annuelles de ces retenues sont limitées, notamment face à des sécheresses et déficiences d'apport durant plusieurs années consécutives ; leur rôle est essentiellement la régulation inter-saisonnière, aussi dans les cas fréquents où plusieurs demandes, également saisonnières mais déphasées (irrigation, production hydroélectrique plus forte en hiver...), sont en compétition, la gestion des réservoirs doit composer.

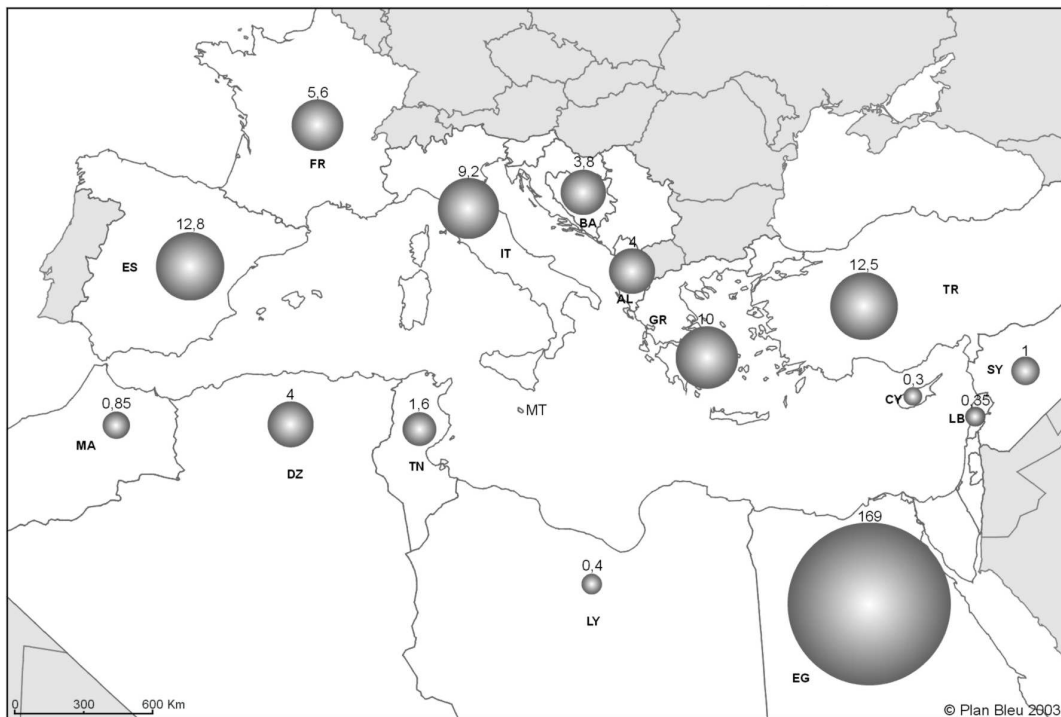
Les réservoirs d'accumulation ne sont pas seulement régulateurs mais aussi "consommateurs" par l'évaporation à laquelle sont soumis les plans d'eau des retenues : l'évaporation potentielle dépasse 1 m/an dans la plus grande partie du bassin méditerranéen et même 2 m dans le Sud de l'Egypte. La superficie des "lacs de barrage" dans les pays les plus équipés n'est pas négligeable : 150 km<sup>2</sup> dans le bassin méditerranéen de la France, 719 km<sup>2</sup> dans celui d'Espagne, 5 000 km<sup>2</sup> pour le lac Nasser (au niveau de 175 m), en Egypte, dont l'évaporation consomme 10 km<sup>3</sup>/an en moyenne (2 m/an). Sans aller jusqu'au cas extrême de l'"autophagie", ces pertes réduisent de manière appréciable les rendements de nombreux réservoirs : par exemple à Assouan elles s'élèvent à 13,5 % du débit régularisé du Nil.



**Figure 3-20. Croissance des capacités cumulées des réservoirs de chaque pays, dans le bassin méditerranéen, au cours du XX<sup>e</sup> siècle (bassin du Nil non compris)**



**Figure 3-21. Volumes des réservoirs aménagés dans les bassins méditerranéens de chaque pays**



Ces consommations de l'aménagement des eaux sont cependant inégalement évaluées et prises en compte dans les pays méditerranéens (Cf. supra 3).

La localisation de ces aménagements est assujettie à de fortes contraintes de site, tant pour les ouvrages que pour les retenues. Aussi, en sus des dérivations des cours d'eau qu'ils régularisent, plus ou moins en aval, sont-ils –beaucoup plus que les autres modes de mobilisation– les points de départ d'adductions ou de canaux primaires transportant parfois d'importants débits sur de longues distances (avec des contraintes de niveau dans les réservoirs).

Dans certains cas, ces prises directes sur un réservoir se font par pompage : par exemple la prise récente du canal de Tochka sur le réservoir d'Assouan, en Egypte (capacité installée : 5,5 km<sup>3</sup>/an).

La conception, la réalisation et la gestion des grands (ou moyens) barrages qui constituent les pièces maîtresses de "l'équipement hydraulique" de chaque pays relèvent généralement de la puissance publique du fait du poids des investissements impliqués et des objectifs visés (politique énergétique-hydroélectricité- et agricole-irrigation, voire alimentation en eau urbaine).

A côté de ces grands ouvrages une nouvelle génération de petits ouvrages d'intérêt plus local, dénommés souvent "lacs collinaires", se développe dans plusieurs pays méditerranéens; ils sont déjà nombreux en Italie, en Turquie, en Algérie, en Tunisie, par exemple (Tableau 3-13).

**Tableau 3-12. Barrages et réservoirs dans les pays et les bassins méditerranéens**  
(statistique limitée en général aux retenues de capacité > 10 hm<sup>3</sup>).

Pays	Dates	Nombre	Capacité cumulée km <sup>3</sup> a	Débit régularisé en année moyenne km <sup>3</sup> /an	Références
Espagne bassin méd.	96	300 b	52,7 b	39	Libro blanco 1998
	96	~ 80 b	~ 12,8 b		
France bassin méd.	96	155	11,8	~ 5	IFEN 1996
	95	65	5,6	~ 3,5	MATE 1999
Italie	96	145	9,2	~ 4	? OIE / IFEN 1996
Bosnie-	91	29	3,85		Féd. Institut de Stat. 1998
Albanie	99	5	3,985	-	Selenica 2000
Grèce	96	12	10,4	~ 4	? OIE / IFEN 1996
Turquie bassin méd.	95/98	168/193 g	127,9		DSI 1995
	95	48	12,5	~ 5	?
Chypre	98	29	0,3	0,12 / 0,15	Ministère de Agriculture
Syrie bassin méd.	95	142	16,2	~ 10	? FAO 1997
	95	50	0,97	~ 0,4	?
Liban	94	2	0,35	~ 0,2	? FAO 1996
Israël	95	1	0,67 c	-	
Egypte	94	10	169 d	~ 74	f FAO 1995
Libye	98	16	0,39	0,06	Salem 1999
Tunisie	98	21	1,6	1,07	Ministère de l'Agriculture
Algérie	99	44 e	4,15	2	Ministère des ressources
Maroc bassin méd.	97	90	14,3	~ 7	Jellali 1995
	97	9	0,85		

Notes

a. Capacités initiales

b. En comptant les réservoirs < 10 hm<sup>3</sup> : 1024 retenues, total 53,8 km<sup>3</sup> (56,1 km<sup>3</sup> avec les barrages en construction ; dans le bassin méditerranéen : 278 retenues, total 13,1 km<sup>3</sup> (14,4 avec les barrages en construction).

c. Volume de stockage interannuel mobilisable du lac Kinnereth.

d. Dont réservoir d'Assouan 164.

e. 110, en comptant sans doute les petites retenues (Bengueddach 1999).

f. Débit réparti entre Egypte et Soudan.

g. Plus 900 "petits barrages".

**Tableau 3-13. Retenues collinaires dans quelques pays méditerranéens**

Pays	Date	Nombre d'ouvrages	Capacité cumulée hm <sup>3</sup>
Italie	1984	7 253	224
Albanie	1999	653	558
Turquie	1991	765	-
Syrie	1997	160	-
Algérie	1994	850	100
Tunisie	1999	550	75

NB : les critères de ces statistiques ne sont sans doute pas homogènes.

Ces simples digues en terre peu élevées et retenues de capacité modeste (10 000 à 100 000 m<sup>3</sup> pour la plupart) servent surtout pour l'irrigation à des communautés d'agriculteurs locales, qui les prennent en partie directement en charge ; parfois aussi à la pisciculture. Même si leur ensemble n'apporte encore qu'un appoint mineur à la

maîtrise des eaux, en comparaison de la "grande hydraulique", ces opérations impliquent davantage les utilisateurs et les possibilités de leur développement sont notables dans le bassin méditerranéen. Elles peuvent aussi se relier aux aménagements locaux de contrôle des crues favorisant la recharge artificielle de nappes souterraines comme cela se pratique déjà en Tunisie. (Cf. Encadré 3-3).

**Encadré 3-3. La recharge artificielle en Tunisie**

Expérimentée à partir des années 70 pour compenser les effets de surexploitations de nappes phréatiques, la recharge artificielle d'aquifères principalement alluviaux s'est aujourd'hui développée dans une dizaine de plaines intérieures ou côtières, à partir d'eaux de surface régularisées par des barrages de différentes tailles, suivant deux procédés :

- Recharge par les lits des oueds de lachures des retenues. Par exemple dans la plaine de Kairouan, les retenues des oueds Marguellil et Zeroud ont permis des recharges de 40 hm<sup>3</sup>/an, avec des rendements de 60 à 80 % des volumes d'eau de surface lâchées.
- Recharge par bassin ou par puits à partir d'eau dérivée de retenue ou d'eau usée.

Au cours des années 1992 à 1995, les volumes totaux de recharge artificielle d'aquifères de plaine en Tunisie se sont régulièrement accrus, passant de 23 à près de 60 hm<sup>3</sup>/an.

Il est projeté de porter ces volumes à 200 hm<sup>3</sup>/an en 2030.

(Référence : R. Khanfir, 1996)

Les fonctions bénéfiques des grands réservoirs et la mobilisation des eaux sauvages, qu'ils ont permis, n'ont pas été sans contreparties, souvent minimisées et inégalement compensées à l'origine, mais davantage pris en compte aujourd'hui dans les critères de faisabilité, voire arguments d'opposition à leur principe...: conséquences de l'emprise des retenues (pertes de sols cultivés, déplacement de population), impacts de l'artificialisation du régime et de la réduction de débit des cours d'eau à l'aval, voire effets sanitaires... On reviendra au Chapitre 5 sur ces impacts, qui participent des pressions de l'utilisation des eaux sur l'environnement.

**Pour ou contre les barrages ?**

L'opportunité des aménagements par barrage (grand surtout) est un sujet contemporain de débat (Cf. notamment les travaux de la Commission Mondiale des Barrages [novembre 2000]) voire de polémique, entre partisans et adversaires souvent partiels qui opposent les bienfaits et les méfaits de ces ouvrages en général plus qu'à propos de cas précis, et qui écartent ou au contraire exagèrent l'efficacité "d'autres options"...

Faut-il rappeler que dans le contexte méditerranéen il n'est pas possible de se passer des ressources en eau irrégulières (Encadré 3-4 et Tableau 3-14). Aussi, la vraie question est de savoir quelle part de ces ressources on veut et on peut mobiliser et utiliser et comment ? Les solutions de recharge aux réservoirs d'accumulation petits ou grands –ou de relais après dépérissement de leur capacité– ont rarement des performances du même ordre de grandeur. Se passer des barrages ou réduire leur rôle –la nature y contraindra de toute façon à long terme (Cf. infra 5.4)– c'est nécessairement déplacer l'effort d'aménagement des ressources vers l'aménagement et la réduction des demandes, beaucoup plus que vers des formes "alternatives" de maîtrise des eaux irrégulières.

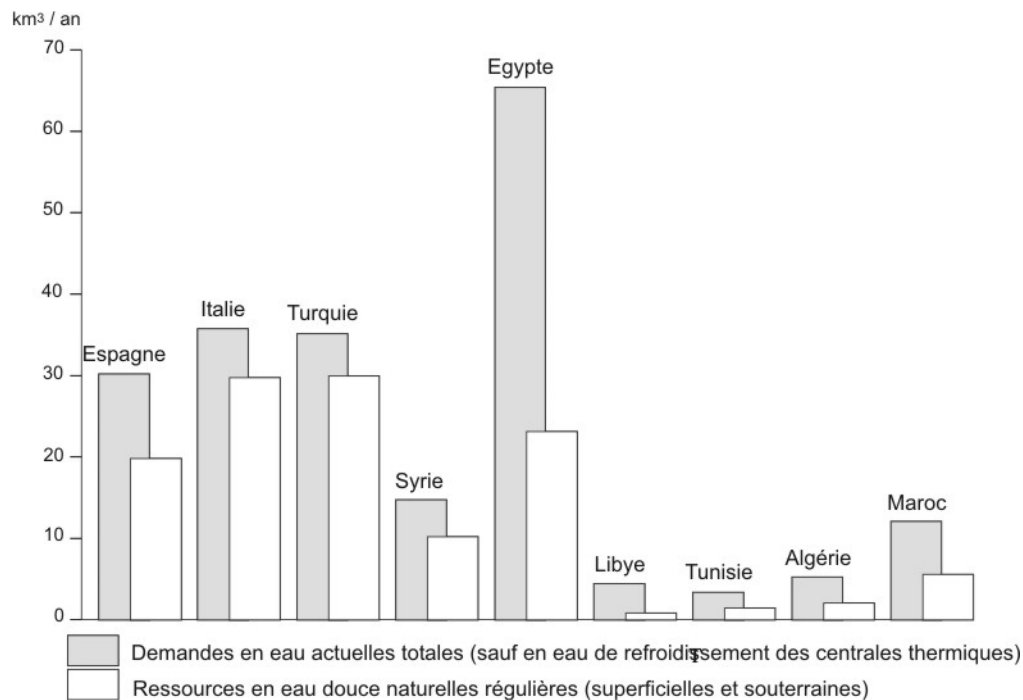
**Encadré 3-4. Si les barrages étaient levés...**

Dans le bassin méditerranéen, les demandes en eau présentes –sans compter celles du secteur de l'énergie : refroidissement des centrales et hydroélectricité, très peu consommatrices– sont, dans la plupart des pays, très supérieures aux ressources en eau régulières (y compris celles d'origine externe), même en moyenne annuelle (Tableau 3-14 et Figure 3-22). Il est clair que les demandes ne pourraient être satisfaites que très partiellement si elles ne devaient recourir qu'à ces seules ressources, même par le captage total de celles-ci, au prix de conséquences environnementales désastreuses (ruptures de continuité de la plupart des cours d'eau, destruction de nombreux écosystèmes) et au risque de surexploitation généralisée des nappes souterraines.

Par ailleurs, l'écart entre demandes et ressources régulières estimées exploitables, est généralement trop grand pour imaginer que la réduction même notable des demandes (néanmoins souhaitable et possible dans une certaine mesure) puisse suffire pour établir un équilibre.

Aussi le recours à la mobilisation des ressources en eau irrégulières, donc à leur régulation par des réservoirs, est-il une nécessité évidente dans le bassin méditerranéen ; c'est seulement là où il est impraticable ou insuffisant que d'autres solutions d'approvisionnement sont mises en œuvre (exploitation de ressources non renouvelables, transferts, réutilisation...). De toute façon, la maîtrise et la mobilisation des ressources en eau irrégulières est le meilleur moyen de limiter la pression sur les ressources régulières dont la préservation est de plus en plus sujette à des contraintes environnementales.

**Figure 3-22. Demandes en eau totales actuelles comparées aux ressources en eau douce naturelles régulières (superficielles et souterraines) dans plusieurs pays méditerranéens...**



La **recharge artificielle** de nappe souterraine est encore un moyen de régulariser des eaux de surface, qui sont la principale source d'eau utilisée à cette fin –même si elle s'inscrit aussi parfois dans une filière de réutilisation d'eau usée (en Israël, par exemple)–. Elle procède par puits d'injection ou bassins d'infiltration et peut-être couplée avec une retenue superficielle dont elle "agrandit" en quelque sorte la capacité.

**Tableau 3-14. Ressources en eau régulières et demandes en eau totales présentes (1995 ou ~) dans le bassin méditerranéen**

Pays dans le bassin méditerranéen	1		2		Ratio 2/1	Solutions prioritaires pour compenser l'insuffisance de ressources en eau régulières
	Ressources en eau naturelles régulières estimées (superficielles et souterraines, internes et externes) en année moyenne		Demandes en eau totales actuelles (sauf celles du secteur énergie)			
	km <sup>3</sup> /an	a	km <sup>3</sup> /an	b	%	c
Espagne	10		97	14,8	148	barrages et transferts
France	35		99	4,6	13	barrages et transferts
Italie	30		93	35,8	120	barrages
Albanie	5		95	1,4	28	
Grèce	~ 10		97	8,7	87	barrages et transferts
Turquie	~ 20		95	11,7	58	barrages
Chypre	0,3		98	0,32	107	barrages et transferts
Syrie	2,5		95	2,8	112	barrages
Liban	2,5		96	1,3	52	
Israël	0,7	d	96	2	285	transferts
Egypte	23	e	95-96	65,5	285	barrages
Libye	0,6		98	2,24	373	exploitation minières eau souterraines
Tunisie	~ 1		96	2,27	227	barrages et transferts
Algérie	~ 2,25		90 ~	3,6	160	barrages
Maroc	1,4		96	1,3	93	barrages et transferts

Notes du Tableau 3-14.

a. Somme des débits d'étiage moyen des cours d'eau, plus écoulements souterrains naturels non collectés par les cours d'eau (ressources renouvelables).

b. Somme des prélèvements des secteurs collectivités, agriculture et industries non desservis (centrales thermiques et hydroélectricité exclues).

c. Ce que serait l'indice d'exploitation théorique si les demandes étaient couvertes exclusivement par les ressources en eau régulières.

d. Sans importation NWC.

e. Avec le Nil non régularisé.

**Conclusion:** Dans la plupart des pays méditerranéens les demandes en eau sont supérieures, souvent de beaucoup, aux seules ressources régulières, même en année moyenne (Figure 3-22).

Elle est pratiquée dans différents pays méditerranéens (Israël, Italie, Grèce, Maroc, Tunisie...) où elle a d'abord visé la restauration d'équilibre rompu par surexploitation (par exemple dans l'aquifère côtier d'Israël où 90 à 135 hm<sup>3</sup>/an sont injectés depuis 1964, ou en Italie près de Bologne), mais permet aussi d'accroître la production d'eau souterraine.

Le jumelage de réservoirs superficiels locaux de volumes limités (retenues collinaires) mais efficaces pour stocker l'eau de ruissellement local à court terme, et de la recharge d'aquifère, où l'eau est mieux à l'abri des pertes par évaporation, mais qui requiert plus de temps, est un type d'aménagement des eaux intégré, capable de compenser en partie le dépérissement des réservoirs sous l'effet de l'envasement (infra, 6). Il est appelé certainement à se développer dans le bassin méditerranéen, comme c'est déjà le cas en Tunisie (Encadré 3-3).

La typologie des modalités de mobilisation des eaux qui viennent d'être parcourues est plus pertinente que la répartition classique des sources d'approvisionnement conventionnelles entre eaux de surface et eaux souterraines (Cf. Tableau 3-4), notamment du point de vue socio-économique.

Le Tableau 3-15 tente d'esquisser la répartition des productions d'eau actuelles suivant cette typologie, par pays ou dans le Bassin méditerranéen, dans la mesure où les informations disponibles le permettent.

De telles répartitions seraient plus instructives en les croisant avec les secteurs d'utilisation (comme le Tableau 3-11 l'a tenté pour les sources d'approvisionnement), cependant les statistiques disponibles le permettent rarement pour l'ensemble des secteurs d'un pays.

Un exemple relatif au secteur de l'irrigation en Tunisie (en 1998) :

Mobilités de mobilisation	Prélèvement en hm <sup>3</sup> /an	%
Captage de source et prises au fil de l'eau	70	3,2
Barrages et lacs collinaires	570	26,1
Puits (nappes phréatiques)	745	34,1
Forages (nappes profondes)	774	35,5
Eau usée	25	1,1
Total	2 184	100

Source : Ministère de l'Agriculture 1999.

**Tableau 3-15. Productions d'eau des pays méditerranéens répartiées par mode de mobilisation des ressources conventionnelles**

Pays	Date	Prélèvements répartis par mode de mobilisation en km <sup>3</sup> /an				Total
		Prises d'eau de surface régulière (avec captage de source)	Exploitation d'eau souterraine		Régulation d'eau de surface irrégulière (barrages)	
			nappes phréatiques	nappes profondes		
Espagne bassin méd.	1993	10,6 5,27	5,4 3,2		21,0 11,17	37,0 19,7
France bassin méd.	1994	~ 30 ~ 13	~ 4,8 2	~ 1,2 0	~ 4,6 3,1	40,67 18,13
Italie	1993	30,2 (sources ~ 3,3)	10,4		~ 4 ?	44,6
Malte	1998	ε (0,0004)	0,025	0	ε	0,025
Slovénie	1996	0,06	0,28	0	ε	0,34
Albanie	1995	0,67	0,63	0	~ 0,1	1,4
Grèce	1997	~ 3	~ 2,7	0,3 ~	~ 2,7	8,7 OCDE
Turquie bassin méd.	1997 1995	~ 9,5 ? ~ 2,3 ?	6 4,8		~ 20 ? ~ 4 ?	35,5 11,1
Σ Chypre	1998	ε	0,2	-	~ 0,1	0,30
Syrie	1993	~ 4	1,8		8,2	14
Liban	1996	0,9	0,4	0	ε	1,3
Israël	1997	~ 0,6	1,02	ε	0 c	1,62+01
Territoires palestiniens W-Bank		ε	0,17	0	0	0,17
Gaza		0	0,15	0		0,13
Egypte	1995	21,5 e	4,5	0,9 d	33,5	60,4
Libye	1998	~ 0,1	1,35	3,0 d	0,03 à 0,04	4,46+03
Tunisie	1996	0,085	0,7	0,95 d	1,10	2,83
Algérie	2000	~ 0,2 ?	1,7	1,7 d	~ 1,2	~ 4,8
Maroc bassin méd.	1996	1,9 ~ 0,13	2,35 0,2	0,25 0	7 1	11,5 1,33

Notes :

a. Dans l'état des statistiques disponibles, ce tableau comporte quelques hypothèses.

b. Espagne : données du PNH pour 1993, comptant des "usos non consuntivos".

c. Israël : non compris la régulation par le lac Kinnereth.

d. Y compris exploitation de ressources non renouvelables.

e. Egypte : y compris remobilisation des retours d'eau au Nil, régularisé, et aux aquifères alluviaux (~ 11,3 km<sup>3</sup>/an).

### 5. 3. Emergence des sources d'approvisionnement non conventionnelles

Déjà évoquées au Chapitre 2 à propos des "nouvelles ressources", les productions d'eau dites "non conventionnelles" –régénération d'eau usée appropriée à sa réutilisation, dessalement d'eau saumâtre ou d'eau de mer– ne constituent encore qu'une source d'approvisionnement globalement minime dans le Bassin méditerranéen, mais non négligeable en quelques pays qui exploitent au maximum leurs ressources conventionnelles (Israël, Egypte) et même majeure dans un cas extrême (Malte).

Les estimations rassemblées dans le Tableau 3-4 (colonnes ad hoc) se récapitulent comme suit pour le Bassin méditerranéen :

Sous-région	Productions non conventionnelles actuelles en hm <sup>3</sup> /an		
	Dessalement	Réutilisation d'eau usée	
Nord	153	198	
Est	55	289	(1)
Sud	151	789	(2)
Ensemble	359	1 276	

1. En Israël pour l'essentiel.

2. En Egypte principalement, plus 12 600 hm<sup>3</sup>/an d'eau de drainage réutilisée.

Ainsi globalement environ 306 millions de m<sup>3</sup> d'eau douce produites par dessalement et près de 1 300 millions de m<sup>3</sup> d'eau usée sont utilisés annuellement à présent dans le Bassin méditerranéen, sans compter la réutilisation d'eau de drainage, beaucoup plus massive, en Egypte. Ces sources d'approvisionnement sont en voie de croissance appréciable, relativement plus forte que les mobilisations de ressources conventionnelles dans plusieurs pays du Sud et de l'Est (Tunisie, Egypte, Chypre, Israël, Gaza) et elles prendront une part croissante aux offres au XXI<sup>ème</sup> siècle, comme on le verra en II<sup>ème</sup> partie.

#### 5. 4. Transports et transferts

Comme ailleurs dans le monde, les méditerranéens ont généralement fondé leurs premiers établissements en fonction de la proximité de l'eau. Mais l'évolution des modes de vie, l'urbanisation, l'attraction littorale, le développement de l'irrigation, ont progressivement disjoint la géographie des demandes en eau de celle des ressources, rendant le transport de l'eau aussi nécessaire que son aménagement dans le temps par le stockage.

Dès l'antiquité, des adductions d'eau sur de longues distances ont été réalisées dans le Bassin méditerranéen pour amener l'eau à des villes :

- Les aqueducs de Rome sont l'exemple le plus spectaculaire : construits de 312 BC (Aqua Appia) à 224 AC (Aqua Alexandriana), ils totalisent près de 500 km et ont débité jusqu'à 13,5 m<sup>3</sup>/s (plus d'un million de m<sup>3</sup>/j).
- L'aqueduc romain de Carthage était long de 132 km.
- Dans la Gaule Romaine, les aqueducs de Lyon totalisaient près de 200 km et débitaient 75 000 m<sup>3</sup>/j ; celui de Nîmes transportait 20 000 m<sup>3</sup>/j sur 50 km.

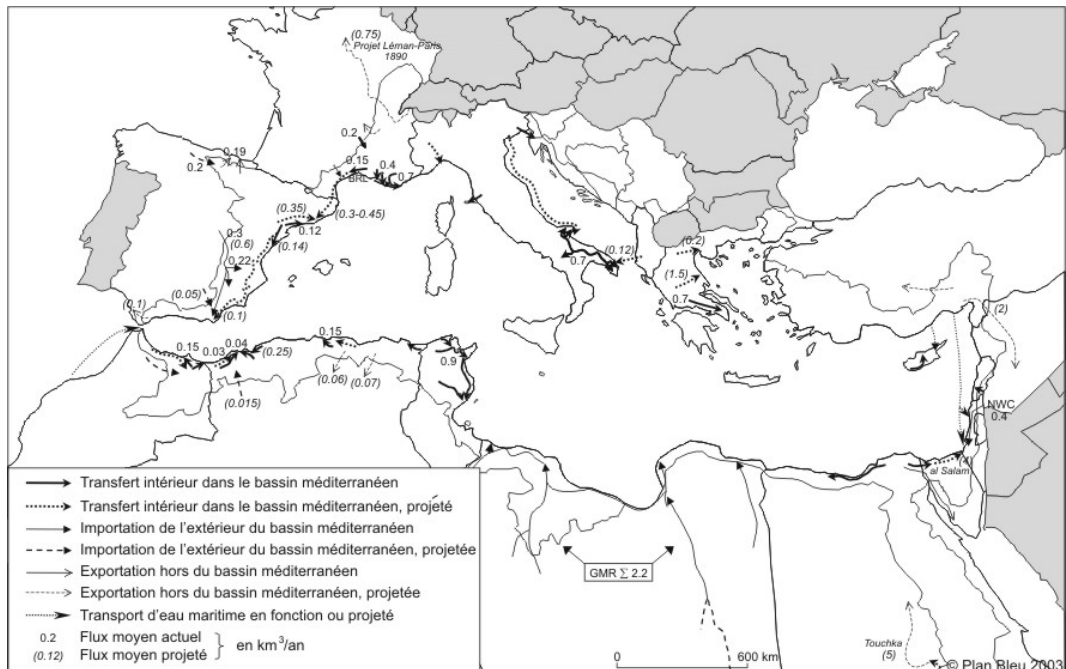
L'irrigation a aussi nécessité dès le début de son développement –en Egypte, en Palestine, en Etrurie,... – des canaux primaires à longues têtes-mortes, alimentant de véritables réseaux hydrographiques artificiels.

Les transports d'eau ont changé d'échelle dans les temps modernes. Les croissances urbaines ont allongé les distances et amplifié les volumes des adductions d'eau potable. Nombre des 130 villes actuelles de plus de 100 000 habitants du bassin méditerranéen sont tributaires de sources d'approvisionnement situées à plus de 50 km, et beaucoup doivent faire appel à des ressources extérieures aux bassins où elles se situent. A présent, pour "irriguer" quelques centièmes du territoire d'un pays, intensivement cultivés et habités, on doit capter les ressources produites sur des espaces au moins dix fois plus étendus. La concentration littorale amplifie tout particulièrement les pressions sur les ressources en eau des arrière-pays et motive des transports déjà réalisés en plusieurs pays (Espagne, France, Grèce, Israël, Libye...).

Dans la plupart des pays méditerranéens, les plans d'aménagement des eaux donnent une place importante à la correction des inégalités de répartition régionale des ressources en eau par des transferts entre régions ou bassins "excédentaires" et "déficitaires" en eau, qui instaurent une sorte de "péréquation" des ressources inter-

régionale très caractéristique de l'approche par l'offre, et qui constituent des facteurs structurants de l'aménagement du territoire. Partout, de l'Espagne à Israël, de l'Égypte au Maroc, ces transferts sont très généralement le premier mouvement des aménageurs et la solution mise en œuvre en priorité pour pallier les pénuries d'eau structurelles qui menacent certaines régions (Figure 3-23).

**Figure 3-23. Principaux transports et transferts d'eau actuels ou projetés dans le bassin méditerranéen.**



- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. Transfert intérieur dans le bassin méditerranéen   | 2. id. projetée |
| 3. Importation de l'extérieur du bassin méditerranéen | 4. id. projetée |
| 5. Exportation hors du bassin méditerranéen           | 6. id. projetée |
| 7. Transport d'eau maritime en fonction ou projeté    |                 |

Des transferts peuvent être "importateurs" pour le bassin méditerranéen. Par exemple :

- En Espagne, le "Trasvase" du Tage aux bassins du SE, jusqu'en Andalousie.
- En Israël, le transfert par le "National Water Carrier" (NWC) d'eau du Jourdain, prélevée du Lac Kinnereth, aux régions côtières et au Néguev.
- En Libye, les transferts par les canalisations du "Great Manmade River" (GMR) d'eau pompée dans les aquifères sahariens, aux plaines et aux villes littorales (environ 2 km<sup>3</sup>/an à terme).
- En France, des aménagements hydroélectriques transfèrent aux bassins du Rhône et de l'Orb des eaux des bassins atlantiques de la Loire et de la Garonne.

A l'inverse, en quelques cas particuliers, des transferts exportent de l'eau du bassin méditerranéen vers des régions limitrophes du même pays :

- En Égypte, transports d'eau du Nil vers la région côtière Ouest, vers le Sinaï (au-delà du Canal de Suez) et vers les oasis méridionales du Western Desert, par le canal de Tochka.
- En Espagne, quelques aménagements hydroélectriques transfèrent l'eau du haut bassin de l'Ebre au versant atlantique.

Des transports internationaux sont même envisagés : entre France et Espagne, pour Barcelone, entre Albanie et Italie (Apulie), entre Turquie et Israël par voie maritime (Cf. II<sup>e</sup> partie, Chapitre 11, Tableau 11-5).



### Pour ou contre ?

Ces transferts d'eau, notamment ceux projetés, sont souvent sujets de polémiques et de rivalités inter-régionales, argumentées par des idéologies contraires :

- pour, en vertu du principe d'équité et de solidarité dans chaque communauté nationale;
- contre, au nom du respect de la Nature, même de ses déséquilibres.

Ces "paravents vertueux" masquent toutefois souvent des motivations moins idéales : intérêts des corps technocratiques et des lobbies de grands travaux d'un côté, égoïsmes régionaux de l'autre. Les collectivités des régions "donneuses", incertaines sur la durabilité de leur "excédent de ressource", craignent de se priver d'atout pour leur développement à long terme, ou revendiquent une contrepartie. La décentralisation politique et administrative développée dans certains pays du Nord favorise les débats, voire les conflits, à ce sujet (en Espagne par exemple).

Les transports d'eau assurent aujourd'hui une part majeure –probablement de l'ordre des 3/4, globalement– des approvisionnements dans les pays méditerranéens : en pratique de ceux de tous les utilisateurs desservis (en eau potable ou en eau d'irrigation). Dans bien des régions, les réseaux de transport rivalisent en débit avec les réseaux hydrographiques naturels. Dans quelques cas extrêmes, ces réseaux interconnectés à l'échelle nationale (comme en Israël ou en Libye), peuvent devenir plus structurants que les réseaux hydrographiques pour l'économie.

Ces transports ont par ailleurs des coûts énergétiques appréciables. Par exemple, en Espagne, l'élévation initiale du "Trasvase Tago-Segura" (66 m<sup>3</sup>/s, prélevés au barrage d'Altomira) consomme une puissance de 202 000 KW.

En Israël le "National Water Carrier" débute par le refoulement sur une hauteur de 363 m de 20 m<sup>3</sup>/s pompés dans le lac Kinnereth (Tibériade). A. Wiener a chiffré en 1977 à 1,3 Giga Wh annuels le coût énergétique de transport de l'eau en Israël.

Le transfert projeté d'eau du Rhône, du Languedoc à Barcelone consommerait 300 à 600 Mega Wh annuels pour les refoulements de 10 à 15 m<sup>3</sup>/s sur 200 m.

## 5. 5. Modalités d'approvisionnement

En sus des modes techniques de mobilisation –ou de production– d'eau, une distinction des pratiques d'approvisionnement a une importance socio-économique essentielle : auto-approvisionnement des usagers qui exploitent directement l'eau dans la nature ou desserte par des agents exploitants intermédiaires. Elle correspond en principe à la distinction entre eaux non-marchandes et eaux marchandes (Cf. Chapitre 4) et elle recoupe les partitions précédentes entre les sources d'approvisionnement et les modes d'exploitation ou de mobilisation.

Alors que les eaux superficielles pérennes et les eaux souterraines sont partagées entre usagers-exploitants directs (surtout agriculteurs et industriels) et producteurs-distributeur (surtout pour les collectivités), les eaux superficielles irrégulières sont mobilisées essentiellement par des opérateurs collectifs, généralement publics, ou par le secteur de l'énergie.

Dans l'ensemble des pays méditerranéens cette répartition des approvisionnements en eau peut s'esquisser comme l'indique le Tableau 3-16 : environ 40 % d'auto-approvisionnement et 60 % de desserte (mais 30 et 70 % sans compter les centrales thermoélectriques qui s'auto-approvisionnent).

**Tableau 3-16. Approvisionnement en eau des pays méditerranéens répartis par secteur d'utilisation et par modalité. (années 90)**

Secteur d'utilisation	Auto-approvisionnement		Desserte		Total km <sup>3</sup> /an (base 100)
	km <sup>3</sup> /an	%	km <sup>3</sup> /an	%	
Alimentation en eau potable	0,7	2	36	98	36,7
Industries non desservies	31,8	100	0	0	31,8
Energie (centrales thermiques)	47,0	100	0	0	47,0
Agriculture	38,6 *	22~	135	78	173,6
Ensemble	117,8	40,8	171	59,2	288,8

\* Eau souterraine principalement.

## 6. LES AMÉNAGEMENTS ET LES MODES D'EXPLOITATION DES EAUX SONT-ILS DURABLES ?

La plupart des équipements hydrauliques et des ouvrages d'exploitation s'usent à plus ou moins long terme et doivent être reconstruits ou remplacés : un forage, par exemple, a une durée de vie de 20 à 30 ans.... Cela exige des réinvestissements (et un ajustement adéquat des durées d'amortissement), mais sans mettre en cause la pérennité des productions à partir de ressources renouvelables. Il n'en est pas de même des aménagements régulateurs par barrage ni de certaines exploitations d'eau souterraines.

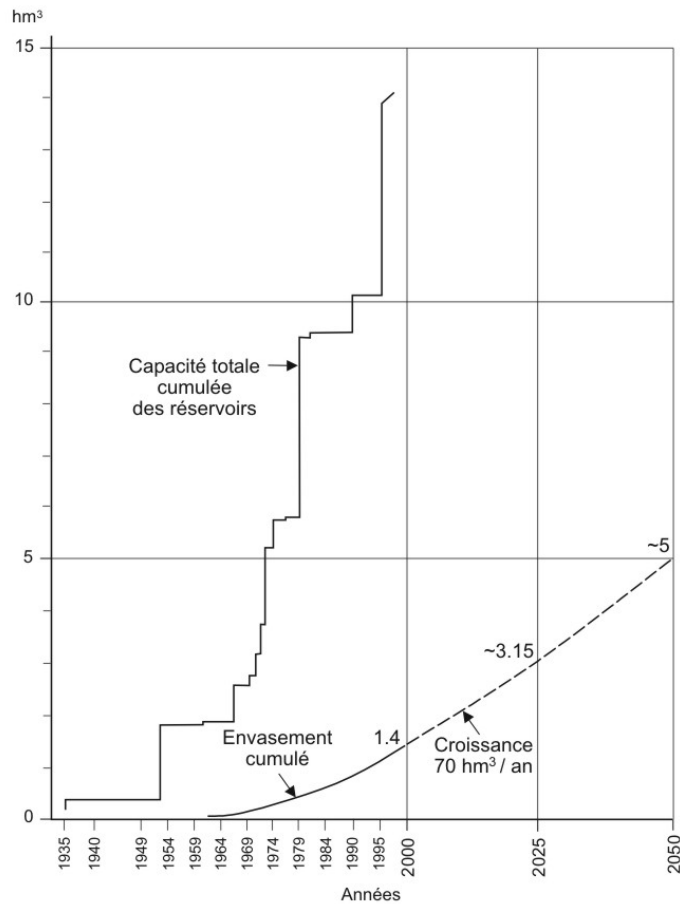
### • Le comblement des réservoirs

Les charges élevées des eaux de crue en sédiments dans les pays méditerranéens, surtout au Sud, y rendent "l'envasement" des retenues particulièrement actif. Cela y écourte la durée de la fonction régulatrice des réservoirs, malgré les volumineuses « gardes » ou « réserves mortes » prévues.

Dans les bassins méditerranéens d'Espagne, les capacités d'une cinquantaine de réservoirs examinés en 1996 avaient perdu globalement 6 % de leurs capacités initiales (perte totale de 450 hm<sup>3</sup>); les pertes de capacité annuelles, faibles en moyenne (de l'ordre de 0,1 à 0,5 %) s'élèvent toutefois dans quelques cas extrêmes à plus de 1 %, jusqu'à 2,8 % dans un réservoir du bassin du Jucar déjà envasé à 84 %.

Au Sud, les pertes de capacité utile des réservoirs sont couramment de 0,5 à 1 % par an, parfois plus : 1 à 2,5 % en Tunisie (28 hm<sup>3</sup>/an en moyenne actuelle) ; 0,5 à 2 % en Algérie (0,8 en moyenne sur 19 barrages étudiés : 15 hm<sup>3</sup>/an); au Maroc ces pertes s'élèvent globalement en moyenne à 0,5 % (70 hm<sup>3</sup>/an à présent), entraînant une diminution de capacité régulatrice équivalent à la perte d'un potentiel d'irrigation de 6 000 à 8 000 ha par an (Figure 3-24).

Figure 3-24. Historique et prospective d'envasement des réservoirs actuels (1997) au Maroc



Les réservoirs d'Algérie ont déjà perdu globalement un quart de leur capacité initiale (plus de 1 km<sup>3</sup>), six retenues sont envasées à plus de 50 %, cinq barrages ont déjà dû être surélevés et plusieurs grands réservoirs sont irremplaçables (Kassoul et al. 1997). Au Maroc les réservoirs avaient perdu, en 1990, 8 % de leur capacité initiale (800 hm<sup>3</sup>), certaines retenues étant déjà à moitié comblées. En Tunisie, les retenues de 7 barrages étudiés avaient perdu en 1976 15 % de leur capacité initiale.

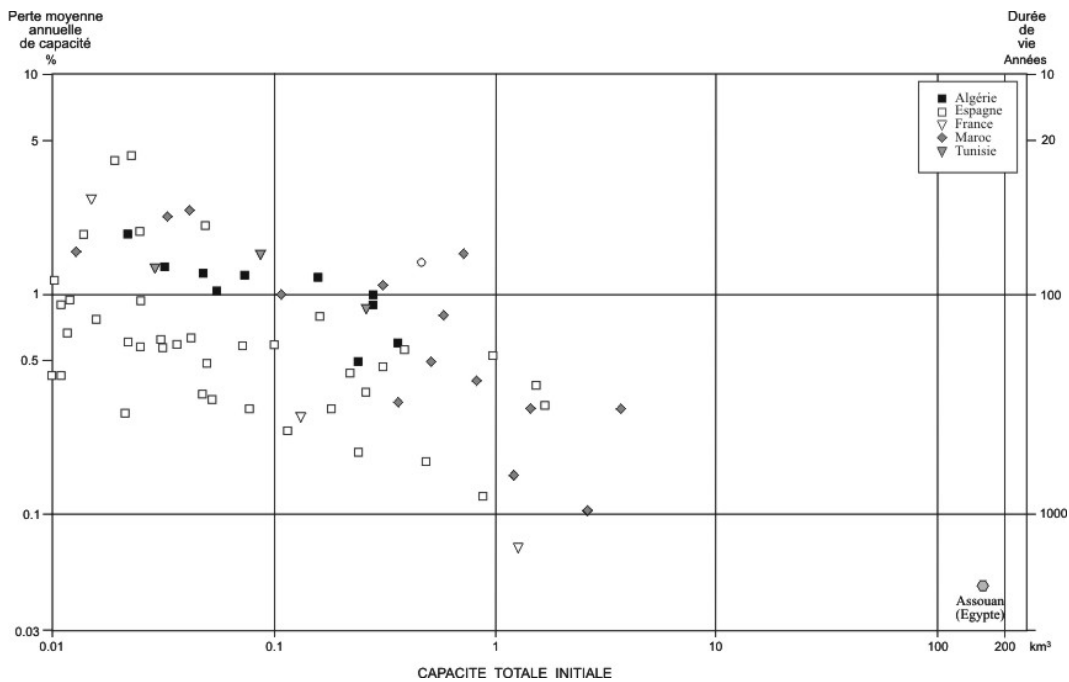
En Egypte, le cas du réservoir d'Assouan se situe à une toute autre échelle : un nouveau delta du Nil se forme dans sa partie amont où s'accumulent des apports de sédiments de 60 à 70 hm<sup>3</sup>/an (environ 2 km<sup>3</sup> depuis 1970); mais la réserve morte de 31 km<sup>3</sup> est dimensionnée pour 5 siècles.

Les petits réservoirs –les lacs collinaires cités plus haut– ne sont pas moins exposés à ces risques et leur durée de vie peut être encore plus courte; de l'ordre de vingt ans en Tunisie, par exemple, pour des retenues de 50 000 à 100 000 m<sup>3</sup>.

Les taux moyens annuels de perte de capacité dépendent naturellement de plusieurs facteurs, dont l'activité d'érosion dans les bassins versants, mais sont statistiquement d'autant plus élevés que les capacités initiales des réservoirs sont faibles (Figure 3-25), ce qui se traduit par une gamme de durées de fonctionnement très large : de la dizaine d'années au millénaire...

C'est un handicap non négligeable à la politique des « petits barrages ».

**Figure 3-25. Relations entre les pertes moyennes annuelles relatives de capacité et les capacités totales initiales de réservoirs, en différents pays méditerranéens**



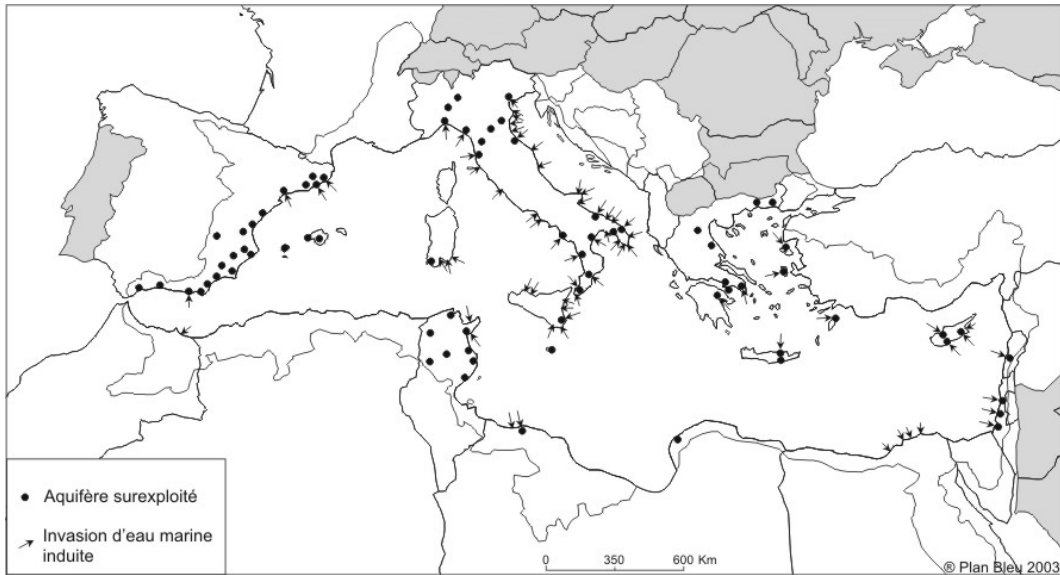
### L'ère de l'après-barrages commencera au XXI<sup>ème</sup> siècle

Les sites de barrage-réservoir aménageables étant en nombre limité et en partie déjà équipés, leur équipement complet puis leur comblement sont prévisibles à plus ou moins long terme, probablement au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. Les efforts de prévention (reboisement des bassins, pièges à sédiment) pourront au mieux retarder leur fin mais non prolonger leur vie indéfiniment. Cela entraînera une régression inéluctable des ressources en eau maîtrisables par régularisation.

- **La surexploitation des eaux souterraines**

Les exploitations intensives de certaines nappes souterraines à ressources renouvelables, par des exploitants multiples, non solidaires et à courte vue, peuvent conduire à des "surexploitations" : qu'il s'agisse de déséquilibre caractérisé entre les prélèvements largement excédentaires et les flux d'apport renouvelés en moyenne (avec diminution tendancielle des réserves), ce qui a des effets internes sur les coûts de production, voire sur les qualités de l'eau, préjudiciables aux exploitants, ou des effets externes indésirables des amples baisses de niveau, même sans rupture d'équilibre, cela rend les productions d'eau en partie non durables.

Figure 3-26. Sites de surexploitation d'eau souterraine inventoriés dans le bassin méditerranéen



Source : RIVM – RIZA 1991. Sources nationales compilées par le Plan Bleu.

NB. Les diagnostics de surexploitations recensées ne sont sans doute pas basés sur des critères homogènes.

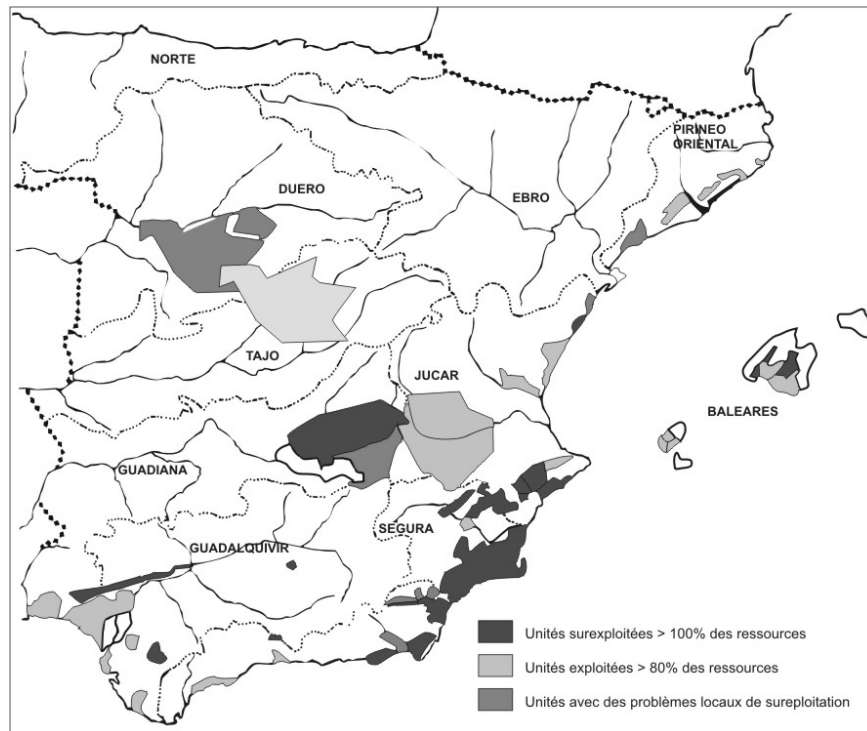
De telles "surexploitations" ont été diagnostiquées et inventoriées dans la plupart des pays méditerranéens (Figure 3-26), même si elles ne sont pas définies partout suivant des critères homogènes. Par exemple :

- En Espagne, où l'état de "surexploitation" fait l'objet d'une reconnaissance légale à conséquences réglementaires depuis la loi sur l'eau de 1985, 61 "unités hydrogéologiques", couvrant 7 222 km<sup>2</sup>, sont considérées en état de surexploitation dans le bassin méditerranéen, avec un excédent global des prélèvements sur les recharges naturelles de 404 hm<sup>3</sup>/an, soit 41 % du volume total pompé dans ces aquifères, correspondant à un indice d'exploitation global de 172 %, vers 1990 –concentré surtout dans le bassin du Segura. Neuf de ces unités ont fait l'objet de "déclaration provisoire de surexploitation" aux termes de la loi (Figure 3-27).
- En Israël, les prélèvements dans l'aquifère de la plaine côtière (par un millier de forages) ont été supérieurs au "Safe Yield" (estimé de 240 à 280 hm<sup>3</sup>/an) dès les années 60 : 480 hm<sup>3</sup>/an réduits progressivement à 320 -330 hm<sup>3</sup>/an.
- En Libye, l'exploitation excessive de l'aquifère de la Jeffara, au Sud de Tripoli, a déterminé une dépression régionale de la nappe dont les niveaux ont baissé de plusieurs dizaines de m, jusqu'à 100 m localement, avec des chutes de niveau accélérées allant de 1 à 5 m par an. Il a été calculé que si tout prélèvement était stoppé, il faudrait 75 ans pour que l'état initial soit rétabli.
- En Tunisie, sur 196 aquifères à nappe phréatique, les prélèvements excèdent la recharge moyenne dans 54 (Rekaya, FAO, 1997).

Les surexploitations ont des conséquences particulièrement dommageables dans le cas des aquifères littoraux où l'équilibre entre eau douce et eau marine est fragile et peut être facilement rompu, en provoquant l'invasion d'eau salée quasi-irréversible; cela s'est déjà produit dans beaucoup de régions côtières de pays méditerranéens, où des abandons de captage en sont résultés : des nappes souterraines littorales ont été déprimées au-dessous du niveau de la mer par des pompages excessifs en Espagne (dans le Campo de Dalia, près d'Almeria, à partir des années 80), en Italie (à Ravenne, jusqu'à -40 m sous la ville ; en Sicile, près d'Augusta, jusqu'à -50 m ; en Sardaigne à Iglesias, sous l'effet d'exhaure de mine), en Grèce (dans la plaine d'Argolide, où la nappe exploitée par 6 000 puits et forages a baissé de 80 à 150 m et se trouve sous le niveau de la mer sur 100 km<sup>2</sup> (C. Kantas, 1983), à Chypre, en Israël (dans l'aquifère de la plaine côtière ou plusieurs dépressions de -2 à -15 m ont été déterminées), en Libye

(où la surexploitation de l'aquifère de la Jeffara a provoqué une invasion marine sur un front de 50 km dans la région de Tripoli), en Tunisie (dans la région de Sfax).

**Figure 3-27. Nappes souterraines surexploitées en Espagne. Source : Lopez-Camacho et al . 1991**



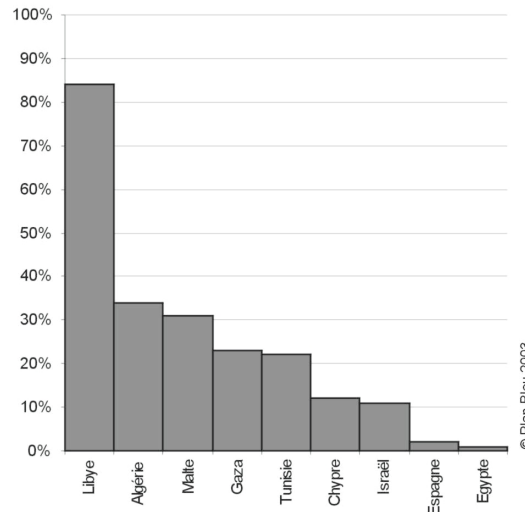
La part des quantités totales d'eau souterraine prélevées imputables à des surexploitations (en excès sur leur renouvellement moyen naturel, donc non durable) est déjà appréciable dans plusieurs pays méditerranéens : 20 % en Espagne (25 % dans le bassin du Jucar, 4 % dans les Baléares), 13 % à Chypre, 24 % à Malte (en 1990), 29 % à Gaza, 32 % (en 1994) en Israël, où la surexploitation est toutefois compensée en grande partie par la recharge artificielle, 8 à 10 % dans les nappes phréatiques de Tunisie.

- **L'exploitation minière des eaux fossiles**

Quant à l'exploitation des ressources non-renouvelables offertes par quelques grands réservoirs aquifères dans plusieurs pays du Sud (Cf. Chapitre 2), sa durée est nécessairement limitée par l'épuisement des stocks exploitables (en pratique par des baisses de niveau au-delà des profondeurs maximales d'exploitation économique) : elle est fonction du choix d'intensité de l'extraction, comme toute exploitation minière, et elle pourrait être au mieux de l'ordre d'une cinquantaine d'années. En outre, la qualité des eaux extraites peut se dégrader par mélange avec des eaux salées avant même que les réserves ne s'épuisent, en écourtant encore la durée d'exploitabilité.

Ainsi les proportions présentes des quantités d'eau mobilisées totales qui ne sont pas durables (en ne prenant en compte que les surexploitations et les exploitations de ressources non renouvelables d'eau souterraine), c'est à dire les "indices de production d'eau non durable", ne sont-elles pas négligeables dans plusieurs pays méditerranéens (Figure 3-28).

Figure 3-28. Indices de production d'eau non durable dans les pays méditerranéens.



La prospective des offres, qui sera tentée en II<sup>ème</sup> partie, devra nécessairement en tenir compte.

## 7. CONNAÎT-ON ASSEZ BIEN LES UTILISATIONS ?

Les informations et les statistiques présentées et commentées sur les demandes et les utilisations d'eau dans les pays méditerranéens se voudraient complètes et actualisées ; elles sont cependant loin d'être parfaites et pèchent par de nombreux défauts de validité, d'homogénéité, de synchronisme, rappelés en Encadré 3-5. Ces défauts nuisent aux comparaisons entre pays ou régions, à la reconnaissance des tendances et aux confrontations avec les ressources.

Elles reposent sur des données de richesse, de précision et de fiabilité fort inégales suivant les matières, les pays et les époques; elles sont aussi diversement détaillées, élaborées et accessibles. Leurs dates de valeur inégalement récentes empêchent de dresser les tables actualisées assez homogènes donnant une image exacte du présent. Leurs références territoriales ne sont pas toujours cohérentes avec celles d'estimation des ressources.

Les "notes" moyennes que l'on pourrait donner à l'état des connaissances seraient :

Assez bien	Prélèvements et distributions pour l'alimentation en eau potable des collectivités; prélèvements de l'industrie (y compris énergie).
Passable	Consommations nettes et rejets urbains et industriels.
Médiocre	Prélèvements et consommations nettes de l'agriculture; évolution passée des demandes.

**Encadré 3-5. La connaissance des utilisations d'eau est imparfaite**

- Les défauts de connaissance varient beaucoup suivant les pays, mais ils sont dus à des difficultés assez générales :
- Les statistiques disponibles sur les demandes en eau et les prélèvements reposent plus sur des estimations que sur des recensements. Elles sont affectées d'incertitudes variées, fortes surtout dans le secteur agricole. Elles ne distinguent pas toujours clairement les demandes d'approvisionnement des usagers et les prélèvements sur les ressources, ni ces derniers des "productions" d'eau, dans les pays où les uns et les autres ne coïncident, pas du fait du recours à des sources d'approvisionnement non conventionnelles.
- Les secteurs d'utilisation, entre lesquels les demandes en eau sont réparties, ne sont pas définis partout de manière homogène et sont inégalement différenciés (confusion entre les demandes "des collectivités" et "domestiques", agrégation des demandes industrielles avec celles du secteur énergétique...).
- Les historiques sont peu nombreux et manquent de synchronisme. Ils reflètent autant l'évolution du niveau des connaissances (précision et validité des chiffres) que celle des variables elles-mêmes, ce qui nuit à leur comparabilité. De plus, les dates de valeur des statistiques ne sont pas toujours explicites dans les sources disponibles, qui se réfèrent souvent au "présent" sans spécifier s'il s'agit de l'année de publication ou d'une date antérieure.
- Les consommations par les aménagements (pertes par évaporation des réservoirs) non imputables en général à des secteurs d'utilisation spécifiques, sont rarement prises en compte. Il en est de même des pertes par évaporation dans les systèmes de transport d'irrigation, comptabilisées dans certaines estimations et non en d'autres.
- Il y a parfois confusion entre les quantités d'eau effectivement demandées et utilisées et les réservations ou allocations de ressources attribuées, notamment dans le secteur agricole. Cela peut expliquer des divergences entre les statistiques macro-économiques de sources différentes d'un même pays, notables en certains cas.
- La répartition des demandes sectorielles suivant les sources d'approvisionnement est rarement décrite en cohérence avec la répartition des demandes totales.
- Les données sur les rejets et les consommations nettes, sur les restitutions et les consommations finales, y compris par les réservoirs, sont rares.

Tant pour mieux évaluer l'état actuel des pressions sur les ressources dans les différents pays que pour établir les conditions initiales de prospective, un effort d'amélioration et d'actualisation des statistiques sur les utilisations d'eau devrait s'appliquer surtout sur les points suivants :

- Identifier et corriger les défauts présumés des recensements et inventaires directs des demandes en eau et des et des prélèvements (ou productions) qu'elles motivent. Compléter ceux-ci par des méthodes d'estimation indirecte relevant des techniques de "prévisions du présent" (analyse des facteurs, sondages). Généraliser l'actualisation des statistiques à une date de valeur aussi proche que possible de l'année 2000.
- Indiquer l'approximation présumée des chiffres (intervalle de confiance) pour chaque secteur et expliciter les méthodes de collecte et de traitement des données.
- Rendre mieux cohérentes les répartitions des qualités d'eau prélevées ou produites par secteur d'utilisation et par source d'approvisionnement; unifier les références territoriales des régionalisations.
- Subdiviser autant que possible les demandes de chaque secteur suivant qu'il s'agit d'eau marchande ou non marchande (desserte ou auto-approvisionnement).
- Compléter plus systématiquement les chiffres des quantités d'eau prélevées ou produites par ceux des consommations finales pour chaque secteur, en indiquant les modes d'estimation appliqués (coefficients adoptés, approximation présumée).
- Esquisser les évolutions observées ou présumées des demandes en eau sectorielles et totales depuis une ou deux décennies.



- Ne pas ignorer les utilisations in-situ –notamment l'hydroélectricité ou la navigation fluviale– car, même si elles ne sont pas consommatrices, elles imposent des contraintes locales de conservation ("débits réservés") qui peuvent concurrencer les demandes.



## Chapitre 4 : L'ÉCONOMIE DE L'EAU EN MÉDITERRANÉE

### Table des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>4-2</b>
<b>1. LES ACTEURS ET LES STRUCTURES ÉCONOMIQUES DE L'UTILISATION DES EAUX ....</b>	<b>4-3</b>
<b>2. DES CHARGES ÉCONOMIQUES LOURDES EN CAPITAL ET CROISSANTES .....</b>	<b>4-4</b>
<b>3. UN BIEN ÉCONOMIQUE TRÈS PARTIELLEMENT MARCHAND .....</b>	<b>4-5</b>
3. 1. Les coûts et les prix .....	4-5
3. 2. Les tendances.....	4-7
<b>4. L'EAU DANS LES ÉCONOMIES NATIONALES MÉDITERRANÉENNES COMBIEN COÛTE L'EAU AUX MÉDITERRANÉENS ? .....</b>	<b>4-8</b>
<b>5. LES CRITÈRES ÉCONOMIQUES D'ALLOCATION DES RESSOURCES.....</b>	<b>4-11</b>
<b>6. EAU ET DÉVELOPPEMENT.....</b>	<b>4-13</b>
<b>7. L' « EAU VIRTUELLE » : FACTEUR DE RÉDUCTION DES DISPARITÉS DE RESSOURCES ENTRE LES PAYS MÉDITERRANÉENS ? .....</b>	<b>4-16</b>

### Liste des tableaux

Tableau 4-1. Répartition des quantités d'eau utilisées en Espagne .....	4-5
Tableau 4-2. Quelques repères sur les coûts et les prix moyens d'eau distribuée .....	4-7
Tableau 4-3. Comptabilité nationale de l'eau en Espagne – .....	4-9
Tableau 4-4. Comptes de l'eau en France, 1999.....	4-9
Tableau 4-5. Dépenses dans le secteur de l'eau au Maroc en 1994 .....	4-10
Tableau 4-6. Classement des pays méditerranéens suivant les quantités d'eau utilisée .....	4-13
Tableau 4-7. Importations et exportations d' « eau virtuelle* » par les pays méditerranéens.....	4-18

### Liste des figures

Figure 4-1. Relations entre coûts et prix moyens d'eau distribuée .....	4-6
Figure 4-2. Exemples de décroissance de la part de l'irrigation sur les demandes en eau totales .....	4-12
Figure 4-3. Relations entre les demandes en eau totales (prélèvements, productions).....	4-14
Figure 4-4. Variations, entre 1975 et 2000, du ratio demandes en eau annuelles totales/PNB .....	4-15

## PRÉAMBULE

Faut-il parler d'« économie de l'eau » dans les pays méditerranéens ou de « l'eau dans les économies méditerranéennes » ? ces formules traduisent deux visions à peine complémentaires sur les mêmes réalités. Rappeler l'importance et la place de l'eau dans la « vie économique », comme bien de consommation et facteur de production d'abord, c'est énoncer un truisme.

En Méditerranée autant qu'ailleurs, l'eau est indispensable à la vie humaine, domestique, rurale et urbaine, comme à de multiples activités productrices. En Méditerranée plus qu'ailleurs elle est indispensable à l'agriculture et au développement du tourisme : sa disponibilité conditionne fortement les deux activités économiques spécifiques majeures de la région. La revue précédente des demandes en eau (Chapitre 3) l'a montré.

Malgré cela, l'eau ne constitue, dans la plupart des cas, qu'un intrant mineur parmi les facteurs de coût de production de biens et services. La disjonction entre sa valeur d'usage et sa valeur d'échange (marchande) est la question centrale bien connue de l'« économie de l'eau », et elle n'est pas spécifique à la Méditerranée...

Traiter d'« économie de l'eau » c'est regarder autant ce que les utilisations de l'eau apportent, comme facteur de développement (et réciproquement ce que ses défauts empêchent...) et ce qu'elles coûtent en efforts et charges économiques, voir en sacrifices de biens naturels. C'est embrasser à la fois : les « aspects économiques » de la maîtrise de l'eau, des approvisionnements en eau et de sa préservation, les « instruments économiques » (financiers de sa gestion, le rôle et la place de l'eau dans les économies nationales, les critères et les contraintes économiques des politiques de l'eau.

Sans revenir sur les rôles de l'eau comme facteur productif dans les différents secteurs (agricole, industriel, énergétique...) déjà esquissés à propos des demandes (Chapitre 3), il sera tenté ici de répondre, dans le champ et les conditions propres au monde méditerranéen, à un certain nombre de questions :

- Quelles sont les structures économiques des « systèmes d'utilisation » de l'eau ?
- Quels sont les acteurs, leurs rôles et leurs jeux respectifs dans ces structures ? Consommateurs et producteurs, investisseurs, gestionnaires ?
- Quelles sont les charges afférentes à l'eau –à sa mobilisation, à sa protection- et que représentent-elles dans les économies nationales et sectorielles, dans les budgets des entreprises et des ménages ? Comment sont-elles réparties ? (Quels rapports entre coût et prix ?) Quelles sont les tendances d'évolution de ces charges et de leur répartition ?
- Quels sont les critères économiques des choix d'allocation de ressource, de niveau de sécurité face aux risques liés à l'eau, de niveau de conservation de la nature ?
- Quels rôles jouent les « instruments économiques » (incitations financières, subventions et aides, redevances et taxes) dans la gestion de l'eau ? Et les mécanismes de marché ?
- Dans quelle mesure les charges économiques afférentes à l'eau et leur croissance, notamment en fonction de la raréfaction des ressources disponibles, handicapent-elles le développement ?

Dans l'état actuel des informations disponibles les réponses sont moins nombreuses et complètes que les questions. Plutôt qu'un panorama exhaustif, quelques éclairages seulement peuvent être donnés sur ces sujets.

## I. LES ACTEURS ET LES STRUCTURES ÉCONOMIQUES DE L'UTILISATION DES EAUX

A un ou plusieurs titres tous les méditerranéens sont des acteurs de l'économie de l'eau, mais en jouant des rôles variés et multiples. Ils ne se répartissent pas seulement suivant les secteurs d'utilisation passés en revue pour décrire les demandes en eau (Chapitre 3), mais aussi suivant leur position et leur fonction dans les filières d'utilisation, elles-mêmes sectorielles ou pluri-sectorielles : aménageurs et autorités de gestion, producteurs (d'eau) distributeurs, usagers « consommateurs » d'eau comme bien de consommation ou comme facteur de production, opérateurs de service d'assainissement et d'épuration, usagers in situ, sans oublier ceux dont l'activité, avec ou sans usage d'eau, influence le régime ou les qualités de l'eau dans le milieu (les pollueurs dont on veut faire des payeurs...).

L'état est, à peu près partout, un acteur majeur de l'économie de l'eau, principal investisseur et tuteur de nombreuses autorités de gestion locales ou régionales, comme d'organismes publics ou paraétatiques sectoriels (office d'eau potable ou d'irrigation, producteurs d'hydroélectricité).

Les usagers sont en grande majorité desservis (en eau potable, en eau d'irrigation), à l'exception assez générale des irrigants exploitant de l'eau souterraine et de la plupart des usagers industriels au Nord.

Les usagers domestiques sont naturellement de beaucoup les plus nombreux puisqu'ils comptent la quasi-totalité des populations —accrue des touristes extra-méditerranéens—, soit des millions d'acteurs. Les agriculteurs irrigants, souvent associés en communautés (pour l'utilisation d'eau de surface) sont les principaux demandeurs en volume et ils pèsent aussi par le nombre : 666 000 exploitations agricoles ou fermes pratiquent l'irrigation sont dénombrées en Italie, 136 000 en France (1989), dont 43 000 par eau souterraine ; en Egypte les irrigants se comptent par millions... Leur poids économique est important, bien qu'ils ne contribuent pas au revenu national, par leur production, dans la même proportion que la part des ressources en eau qu'ils utilisent (on reviendra sur ce sujet : infra, 5).

Les agents intermédiaires, producteurs-distributeurs ou opérateurs de service d'assainissement, jouent donc des rôles essentiels, qu'ils soient publics (pour la plupart), privés ou encore collectifs (syndicats d'irrigants).

Les entreprises privées, productrices-distributrices d'eau potable, voire d'irrigation —délégataires de services publics— sont rares ou absentes, à l'exception majeure de la France et, dans une mesure moindre de l'Espagne ou de l'Italie, mais leur rôle tend à s'étendre.

Depuis quelques années des établissements publics autonomes (« agences de bassin... »), qui suppléent l'état en faisant financer par les usagers (redevances) diverses opérations d'intérêt commun (réduction des pollutions notamment), se sont développées dans plusieurs pays méditerranéens où leur rôle grandit. Ce sont eux qui mettent en œuvre les incitations économiques par le jeu des redevances.

Deux types de structure économique d'utilisation des eaux coexistent ainsi dans les pays méditerranéens :

- Des filières d'acteurs à fonction distinctes —aménageurs, producteurs- distributeurs, usagers-« consommateurs », opérateurs d'assainissement et d'épuration ou drainage— liés par des échanges plus ou moins marchands. Elles réunissent le plus grand nombre d'acteurs, notamment la quasi-totalité des millions d'usagers domestiques, une grande partie des irrigants, beaucoup d'entreprises industrielles

desservies et tous les agents intermédiaires ; elles contrôlent la plus grande part des quantités d'eau utilisées (de l'ordre de 60 % globalement).

- Des usagers –exploitants individuels qui s'approvisionnent directement, principalement les irrigants préleveurs d'eau souterraine et toutes les entreprises industrielles non desservies. Ces dernières, ainsi que les ménages en habitat dispersé non raccordés, sont aussi émetteurs d'eaux usées et en charge de la traiter (assainissement autonome).

## 2. DES CHARGES ÉCONOMIQUES LOURDES EN CAPITAL ET CROISSANTES

Indépendamment de la question de leur répartition, examinée plus loin (3), les charges économiques (financières) afférentes à l'eau se caractérisent, en Méditerranée comme ailleurs, par trois particularités :

- Le poids prépondérant du capital, des investissements à amortir à très long terme – et par conséquent des charges de financement-, lié à l'importance des équipements d'aménagement, de transport et de traitement des eaux (génie civil, technologie, développement moderne de l'automatisation...).
- Une part variée, mais souvent appréciable, commune à plusieurs secteurs d'utilisation (barrages à but multiple), qui pose un problème de répartition.
- Sur les coûts d'opération, une part majeure de charges en personnel, du fait de l'importance de l'approvisionnement par desserte (fonctions de contrôle, d'entretien, de perception...).

Plus spécifique aux pays méditerranéens –sans exclusive toutefois– est la croissance assez générale de ces charges, actuellement et en perspective. Cette croissance tient à de multiples facteurs, pour la plupart conjugués :

- La part croissante des aménagements de maîtrise des eaux irrégulières, pour mobiliser les ressources, et le rendement décroissant de ces aménagements (les sites de barrage les plus faciles à équiper et les plus rentables s'épuisent...).
- L'augmentation des coûts d'exploitation d'eau souterraine, due aux baisses de niveau des nappes, aux nécessités d'approfondissement des forages, au relai de l'artésianisme par le pompage en certains cas (exemple en Tunisie...).
- Des « suréquipements » visant à améliorer la résistance aux sécheresses de certains modes de mobilisation d'eau, afin d'atténuer les risques de défaillance (captage de réserve, interconnexion de réseaux...), en somme à fonction d'« assurance ».
- Le vieillissement d'équipements de mobilisation d'eau, de plus en plus nombreux et mécanisés qui augmente les charges de jouvence par rapport à celles des « travaux neufs ».
- Le développement des transports, notamment à plus grandes distances, souvent accompagnés de refoulement à coût énergétique appréciable. Par exemple, le projet du « *Great Man made River* » en Libye, dans ses deux premières phases, était chiffré à 25 milliards de dollars. En Espagne les projets de régulation et de transfert entre bassins du *Plan hidrologico nacional* de 2000 étaient chiffrés à 450 milliards de pesetas. Les projets de transfert d'eau de l'Ebre vers les bassins méridionaux sont chiffrés à 4,2 milliards d'euros.
- Les nécessités de traitement de potabilisation plus poussé, sous le double effet des dégradations de qualités des eaux qui s'aggravent et d'exigences de qualité accrues.
- La progression, bénéfique mais coûteuse, de l'assainissement et de l'épuration des eaux usées, dont les charges sont d'un ordre voisin de celles de l'approvisionnement des collectivités en eau potable.

- L'extension des mesures de protection des qualités des eaux, notamment dans les périmètres sanitaires des captages d'eau pour l'alimentation, où des servitudes imposées peuvent appeler des indemnités.
- L'expansion des internalisations de coûts externes d'aménagements ou d'exploitation d'eau, qui augmentent les coûts directs.

### 3. UN BIEN ÉCONOMIQUE TRÈS PARTIELLEMENT MARCHAND

Une minorité seulement des usagers d'eau méditerranéens s'auto-provisionne en ayant prise directe sur la ressource : les quantités d'eau dont ils se servent représentent globalement les 2/5 du total utilisé dans les pays méditerranéens —et seulement 30 % si l'on fait abstraction des centrales thermiques— (Cf. Chapitre 3). La plus grande partie des eaux utilisées est donc bien objet d'échange et délivrée aux usagers « consommateurs » par des organismes intermédiaires, producteurs-distributeurs, décrits plus haut. Par exemple, les 2/3 en Espagne (Tableau 4-1) Et pourtant, ces eaux utilisées ne sont que partiellement livrées dans des conditions de marché, à l'instar d'autres biens ou services. Alors que leur production, leur transport, leur conditionnement ont des coûts, directs (et externes), leur service est généralement tarifé plus ou moins au-dessous de ces coûts ou ne fait l'objet que de « redevance » sans lien avec les coûts (notamment dans le cas de l'eau d'irrigation à redevance par hectare...), quand il n'est pas gratuit (l'eau d'irrigation dans certains pays). Cela reflète aussi la grande inégalité de valeur marchande du service de l'eau suivant les utilisations : en Méditerranée comme ailleurs, l'eau « bien de consommation » (eau potable essentiellement) a une valeur marchande très supérieure à celle de l'eau « facteur de production » (agricole, industrielle), elle-même en grande partie non marchande.

Tableau 4-1. Répartition des quantités d'eau utilisées en Espagne

(1995) suivant les modes d'approvisionnement

Unité: hm<sup>3</sup>/an

Secteurs d'utilisation Mode d'approvisionnement	Collectivités (eau potable) sauf industries desservies	Industries	Agriculture (irrigation, élevage)	Energies (centrales thermiques)	Total
Desserte par producteur-distributeur	3 550	1 117	~ 19 094	0	23 761 (67,3%)
Auto-provisionnement	-	1 647	~ 5 000 (eau souterraine)	4 915	11 562 (32,7%)
Total	3 550	2 764	24 094	4 915	35 323

Source: *Libro Blanco del Agua, 1998*

#### 3. 1. Les coûts et les prix

La palette des « prix de l'eau » distribuée —prix du service de l'eau—, qu'il s'agisse d'eau potable, d'eau d'irrigation ou parfois d'eau brute pour usage industriel, révèle une variété considérable dans les pays méditerranéens. Non seulement en fonction de la diversité des coûts réels de production, de traitement, de distribution, y compris les charges spécifiques au financement des investissements (emprunts), mais aussi et surtout des degrés variés de recouvrement de ces coûts impliqués dans les tarifications.

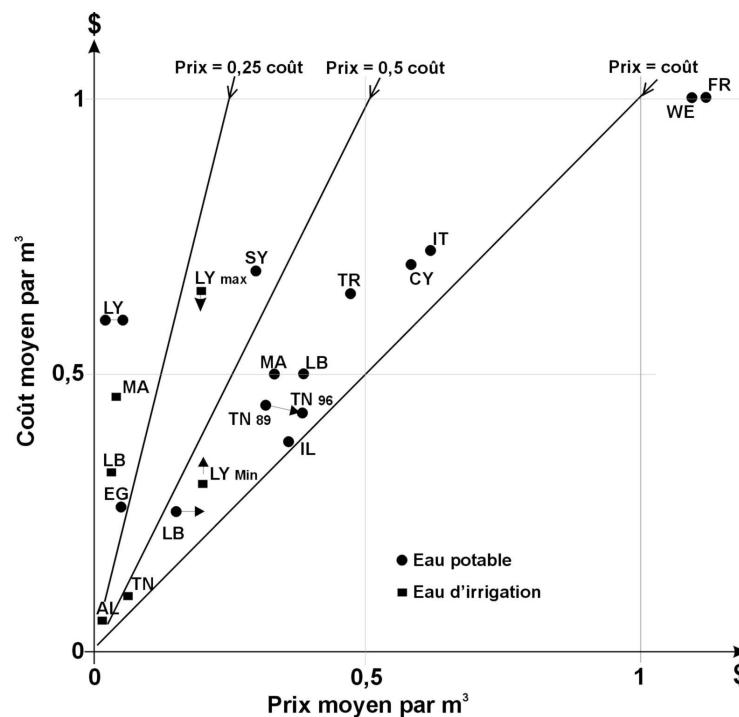
Le Tableau 4-2 présente quelques données « statistiques » glanées dans les sources documentaires disponibles. Malgré la signification limitée des coûts ou prix « moyens » cités par pays, chiffrés sans doute suivant des démarches non homogènes, et qui masquent la forte dispersion des coûts et des prix réels locaux (même au sein de chaque unité de gestion), malgré aussi le lissage monétaire qui traduit mal leurs poids

réels dans le contexte de chaque pays, les écarts entre les prix et les coûts sont patents particulièrement dans le secteur de l'irrigation (Figure 4-1).

A l'évidence, dans la plupart des pays méditerranéens les eaux distribuées sont largement subventionnées.

Quant aux services d'assainissement et d'épuration des eaux usées (urbaines essentiellement), dont les coûts –lorsque ces services sont effectifs– avoisinent ceux de l'approvisionnement en eau potable, le fait que la part de leur charge supportée par les usagers soit communément dénommée « taxe » est révélateur de leur caractère de service public. Là aussi, le recouvrement des coûts est partiel, souvent minime, ce qui explique le sous-développement assez général de ces services et la dégradation fréquente des infrastructures de collecte, ainsi que les retards d'équipement pour faire face aux croissances urbaines et suburbaines.

**Figure 4-1. Relations entre coûts et prix moyens d'eau distribuée dans quelques pays méditerranéens – Années 1990'**



Source : World Bank, OCDE, CMDD/Plan Bleu 1997.



**Tableau 4-2. Quelques repères sur les coûts et les prix moyens d'eau distribuée  
dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Eau potable a			Eau d'irrigation b				
	Année de référence	Coût moyen de production par m <sup>3</sup> \$ courant	Prix moyen (tarif) par m <sup>3</sup> \$ courant	Année de référence	Coût moyen de production \$ courant		Prix moyen ou redevance \$ courant	
					par m <sup>3</sup>	à l'ha par an	par m <sup>3</sup>	à l'ha par an
Espagne	94		0,54 Barcelone 96: 0,81	95				84,7 (9-266)
France	95	~1	1,3 (6,5 FF) Lyon: 1,73					
Italie	~94	~0,7 - 0,8	0,53 - 0,73 (0,14 - 0,82) Rome 96: 0,33					
Malte	95 (1996)	3,2	0,82				0,11	100 (eau usée)
Slovénie	97		0,33 - 1,05					
Croatie	96		0,65 (dom) 0,9 (ind.) 0,55 - 1,5 avec redev.					
Albanie	96	0,25	0,15 - 0,6 (villes)	96	0,04 / 0,05		0,01 - 0,02 ou 0	
Grèce	91 96		(suivant tranche) Athènes: 0,77				0	
Turquie	89 96	0,65	0,47 Izmir 99: 0,78	96		50 - 70 c	0,2	35
Chypre	89 98	0,7 0,77 / desal. 1,1	0,58 0,35	96	0,25 - 0,37 0,33 c	50 - 120 c	0,1 - 0,15 0,13	
Syrie	89	0,69 Damas 97: 0,16	0,29 Damas 97: 0,04-0,18	96	0,01 - 0,03 Pomp.	100+ ~310 Pomp.		0, Redev. 26 à 50
Liban	89	0,5	0,38	94	0,32		0,025	240
Israël	96		0,36 0,26 ind.	90			0,12 - 0,26 (tranches)	
Cisjordanie et Gaza	96	1,0	1 à 1,2 Ramallah: 1,22		Gaza: 1		Gaza: 1 à 1,2	
Egypte	89	0,26 (villes)	0,05	96			0	0
Libye	97	0,035 - 0,6	0,025 - 0,05	97	0,3 - 0,65		0,2	
Tunisie	97	0,43	0,38	97	0,11 c	13	0,065 (0,03 - 0,09)	
Algérie	96	(30 - 35 DA)	0,057 - 0,27	92	(0,5-0,6 DA)		0,015	
Maroc	89	0,5	0,33	96	0,45	6 - 12	0,19 - 0,048	

Notes:

a. Hors assainissement

b. Coût et prix de l'eau fournie par système collectif, hors coût équipements d'irrigation.

c. Hors investissements.

Sources: World Bank, N. Khouri 1992, CMDD / Atelier de Fréjus 1997; OCDE 1999; documentation du Plan Bleu

### 3. 2. Les tendances

Les politiques tarifaires contemporaines, en matière de distribution d'eau marchande, surtout pour l'alimentation urbaine en eau potable, tendent assez généralement à augmenter le taux de recouvrement des coûts et à réduire les subventions, ce qui entraîne le service d'assainissement lorsque sa facturation est jointe à celle de l'eau. Elles visent d'abord l'équilibre global du compte d'exploitation (hors amortissement des investissements) déjà atteint en quelques cas (en Tunisie par exemple, au Sud).

Ces tendances n'excluent pas cependant de fortes différenciations tarifaires conjuguant considération sociale et incitation aux économies d'eau (forte progressivité avec tranche sociale), avec des péréquations géographiques et des répartitions entre catégories d'utilisateurs suivant leur capacité économique (Cf. par exemple, le système tarifaire de la SONEDE en Tunisie).

Par contre, le recouvrement des coûts de l'eau d'irrigation dans les systèmes collectifs utilisant essentiellement l'eau de surface (mobilisée grâce à des investissements publics), où elle ne peut être qualifiée « marchande », reste généralement très faible, voire nul.

Dans ce secteur il apparaît le plus clairement que l'eau n'est pas seulement un bien économique mais un bien patrimonial et que son utilisation —agricole— a un objectif de

stabilité sociale. Toutefois, la rareté de l'eau conduit à s'interroger sur d'autres formes d'aides aux agriculteurs que la quasi-gratuité de l'eau qui ne favorise pas les efforts pour améliorer l'efficacité de l'irrigation.

#### **4. L'EAU DANS LES ÉCONOMIES NATIONALES MÉDITERRANÉENNES COMBIEN COÛTE L'EAU AUX MÉDITERRANÉENS ?**

A combien s'élèvent, dans chaque pays méditerranéen et dans leur ensemble, les flux financiers relatifs à l'eau, aux aménagements, aux approvisionnements, à la protection et à la conservation des ressources..., au total et par habitant ? Globalement peut-être à 50 milliards de dollars (US) ou Euros, au moins, ou davantage ? Comment ces flux sont-ils répartis entre les secteurs économiques, entre les pays, entre les agents publics et privés ? Que représentent-ils en proportion des PIB ou PNB de chaque pays ? Quelles tendances leur évolution révèle-t-elle ?

Les informations disponibles n'apportent que des éléments de réponse très incomplets et incertains à ces questions macro-économiques pourtant primordiales et éclairantes. Evoquer ces questions ici vise plus à inciter à un effort de chiffrage et d'analyse, qu'à esquisser des estimations.

L'approche qui paraît la plus appropriée est celle de la « comptabilité nationale économique », pratiquée aujourd'hui dans la plupart des pays. Toutefois, dans les tableaux comptables analytiques présentés, l'eau est rarement individualisée : elle est en partie incluse dans quelques agrégats tels que les « dépenses en faveur de l'environnement » (comprenant l'assainissement-épuration) ou les services publics (comprenant les productions-distributions d'eau potable), mais toutes les composantes de l'économie de l'eau —notamment l'irrigation— ne s'y retrouvent pas.

Des essais de « compte satellite », systématisant l'approche par les dépenses de tous les agents financeurs (publics et privés), n'ont été entrepris jusqu'à présent qu'en Espagne et en France, et amorcés au Maroc.

- En Espagne (J.M. Naredo et al., 1994) le premier exercice, associé à des comptes de l'eau physiques, s'est référé aux années 1990 et 1991. La présentation comptable (Tableau 4-3) à double entrée permet de répartir les dépenses par agent et par activité. Mais elle ne sépare pas les investissements des dépenses de fonctionnement et elle ne prend pas toutes les activités en compte : les dépenses des communautés d'irrigants, des agriculteurs et des industries non desservies, comme du secteur de l'énergie (thermoélectricité) ne sont pas comptées. Ce compte n'en est pas moins instructif : sur la dépense totale comptée de 566 milliards de pesetas (environ 5,7 milliards de dollars courants en 1991) plus de la moitié (53 %) correspond à l'alimentation des collectivités, dont 57 % est géré par des entreprises privées. Les dépenses publiques à finalité environnementale représentent 18 % du total. Cette somme incomplète équivalait à 1,16 % du PNB de l'Espagne en 1991 et à \$145 (14 500 pesetas) par habitant.
- En France (IFEN, 2000-2001) des comptes nationaux détaillés ont été établis pour plusieurs années consécutives (1995 à 2000) en distinguant bien investissements et fonctionnement. Ils permettent également de chiffrer les dépenses des principaux agents financeurs par activités. Ils sont toutefois focalisés sur deux activités de service essentielles, la production-distribution d'eau potable et la « gestion des eaux usées » (filiale assainissement-épuration), en laissant de côté d'autres secteurs (irrigation, énergie...). Des résultats pour 1999 sont présentés suivant un tableau comptable simplifié (Tableau 4-4). Ici préférence est donnée aux agents financeurs primaires, tels que les ménages ou les entreprises desservies ou les administrations publiques (Etat, collectivités territoriales), plutôt qu'aux intermédiaires comme les services de distribution d'eau ou les Agences de l'eau qui opèrent des transferts.

Ce compte n'est donc pas complet ; néanmoins, sur les quelques 127 milliards de Francs comptabilisés en 1999 pour les deux activités prises en compte, il apparaît que :

- 8% correspond à des dépenses publiques et 82% à celles des utilisateurs ;
- les investissements représentent 30 % du total ;
- Au Maroc (Rapport sur l'état de l'environnement 2001), les dépenses annuelles (1990-1994) « dans le secteur de l'eau » ont été chiffrées en distinguant équipement et fonctionnement, suivant les sources de financement (budget de l'état, « paiement direct ») par les agents investisseurs et « autofinancement » par les agents usagers desservis) dans chaque secteur majeur. En 1994 (cf. Tableau 4-5), sur un totale de 8 487 MDH :
  - Les investissements représentaient 58% ;
  - Les dépenses publiques s'élevaient à 31% (dont 43% des investissements) ;
  - Le secteur « Eau potable et eau industrielle » représentait 55% et l'irrigation 18%, mais la « mobilisation de l'eau » 36% des investissements.

**Tableau 4-3. Comptabilité nationale de l'eau en Espagne –**

**Année 1991, en milliards de pesetas, (chiffage arrondis) - En 1991: 1 peseta ~ US\$ 0,01**

Agents	Activités					Total
	Gestion des ressources en eau continentales			Assainissement et épuration	Protection et gestion de la qualité des eaux lacustres et souterraines	
	Production et approvisionnement en eau	Hydraulique agricole	Régulation des eaux			
Etat Administrations centrales	4,70	42,60	78,80	7,00	5,00	138,10
Confédérations hydrographiques	3,50	-	19,00	-	-	22,50
Municipalité	75,20	-	-	37,30	-	112,50
Autres collectivités territoriales	47,30	6,40	16,60	50,20	0,60	121,10
Entreprises*	172,30	-	-	-	-	172,30
<b>Total</b>	<b>303,00</b>	<b>49,00</b>	<b>114,40</b>	<b>94,50</b>	<b>5,60</b>	<b>566,50</b>

\* Producteurs-distributeurs d'eau potable (agents intermédiaires).

Source: J.M. Naredo & al, 1994. "Spanish Water Accounts", Ministry of Public Works, Transport and Environment.

**Tableau 4-4. Comptes de l'eau en France, 1999,**

**en M FF courants**

Activités principales	Dépenses			Financement		
	Dépenses courantes (Fonctionnement)	Dépenses en capital (Investissement)	Total	Administrations publiques	Enreprises	Ménages
Production et distribution d'eau (hors irrigation) (services collectifs uniquement)	47 374	13 483	60857	9 904	20 690	30 263
Gestion des eaux	41 861	24 744	66 605	13 873	27 353	25 379
<b>Total</b>	<b>89 235</b>	<b>38 227</b>	<b>127462</b>	<b>23 777</b>	<b>48 043</b>	<b>55 642</b>
%	70	30	base 100	18	38	44

Récapitulation Source : IFEN, Données économiques de l'environnement, 2000-2001

**Tableau 4-5. Dépenses dans le secteur de l'eau au Maroc en 1994**

Type de dépense	Secteur d'activité	Financement, en M Dirhams					Total
		Budget de l'Etat	Paiement direct	Auto-financement	Dons	FDA	
Equipement	Mobilisation de l'eau	562	1201	-	0	-	1763
	AEPI*	967	420	770	0	-	2157
	Irrigation	324	207	0	9	179	719
	Hydroélectricité	284	0	0	-	-	284
	<b>Sous-total</b>	<b>2137</b>	<b>1828</b>	<b>770</b>	<b>9</b>	<b>179</b>	<b>4923</b>
Fonctionnement	Mobilisation de l'eau	173	0	-	0	-	173
	AEPI	0	0	2498	0	-	2498
	Irrigation	328	1	492	0	25	846
	Hydroélectricité	0	0	47	-	-	47
	<b>Sous-total</b>	<b>501</b>	<b>1</b>	<b>3037</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>3564</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2638</b>	<b>1829</b>	<b>3807</b>	<b>9</b>	<b>204</b>	<b>8487</b>	

\*AEPI : alimentation en eau potable et industrielle

A défaut de comptabilité nationale structurée, des indications significatives peuvent être données par deux composantes de poids :

- les parts des budgets publics nationaux consacrées à des investissements dans le domaine de « l'hydraulique »,
- les chiffres d'affaires annuels des principaux organismes producteurs-distributeurs d'eau potable (notamment lorsqu'il s'agit de sociétés d'état), qui correspondent pour l'essentiel à des dépenses des usagers desservis.

Dans les budgets publics des pays méditerranéens, l'« hydraulique » ou l'« aménagement des eaux » représente une part notable des investissements : elle est souvent le premier budget civil d'équipement. Selon la Banque Mondiale (1994), en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, 10 à 20 % des investissements du secteur public sont consacrés à l'alimentation en eau et à l'irrigation ; leur montant annuel s'élève à 2 à 4 % du PNB, suivant les pays.

En Grèce (1990), plus de 10 % des investissements publics étaient consacrés à l'alimentation en eau potable et l'assainissement, représentant 1 % du PNB

En Turquie, les investissements publics consacrés à l'eau (DSI+GDBP+GDRS) sont passés de 0,88 milliard de US \$ courants en 1985, à 1,47 milliard en 1990 et à 1,86 milliard en 1993, s'élevant alors à 1,2% du PNB (Yavuz, FAO, 1997).

En Algérie (1993), 17 % des investissements publics allaient à l'alimentation en eau potable.

Les chiffres d'affaires des services collectifs d'alimentation en eau potable, tantôt concentrés, tantôt disséminés en nombreux opérateurs suivant les pays, sont considérables : de l'ordre de 60 milliards en FF en France (1999), de 25 milliards de FF en Italie (vers 1990) –où tous les coûts ne sont pas recouverts.

Par rapport aux « dépenses des ménages », l'approvisionnement en eau potable dans la plupart des pays méditerranéens doit représenter au moins 1 à 2 %.

Par rapport au PIB, l'ensemble des dépenses publiques et privées afférentes à l'eau (aménagement, approvisionnement, protection, sécurité) doit à présent généralement dépasser 2 % (environ 1,5 % en France) dans les pays méditerranéens, où cette proportion est probablement plus forte dans les pays les moins développés. Ainsi au Maroc, selon l'« Etat de l'environnement 2001 », les dépenses dans le secteur de l'eau atteignent 2,6% du PIB en 1990 et 3,2% du PIB en 1994. Cela permet de supposer que l'ordre de grandeur global de ces dépenses, dans l'ensemble des pays méditerranéens, puisse approcher à présent 75 milliards de dollars par an.

Dans une perspective à moyen terme, les besoins d'investissements 1996-2005 pour le Moyen-Orient et le Maghreb (région « MENA ») ont été évalués en 1998 par la Banque Mondiale à 45 à 60 milliards de US \$, répartis comme suit :

Evaluation des besoins d'investissements d'eau pour le Moyen-Orient et le Maghreb : 1996-2005	
	US \$milliard
Efficacité croissante d'utilisation de l'eau	20-24
Assainissement et traitements des eaux résiduaires	10-15
Conservation et approvisionnement en eau	5-6
Protection de l'environnement	10-15
Total	45-60

Source : *Evaluations de la Banque Mondiale.*

## 5. LES CRITÈRES ÉCONOMIQUES D'ALLOCATION DES RESSOURCES

Les critères économiques de répartition des ressources en eau mobilisées jouent d'abord de facto, sous l'effet des inégalités de moyens économiques et de coût d'exploitation jugé supportable par les différentes catégories d'utilisateurs. Ce qui n'empêche pas des concurrences locales pour l'accès à l'eau la moins coûteuse à mobiliser...

Le cas le plus général est l'avantage pris par les productions d'eau pour l'alimentation en eau potable sur celles d'eau pour l'irrigation, dont les valeurs marchandes respectives sont sans commune mesure. La répartition de l'eau régularisée par un barrage à but multiple est le cas le plus classique. Il en est de même entre exploitants d'une même nappe souterraine pour l'alimentation urbaine ou pour l'irrigation : par exemple, le cas de la nappe de la Mitidja en Algérie où l'intensification des prélèvements pour l'irrigation et l'alimentation d'Alger ont déterminé une surexploitation, ou le cas de la plaine d'El Haouaria, en Tunisie.

Mais cela peut aussi jouer entre utilisateurs de même activité mais économiquement inégaux. Par exemple, entre agriculteurs irrigants exploitant une même ressource en eau souterraine, notamment entre exploitants anciennement installés et nouveaux, dont les prélèvements ajoutent leurs influences au détriment des conditions d'exploitation antérieures, tout particulièrement lorsque des exploitations « modernes » par des forages plus profonds et des pompages plus puissants viennent perturber des modes de puisage « traditionnels » ; cela est survenu, par exemple, en Tunisie, dès les années 50, et en d'autres pays méditerranéens.

Les parts de ressources utilisées par les agents économiques les plus productifs tendent ainsi à croître spontanément.

A l'échelle plus globale de la planification du développement économique, des choix d'allocation de ressource suivant des critères macro-économiques commencent à se manifester dans différents pays méditerranéens, surtout en fonction de la rareté des ressources et de la raréfaction des disponibilités face à des demandes croissantes et en compétition. La « mise en valeur » de l'eau, jugée d'autant plus souhaitable qu'elle est rare, devient sinon un objectif, du moins un argument de répartition des ressources. La comparaison entre les parts respectives prises par chaque secteur économique à la formation du PIB et à la quantité d'eau utilisée se développe dans les pays du Sud et du Levant, et même en Espagne : elle fait surtout ressortir le contraste des parts de l'agriculture irriguée qui participe beaucoup moins à la formation du PIB qu'à la « consommation » d'eau.

Quelques exemples :

PAYS	Parts présentes de l'agriculture (irriguée, pour l'essentiel) dans :	
	la formation du PIB %	la demande en eau %
Espagne	5	79
Chypre	14	88
Israël	5	72
Jordanie	5	74
Egypte	17	87
Tunisie	14	86
Maroc	13	86

Données de 1990 ou année proche

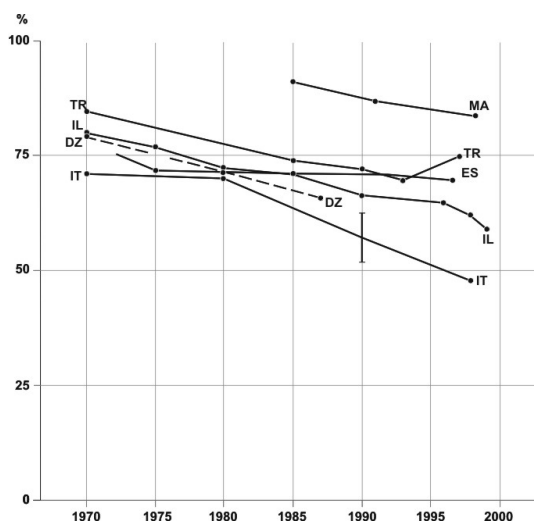
Il est vrai que cette comparaison est quelque peu biaisée par la faible valeur marchande des produits agricoles, selon les prix de marché utilisés pour le calcul du PIB... Néanmoins, ce constat donne lieu à débat dans plusieurs pays, en particulier sur les décisions d'allocation de ressource. L'agriculture irriguée commence à se faire reprocher de « consommer trop d'eau –et surtout d'eau de plus en plus coûteuse- pour ce qu'elle rapporte » et pour la part qu'elle prend au recouvrement des coûts. Il est jugé que le maintien et a fortiori l'augmentation des allocations de ressource à l'irrigation pourraient dans certains cas handicaper le développement d'autres secteurs de production à plus forte valeur ajoutée, et plus créateur d'emplois.

Toutefois, les critères économiques doivent ici naturellement composer avec des critères sociaux et finalement politiques, prenant en compte l'objectif de stabilité sociale des populations rurales, soutenue par l'agriculture irriguée (cf. Chap. 6.).

Quoi qu'il en soit, il est un fait que la part des eaux mobilisées affectée à l'agriculture irriguée a tendu à décroître dans la plupart des pays méditerranéens durant les dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle -tout en restant dominante- (Figure 4-2), qu'elle soit planifiée ou non. Cette tendance va se prolonger dans les projections des plans directeurs de différents pays (Chap. 11, Figure 11-6).

**Figure 4-2. Exemples de décroissance de la part de l'irrigation sur les demandes en eau totales**

**entre 1970 et 2000, dans plusieurs pays méditerranéens**



(d'après des statistiques nationales).

## 6. EAU ET DÉVELOPPEMENT

En région méditerranéenne comme ailleurs, la relation entre les ressources en eau, en tant qu'offre, et la mobilisation des eaux d'une part, le développement socio-économique et le niveau de vie d'autre part, n'est ni simple ni à sens unique. Le développement économique facilite et permet la maîtrise et la mobilisation des eaux ; il crée les moyens de satisfaire les besoins en eau qu'il engendre, y compris par les recours aux palliatifs à la raréfaction des disponibilités naturelles, autant, sinon plus, que les utilisations d'eau contribuent au développement. Une double question se pose alors :

- Dans quelle mesure le développement est-il un facteur de croissance des demandes en eau ?
- La rareté de l'eau et la restriction d'offre en conséquence sont-elles un facteur limitant du développement ?
- **Développement et demandes en eau**

Le rôle de l'utilisation d'eau comme facteur du développement socio-économique dépend essentiellement des contributions au développement des secteurs les plus utilisateurs d'eau ; en région méditerranéenne ces contributions sont sans proportion avec les parts respectives des quantités d'eau utilisées. La distorsion la plus évidente est celle du secteur de l'agriculture irriguée déjà citée. C'est pourquoi peu de relation apparaît entre les niveaux de développement –mesurés par les PNB– des pays méditerranéens et les quantités d'eau utilisée, par tous les secteurs confondus (Cf. Tableau 4-6 et Figure 4-3).

Pour 1 \$ de PNB les quantités d'eau annuelles utilisées varient de 18 litres (Malte) et 22 litres (Israël) à 1,4m<sup>3</sup> (Egypte) ; les pays les plus développés se classent parmi les plus faibles utilisateurs par rapport à leur PNB (France, Italie).

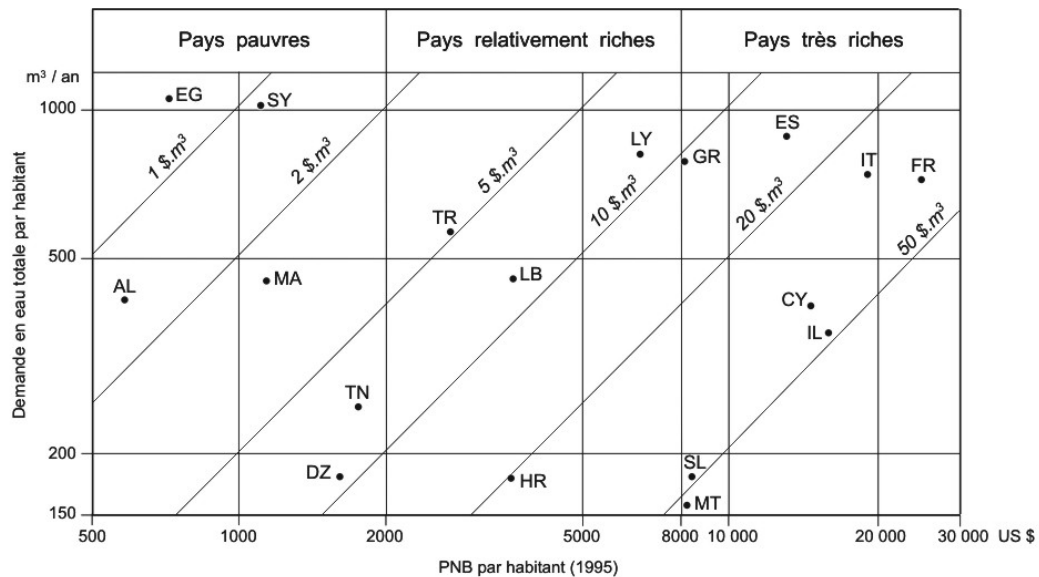
**Tableau 4-6. Classement des pays méditerranéens suivant les quantités d'eau utilisée (pour tous usages) et leur richesse économique par habitant (1995)**

Quantité annuelle d'eau utilisée m <sup>3</sup> /habitant	Richesse économique (PNB par habitant en US \$)		
	Pays pauvres <2000	Pays relativement riches 2000-8000	Pays très riche >8000
Demande forte >1000	Egypte Syrie		
Demande moyenne 500 à 1000		Turquie Libye	Espagne France Italie Grèce
Demande faible 100 à 500	Albanie Maroc Algérie Tunisie	Croatie Liban	Chypre Israël Malte Slovénie

Figure 4-3. Relations entre les demandes en eau totales (prélèvements, productions)

par habitant et les PNB par habitant, suivant les populations et les PNB de 1995, dans les pays méditerranéens.

Echelles logarithmiques. (Les demandes en eau en 1995 sont interpolées en quelques pays. Bosnie-Herzégovine et Serbie-Monténégro : données manquantes sur les PNB)



De même, contrairement à une idée trop souvent reçue, les utilisations d'eau n'ont généralement pas varié en proportion du niveau de développement de chaque pays.

Dans la plupart des pays méditerranéens, la croissance des quantités d'eau utilisée a été beaucoup plus lente que celle des PNB, aussi le rapport entre les demandes en eau totales et le PNB a-t-il assez régulièrement diminué au cours des deux dernières décennies (Figure 4-4).

Dans les pays les plus développés du Nord le rapport a diminué de 2 à 5 fois en 20 ans. Les diminutions les plus spectaculaires s'observent à Chypre —où les volumes d'eau utilisés ont chuté— et en Israël où ceux-ci ont plafonné. Les évolutions sont plus variées au Sud où tantôt des diminutions sont amorcées (Egypte, Maroc), tantôt le ratio est stable, tantôt même des tendances croissantes s'observent (Libye, Syrie) où à l'évidence, l'enrichissement a plus été le facteur de l'expansion des utilisations d'eau (notamment en irrigation) que le résultat de celle-ci.

• **La rareté de l'eau handicape-t-elle le développement ?**

Des constats macro-économiques précédents il n'apparaît pas que les écarts de développement soient liés d'aucune manière aux différences de ressources en eau et d'utilisation. Par exemple, les restrictions d'eau à Chypre n'ont pas empêché ce pays de dépasser la Grèce en PNB par tête ; de même, la pauvreté en eau des israéliens ne les empêche pas d'avoir un PNB par tête dix fois supérieur à celui de leurs voisins. A contrario, malgré la grande quantité d'eau utilisée en Egypte, son PNB par tête est l'un des plus faibles.

Les adaptations des économies méditerranéennes à la rareté de l'eau, générales dans les pays du Sud et du Levant, ont certes des coûts croissants : coûts d'exploitation des ressources conventionnelles —et coûts externes associés— qui croissent en fonction du taux de mobilisation, coûts des productions non conventionnelles ou des importations, tous croissant généralement plus vite que les quantités utilisées ; coûts des adaptations et des réductions des demandes, notamment des gains d'efficience des usages.



Mais les surcharges relatives sont loin d'être un facteur limitant majeur du développement. Elles peuvent seulement ajouter une pénalité supplémentaire à d'autres causes de sous-développement et leur effet est sensible surtout dans les contextes de pauvreté ou lorsque l'activité motrice du développement serait le secteur le plus consommateur d'eau, ce qui n'est généralement pas le cas dans les pays méditerranéens.

Les pénuries d'eau qui menacent les pays méditerranéens du Sud et du Levant dès à présent, et plus encore à moyen ou long terme, résultent donc moins de ruptures physiques que des difficultés à supporter les charges économiques croissantes d'approvisionnement en eau, suivant les secteurs d'utilisation et les niveaux de développement.

Finalement, le « manque d'eau » est autant, sinon plus, une conséquence du sous-développement, que la rareté de l'eau est une entrave au développement.

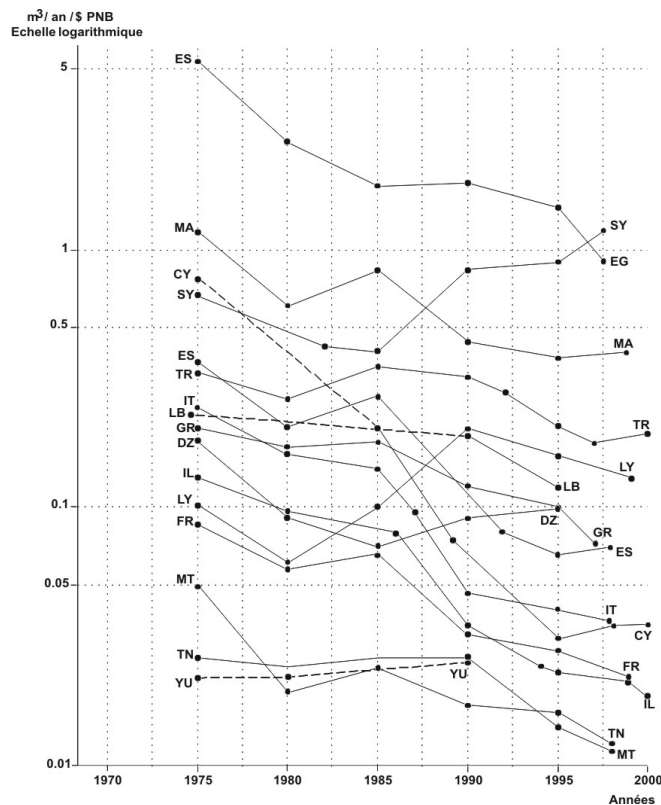
En fait, la rareté de l'eau tend à induire moins le plafonnement, voire la récession, du niveau global de développement économique, que la transformation du mode de développement actuel et de la structure de ses composantes sectorielles –ce qui vise surtout les productions agroalimentaires.

La conjonction de la rareté de l'eau et de la croissance démographique ne paraît pas compatible avec la conservation du mode de développement présent dans les pays méditerranéens du Sud et de l'Est.

Ce sont les difficultés et les retards probables de la transformation nécessaire qui risquent précisément de rendre le développement non durable dans sa forme actuelle, en tentant de la maintenir au détriment de la conservation des ressources ou d'autres équilibres naturels.

Figure 4-4. Variations, entre 1975 et 2000, du ratio demandes en eau annuelles totales/PNB

dans les pays méditerranéens, en m<sup>3</sup>/US\$



NB. : Les paliers ou les hausses du ratio entre 1980 et 1985 dans plusieurs pays résultent surtout de récessions temporaires du PNB.

## 7. L' « EAU VIRTUELLE » : FACTEUR DE RÉDUCTION DES DISPARITÉS DE RESSOURCES ENTRE LES PAYS MÉDITERRANÉENS ?

Introduit par l'économiste britannique J.A. Allan (1997) le concept d' « eau virtuelle » correspond aux quantités d'eau que la production des biens alimentaires importés a consommé dans les pays exportateurs – à ne pas confondre avec les économies d'eau que ces importations permettent aux pays importateurs, où ces consommations d'eau pour les mêmes productions seraient souvent supérieures, du fait des différences de conditions climatiques-. Ce concept vise à montrer que le commerce international de biens alimentaires contribue bien plus que d'éventuels transferts d'eau à compenser les déséquilibres de ressources en eau entre pays, notamment pour assurer la sécurité alimentaire ; et aussi que l'importation de biens alimentaires permet de mieux utiliser des ressources en eau rares dans les pays pauvres en eau comme ceux du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

Les quantités d'eau virtuelle peuvent être estimées sur la base des quantités d'eau (bleue ou verte...) utilisées pour les différentes productions alimentaires considérées, de l'agriculture (céréales...) ou de l'élevage, et des statistiques du commerce international (« *crop and livestock trade* »).

Dès 1994, la FAO\* avait évalué à 42 km<sup>3</sup>/an le « *water equivalent of net import of food* » dans les pays méditerranéens de l'Est et du Sud.

Des évaluations plus récentes, étendues au monde entier, chiffrent à près de 1250 km<sup>3</sup>/an l'eau virtuelle associée au commerce mondial de biens alimentaires, soit à 1/3 de l'eau consommée globalement par les « *cropped products* », et cette proportion a été sensiblement croissante au cours de la dernière décennie (D. Zimmer & D. Renault, 2002).

Les calculs par pays distinguent les importations et les exportations brutes d'eau virtuelle, pour en déduire les importations nettes (négatives dans les pays exportateurs, comme la France ou la Syrie, parmi les pays méditerranéens). Ces chiffreages varient toutefois suivant les modes de calcul des experts et les produits pris en compte (notamment si les produits agricoles consommés pour l'alimentation des productions animales importées sont comptés ou non...).

Le Tableau 4-7 cite les estimations récentes présentées au séminaire sur le « *virtual water trade* » à Delft (Déc. 2002), pour tous les pays méditerranéens.

Les importations nettes totales d'eau virtuelle de ces pays (moyennes 1995 –1999) s'élèveraient à 77 km<sup>3</sup>/an, dont 48 pour les PSEM.

- Nord : 29 km<sup>3</sup>/an (total atténué par le solde exportateur très élevé de la France : 22 km<sup>3</sup>/an)
- Est : 7,5 km<sup>3</sup>/an (malgré le solde exportateur non négligeable de la Syrie : 4 km<sup>3</sup>/an)
- Sud : 40,5 km<sup>3</sup>/an

Les pays les plus importateurs nets étant dans l'ordre : l'Italie, l'Égypte, l'Espagne, l'Algérie.

Sauf en quelques pays européens (Italie, Grèce,...), l'eau virtuelle associée aux biens alimentaires agricoles est généralement la plus grande part : 51 km<sup>3</sup>/an d'importations nettes totales, mais 113 km<sup>3</sup>/an d'importations brutes (la différence tenant surtout aux exportations de France, Turquie, Italie, Espagne et Grèce).

NB : ces sommations régionales ne tenant pas compte des échanges entre pays méditerranéens, elles ne correspondent pas aux échanges globaux de la région avec le reste du monde.

\* Water Resources of the Near East Region : a review (FAO, 1997)

Les flux d'eau virtuelle associée aux importations brutes de produits agricoles équivalent dans beaucoup de pays méditerranéens du Sud et de l'Est à une part importante des ressources en eau naturelles renouvelables de ces pays, et sont parfois très supérieures : en Israël, à Chypre et à Malte.

L'analyse des flux d'eau virtuelle mondiaux, par les experts mentionnés (Tableau 4-7), montre pour la région « North-Africa »\* une différence sensible suivant les biens alimentaires échangés :

- pour l'eau virtuelle associée aux « *crop productions* » la plus grande partie des importations brutes de la région provient d'Amérique du Nord et seulement 10% d'Europe de l'Ouest, tandis que la première destination des ses exportations brutes est l'Europe de l'Ouest (44%).
- pour l'eau virtuelle associée aux « *Livestocks* », l'essentiel des importations brutes (65%) provient d'Europe de l'Ouest et presque tout le reste (24%) d'Australasie, tandis que les exportations sont négligeables.

L'eau virtuelle permet non seulement des économies d'eau aux pays importateurs mais, une économie globale : par exemple l'importation de maïs par l'Égypte lui permet d'économiser 5,8 km<sup>3</sup>/an sur ses ressources, alors que l'eau virtuelle associée n'est que de 3,1 km<sup>3</sup>/an compte tenu des différences de productivité, d'où une économie globale de 2,7 km<sup>3</sup>/an (D. Renaults 2003).

Le commerce international de biens alimentaires, dans un cadre qui déborde largement du monde méditerranéen, peut ainsi contribuer fortement à pallier les disparités de ressources en eau entre les pays méditerranéens et à assurer la sécurité alimentaire des pays de l'Est et du Sud, mais en déplaçant les problèmes vers ceux de l'équilibre des balances commerciales des pays importateurs – notamment non pétroliers-.

---

\*\* au sens large : avec Afrique de l'Ouest, Soudan et corne de l'Afrique.

**Tableau 4-7. Importations et exportations d' « eau virtuelle\* » par les pays méditerranéens**

(moyennes 1995-1999) estimées par A.Y. Hoekstra et P.Q. Hung (2000)

Pays	Eau virtuelle associée aux productions agricoles ( <i>crop trade</i> ) (1)			Eau virtuelle associée aux productions de l'élevage ( <i>Livestock</i> ) (2)	Importation nette totale d'eau virtuelle km <sup>3</sup> /an
	Importation brute km <sup>3</sup> /an	Exportation brute km <sup>3</sup> /an	Importation nette km <sup>3</sup> /an	Importation nette km <sup>3</sup> /an	
Espagne	22,12	5,62	16,50	0,05	16,55
France	9,38	27,05	-17,675	- 4,40	- 22,075
Italie	19,63	6,76	12,86	18,54	31,4
Malte	0,32	0,046	0,27	0,16	0,43
Slovénie	1,06	0,02	1,04	- 0,23	0,81
Croatie	1,08	1,30	- 0,22	0,59	0,37
Bosnie-Herzégovine	0,24	0,064	0,17	0,61	0,78
Serbie-Monténégro	0,35	0,49	- 0,135	0,003	- 0,13
Macédoine	0,149	0,098	0,05	0,23	0,28
Albanie	0,28	0,014	0,26	0,09	0,345
Grèce	3,12	5,09	-1,97	2,16	0,19
Turquie	10,30	8,24	2,05	1,05	3,10
Chypre	1,27	0,20	1,065	- 0,005	1,06
Syrie	0,88	5,26	- 4,38	0,21	- 4,17
Liban	0,78	0,03	0,75	1,16	1,91
Israël	5,19	0,59	4,60	0,98	5,58
Egypte	16,94	0,90	16,04	2,87	18,90
Libye	0,79	0,045	0,744	0,60	1,34
Tunisie	3,92	0,058	3,87	0,15	4,02
Algérie	9,81	0,007	9,80	0,68	10,48
Maroc	5,62	0,087	5,53	0,19	5,72

Source :

(1) A.Y. Hoekstra et P.Q. Hung "Virtual water trade : a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade". (Delft, Dec. 2002)

(2) A.K. Chapagain &amp; A.Y. Hoekstra. "Virtual water trade : a quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products". (Delft, Dec. 2002)

\*N.B.: en toute rigueur cette eau n'est "virtuelle" que pour les pays importateurs

## Chapitre 5 : LES PRESSIONS HUMAINES SUR LES EAUX MÉDITERRANÉENNES

### Table des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>5-2</b>
<b>I. QUELLE PART DES RESSOURCES EN EAU UTILISE-T-ON À PRÉSENT ? .....</b>	<b>5-2</b>
Comment ces pressions ont-elles évolué ? .....	5-6
<b>2. MENACES HUMAINES ET DENATURATIONS .....</b>	<b>5-7</b>
<b>3. QUELLES RESSOURCES SONT ENCORE DISPONIBLES ? .....</b>	<b>5-18</b>
En conclusion .....	5-19

### Liste des encadrés

Encadré 5-1. Les pollutions d'eau souterraine dans le bassin méditerranéen .....	5-14
--	------

### Liste des tableaux

Tableau 5-1.-Indicateurs de pression actuelle sur les ressources en eau naturelles .....	5-3
Tableau 5-2.-Indicateurs de pression actuelle sur les ressources en eau renouvelables.....	5-5
Tableau 5-3.-Facteurs potentiels de pollution des eaux dans les pays méditerranéens .....	5-16
Tableau 5-4.-Reliquats de ressources exploitables disponibles à présent.....	5-20

### Liste des figures

Figure 5-1.- Indicateurs de pression sur les ressources en eau naturelles.....	5-4
Figure 5-2.- Indices d'exploitation actuels des ressources en eau naturelles et renouvelables.....	5-4
Figure 5-3.- Indicateurs de pauvreté et de pénurie d'eau.....	5-6
Figure 5-4.- Tendances approchées d'évolution des indices d'exploitation.....	5-7
Figure 5-5.- Exemples de récession des débits annuels réels de cours d'eau .....	5-8
Figure 5-6.- Exemples de baisses de niveau de nappes souterraines .....	5-10
Figure 5-7.- Exemple d'influence d'exploitation d'un aquifère sédimentaire côtier .....	5-12
Figure 5-8.- Récession du débit de base du Rio Júcar .....	5-13
Figure 5-9. Répartition des eaux souterraines polluées par les nitrates en Espagne .....	5-17
Figure 5-10. Principaux cours d'eau sujets à pollution chronique dans le bassin méditerranéen .....	5-17

## PRÉAMBULE

Les ressources en eaux méditerranéennes sont non seulement limitées, en partie seulement exploitables (Cf. Chap.2) et déjà largement exploitées dans une grande partie du bassin (Cf. Chap.3), mais elles sont en outre fragiles et vulnérables, sujettes à diverses menaces. Les pressions ou impacts sur les eaux du milieu naturel et sur les ressources sont naturellement indissociables. Il importe cependant de bien distinguer :

- **les pressions inhérentes aux utilisations humaines** : les effets, en grande partie voulus, des aménagements sur les régimes des eaux, les conséquences inévitables des prélèvements et des consommations finales sur les flux et les stocks, en somme des degrés de leur exploitation- d'où des interrogations sur l'état des reliquats encore disponibles- et les conséquences plus évitables sur les qualités, dues aux retours d'eau usée qui "consomment" plus ou moins les capacités d'auto-épuration des milieux récepteurs, elles aussi limitées;
- **les impacts d'activités humaines** qui ont d'autres objectifs que ceux de l'utilisation d'eau, sur le régime et les qualités des eaux du milieu : impacts des modes d'occupation du sol et de gestion des déchets, voire des rejets dans l'atmosphère, sur le régime et les qualités des eaux; ici ce sont seulement l'atténuation ou la neutralisation de ces "effets externes" qui peuvent être voulues.

Ces pressions et les indicateurs qui s'efforcent d'en donner la mesure ont une double signification.

- degré de modifications des états naturels et des potentialités utilisables,
- degré de difficultés de couverture des demandes en eau.

## I. QUELLE PART DES RESSOURCES EN EAU UTILISE-T-ON À PRÉSENT ?

Comparer les ressources offertes (naturelles ou exploitables) et ce qui leur est demandé- d'abord en quantité-, pour évaluer les degrés de pression exercée et les disponibilités résiduelles, pose d'abord un problème de références spatio-temporelles communes et également significatives, ce qui n'est pas assuré d'emblée. Ressources et utilisations ont chacune leur géographie et leur variation –passées en revue aux Chap. 2 et 3– ; les variations des premières sont conjoncturelles alors que celles des secondes sont surtout tendancielle. Aussi les rapprochements entre les statistiques respectives sont inégalement significatifs.

Le premier niveau de comparaison, le plus praticable suivant les données disponibles, consiste à rapporter aux ressources naturelles moyennes et renouvelables les prélèvements sur ces ressources\*, puis les consommations finales actuelles en calculant des indices d'exploitation et de consommation, soit pour chaque pays, soit pour le bassin méditerranéen de chaque pays (Tableau 5-1 et Tableau 5-2 qui croisent les données des Tableaux 2-1, 2-2 et 3-4, 3-5 des Chap. 2 et 3). Il est à souligner ici que les consommations finales se prêtent mieux à la comparaison globale avec les ressources que les exploitations (prélèvements) qui peuvent remobiliser des retours d'eau, d'autant plus qu'on se réfère à un territoire ou bassin plus étendu, ce qui fausse la signification d'un indice d'exploitation global.

---

\* donc en excluant les prélèvements sur les ressources non renouvelables là où ils sont significatifs.

**Tableau 5-1.-Indicateurs de pression actuelle sur les ressources en eau naturelles renouvelables dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Indice d'exploitation des ressources naturelles renouvelables (a)		Indice de consommation finale des ressources naturelles renouvelables (a)	
	Pays entier %	Bassin méd. %	Pays entier %	Bassin méd. %
Espagne	31,6	64	12	36
France	17	23	3,8	7,2
Italie	22	22	7,2	7,2
Malte	50	50	21	21
Slovénie	4	0,7	~ 0,12	~ 0,07
Croatie	1,1	0,6	~ 0,5	~ 0,2
Bosnie-Herzégovine	~ 2,7	~ 0,7	~ 1,1	~ 0,3
Serbie-Monténégro	~ 6,2	~ 5	~ 0,6	~ 1,7
Macédoine	29	29	12	12
Albanie	3,4	3,4	1,6	1,6
Grèce	11,7	11,7	6,9	6,9
Turquie	15,3	16	7,9	8,6
Chypre	37,8	37,8	28	28
Syrie b	54,5	64,6	31	40
Liban	26,9	27	16,9	16,9
Israël	107 c	~ 112 c	96	106
Cisjordanie	22,7	23	9,3	9
Gaza	232	232	96	96
Egypte b,d	83 e	89 e	93,5	93,5
Libye d	200	200	171	171
Tunisie	51,4	56,7	29,8	34,5
Algérie	21,8	24,2	8,3	13,3
Maroc	39,4	38	23,3	23

a) Ressources internes et externes, moyennes annuelles

b) Rapporté aux ressources réelles (sans contrainte aval en Syrie).

c) Basé sur les prélèvements nets (recharge artificielle déduite, 0,1)

d) Les exploitations et consommations de ressources renouvelables sont situées quasi entièrement dans le bassin méditerranéen, en Egypte et en Libye.

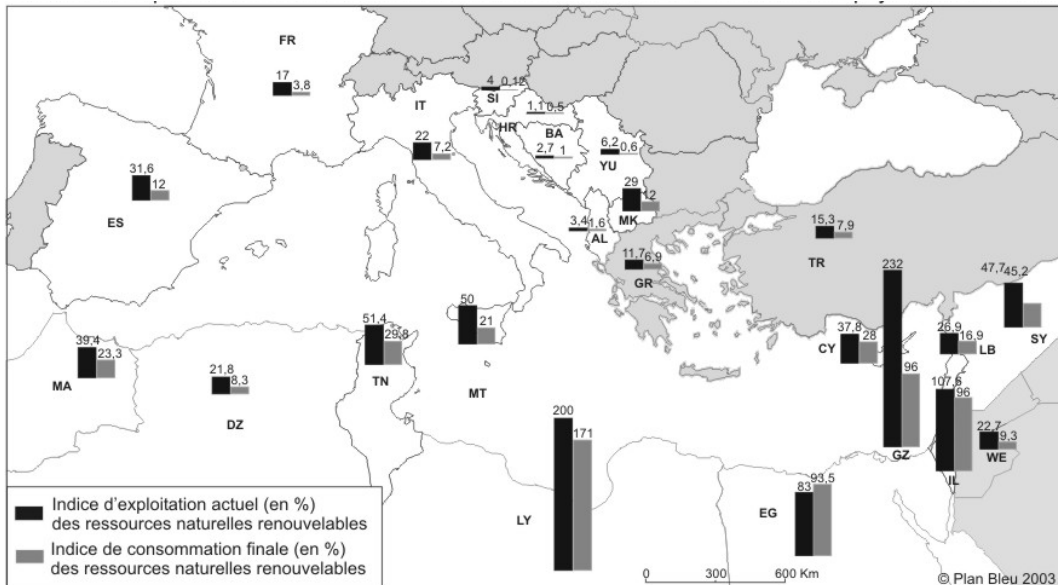
e) En ne comptant que les prélèvements nets sur la ressource primaire (48,2).

Cette première comparaison, bien que sans doute trop globale, révèle déjà des contrastes majeurs, avec des indices d'exploitation nationaux qui varient de 1 à plus de 100 %, et des indices de consommation finale variant aussi de moins de 1 à plus de 100 % (Figure 5-1).

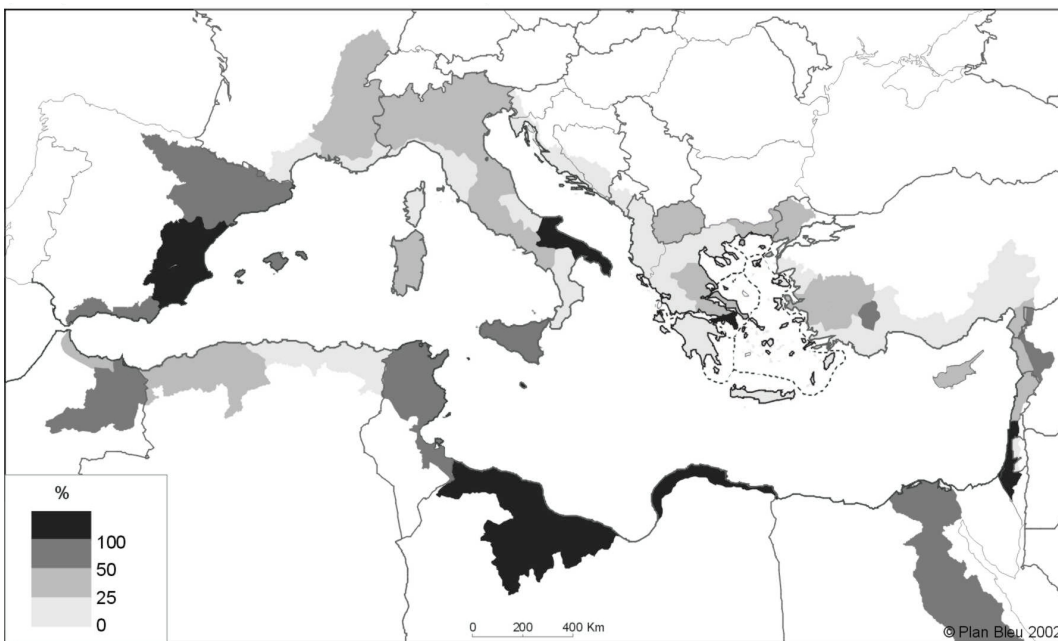
Une comparaison plus significative, mais moins homogène, rapporte les exploitations et les consommations finales aux ressources jugées exploitables (Tableau 5-2). Ces indices sont alors sensiblement plus élevés, et plus révélateurs de situations tendues ou critiques : les indices d'exploitation nationaux sont supérieurs à 50 % dans 13 pays et ils atteignent ou dépassent 100 % dans quatre pays (Gaza, Israël, Libye, Malte).

Enfin les calculs d'indices d'exploitation plus régionalisés montrent des différences internes plus accentuées dans certains pays et même des indices supérieurs à 100 % dans quelques bassins méditerranéens de pays du Nord (Espagne, Italie, Grèce), Figure 5-2.

**Figure 5-1.- Indicateurs de pression sur les ressources en eau naturelles renouvelables (internes et externes) des pays méditerranéens. Situations actuelles**



**Figure 5-2.- Indices d'exploitation actuels des ressources en eau naturelles et renouvelables (Ratio Prélèvements/ressources internes + externes) dans le bassin méditerranéen**



Ces comparaisons exclusivement comptables ne rendent cependant pas compte des situations de tension locales qui peuvent survenir dans la plupart des pays, d'autant plus qu'elles ne se réfèrent qu'aux ressources moyennes : elles éludent les crises conjoncturelles (en situation de sécheresse notamment). Aussi est-il couramment admis que ces indices d'exploitation –et à fortiori de consommation finale– nationaux ou régionaux indiquent au-dessus de 50 % déjà des situations de tension sinon de crise probables et des présomptions de pénuries d'eau locales ou conjoncturelles. C'est bien le cas dans les pays cités plus haut.



**Tableau 5-2.-Indicateurs de pression actuelle sur les ressources en eau renouvelables estimées exploitables dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Indice d'exploitation des ressources renouvelables exploitables (a)		Indice de consommation finale des ressources renouvelables exploitables (a)	
	Pays entier %	Bassin méd. %	Pays entier %	Bassin méd. %
Espagne	76	84	29	48
France	32,3	42	7,2	13
Italie	38,2	38,2	12,5	12,5
Malte	162	162	67	67
Slovénie	~ 8	~ 1,5	0,3	0,15
Croatie	~ 2,5	~ 2	1,2	0,8
Bosnie-Herzégovine	~ 3,3	~ 1,4	3	0,6
Serbie-Monténégro	~ 50	~ 10	5	3,4
Macédoine	~ 60	~ 60	25	25
Albanie	~ 10	~ 10	4,5	4,5
Grèce	~ 29	~ 29	17	17
Turquie	39	28	20	15
Chypre	55	55	41	41
Syrie	~ 70	~ 96	40	40
Liban	74	~ 80	47	47
Israël	109 b	~ 120 b	98	110
Cisjordanie	25	25	~ 10	9,4
Gaza	260	260	108	108
Egypte	96	96	110 c	110 c
Libye	~ 233	~ 233	~ 200	200
Tunisie	65	69	38	42
Algérie	40	41	15	23
Maroc	57	56	34	34

**Notes**

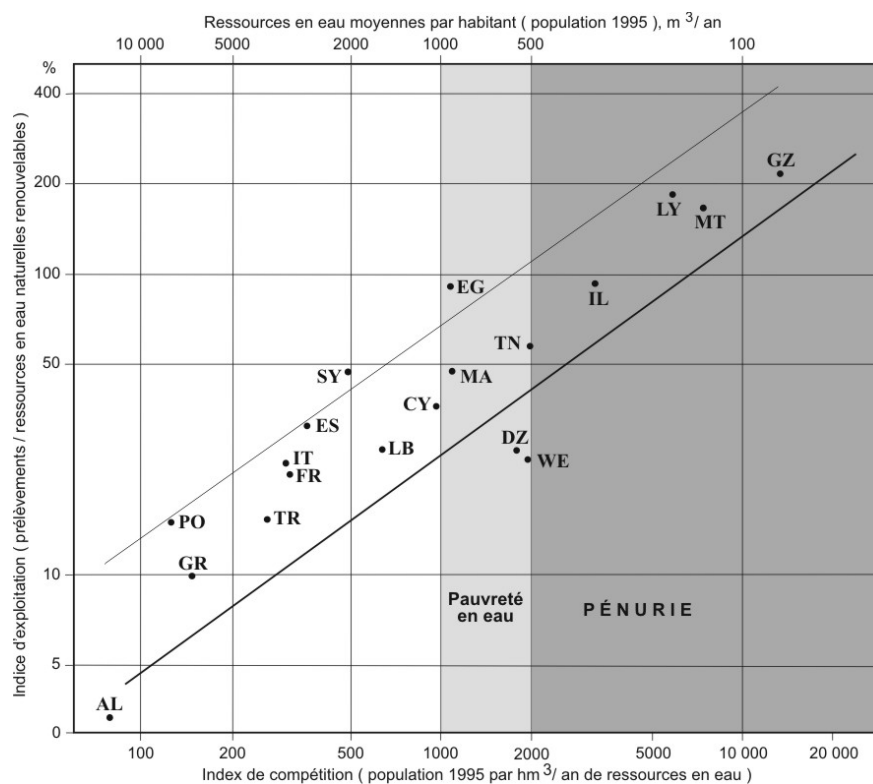
- Ressources exploitables internes et externes définies au Chap. 2, y compris dans certains cas, compte tenu des réservations à pays en aval (Syrie, Turquie...). Moyennes annuelles
- Basé sur les prélèvements nets.
- Un indice de consommation finale > l'indice d'exploitation des ressources primaires est l'effet de l'utilisation des ressources secondaires.

Les indices qui approchent ou dépassent 100% ont plusieurs significations : ils peuvent traduire soit des surexploitations caractérisées d'eau souterraine comme à Malte, dans le bassin du Segura en Espagne, en Jeffara libyenne ou à Gaza, soit la remobilisation assez intense des retours d'eau qui permet aux prélèvements bruts d'excéder les ressources renouvelables primaires, comme en Egypte; ils peuvent aussi traduire la difficulté de distinguer les prélèvements qui sollicitent des ressources renouvelables de ceux qui exploitent des ressources non renouvelables, en Libye par exemple.

L'analyse basée sur les indices d'exploitation rejoint ainsi, de manière très cohérente, l'interprétation des ressources en eau (naturelles et renouvelables) par habitant comme indicateur de pauvreté ou de pénurie en eau, regardée au Chap.2, ce qui est logique puisque la population est le principal facteur de demande en eau, donc de pression sur les ressources. Pour l'ensemble des pays méditerranéens, la corrélation évidente entre les deux indicateurs (Figure 5-3) démontre, s'il en était besoin, que les ressources sont d'autant plus exploitées qu'elles sont faibles et confirme la validité des seuils admis (au-dessous de 500 m<sup>3</sup>/an de ressource par tête, la ressource est totalement exploitée) :

Ressources en eau naturelle moyennes par habitant	Indice d'exploitation	Pays méditerranéens
500 à 1000 m <sup>3</sup> /an (situation de pauvreté en eau)	~ 25 à 50%	Chypre, Cisjordanie, Maroc
	~ 50 à 100%	Egypte, Tunisie
< 500 m <sup>3</sup> /an (situation de pénurie structurelle)	≥ 100%	Gaza, Israël, Malte, Libye

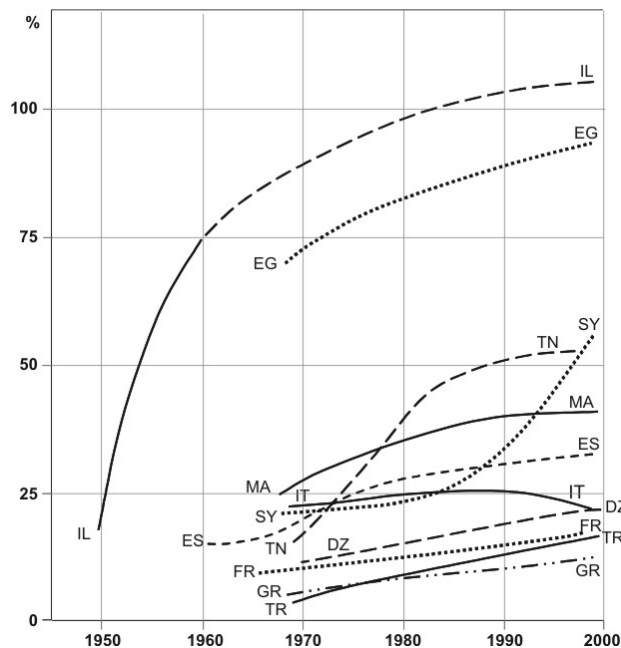
**Figure 5-3.- Indicateurs de pauvreté et de pénurie d'eau.**  
**Relations entre l'indice d'exploitation des ressources en eau naturelles renouvelables et les ressources naturelles par habitant des pays méditerranéens, à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle**



### Comment ces pressions ont-elles évolué ?

Les tendances contemporaines d'évolution des pressions, qui résultent naturellement de celles des demandes examinées au Chap.3, sont également significatives, notamment celles des indices d'exploitation, esquissées en Figure 5-4 pour les principaux pays méditerranéens, en fonction des historiques de demandes reconstitués. Au cours des dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle, la croissance de ces indices a été la plus forte en Egypte, Syrie, Israël et Libye; à peu près linéaire en France, Grèce, Turquie, Algérie, elle apparaît accélérée en Syrie, mais décélérée en Espagne, au Maroc, en Tunisie et en Israël, tandis qu'une décroissance a commencé en Italie au cours des années 90.

**Figure 5-4.- Tendances approchées d'évolution des indices d'exploitation des ressources en eau naturelles renouvelables moyennes dans plusieurs pays méditerranéens**



## 2. MENACES HUMAINES ET DENATURATIONS

Les eaux méditerranéennes sont particulièrement vulnérables et sensibles aux influences humaines, tant aux effets directs, mais aussi externes, des opérations qui visent à les utiliser ou à réduire les risques qu'elles engendrent, qu'aux impacts de toutes sortes des établissements et des activités des méditerranéens sur le milieu naturel, sur le régime et les qualités des eaux.

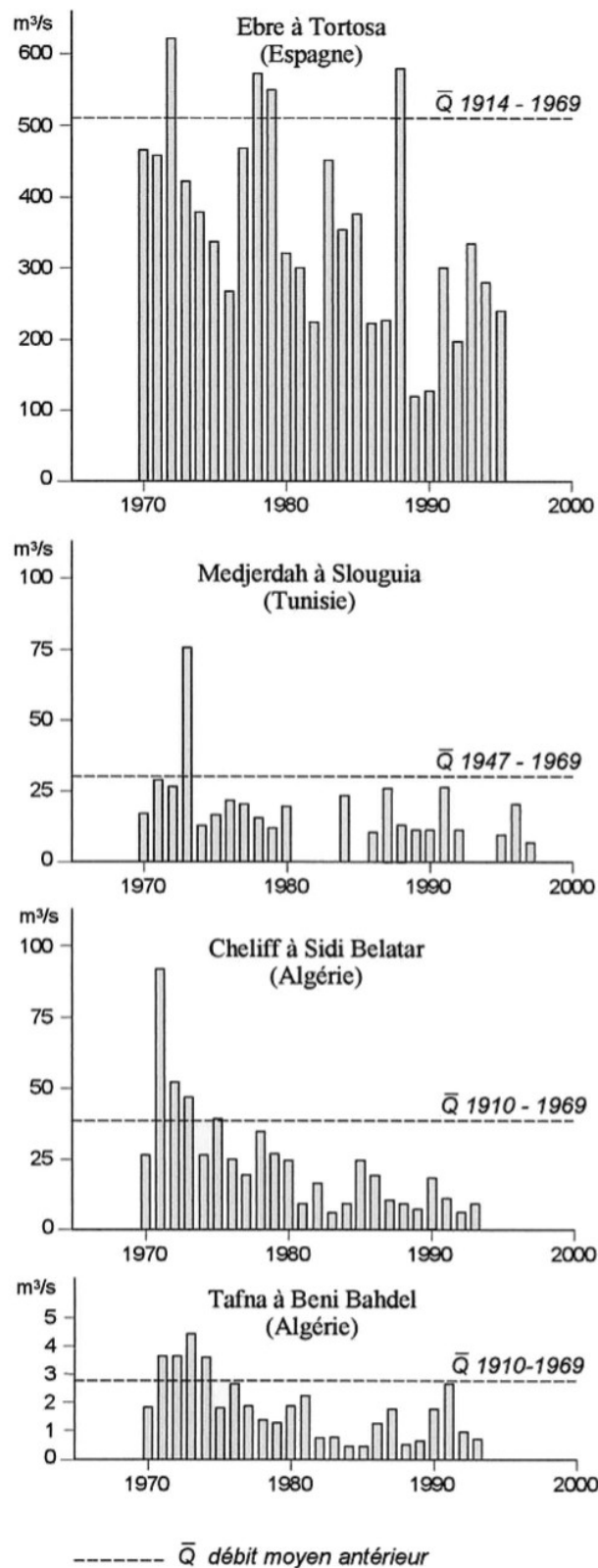
Ces influences ne datent pas d'hier; la nature méditerranéenne est anthropisée depuis longtemps : bien avant notre ère, Platon dans le Critias (IV<sup>ème</sup> siècle av. JC.), ne dénonce-t-il pas déjà l'érosion des sols et l'appauvrissement des rivières et des sources imputables au déboisement de l'Attique, dans la Grèce Antique ? Mais les dénaturations se sont accélérées au XX<sup>ème</sup> siècle.

- **Artificialisation et tarissement des cours d'eau**

La cumulation des prises d'eau, surtout celles sans retour lorsqu'elles servent à des usages très consommateurs (irrigation), a inévitablement réduit les débits de nombreux cours d'eau méditerranéens, particulièrement en étiage. Globalement, bon an mal an environ 80 milliards de m<sup>3</sup>/an doivent être actuellement soustraits aux cours d'eau du bassin méditerranéen (Chap.3, 3) : même si ces détournements sont inégalement répartis, cela ne peut pas être sans effet sur le régime et la fonctionnalité de beaucoup de fleuves, notamment au Sud.

Dans tous ces bassins largement équipés de barrages-réservoirs (Cf. Chap.3) les régimes d'écoulement en aval ont été transformés : tantôt dans le sens d'une régulation, dans le cas de l'hydroélectricité et de la maîtrise des crues, tantôt au détriment des débits de basses eaux ou même des débits annuels, dans le cas de dérivation pour l'irrigation (exemples de la Durance en France, de l'Ebre en Espagne, du Cheliff en Algérie, de la Medjerdah en Tunisie : Figure 5-5).

Figure 5-5.- Exemples de récession des débits annuels réels de cours d'eau méditerranéens, à leur exutoire, sous l'influence de la croissance moderne des utilisations.



A côté de conséquences bénéfiques, qui peuvent être les objectifs (soutien d'étiage, écrêtement des crues), ces aménagements et les incidences de l'exploitation des réservoirs sur le régime en aval ont aussi des effets négatifs : diminution des débits moyens et d'étiage, rupture de continuité et dégradation d'écosystèmes aquatiques, impacts des lachures et des vidanges décennales (par exemple, dans la vallée du

Rhône, effets du colmatage provoqué par la vidange des réservoirs sur les captages d'eau souterraine riverains), eutrophisation des lacs de barrage, atténuation des fonctions positives des crues, bouleversement et blocage des transports de sédiments (l'envasement des réservoirs a pour contre-partie la déstabilisation du littoral en maints secteurs – comme on l'observe en Algérie - notamment l'amaigrissement des deltas, rendus plus vulnérables à l'érosion marine).

Le cas du Nil, en Egypte, est le plus notoire. Sa régularisation par le barrage d'Assouan a permis d'augmenter considérablement la quantité d'eau utilisée et la pérennité des irrigations. Mais 97 % des 134 millions de tonnes de limons transportés annuellement en moyenne par le fleuve, dont une partie (environ 16Mt) fertilisait autrefois les sols irrigués, sont désormais retenus dans le lac Nasser. En compensation la fertilisation des terres requiert maintenant 13 500 t/an d'engrais nitrates et, faute d'apports terrigènes, le littoral du delta a déjà reculé sensiblement.

Le delta de l'Ebre aussi, qui ne reçoit plus que 3Mt annuels de limons au lieu de 20 anciennement, a commencé à régresser de près de 50 m par an.

Les impacts ou "effets externes" négatifs de l'aménagement des eaux ne sont pas aisément évaluables en termes comparables aux bénéfiques de ces aménagements, pour dresser des bilans "coûts-avantages" objectifs, d'autant plus que les préjudices et les profits ne concernent pas les mêmes acteurs... Les polémiques contemporaines, à ce sujet, non dénuées de parti pris, traduisent plutôt des conflits d'intérêt sectoriels que la recherche de préférence d'intérêt général.

Les régimes d'écoulement sont aussi modifiés par les changements de mode d'occupation des sols ou de couverture végétale. L'urbanisation galopante –surtout en zone rurale– le déboisement au Sud, l'abandon de l'entretien des versants (cultures en terrasse) au Nord, qui favorisent l'érosion des sols, contribuent plutôt à amplifier l'irrégularité des écoulements, donc à diminuer les ressources exploitables.

Les crues catastrophiques survenues, encore récemment, dans plusieurs pays méditerranéens, sont sans doute en partie imputables à ces changements.

Plus localement, de nombreux cours d'eau méditerranéens sont artificialisés par des « rectifications » des lits mineurs (endiguement) et des profils (seuils) ou des aménagements des lits majeurs qui réduisent l'« espace de liberté » du cours d'eau pour gagner des terres cultivables ou des terrains constructibles (exemple : les « casiers » de la basse vallée du Var, en France), voire, en zone urbaine, par un détournement visant à écarter le risque d'inondation (comme à Valence, en Espagne), ou même par un recouvrement comme à Nice, en France).

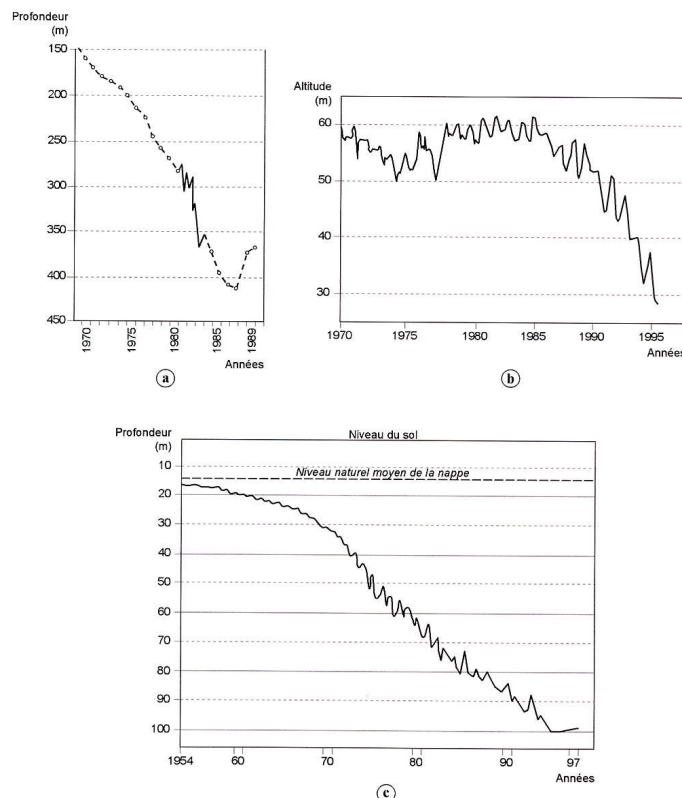
#### • Impacts et menaces sur les eaux souterraines

L'intensification des exploitations dans beaucoup d'aquifères méditerranéens a eu pour premier effet direct d'amples baisses de niveau des nappes souterraines, conséquences normales de la croissance des prélèvements, même sans rupture d'équilibre par rapport aux recharges. Au cours des dernières décennies des baisses de plusieurs dizaines de mètres, voire de plus 100 mètres, ont été constatées dans différents pays. Quelques exemples :

- Dans la région de Milan, en Italie, l'exploitation intensive et croissante de l'aquifère alluvial de la plaine du Pô a rabattu les niveaux de plus de 25 m –jusqu'à 40 m localement– en 80 années. Les baisses progressaient durant la décennie 70 de 1 à 2 m par an.
- Dans l'aquifère karstique de la Sierra de Crevillente, près d'Alicante, en Espagne, l'exploitation d'abord par galerie à partir de 1967 puis par forages et pompage, a fait baisser les niveaux de 250 m en 20 ans –75 % du volume prélevé correspondant à un déstockage– (Figure 5-6a).

- Dans la vallée de Messara, en Crête (Grèce), des baisses de 30m en 10 ans ont été observées. (Figure 5-6b).
- Dans le bassin de l'Orontes, en Syrie, les niveaux des nappes phréatiques surexploitées ont baissé de 57 m à Al Ashareneh et de 34 m à Al Salamieh, entre 1990 et 1999, ce qui a motivé l'interdiction de nouveaux forages (FAO, 2001).
- Dans la plaine de Jeffara, en Libye, la croissance des pompages a fait baisser la nappe de plusieurs dizaines de mètres – jusqu'à 70 m localement– au Sud de Tripoli, avec des chutes de niveau accélérées passant de 1 à 5m par an (Figure 5-6c).
- Dans la Djeffara tunisienne, les baisses de niveau de la nappe intensivement exploitée se sont accélérées passant de 0,5 à 0,7 m par an en 1970 à 1 à 2 m par an vers 1987-1988 (M. Ben Marzouk, 1993).

**Figure 5-6.- Exemples de baisses de niveau de nappes souterraines intensivement exploitées : effets patents de surexploitations**



Aquifère karstiques de la Sierra de Crevillente, près d'Alicante, Espagne. (A. Pulido-Bosch, 1991).

- NB. Effet de la réduction des prélèvements à partir de 1988.
- Aquifère de la Vallée de Messara, en Crête, Grèce (GRAPES, 2000).
- Aquifère de la Jeffara à Bin Gashir au Sud de Tripoli, Libye (GWA, O. Salem 1992, 1999).

Ces baisses ont d'abord des conséquences sur les conditions (et les coûts) d'exploitation, subies par les utilisateurs et ne sont pas sans provoquer parfois des conflits entre catégories d'exploitants, à techniques traditionnelles ou "modernes" et à moyens inégaux.

Dans trop de régions méditerranéennes, notamment littorales, les nappes souterraines sont exploitées de manière non seulement intensive mais de plus **excessive** : soit parce que la durée des productions d'eau risque d'être limitée à terme, au détriment des exploitants, soit du fait de leurs effets externes préjudiciables; il s'agit alors de cas de **surexploitation** déjà mentionnée au Chap.3 (Figure 3-24).

Indépendamment et en sus des rétroactions négatives de ces exploitations abusives sur leur renouvellement et leur qualité, les eaux souterraines de nombreuses régions du

bassin méditerranéen sont sujettes aux impacts de diverses activités qui altèrent aussi leur régime et leurs qualités.

- L'urbanisation peut avoir sur le régime des nappes souterraines des effets variés, parfois contraires : défauts d'apport, cloisonnement des aquifères, rupture de liaison avec un cours d'eau (endiguement et colmatage), drainage par des travaux souterrains, surcharge par les fuites de réseaux de distribution ou d'égout...
- Des aménagements hydrauliques de lits fluviaux peuvent provoquer des abaissements sensibles des niveaux des nappes alluviales en étroite liaison avec le cours d'eau. C'est le cas notamment des "canaux de fuite" en aval d'usine hydroélectrique : exemple dans la vallée du Rhône, en France. C'est aussi le cas des exploitations de graviers dans les lits vifs, qui entraînent des baisses sensibles des lignes d'eau et, par conséquent, des niveaux de nappe alluviale associée : par exemple dans la vallée du Var, en France, les extractions intensives de graviers à partir des années 60, à proximité de la ville de Nice, pour répondre à une forte demande du secteur de construction, ont fait baisser de plusieurs mètres les niveaux de nappe alluviale, au détriment des agriculteurs qui l'utilisaient ou même de captages d'eau potable : dès 1967 une baisse de 8 m était survenue en amont du champ captant de Nice ; cela a motivé des aménagements correcteurs (seuils dans le lit du Var) inégalement efficaces par suite du colmatage.

Plus généralement, lorsque des aquifères –notamment alluviaux– sont alimentés principalement par des cours d'eau infiltrants, la réduction des débits de ceux-ci - en particulier en étiage- par des prélèvements peut avoir des incidences préjudiciables sur les ressources en eau souterraine. Par exemple, en Italie, dans la basse vallée du Piave, au Nord de Venise, les dérivations d'eau de surface en amont, pour l'irrigation ou des aménagements hydroélectriques, ont fait chuter les niveaux de la nappe alluviale, libre ou captive. Il a été calculé que l'alimentation de l'aquifère était déficitaire lorsque le débit superficiel diminuait au-dessous de 7,7 m<sup>3</sup>/s. Des mesures de conservation du débit d'étiage du Piave ont été prises pour préserver l'alimentation de la nappe (C. Baratelli, 1994).

- L'irrigation intensifiée, notamment de plaine littorale où le drainage est malaisé, a entraîné des relèvements des niveaux de nappes souterraines, nuisibles à l'agriculture et favorisant des augmentations de salinité. C'est le cas par exemple dans le delta du Nil où les niveaux ont régulièrement monté de plusieurs mètres depuis le début du siècle (M. Shahin, 1987).

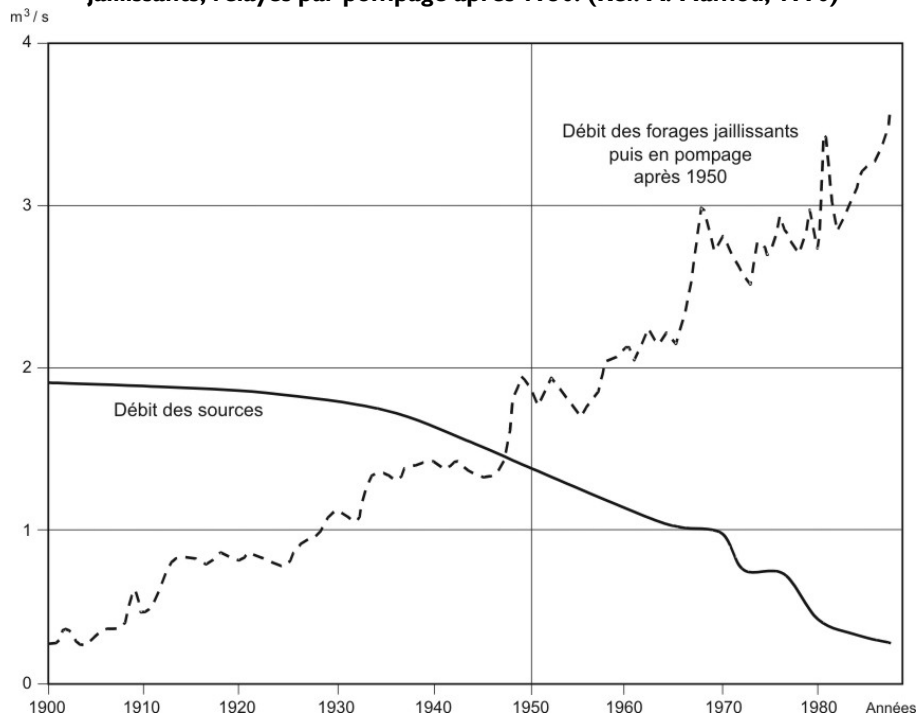
- **Contre-coups d'exploitations intensives d'eau souterraine sur les eaux de surface.**

L'intensification des prélèvements d'eau souterraine a eu aussi des effets inévitables et amples sur les écoulements de surface tributaires dans différents bassins méditerranéens. Les effets les plus visibles ont été des tarissements de sources : par exemple dans la plaine du Pô, en Italie, ou dans la plaine côtière de la Djeffara, en Tunisie (Figure 5-7). Par voie de conséquence les "débits de base", composantes régulières de cours d'eau, sont affectés. Par exemple, en Espagne, le débit de base du Rio Júcar, dans la région d'Albacète, a été divisé par quatre en une dizaine d'années sous l'effet de l'exploitation intensive de l'aquifère de la Mancha Oriental (indice d'exploitation actuel : 88 %) (Figure 5-8). Dans certains cas, les abaissements des nappes déterminés par les exploitations réduisent des "pertes" par évaporation, et permettent d'amplifier globalement les quantités d'eau mobilisables. Mais c'est au détriment des utilisateurs des sources et plus généralement des eaux superficielles pérennes qui en découlent. Ces exploitations intensives peuvent aussi porter atteinte aux écosystèmes aquatiques ou "zones humides" locales associés aux sites d'émergence, dont la préservation est souhaitée. C'est le cas notamment de zones

humides littorales d'eau saumâtre dont les qualités sont très sensibles à l'équilibre établi entre les eaux souterraines émergentes et les eaux marines.

**Figure 5-7.- Exemple d'influence d'exploitation d'un aquifère sédimentaire côtier méditerranéen : évolutions au cours du XX<sup>ème</sup> siècle de l'exploitation de la nappe de la plaine de Djefara, en Tunisie et du débit des sources.**

**La récession du débit des sources est concomitante avec la croissance des prélèvements par forages jaillissants, relayés par pompage après 1950. (Réf. A. Mamou, 1990)**



#### • Pollution des eaux

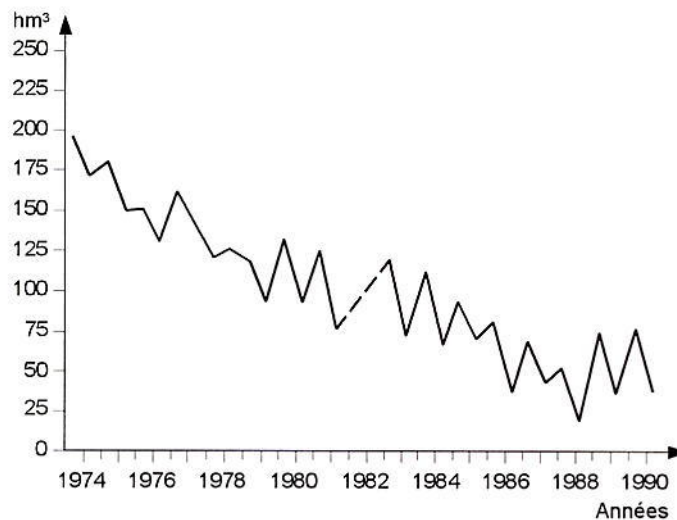
Dans tout le bassin méditerranéen les qualités des eaux superficielles ou souterraines sont menacées et souvent dégradées par des pollutions de natures et de sources multiples, sources ponctuelles, dues aux insuffisances de l'épuration des eaux usées retournées, aux rejets industriels ou aux accidents, et sources diffuses, résultant des abus de fertilisants et de pesticides en agriculture intensive, ou de la gestion défectueuse de déchets polluants.

Ces pollutions ne sont pas l'apanage des pays industrialisés du Nord où elles sont plus répandues, mais maintenant mieux combattues. Elles se développent aussi au Sud, où la faiblesse des moyens d'épuration et de prévention les favorisent et où leurs conséquences sont aggravées par la rareté et la médiocrité fréquente des qualités naturelles des ressources en eau permanentes (Cf. Chap.1, 3).

Les eaux souterraines sont les plus vulnérables car leurs pollutions sont beaucoup plus lentement réversibles (Encadré 5-1), mais leur perte de qualité peut se répercuter sur les eaux courantes superficielles permanentes qu'elles entretiennent. Les eaux de surface accumulées dans des réservoirs, autant que celles des lacs naturels, sont menacées aussi par l'eutrophisation, activée par le climat.



**Figure 5-8.- Récession du débit de base du Rio Júcar (Espagne, région d'Albacète), depuis les années 70, sous l'effet de l'exploitation de l'aquifère de la Mancha Oriental**



(Données semestrielles)

Source : « Libro Blanco de las aguas subterráneas », Espagne, 1994.

Peut-on évaluer les pollutions et leurs conséquences sur les ressources en eau et l'état de santé des écosystèmes des pays méditerranéens ?

Les pollutions des eaux se prêtent mal à des regards synthétiques en raison de la multiplicité des polluants et des processus (localisés ou extensifs, accidentels ou chroniques, directs ou induits), des inégales rémanences des effets de causes temporaires, de la variété de résilience des milieux atteints, de la relativité des dégradations de qualité aux critères d'évaluation de celle-ci.

Les analyses de situation procèdent à plusieurs niveaux, par des actions complémentaires mais inégalement coordonnées et cohérentes :

- reconnaissance des causes et des facteurs, pour agir à la source (connaissance des émissions, des "faits polluants", des pollueurs...);
- observation des états en qualité des eaux superficielles et souterraines ; repérage et estimation de leur détérioration par rapport aux états naturels ;
- examen et évaluation des conséquences (sociales, sanitaires, économiques, environnementales).

Les efforts entrepris à un niveau ne suppléent pas la carence des connaissances à un autre... Suivant les pays méditerranéens, les informations correspondantes sur chaque niveau sont inégalement disponibles et élaborées.

La **connaissance des facteurs** n'est avancée que dans les pays où leur inventaire est la base d'application du principe "pollueur-payeur", qui implique le recensement des émissions (mais les causes ponctuelles les plus identifiables sont alors privilégiées par rapport aux sources de pollution diffuses, notamment agricoles...).

**Encadré 5-1. Les pollutions d'eau souterraine dans le bassin méditerranéen**

Sans être plus particulièrement développées dans le bassin méditerranéen, diverses pollutions d'origine agricole (fertilisants, pesticides), industrielle (déchets) ou urbaine (défauts d'assainissement, déchets) y menacent comme ailleurs les qualités des eaux souterraines des plaines à forte occupation du sol : zones urbanisées, agriculture intensive.

En Italie, dans la seule province de Turin (partie occidentale de la plaine du Pô) par exemple, sur quelques milliers de km<sup>2</sup> où sont concentrés 381 puits de captage pour production d'eau potable (5m<sup>3</sup>/s en 1985), ont été dénombrés 252 dépôts de déchets surtout urbains), 159 carrières et 840 puits d'injection d'effluents industriels polluants, ce qui entraîne de larges interférences entre les aires drainées par les captages et celles sujettes aux impacts des foyers de pollution (G.C. Bortolami & al., 1985).

Des teneurs élevées en azote (nitrates) commencent à apparaître en différentes zones. Par exemple plus de 100 mg/l en plusieurs aquifères d'Espagne (Levant, Baléares, Catalogne : jusqu'à 600 mg/l localement), où 25 unités hydrogéologiques (sur 206) "contaminadas" sont répertoriées dans les bassins méditerranéens (J. Samper et al. 1999), (Figure 5-9). En Italie, "la contamination des aquifères par les nitrates, les métaux lourds et les produits chimiques organiques persistants est fréquente, ce qui oblige à prélever l'eau dans des sources plus profondes, dont la qualité naturelle n'est pas toujours satisfaisante (présence de manganèse, de fer et de sulfates". (OCDE, 1994, *Examen des performances environnementales*). En Israël, la teneur moyenne en nitrates des eaux prélevées dans l'aquifère côtier dépasse 40 à 50 mg/l depuis 1975 (Tahal, 1990).

A Malte, sous l'effet des fertilisants, au cours des 20 dernières années, les teneurs en nitrate ont fortement augmenté dans l'aquifère perché du plateau de Rabat, dépassant souvent 100 et parfois 300 mg/l (A. Gutierrez, 1994).

Plus spécifique au bassin méditerranéen, la salinisation par l'invasion d'eau marine, pollution induite par la surexploitation de nappe souterraine littorale (Cf. Chap.3...), est déjà survenue dans beaucoup de régions côtières (Figure 3-24) dont les ressources locales ont été annihilées. La pénétration actuelle d'eau de mer a été chiffrée, par exemple, à 166 hm<sup>3</sup>/an dans l'aquifère de la Jeffara libyenne (Mott Mac Donald, 1994), à 2 km<sup>3</sup>/an dans le delta du Nil.

Par exemple, en France, les émissions d'eaux usées industrielles ont été chiffrées en 1996 à 1640T/j de matières oxydables (MO) et à 17 705 kiloéquitos/j de matières inhibitrices; tandis que les agglomérations de plus de 10 000 habitants ont produit en 1995 58 millions d'équivalent-habitant<sup>1</sup>, dont 12 provenant des industries raccordées, et 32 ont été déversées dans le milieu naturel (source IFEN 1999).

Plus généralement l'estimation des facteurs potentiels peut être déduite des statistiques de productions d'eau usée (calculées plus que mesurées) et d'estimation de rendement des épurations, ou d'emploi de fertilisants, voire de pesticides (Tableau 5-3). Des statistiques plus ou moins complètes et fiables sur ces sujets sont disponibles dans la plupart des pays méditerranéens. Pour ceux de l'Union européenne, un essai de cartographie des "retours d'eaux usées urbaines et industrielles", appuyé sur un SIG par mailles de 25 km<sup>2</sup> exprimé en mm/an, a été tenté par le CEDEX d'Espagne (Oct. 2000). Ces rejets dépassent parfois 100 mm, soit 100 000 m<sup>3</sup>/an par km<sup>2</sup>.

Mais les liens entre les rejets décrits et calculés, surtout globalement et même régionalisés, et les pressions réelles ne sont pas directs.

Par exemple, les quelques 40 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux usées urbaines et industrielles rejetées annuellement de nos jours, estime-t-on, dans les eaux continentales des pays méditerranéens, dont une vingtaine dans le seul bassin méditerranéen (rejets en mer exclus), ne sont certainement pas sans effet sur la qualité des eaux. Cependant leur

<sup>1</sup> l équivalent-habitant = 57 g/j de matières oxydables (MO) + 90 g/j de matières en suspension (MES).

impact n'est pas globalisable. Leurs effets sur les eaux réceptrices sont nécessairement très variés suivant leur répartition, en grande partie localisée et concentrée, et les degrés de leur épuration, très inégaux. Dans les pays méditerranéens, comme en bien d'autres parties du monde, les efforts d'assainissement et d'épuration des eaux usées n'ont généralement pas été à la hauteur des efforts d'approvisionnement, mais avec des conséquences plus graves dans une région dont les ressources en eau sont plus rares et plus sollicitées.

Les statistiques à finalité sanitaire sur les populations, urbaines notamment, raccordées à l'assainissement avec filière d'épuration peuvent donc constituer des indicateurs indirects de pression, par les quantités d'eau usée produite mais non collectée ni épurée qu'elles permettent de déduire des populations non raccordées (Tableau 5-3).

Toutefois les statistiques sur les productions ou les rejets d'eau usées sont moins significatives que celles qui chiffrent les flux de matière polluante, exprimée en matières oxydables (MO=DBO+DCO), MES ou "équivalents-habitants", encore trop rares dans les pays méditerranéens. En France, par exemple, dans le bassin méditerranéen, en 1985, les "flux de pollution" suivants ont été produits et rejetés, la différence résultant de l'épuration :

	Production t/j	Emission dans les eaux continentales ou marines t/j
MO	1 841	955
MES	2 723	1 173
Total	4 564	2 128

La **connaissance des états** est partie intégrante des inventaires et des contrôles de qualité des eaux. Les efforts de détection et de suivi des dégradations de qualités des eaux imputables à des pollutions différent beaucoup, suivant les pays méditerranéens, par la nature et la densité des points de contrôle, par l'ancienneté et la fréquence des échantillonnages et par la variété des "paramètres" de qualité analysés.

Leurs résultats sont le plus souvent présentés sous forme analytique, par des tableaux de teneurs, à des dates données, en quelques variables symptomatiques (nitrates, phosphates, DBO et DCO, salinité, certains métaux, matières en suspension dans l'eau de surface...), faisant ressortir des tendances d'évolution locale (en mieux ou en pire...), parfois exprimées simplement en moyennes annuelles (comme dans les compendiums de l'OCDE sur un seul point par fleuve...!), illustrées par des cartes des points de contrôle classés et complétés par des statistiques sur les pourcentages du nombre total de points de mesure correspondant à chaque classe, pratique courante en Espagne, en France..., mais sans pondération suivant la représentativité de chaque point (notamment le débit d'eau courante...).

Ces résultats sont moins souvent exprimés de manière plus synthétique et significative en termes de degré de déclassement de qualité, et accompagnés d'essai d'interpolation spatiale.

Des essais de carte des cours d'eau classés par qualité, distinguant ceux dont les "mauvaises qualités" sont imputables à des pollutions, sont néanmoins réalisés en quelques pays : Espagne, France, Algérie (un essai de synthèse incomplète et sans doute non homogène, d'après l'état des informations disponibles, est présenté en Figure 5-10), de même que pour les nappes souterraines (cartes des teneurs en nitrates, en particulier : exemple en Espagne : Figure 5-9).

**Tableau 5-3.-Facteurs potentiels de pollution des eaux dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Production d'eaux usées urbaines et industrielles rejetées dans les eaux continentales (plus ou moins épurées ou non)		Quantité d'eaux usées urbaines non collectées ni épurées estimée d'après le % de population non raccordée (sauf d)		Quantité de fertilisants utilisés ("fertilizer consumption") en 1998 Source : FAO
	date	hm <sup>3</sup> /an a	date	hm <sup>3</sup> /an b	1000 t/an
Espagne	97	3 220	97	2 040	2 107
France	94	5 300	97	1 660	4 831
Italie	93	7 700	91	2 640	1 742
Malte	98	5 à 10		ε	1
Slovénie	94	200			77
Croatie	96	200	89	225	203
Bosnie-Herzégovine	95	~ 350			31
Serbie-Monténégro	95	5 500			190
Macédoine	96	440			44
Albanie	95	~ 300			25
Grèce	90	~ 100	97	490	486
Turquie	97	5 500	97	4 200	2 181
Chypre Σ	94	~ 20	94	35	20,5
Syrie	93	~ 650	90	~ 230	329
Liban	94	15		~ 30	60,5
Israël	96	~ 100 c	96	25	121
Autor. Palestinienne:		~			
Cisjordanie	96	~ 50	95	~ 30	
Gaza	94	~ 30	95	~ 25	
Egypte	95/96	10 700 d		3 630 d	1 113
Libye		ε	95	115	50
Tunisie	96	50	97	65	121
Algérie	90	800	90	~ 600	96
Maroc	94	~ 400		~ 750	360

Notes:

- Estimations sur la base des quantités d'eau utilisées (parts non consommées), corroborées par quelques statistiques nationales, et de la part probable des rejets en mer.
- Calcul: quantités d'eau potable distribuée aux collectivités X % de la population non raccordée aux services d'assainissement et d'épuration.
- Quantité réduite sous l'effet de la réutilisation.
- Source nationale.

Les **conséquences des pollutions** des eaux, enfin, peuvent s'évaluer en termes de dommages économiques ou environnementaux.

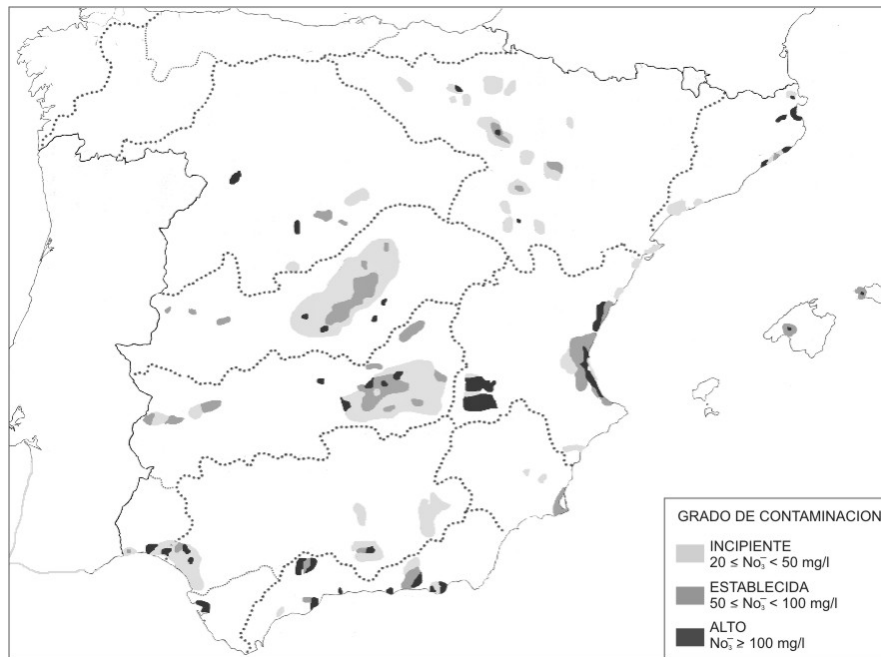
Les pollutions peuvent d'abord dévaluer voire annihiler une partie des ressources en eau, rendues inutilisables, ou elles risquent d'augmenter les coûts de production d'eau potable au-delà du supportable. Certaines peuvent aussi détériorer les qualités d'eau utilisée pour l'irrigation.

Il est cependant difficile de déduire des déclassements de qualité constatés plus ou moins localement ou cartographiés, une évaluation des "pertes de ressource", en termes de quantités dévalorisées ou exclues, du fait des pollutions de toutes sortes, dans tel ou tel bassin, et a fortiori dans l'ensemble des pays méditerranéens, et encore plus de mesurer les tendances d'évolution de telles pertes, que l'on peut seulement présumer non négligeables.

Les pollutions peuvent aussi être nocives pour la santé : en Egypte, par exemple, où les industries rejettent 550 millions de m<sup>3</sup> par an de déchets (57 % des résidus produits) dans le Nil, selon l'OMS le nombre de décès imputables aux maladies hydriques liées à la pollution du Nil est passé de 19 395 en 1979 à 48 458 en 1987.

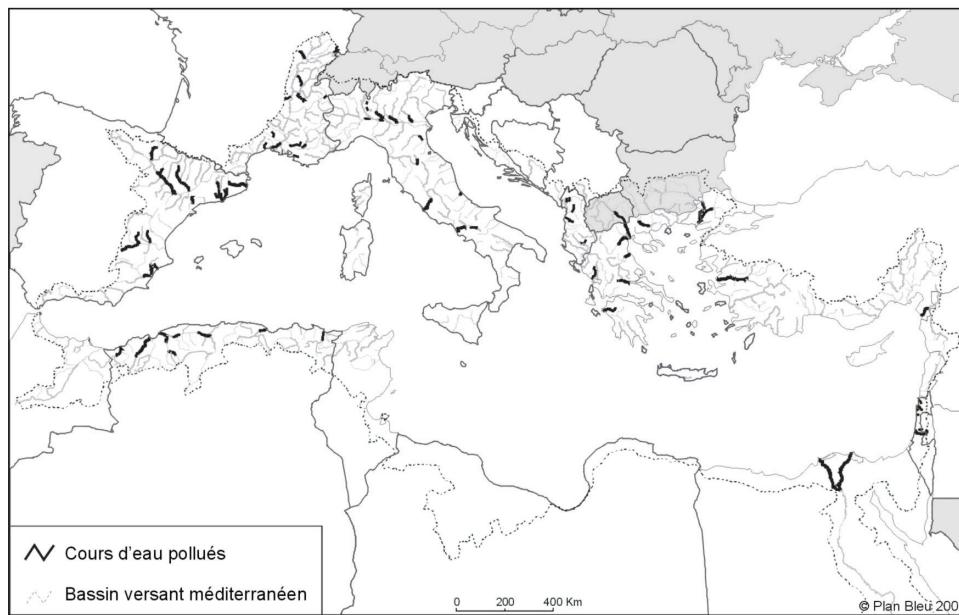
Quant aux atteintes portées à l'environnement, notamment aux écosystèmes aquatiques méditerranéens, elles peuvent s'évaluer surtout en termes d'appauvrissement constaté, mesurable par des indices biotiques. Mais de telles évaluations ont été jusqu'à présent essentiellement locales.

Figure 5-9. Répartition des eaux souterraines polluées par les nitrates en Espagne



Source : Plan Hidrológico Nacional, Memoria, MOPU, 1993.

Figure 5-10. Principaux cours d'eau sujets à pollution chronique dans le bassin méditerranéen



Références (sources nationales) :

Espagne : PHN 1993. Cours d'eau de qualité « déficiente » (ICG 50-65) et « mala » (ICG < 50), état 1990.

France : « Eaux de RMC, « Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse » 1991. Cours d'eau de classe 3 (médiocre, pollution importante) et 4 (hors classe, pollution excessive).

Italie : « Carta della qualità delle acque superficiali in Italia 1992-1994 », Ministère dell'Ambiente, 1997.

Algérie : « Carte des qualités des eaux superficielles 1991 », ANRH 1991.

Turquie : OCDE 1999.

Grèce : OCDE 2000.

Israël : Central Bureau of Statistics, 2000.

Pour conclure :

Quelle est l'ampleur des pollutions des eaux méditerranéennes et de leurs conséquences? Il n'est pas possible de répondre simplement à une question aussi globale : non seulement à cause de l'état des connaissances et de leur accessibilité, mais aussi du fait de la complexité d'un sujet aussi rétif aux statistiques.

- **Et si le climat changeait ?**

Les ressources en eau des pays méditerranéens ne sont pas à l'abri des conséquences d'un changement de climat causé par l'effet de serre additionnel. Les échéances et l'ampleur du changement, de même que ses effets sur le cycle de l'eau dans le bassin méditerranéen, sont encore sujettes à incertitude; leur quantification est difficile et ils ne peuvent même faire l'objet d'estimation de probabilité. Cependant, un certain consensus existe autour de la présomption d'un climat plus contrasté et irrégulier.

Au Sud, le risque d'un climat plus aride ne peut être exclu au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle et il aurait pour double effet de réduire les apports, donc le renouvellement des ressources, et d'amplifier les besoins en eau en augmentant l'évaporation et en aggravant les sécheresses. Au Nord serait plutôt à craindre un climat plus contrasté, plus pluvieux en hiver et plus sec en été, et plus irrégulier, ce qui ne serait pas non plus sans conséquences sur le régime des eaux et pourrait aussi accentuer les besoins en eau en saison estivale.

Plus localement, les élévations relatives du niveau de la mer Méditerranée, induites par le changement climatique, auraient aussi des effets sur les conditions hydrologiques des plaines côtières, notamment des deltas, en rompant l'équilibre entre eau douce et eau salée dans les nappes souterraines littorales.

Comme il s'agit d'une menace dans un avenir à très long terme, elle sera plus logiquement évoquée dans la seconde partie, consacrée à la prospective de l'eau (Chap. 10 : l'avenir des ressources).

### **3. QUELLES RESSOURCES SONT ENCORE DISPONIBLES ?**

Sous les pressions que les ressources subissent, qui viennent d'être décrites, que reste-t-il de disponible pour répondre à de nouvelles demandes futures?

- Au plan des quantités, ces reliquats disponibles peuvent se définir comme les soldes entre les ressources exploitables (suivant les évaluations actuelles) et les consommations finales chiffrées précédemment dont les indices ont été donnés au Tableau 5-4. Ces disponibilités, qui prennent donc en compte les retours d'eau réutilisables, diffèrent largement suivant les pays (et les bassins méditerranéens de chaque pays) en valeur absolue comme en proportion des ressources :
  - elles restent très élevées dans les Balkans à ressources très abondantes et encore peu consommées;
  - elles sont encore fortes en France, Italie, Turquie et appréciables en Algérie et Cisjordanie ;
  - elles sont plus réduites en Espagne, à Chypre, au Liban et en Syrie, au Maroc, en Tunisie;
  - elles se raréfient en Israël, en Egypte, et sont nulles à Gaza et en Libye, pays à court, voire à bout de ressources conventionnelles.

Toutefois, même lorsque ces marges disponibles apparaissent encore appréciables –et à fortiori lorsqu'elles sont faibles–, ne pas perdre de vue qu'elles sont de moins en moins facilement exploitables, sont constituées en partie de retours d'eau qui appauvrissent leurs qualités, et qu'elles peuvent comporter une part notable de

ressources externes à stabilité incertaine (par exemple : Syrie, Israël, Egypte...). Plus encore que les ressources naturelles, elles sont très inégalement réparties dans les territoires, sous l'effet de la géographie des demandes actuelles et des pressions régionales variées (Cf. Chap.3, et Figure 3-23) : exemples en Espagne, dans les pays du Maghreb...

- Au plan des qualités, s'il est indéniable que les pollutions variées, directes ou induites, dévalorisent ou détruisent une partie des ressources en rendant certaines inutilisables, il est difficile de chiffrer globalement -on l'a déjà souligné- les pertes de disponibilité résultantes. Les baisses de qualités imposent surtout des surcoûts de traitement ou de transport- sans parler ici des coûts de prévention ou de réparation...

La proportion des ressources disponibles (en eau de surface surtout) composée de retours d'eaux usées urbaines ou industrielles, voire d'eau de drainage plus salée, ou "indice d'usure", est un indicateur calculable de probabilité de pollutions de cours d'eau, pouvant donner une idée "statistique" des pertes de qualité. Toutefois sa signification est restreinte si on la calcule globalement pour un pays ou un bassin étendu, car les retours d'eau sont inégalement répartis et épurés, et les dégradations de qualités entraînées sont surtout locales. Cette proportion n'est cependant pas négligeable dans plusieurs pays méditerranéens, où elle peut dépasser 10 % (en Espagne, dans les pays du Maghreb...).

## En conclusion

Les transformations historiques du cycle de l'eau sous l'action des hommes ne sont pas négligeables dans l'espace méditerranéen.

- Le débit total des cours d'eau affluent à la Méditerranée a diminué de 15% (de 80 km<sup>3</sup>/an) surtout du fait de l'utilisation du Nil, ce qui a dû augmenter un peu la salinité de la mer.
- L'évaporation dans le bassin s'est accrue d'environ 14% et ses foyers privilégiés se sont déplacés : accroissement dans les aires irriguées et les retenues, diminutions dues au déboisement et aux suppressions de zones humides. Le seul réservoir d'Assouan consomme par évaporation 50 fois plus d'eau que l'ensemble des centrales thermiques et nucléaires de tout le bassin méditerranéen.
- Le déstockage des grands réservoirs aquifères périméditerranéens (sahariens et arabiques) a remis en circulation plusieurs dizaines de km<sup>3</sup>. Utilisés surtout en irrigation, ils ont en grande partie été évaporés.
- Des stocks d'eau artificiels considérables ont été créés par les barrages-réservoirs. Plus de 200 km<sup>3</sup> ont été « immobilisés » dans le bassin méditerranéen. Les écoulements de nombreux cours d'eau ont ainsi été régularisés en réduisant leurs crues.
- Des transferts d'eau entre bassins commencent à être amples et déplacent plusieurs km<sup>3</sup>/an en Espagne, Israël, Libye.

L'examen des pressions exercées sur les eaux méditerranéennes met en lumière les problèmes posés dès à présent et en perspective.

Il met aussi en évidence les inconséquences et les contradictions auxquelles n'échappent pas les acteurs de l'eau.

D'un côté, pour satisfaire des besoins grandissant, les mobilisations des eaux de la nature sont intensifiées avec des exigences de qualité et de sécurité d'approvisionnement elles aussi croissantes. De l'autre, les comportements ont pour effet de dégrader les qualités des eaux et de rendre leur régime moins maîtrisable, et parfois même d'aggraver les risques qu'elles font courir.

En région méditerranéenne, plus qu'ailleurs, il importe de surmonter ces incohérences.

**Tableau 5-4.-Reliquats de ressources exploitables disponibles à présent  
dans les pays méditerranéens**

Pays et territoires	Ressources exploitables non actuellement consommées (=disponibilités moyennes) en km <sup>3</sup> /an		Part des ressources exploitables en %	
	Pays entier	Bassin méd.	Pays entier	Bassin méd.
Espagne	33 ~	11,1	71	52
France	93 ~	35	93	87
Italie	96	96	87	87
Malte	0,005	0,005	33	33
Slovénie	~ 15 ~	2	99	99,9
Croatie	~ 30 ~	9	99	98
Bosnie-Herzégovine	~ 15 ~	7	97	99
R.F. Yougoslavie	~ 24 ~	8	95	97
Macédoine	~ 2 ~	2	74	74
Albanie	~ 14 ~	14	95	95
Grèce	~ 25	25	83	83
Turquie	~ 73 ~	34	80	85
Chypre Σ	0,3	0,3	59	59
Syrie	~ 12,5 ~	2,4	60	60
Liban	~ 0,9	0,9	53	53
Israël	~ 0,04 ~	0	2	0
Cisjordanie	~ 0,6 ~	0,47	90	90
Gaza	0	0	0	0
Egypte	~ 0 ~	0	0	0
Libye	0	0	0	0
Tunisie	2,2	1,9	60	58
Algérie	~ 6,7 ~	5,4	85	77
Maroc	~ 13,2 ~	2,2	66	66



## Chapitre 6 : L'EAU DANS LES SOCIÉTÉS MÉDITERRANÉENNES

### Table des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>6-2</b>
<b>1. L'EAU ET LE DROIT DANS LE MONDE MÉDITERRANÉEN .....</b>	<b>6-2</b>
<b>2. LA GESTION DE L'EAU.....</b>	<b>6-3</b>
Gérer les utilisations ou les ressources ? .....	6-3
Quel cadre régional approprié : champ des collectivités territoriales ou bassin ?.....	6-4
<b>3. LES POLITIQUES DE L'EAU CONTEMPORAINES .....</b>	<b>6-7</b>
Les objectifs majeurs affichés ... ..	6-7
Des politiques de l'eau à la croisée des politiques de développement et d'environnement .....	6-10
Pour conclure : des politiques de l'eau en voie de développement.....	6-18
<b>4. L'HYDROGÉOPOLITIQUE EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE .....</b>	<b>6-19</b>

### Liste des encadrés

Encadré 6-1. Tendances prioritaires présentes de l'approche par l'offre .....	6-16
Encadré 6-2. Hydrographie et frontières méditerranéennes.....	6-19

### Liste des tableaux

Tableau 6-1. Politiques de l'eau des pays méditerranéens - Quelques éléments de comparaison .....	6-12
Tableau 6-2. Institutions de gestion des eaux par bassin dans les pays méditerranéens.....	6-15

### Liste des figures

Figure 6-1. Conditions hydrographiques de la gestion des ressources en eau .....	6-6
Figure 6-2. Exemples de comparaisons entre les découpages administratifs et hydrographiques.....	6-8

## PRÉAMBULE

Patrimoine commun dans le milieu naturel et élément indispensable à la vie et à de multiples activités humaines individuelles ou collectives (Cf. Chapitres 3 et 4), mais aussi sensible aux impacts de celles-ci, l'eau est à l'évidence un sujet de société, en Méditerranée tout particulièrement, tant du fait de l'ampleur de l'urbanisation que de l'importance de l'irrigation ou du drainage dans les sociétés rurales. Les efforts collectifs nécessaires de maîtrise de l'eau, pour s'en servir, pour s'en défaire ou pour s'en défendre, la répartition des droits et des devoirs relatifs aux usages et à la protection de l'eau, ont été sans nul doute une des causes majeures de structuration des sociétés dans le monde méditerranéen dès la plus haute antiquité. Les premières civilisations méditerranéennes ou proches –Egypte, Mésopotamie– n'ont-elles pas été souvent qualifiées "hydrauliques"?

Très tôt les principes et les règles en conséquence se sont inscrits dans le droit, les sociétés se sont organisées pour gérer et répartir l'eau et pour policer les acteurs, tandis que l'eau fut un enjeu de pouvoir majeur. Les modalités d'appropriation et de gestion de l'eau ont évolué au cours des âges, mais l'eau reste toujours, dans le monde méditerranéen, au cœur des interactions entre la nature et la société, entre individu et collectivité, et sujette à des choix politiques.

## I. L'EAU ET LE DROIT DANS LE MONDE MÉDITERRANÉEN

Socle de toutes les civilisations méditerranéennes, le droit s'est naturellement attaché de tous temps à régler les relations entre l'eau et la société.

**Le droit romain**, qui étendit longtemps son empire dans tout le monde méditerranéen, distinguait l'eau privée, attachée à la propriété du sol, l'eau commune non appropriable ("*res nullius*") et l'eau publique, contrôlée par l'Etat. Son héritage est encore la base du droit de l'eau des pays de Code civil influencé par la propagation du Code Napoléon au XIX<sup>ème</sup> siècle (en pratique tous les pays de Méditerranée occidentale).

Le régime libéral de "*Common Law*", consacrant le droit d'usage exclusif des propriétaires "riverains" (y compris d'eau souterraine) sans autorisation, n'a pris pied que dans les territoires sous influence britannique (Chypre, Malte).

**Le droit musulman**, pose en principe la communauté de l'eau au sein de la "Oumma", appliqué essentiellement aux eaux fluviales et exprimé par la domanialité publique, reprise aussi dans le Code civil ottoman. Ce qui n'exclut pas, cependant, le droit d'accession et d'usage attaché ou non à la propriété du sol, dans le cas des eaux pérennes (sources, eaux souterraines) ; par exemple au Maghreb. Ce droit est le fondement des législations des eaux des pays du Sud.

Au cours des dernières décennies du XX<sup>ème</sup> siècle, les tensions grandissantes sur les ressources dues à la croissance des demandes et les compétitions entre utilisateurs ont fait évoluer les droits de l'eau, dans la plupart des pays méditerranéens, vers une reconnaissance du statut de patrimoine commun de l'eau, traduit par une généralisation de la domanialité publique et de la prééminence du droit d'usage sur la propriété. Une certaine convergence s'est ainsi réalisée entre le droit romain –par extension du domaine public, à toutes les eaux de surface du moins, mais inégalement aux eaux souterraines (Espagne, Syrie ...)- et du droit musulman, avec généralisation du régime d'autorisation des prélèvements (et des rejets).

Les rénovations du droit de l'eau par les "Lois sur l'eau" récentes de presque tous les pays méditerranéens (Cf Tableau 6-1) suivent ces principes.

En même temps ces législations fondent en droit les institutions et les procédures de gestion et de police des eaux, les pouvoirs de planification, les principes des politiques tarifaires des services publics et des perceptions de redevances, les règles de participation des parties prenantes aux instances d'orientation et de contrôle de gestion.

Aux droits de l'eau nationaux a commencé à se superposer un droit de l'eau communautaire pour les pays méditerranéens de l'Union européenne. La directive 2000/60 du 23 octobre 2000, en particulier, promeut une certaine unification des modalités de la gestion de l'eau dans les pays membres, telles que la gestion par bassins hydrographiques, la définition des bassins internationaux, l'élaboration des plans de bassin, l'intégration des eaux superficielles et souterraines dans la gestion des ressources.

Cela ne devrait pas entraîner de divergences entre les pays méditerranéens de l'Union européenne et les autres, au plan de la gestion des eaux, mais plutôt des rapprochements, dans la mesure où ces orientations sont assez partagées.

## **2. LA GESTION DE L'EAU**

### **Gérer les utilisations ou les ressources ?**

L'organisation sociale de l'approvisionnement en eau des collectivités, soit urbaines soit d'agriculteurs irrigants, a naturellement une grande antériorité sur celle de la gestion de ressource, concept et objectif relativement modernes. Elle est demeurée longtemps et reste encore largement indissociable de l'organisation au plan local ou régional de ces collectivités urbaines ou rurales, dont l'approvisionnement en eau, puis l'assainissement, voire le drainage, constituent de longue date des services communs primordiaux. Dans les structures gouvernementales des états modernes, les "compétences" relatives à l'eau sont encore réparties principalement entre les départements sectoriels (Agriculture avec prédominance générale, Travaux publics ou Equipement, Intérieur, Santé ...), n'excluant pas des séparations par milieu (eaux de surface, eaux souterraines ...).

La desserte en eau potable, y compris par fontaines et points d'eau publics, des habitants des agglomérations urbaines et rurales –en pratique de l'écrasante majorité des populations actuelles des pays méditerranéens (Cf. Tableau 3-1 du Chapitre 3)–, ainsi que de beaucoup d'entreprises, relève très généralement des services publics municipaux (ou parfois nationaux), conjointement avec l'assainissement. L'objectif de ces services est, en principe, d'atteindre un taux de desserte aussi élevé que possible (cependant ces taux sont encore défailants dans la plupart des pays du Sud, on l'a vu – Tableau 3-1 –, surtout en milieu rural). L'objectif de "gestion de ressource" de ces services se réduit à la sécurité de la source d'approvisionnement, en quantité et en qualité, compte-tenu de la nécessité d'anticiper la croissance éventuelle des "besoins" à satisfaire.

En quelques pays, surtout en France, la tendance à déléguer la gestion de ce service (production et/ou distribution) à des entreprises privées se développe (en France 1995 57 % des collectivités locales et 75 % de la population desservie) ; cette gestion déléguée reste encore cependant globalement mineure à présent.

L'irrigation donne lieu à différents degrés d'organisation collective. Les irrigants par eau souterraine s'auto-approvisionnent individuellement en général, sans organisation collective, ce qui n'exclut pas des conflits justiciables alors du droit commun. En matière d'irrigation par eau d'origine superficielle les structures sociales sont plus variées. Hors du cas de petites collectivités locales qui s'approvisionnent par captage de source ou dérivation au fil de l'eau, en autogérant la ressource, la maîtrise de l'eau –aménagement et gestion des ouvrages de "grande hydraulique"- relève le plus souvent de la responsabilité de pouvoirs publics, tandis que la répartition est plus ou moins gérée

directement par les communautés d'irrigants, largement et anciennement organisées dans tous les pays méditerranéens, comme les "*confederaciones hidrográficas*" en Espagne ou les "consortiums de bonification et irrigation" actifs en Italie depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle.

La tendance à transférer aux collectivités d'irrigants la responsabilité (et la charge) d'exploitation et de maintenance des réseaux d'irrigation réalisés sur fonds publics se développe actuellement. Par exemple, en Turquie, le DSIA a transféré depuis 1993 80 % des réseaux d'irrigation (1.500.000 ha) aux "Water Use Associations".

Exceptionnellement, des opérateurs publics ou semi-publics assurant à la fois la production et la desserte des irrigants –mais aussi d'autres usagers, notamment en eau potable ou industrielle– fonctionnent en quelques pays. Par exemple :

- En Israël, la compagnie d'état Mekorot distribue 80 % de l'eau d'irrigation utilisée dans le pays (745 hm<sup>3</sup> sur 920 hm<sup>3</sup>, en 1998, pour environ 230.000 ha et la grande majorité des 25.000 fermes) ; ainsi que 78% de l'eau potable et 60% de l'eau industrielle.
- En France, la compagnie régionale du Bas-Rhône-Languedoc distribue annuellement environ 100 hm<sup>3</sup> d'eau, dessert 5000 agriculteurs en eau d'irrigation et 20 000 abonnés en eau potable ou brute. La société du Canal de Provence dessert 65.000 ha.

Dans ces cas, les cultivateurs irrigants passent du statut d'associé à celui de "client" desservi, à l'instar des usagers des services d'eau potable.

Comme dans le cas des producteurs-distributeurs d'eau potable, les objectifs de gestion de ressource des organismes producteurs d'eau d'irrigation, notamment de gestion de réservoirs, sont d'abord d'assurer la sécurité d'approvisionnement, en particulier en tenant compte de la saisonnalité de la demande.

Ainsi le développement et la généralisation des dessertes en eau des usagers des collectivités urbaines et rurales, et même des irrigants par la "grande hydraulique", ont déconnecté les hommes de la nature –à la différence des sociétés rurales anciennes– et conféré à l'eau le statut de produit de consommation distribué par des fournisseurs auxquels incombe la responsabilité de la sécurité d'approvisionnement. Il en est de même pour la collecte et le devenir des eaux usées, confiés à la responsabilité de services d'assainissement. Cela a atténué voire effacé la perception de l'eau comme patrimoine communautaire, qui ne survit que dans les petites communautés locales d'irrigants ou des usagers individuels exploitants, détenteurs de droits d'eau associés à la propriété foncière. Aussi la participation des usagers à la gestion des ressources, prônée aujourd'hui, n'est pas une tendance spontanée.

La gestion des ressources, nécessité moderne liée à la prise de conscience de leur rareté et de leur fragilité, ainsi qu'au constat de compétition et de conflits d'usage, et éclairée par des efforts d'évaluation, correspond au passage de la gestion de l'eau par secteur à sa gestion par milieu. Elle relève principalement d'"autorités de gestion" ad hoc instituées par les pouvoirs publics et des agents exploitants dont la plupart sont des producteurs-distributeurs dont le souci de sécurité s'élargit à l'échelle des systèmes de ressource.

### **Quel cadre régional approprié : champ des collectivités territoriales ou bassin ?**

L'organisation territoriale de la gestion de l'eau doit concilier la structure physique, notamment hydrographique, des ressources et les structures des systèmes d'utilisation, largement liées à la géographie socio-économique, ainsi que celles des découpages

administratifs et politiques régionaux, dont dépend davantage la répartition des pouvoirs et qui traduisent divers degrés de décentralisation.

La tendance moderne à passer de l'administration des utilisations de l'eau à la gestion des ressources tend à donner primauté aux structures de celles-ci, c'est-à-dire à la **gestion par bassin** de plus en plus préconisée, mais encore inégalement pratiquée dans les pays méditerranéens. Toutefois les champs de compétence territoriaux des autorités de gestion résultent généralement de compromis entre les structures physiques et celles de la "gouvernance", en fonction de leurs particularités respectives.

Dans les pays méditerranéens, les différences de structure géographique des systèmes de ressources naturelles et des systèmes d'utilisation d'eau, inégalement concentrés ou fragmentés, sont relativement grandes. Ce qui détermine et favorise :

- tantôt une forte centralisation, axée sur une artère prédominante :
  - soit du fait de la Nature : un fleuve unique concentre toute la ressource (exemple : Nil en Egypte) ;
  - soit du fait de l'appareil technique (interconnexion générale) qui unifie la production et la distribution (exemples : Israël/NWC, Libye/GMRP, Malte, Chypre ...), dont la gestion est quasi monopolisée (Mekorot en Israël, GMR Authority en Libye).
- tantôt, au contraire, une décentralisation de la gestion :
  - soit du fait d'une pluralité de bassins fluviaux majeurs (exemples : Espagne, France ...) ou d'un compartimentage hydrographique poussé, avec obstacles aux transferts (exemples : Italie, Grèce, Turquie méditerranéenne, Liban, Maghreb ...)
  - soit du fait de la prédominance des eaux souterraines qui favorise les exploitations individuelles disséminées, sans aménagement des eaux nécessaire, mais qui peut être contrebalancée par une volonté politique de contrôle (Police des eaux) dans l'intérêt collectif (exemples : Gaza, zone côtière d'Israël, Tunisie centrale et méridionale ...).

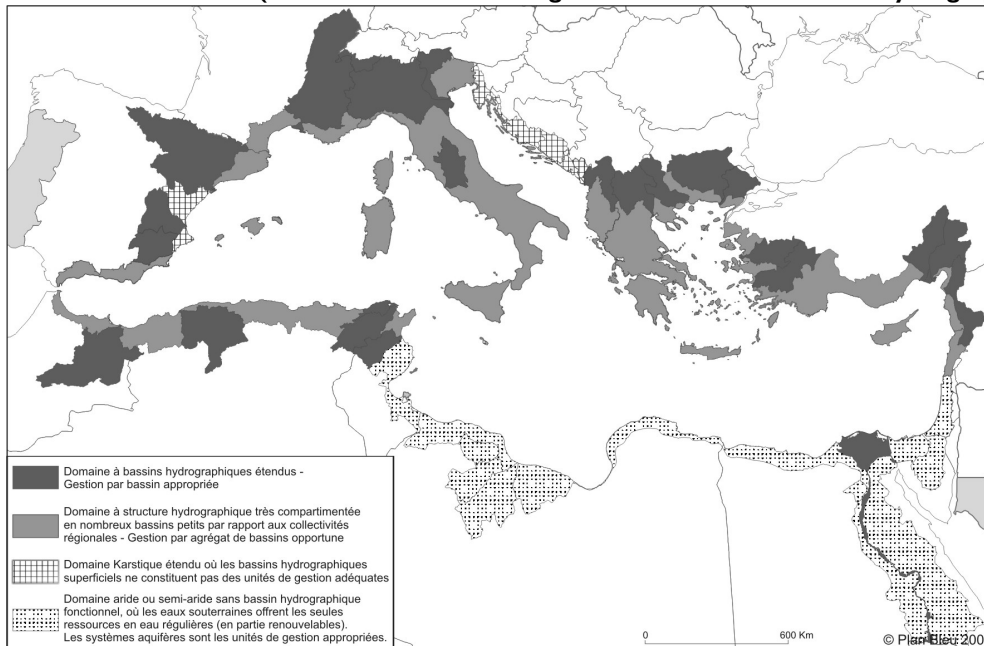
De cette variété de situations résultent des **conditions hydrographiques de gestion des eaux** diversifiées, qui ne se réduisent pas à la simple "gestion par bassin" préconisée...

Dans une grande partie de la région méditerranéenne, les structures hydrographiques ou le climat (aridité) imposent une gestion soit par agrégat de nombreux bassins élémentaires (généralement petits par rapport aux circonscriptions administratives), soit par domaines aquifères indépendants des structures hydrographiques de surface peu (karst) ou non (aridité) fonctionnelles (Figure 6-1).

En conséquence, l'ajustement réel ou conceptuel (dans les schémas de planification) des ressources et des demandes en eau, principal objectif de la gestion des eaux, est possible à des échelles très différentes, dans la région méditerranéenne, en raison :

- des inégalités de taille des systèmes de ressource, jointes à la répartition contrastée des apports (Cf. Chapitre 1 et 2) ;
- des répartitions géographiques très diversifiées des sites d'utilisation majeure (agglomérations, périmètres d'irrigation, complexes industriels), (Cf. Chapitre 3) ;
- des faisabilités très variées des transferts entre bassins ou régions, visant à assurer des adéquations offre/demande (Cf. Chapitre 3).

**Figure 6-1. Conditions hydrographiques de la gestion des ressources en eau dans le bassin méditerranéen (Divisions territoriales de gestion de l'eau et structures hydrographiques)**



Des territoires appropriés à la gestion des eaux décentralisée sont définis dans la plupart des pays méditerranéens, sous des dénominations variées : *Cuencas* des *Confederaciones hidrográficas* en Espagne, circonscriptions d'Agences de l'eau en France, *Bacini* en Italie, *Diamerismata* –zones d'eau– en Grèce, Bassins hydrauliques au Maroc, Régions des Agences régionales de l'eau en Algérie, circonscriptions des Directions générales de bassin en Syrie. Leur délimitation résulte de compromis entre les structures hydrographiques et administratives, tantôt annexion de petits bassins côtiers à des bassins fluviaux majeurs (ex. France), tantôt groupement de petits bassins se rapprochant plus ou moins d'un ensemble d'unités administratives (ex. Algérie).

Les pays méditerranéens sont ainsi inégalement subdivisés pour la gestion régionale (réelle ou potentielle) de l'eau, en fonction de leur étendue et de leur structure hydrographique, mais aussi du degré de décentralisation administrative.

**Nombre de divisions territoriales "hydrographiques" appropriées à la gestion de l'eau**

Pays	Total	dont : dans le bassin méd.	Régions administratives
Espagne	16	6	17 comunidades autonomas
France	6	1	23 régions
Italie	44	44	20 régions
Slovénie	(Bassins côtiers seuls)	4	8
Croatie	5	2	21
Grèce	14	14	50 Préfectures (Nomoi)
Turquie	26	11	76 provinces (7 régions)
Syrie	7	2	14 Mohafazats (Gouvernorats)
Liban	22	20	6 Mohafazats (24 Cazas)
Libye	5	3	46 Baladiyat
Algérie	5	4	37 Wilayas (+Sahara)
Maroc	10	2	42 Provinces

Ces domaines de gestion de l'eau sont parfois classés en plusieurs catégories suivant le degré de complexité de leur correspondance avec les structures politico-administratives. Par exemple :

- En Espagne sont distingués les "*Cuencas intercomunitarias*", partagés entre plusieurs communautés autonomes et les "*Cuencas intracomunitarias*" compris dans une seule communauté autonome ;

- En Italie, quatre sortes de bassins sont distingués : internationaux, nationaux, interrégionaux, régionaux (suivant la loi 183/89).

Ces cadres territoriaux définis légalement correspondent encore inégalement à des institutions de gestion régionale de l'eau effectives. Des "Agences de l'eau" ne fonctionnent pleinement qu'en Espagne (où elles succèdent aux "Confédérations hydrographiques") et en France (depuis les années 70) ; elles sont en cours de mise en place en Algérie et au Maroc.

Par ailleurs, les fonctions d'administration de l'eau relevant des pouvoirs publics n'en continuent pas moins à être exercées dans les cadres territoriaux politiques, ce qui nécessite au moins des coordinations avec les rôles des institutions de bassin et ce qui n'exclut pas des conflits possibles. La discordance entre les structures administratives et physiographiques, générale dans la plupart des pays méditerranéens (Figure 6-2), justifie d'organiser la gestion de l'eau dans le cadre des secondes, mais reste un facteur de complication..., tout particulièrement dans le cas des bassins transfrontaliers sujets à des conflits de souveraineté (cf. infra 4).

### **3. LES POLITIQUES DE L'EAU CONTEMPORAINES**

Dans chaque pays méditerranéen, la plupart des politiques sectorielles –agricole, industrielle, d'aménagement du territoire, d'urbanisme, de santé publique, d'environnement– comme la politique économique en général et parfois la politique étrangère, ont des implications relatives à l'eau et doivent composer avec les contraintes qu'imposent sa géographie, son degré de rareté et les charges économiques que son utilisation et sa conservation imposent.

C'est l'ensemble des décisions des pouvoirs publics pour résoudre les "problèmes d'eau" à court ou long terme qui constitue en fait les "politiques de l'eau", autant que les déclarations de principe générales qui en exposent les motifs et les justifient.

#### **Les objectifs majeurs affichés ...**

Les politiques de l'eau visent en principe partout :

- à assurer la sécurité d'approvisionnement en eau, en quantité et qualités (notamment au regard de normes de plus en plus ambitieuses), à des coûts supportables par les usagers et sans impacts excessifs sur la nature –y compris par la conservation des ressources– ;
- à prévenir, à cette fin, les risques de pénurie conjoncturelle ou structurelle et de rupture d'équilibre entre offres et demandes, en gérant la rareté et arbitrant les conflits d'usage ;
- à assurer à la fois la protection des eaux contre les nuisances et la protection des personnes et des biens contre les eaux nuisibles.

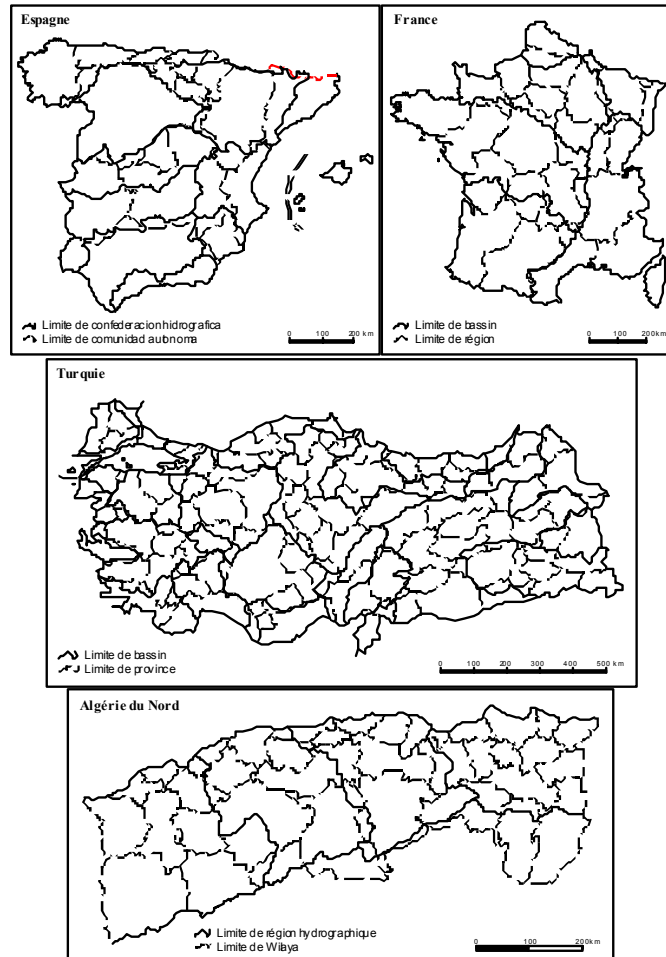
#### **... sous de fortes contraintes ...**

Dans la plupart des pays méditerranéens les politiques de l'eau sont soumises aux conditions physiques, socio-économiques et juridiques, voire géopolitiques (Chapitre 2 et infra 4) très contraignantes, dessinées précédemment, tout particulièrement au Sud et au Proche-orient.

Les disponibilités en eau se font rares, elles sont sensibles aux aléas climatiques et sujettes aux impacts de diverses activités qui perturbent les régimes et dégradent les qualités des eaux face à des demandes croissantes (du moins au Sud et au Proche-orient), plus exigeantes en sécurité et qualité, souvent déjà en concurrence.

Alors que les coûts des aménagements et des productions d'eau nécessaires pour répondre aux demandes nouvelles (ou améliorer la sécurité) sont croissants, et que les efforts d'économie d'eau sont eux aussi coûteux, une partie des populations urbaines et rurales des pays du Sud, n'est capable de participer au recouvrement de ces coûts que dans une faible mesure.

**Figure 6-2. Exemples de comparaisons entre les découpages administratifs et hydrographiques, dans plusieurs pays méditerranéens : Espagne, France, Turquie, Algérie du Nord**



### ... imposent des choix politiques

Gouverner c'est choisir : pour atteindre leurs objectifs sous ces contraintes les pouvoirs publics doivent faire des choix stratégiques et tactiques qui sont des choix politiques.

- **Choix de stratégie : approche par l'offre ou par la demande ?**

Quels poids respectifs donner aux solutions :

- Par accroissement d'offre : soit accroissement d'offre conventionnelle (malgré un rendement décroissant des aménagements et un coût croissant des opérations de mobilisation), y compris en développant les transferts, avec impacts sur la nature, risques de rétroaction sur la ressource, et défauts de durabilité ; soit sauvegarde d'offre conventionnelle durable de l'appareil d'aménagement et de production d'eau (pallier ou compenser l'envasement des retenues), en arrêtant



et empêchant les surexploitations, et en développant les offres non conventionnelles (à coûts plus élevés).

- Par modération ou réduction des demandes : en améliorant les rendements de transport et d'usage (efficacités d'irrigation notamment) ; progrès des "*water intensities*" ; incidemment par restriction conjoncturelle d'offre (coupures d'eau).

Puis définir comment conjuguer ces deux voies et les "orchestrer" dans l'espace et le temps par la planification, par la place de l'eau dans l'aménagement du territoire.

- **Arbitrages entre les objectifs de développement et de préservation de la nature :**

Quelle part des eaux laisser à la nature ? Comment prendre en compte les objectifs de conservation dans l'évaluation des ressources utilisables ?

Quelles contraintes la préservation du renouvellement et des qualités des eaux doit-elle imposer aux modes de production agricole ou à d'autres activités d'occupation du sol ?

- **Choix d'allocation de ressources en eau :**

Suivant quels critères partager les ressources, en situation moyenne et en année "déficitaire" (sécheresse) ? Sur quelles bases régler et prévenir les conflits d'usage : entre secteurs d'utilisation, entre territoires ou pays (si ressources communes) : conflits amont/aval, en quantité ou en qualité ; entre utilisations présentes et futures à plus ou moins long terme, pouvant requérir des réservations.

- **Choix des voies et moyens de mise en œuvre des politiques :**

Comment répartir les responsabilités de gestion et les charges financières entre l'état, les collectivités territoriales, les utilisateurs ? Quels rôles respectifs donner à l'administration des eaux, aux processus de planification et aux mécanismes de marché ? Quel degré de délégation des services publics au secteur privé ?

En particulier, comment concilier :

- l'équilibre financier, par recouvrement des coûts, et l'équité sociale de la desserte des populations et des entreprises en eau potable ;
- de même, un meilleur recouvrement des coûts de l'irrigation à la charge des irrigants, (incitation à plus d'efficacité, à des choix de culture plus valorisants) et la stabilité des sociétés rurales.

En somme, quelle politique de tarification ?

Quels instruments mettre en œuvre de préférence ou à conjuguer et coordonner pour réaliser les objectifs de gestion et d'allocation de ressource : grands travaux, réglementation (quotas), incitations économiques (subventions, redevances) ?

Quels sont les cadres territoriaux les mieux appropriés à la gestion des ressources et des utilisations ? (compromis entre les structures physiques et administratives, Cf. supra 2.).

Cette typologie des choix peut servir de grille d'analyse et de comparaison des tendances des politiques de l'eau méditerranéennes.

## **Des politiques de l'eau à la croisée des politiques de développement et d'environnement**

A côté des tendances lourdes dominantes, des tendances émergentes commencent à se manifester.

Les politiques de l'eau dans la plupart des pays méditerranéens, au Nord comme au Proche-orient et au Sud, ont été et sont encore fortement subordonnées aux objectifs de développement socio-économique. Elles visent d'abord à satisfaire des demandes –en anticipant autant que possible leur croissance–, mais doivent parfois les arbitrer ou les jumeler (par des aménagements à but multiple), en étant seulement et surtout restreintes par les capacités d'investissement publiques qui en assurent, comme il a été souligné au Chapitre 4., l'essentiel. Elles visent aussi la "mise en valeur" de l'eau, dénomination significative de bien des programmes ou organismes.

Cependant, dans des mesures plus variées, suivant les pays, les politiques de l'eau relèvent aussi des politiques d'environnement plus nouvelles mais dont les moyens ne sont généralement pas à la hauteur des ambitions affichées. La finalité environnementale a d'abord cantonné celles-ci surtout aux problèmes de qualité des eaux, dans une optique de réparation plus que de prévention (Cf. l'objectif souvent prioritaire de "reconquête des qualités des cours d'eau"). La "gestion des ressources" (vouée aux quantités) et la "gestion des qualités" sont encore souvent des sujets distincts, traités séparément et ne relevant pas des mêmes compétences administratives.

Aujourd'hui ces politiques affichent davantage, surtout au Nord, l'ambition de "gestion intégrée" des ressources, en faisant mieux prendre en compte les objectifs de préservation de la nature –y compris de conservation des ressources en eau renouvelables– dans les arbitrages et la coordination des interventions et opérations publiques : celle-ci relève à présent davantage des départements chargés de l'environnement, surtout au Nord, même si les capacités d'investissement et les pouvoirs d'arbitrage de ceux-ci restent mineurs.

La convergence ou la conciliation des finalités de développement et d'environnement dans les politiques de l'eau actuelles ne vont cependant pas de soi, ni au plan des actions gouvernementales où des arbitrages sont requis, ni dans les sociétés où elles donnent lieu à des conflits...

- **Les acteurs et la répartition des rôles : de la prépondérance de l'état aux amorces de son désengagement**

L'état a été jusqu'à présent et est encore beaucoup, à peu près partout, l'acteur prédominant de la politique de l'eau, à la fois en tant que gérant du domaine public, garant des droits d'eau, planificateur, principal investisseur et administrateur, à travers des organes souvent multiples, à responsabilités tantôt sectorielles dans la sphère économique, tantôt partielles vis-à-vis du milieu naturel (eaux de surface, eaux souterraines). Ce cumul de rôles n'exclut pas mais plutôt induit des incohérences qui appellent des coordinations. Ces fonctions sont plus ou moins décentralisées, avec des degrés variés de délégation à des pouvoirs régionaux ou locaux (collectivités territoriales). Le Tableau 6-1 rassemble sur ces sujets, quelques éléments de comparaison.

Cependant, des signes de désengagement commencent à se manifester. D'abord en matière de gestion des systèmes collectifs d'approvisionnement en eau, sous deux formes très différentes suivant les secteurs :

- Desserte en eau potable et (dans une moindre mesure) assainissement des collectivités : tendance à la délégation de service à des opérateurs privés –

suivant diverses modalités—, la plus avancée en France, en développement en Espagne, amorcée au Maghreb, concurremment avec une progression des taux de recouvrement des coûts.

- Irrigation (et drainage) tendance au transfert des responsabilités d'exploitation, de maintenance et de répartition aux collectivités d'irrigants. Par exemple : en Espagne, en Italie (consortiums de bonifications), en Turquie (Associations d'usagers), en Egypte, en Tunisie (Groupements d'intérêt collectif).

Par ailleurs, depuis quelques années des établissements publics autonomes (agences de bassin ...), qui suppléent l'état en faisant financer par les usagers (redevances) diverses opérations d'intérêt commun (réduction des pollutions notamment), se sont développées dans plusieurs pays méditerranéens où leur rôle dans la conception et la mise en œuvre de la politique de l'eau grandit (Tableau 6-2).

Toutefois, si ces institutions ont bien en commun des champs de compétence territoriale mieux ajustés sur les domaines physiques appropriés à la gestion des ressources (bassin ou groupes de bassins hydrographiques), elles sont loin de suivre un modèle unique. Elles diffèrent très largement par les pouvoirs et les missions qui leur sont attribués (police des eaux ou non, maîtrise d'ouvrage ou non...), ainsi que par leur moyens et les sources de leur financement (perception de redevances ou budget public). Les usagers participent inégalement à leur gestion. Certaines correspondent simplement à des organes de l'état décentralisés et opérationnels.

En tendant très progressivement à se dégager de l'exécution d'opérations et de fourniture de services pour se recentrer vers les missions de coordination, d'arbitrage des allocations de ressource, de planification, de contrôle et de tutelle, l'état redéfinit ses rôles, avec plus de régulation et moins de maîtrise d'œuvre.

- **Les choix de stratégie : de l'approche par l'offre dominante à un rééquilibrage avec la gestion des demandes**

L'approche par l'offre a été et est encore une tendance largement prédominante dans les pays méditerranéens : elle s'attache avant tout à corriger les inconstances climatiques et les disparités géographiques des données de la nature, pour satisfaire des demandes considérées comme des variables d'état. Toutefois ses voies prioritaires diffèrent suivant les pays (Encadré 6-1). La politique d'équipement et de grands travaux (barrages, transports) est généralisée dans tous les pays méditerranéens. La "gestion des ressources" s'y est longtemps confondue avec la réalisation et la gestion des ouvrages de maîtrise et mobilisation de l'eau, en négligeant leurs impacts sociaux ou environnementaux. Il est d'ailleurs symptomatique que les principales responsabilités de la politique de l'eau aient été et soient encore dévolues le plus souvent aux départements ministériels en charge soit de l'Agriculture (premier secteur d'utilisation), soit des Travaux Publics ou de l'Hydraulique (notamment en liaison avec l'hydroélectricité).

Tableau 6-1. Politiques de l'eau des pays méditerranéens - Quelques éléments de comparaison

Pays	Droit de l'eau et législation	Administration de l'eau				Planification	Priorités d'allocation de ressource	Investisseurs	Recouvrement des coûts	
		Ministères prépondérants	Coordination interministérielle	Organisation territoriale	Eau potable				Eau d'irrigation	
Espagne	Domanialité publique Loi sur l'eau 1985 (cours d'eau et eaux souterraines) Droit d'usage	Min. Environnement (Medio Ambiente) Min. Formento (Travaux Publics) Min. Agriculture	Conseil national de l'eau	16 Confederaciones hidrograficas 17 Comunidades Autonomas	Plan Hidrologico nacional (en cours de décision) Planes hidrologicos de cuenca Plan national d'irrigation	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	État	Partiel	Partiel	
France	Domanialité publique Loi sur l'eau 1964 Loi Protection de la nature 1976 Loi sur l'eau 1992	Min. Aménagement du territoire et environnement Min. Agriculture	Comité national de l'eau Mission interministérielle de l'eau	6 Agences de l'eau (bassins) 23 régions administratives	Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)	Alimentation en eau potable	État Collectivités territoriales concession AEP, EDF, FNDAE	Complet	Partiel	
Italie	Patrimoine public Loi "Merli" 1976 Loi "Merli" 1989 Loi "Galli" 1994	Min. Travaux Publics Min. Environnement		20 Régione 44 Bacini dont 25 "nationaux" ou "interrégionaux" 60 Autorités de bassin	Plans directeurs régionaux de gestion des eaux	Alimentation en eau potable	État	Partiel	Partiel	
Malte	Droit d'usage / sol Régime d'autorisation des prélèvements	Min. Environnement Water Service Corporation	Commission ad hoc	Centralisation	Master Plan	Alimentation en eau potable	État Water Service Corporation	Significatif (subvention)	-	
Slovénie	Domanialité publique Loi de Protection de l'environnement Loi sur l'eau (en préparation)	Min. Environnement Aménagement du Territoire (MEPP)	Office National de Planification	8 régions administratives 4 bassin côtiers	Plan directeur assainissement et Épuraton en préparation	Alimentation en eau potable	État Hydrokoper	Élevé	-	
Croatie	Domanialité publique Loi sur l'eau 1995	Hrvatske Vode (Croatian Waters, Agence d'Etat)	State Water Directorate	21 régions administratives 5 Water Management Departments (VGO)	Water Management Plan	Alimentation en eau potable	État Hrvatske Vode		-	

Abréviation : Min. = Ministère

CHAPITRE 6 : L'EAU DANS LES SOCIÉTÉS MÉDITERRANÉENNES

Tableau 6-1 (suite)

Pays	Droit de l'eau et législation	Administration de l'eau			Organisation territoriale	Planification	Priorité d'allocation de ressource	Investisseurs	Recouvrement des coûts	
		Ministères prépondérants	Coordination interministérielle	Conseil national de l'eau					Eau potable	Eau d'irrigation
Albanie	Propriété publique	Min. Agriculture Min. Construction et logement	Conseil national de l'eau		Plan Directeur national des ressources en eau (en préparation)		Etat Min. Agriculture	Partiel	Partiel	
Grèce	Domainialité publique des cours d'eau Loi 1986 Protection de l'environnement Loi sur l'eau 1987 Loi 1997 (→ zone d'eau)	Min. Développement Min. Environnement de l'aménagement du territoire et des travaux publics (YPEHODE) Min. Agriculture (sleri)	Comité interministériel de gestion des ressources en eau avec Corps de conseil	14 "Diamerismata" (zone d'eau) 50 Préfectures	Plan d'assainissement en cours	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	Etat Fonds de cohésion UE	Partiel	Partiel	
Turquie	Domainialité publique Droits d'usage	Min. Travaux Publics DSI (Devlet su Isleri)	Min. Travaux Publics DSI (Devlet su Isleri)	Gouvernorats (différents des bassins)	Plan développement quinquennal (7e Plan 1996-2000)		Etat, Via DSI ILLER Bank KHGM	Partiel	Partiel	
Chypre	Domainialité publique 14 Laws	Min. Agriculture, Natural Resources and Environment Water Development Dept.	Forte (1er Ministère)	Centralisation	Water Plan	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	Etat Secteur privé	Elevé (Subvention à l'eau dessalée)	Partiel (Subvention)	
Syrie	Domainialité publique cours d'eau eau souterraine Régime autorisation Loi de 1982, 1966	Min. Irrigation (MOI) Min. Euphrates Dam Min. Public Works & Water Resources		Décentralisation partielle 6 Directions générales de bassin + 3 Agences Euphrates	Plan national action pour l'environnement (NEAD) Master Plan → 5 bassins	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	Etat RIMAAA, WSSA Fonds internationaux	Faible (forte subvention)	Très faible (forte subvention)	
Liban	Domainialité publique 1926 Droits d'usage Régime d'autorisation	Min. des Ressources hydrauliques et électriques	Faible CDR Faible environnement Santé	Water Authorities Water Committee (21 Offices de l'Eau) Office du Litani	Plan Directeur national de l'eau en projet (Direction de la Planification MRHE)	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation 3-Industrie	Etat Fonds internationaux	Partiel Opération faible maint.	Partiel Opération faible maint.	
Israël	Domainialité publique Water Law	Min. Environnement	Forte Water Commission Water Board	Centralisation	National Water Plan	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	Etat Mekorot Secteur privé	Complet	Elevé (Subvention 20%)	

Abréviation : Min. = Ministère

Tableau 6-1 (suite)

Pays	Droit de l'eau et législation	Administration de l'eau				Planification	Priorité d'allocation de ressource	Investisseurs	Recouvrement des coûts	
		Ministères prépondérants	Coordination interministérielle	Organisation territoriale	Eau potable				Eau d'irrigation	
Cisjordanie & Gaza	(souveraineté encore restreinte)	Palestinian Water Authority	National Water Council	Centralisation	National Water Policy Water Management Strategy	Alimentation en eau potable AEP		Élevé		
Égypte	Propriété publique Loi 48, 1982 Protection Nil contre Pollution	MPWWR Aswan Dan Authority	Peu développée	Centralisation	Master Plan National Water Policy	1-Irrigation 2-Alimentation en eau potable	Etat MPWWR	Faible (subvention) nul en rural	Nul	
Libye	Domainialité publique Régime d'autorisation Libya Water Law 1982	Min. Agriculture, General Water Authority (GWA) GMR Authority	National Committee for Water Resources	Centralisation 5 Water Zones (GW bassins)	GMR Project Policy Water Plan	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation 3-Industrie	Etat	Faible Croissance en projet (GMR Water)	Nul Partiel en projet (GMR Water)	
Tunisie	Domainialité publique Code des eaux 1975	Min. Agriculture DGRE Min. Environnement et Aménagement du territoire	Comm. Nationale de Développement durable		Économie d'eau 2000 (9 <sup>e</sup> Plan 1997-2001)	1-Alimentation en eau potable 2-Irrigation	Etat / Min. Agriculture SONEDE,	Élevé, en croissance	Partiel	
Algérie	Domainialité publique Code des eaux 1983-1996	Min. Équipement, Aménagement et Territoire (MEAT) 2002 : Min. ressources en eau	Comm. Nationales des ressources hydrauliques (CNRH)	5 Agences de bassins (1995)	Plan national de l'eau	Alimentation en eau potable	Etat Agences nationales Communes	Partiel	Faible	
Maroc	Domainialité publique Loi sur l'eau 1995	Min. des Travaux publics Adm. Hydraulique Min. Agriculture 2002 : Min. Aménagement territ., Environnement et Ressources en eau	Conseil supérieur de l'eau et du climat	7 Agences de bassin (1995) 9 OMVA Commissions provinciales de l'eau	Plan national de l'eau Plan directeurs de bassin	1-Irrigation 2-Alimentation en eau potable	Etat ONEP	Élevé, en croissance	Inégal, en croissance	

Abréviation : Min. = Ministère

Tableau 6-2. Institutions de gestion des eaux par bassin dans les pays méditerranéens

Pays	Références de l'acte constitutif	Ministère de tutelle	Nombre	Compétences territoriales	Modalités de participation des parties prenantes	Assiette de redevance perçues	Missions et interventions
Espagne	Décret 01.03.1926 Loi sur l'eau 1985 modifiée 1999	Environnement (MIMAM)	10 confederaciones hidrograficas	Bassin ou agrégats de bassins (cuencas)	Assemblée des usagers Commissions règlements d'eau	Pollution	Police des eaux, planification, maîtrise d'ouvrages hydrauliques, lutte contre la pollution
France	Loi sur l'eau 16.12.1964 Loi 3.01.1992	Environnement (MATE puis MEDD)	6 agences de bassin ("Agences de l'eau")	Aggrégat de bassins dont un bassin majeur	Comité de bassin	Prélèvement, consommation nette, pollution	Lutte contre la pollution (principe pollueur-payeur). Protection de la ressource et des milieux aquatiques, aide à l'épuration, schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)
Italie	Loi 1989 protection du sol Loi Galli 5.01.1994	Environnement (MMA)	44 "bacini" (11 nationaux) 60 Autorités de bassin	Bassins "nationaux", inter-régionaux ou régionaux	néant	Prélèvement	Police des eaux, planification (plan directeurs régionaux de gestion) conservation des sols, prévention de la pollution. (→ bassins nationaux ou inter-régionaux seuls).
Grèce	Loi de 1987 Gestion des ressources en eau Loi 17, 1986	Industrie, énergie et technologie	14 "diamerismata"	Aggrégat de bassin ou îles (district de l'eau)	Commission de bassin	-	Etudes, élaboration de projets. Avis aux instances ministérielles.
Syrie	Loi 17, 1986	Eau et irrigation	6 départements d'irrigation + 3 agences Euphrates		néant	-	Planification, maîtrise d'ouvrage des projets d'irrigation, exploitation des périmètres irrigués (rôle opérationnel limité à l'irrigation; eau potable ou industrielle et assainissement exclus).
Liban	Loi de 1954	Ressources en eau et électricité	1 Office national du Litani (1955)	Bassin (Litani)	néant	-	Planification, maîtrise d'ouvrage des projets d'irrigation et hydroélectricité, alimentation en eau potable, drainage dans le bassin
Algérie	Loi 83, 16.07.1983 Code de l'eau 1996 Décret 26.08.1996	Ressources en eau	5 agences de bassin dont 1 : Sahara	Aggrégat de bassins dit "bassin hydrographique"	Comité de bassin (1/3 : usagers)	-	Suivi de l'état des ressources: collecte et traitement des données. Avis sur demandes d'autorisation de prélèvement. Gestion du financement public des projets d'économie d'eau et de protection des ressources.
Maroc	Loi sur l'eau 16.08.1985 Loi cadre sur l'eau 20.09.1995	Equipement, puis Aménagement du territoire, environnement et eau (2002)	7 agences de bassin (prévision 2003) 1 en 2000: Oum-er-Rbia 6 en 2002	Bassin ou agrégat de bassins (zones littorales exclues)		Prélèvement, pollution (projets)	Police des eaux. Planification Lutte contre la pollution (aides). Aide financière et technique aux maîtres d'ouvrage. Lutte contre les inondations.

En particulier la répartition des ressources mieux équilibrée par des transferts devient un facteur structurant de l'"aménagement du territoire" et un élément majeur des plans d'aménagement des eaux ou "hydrologiques" de nombreux pays (en Espagne, au Maghreb, en Libye, en Egypte, en Israël, Cf. Chapitre 3).

Les plans "directeurs", "hydrologiques" ou autres, à moyen ou long terme, conçus et adoptés dans la plupart des pays méditerranéens, sont essentiellement des plans d'équipement. Ils ont surtout une fonction de programmation pluriannuelle des investissements publics, dans un souci de continuité et de cohérence d'opérations au-delà des cadres trop étroits des budgets annuels. Ils n'engagent pas les acteurs privés.

Quant aux productions d'eau non conventionnelles, elles ont été jusqu'ici surtout des appoints ou des palliatifs adaptés à des situations critiques locales, comme dernier recours, hors le cas particulier de Malte où elles sont la principale source d'approvisionnement.

**Encadré 6-1. Tendances prioritaires présentes de l'approche par l'offre dans les pays méditerranéens**

Ces tendances se déduisent des aménagements et opérations réalisés ou projetés dans les plans directeurs :

- La maîtrise des ressources en eau renouvelables irrégulières par barrages-réservoirs, complétée par des transferts entre régions, est la tendance dominante dans la plupart des pays méditerranéens du Nord, du Proche-orient et du Sud où des « disponibilités » exploitables existent, (notamment en Espagne, en Turquie, au Maghreb, en Egypte).
- L'exploitation minière de ressources non renouvelables est la stratégie dominante en Libye (avec transfert) et un appoint local en Egypte, Tunisie, Algérie.
- La réutilisation des eaux usées est prioritaire en Israël et se développe en Egypte (eau de drainage surtout) et en Tunisie.
- Le dessalement est l'option dominante à Malte, engagée à Chypre, amorcée localement en Espagne, Libye, Tunisie.
- L'importation d'eau douce est projetée en Israël, envisagée en Espagne, Italie.

Jusqu'à présent, la gestion des demandes en eau a été plutôt un moyen de retarder les échéances d'investissements lourds, qu'intégrée dans les plans directeurs à long terme. Elle commence toutefois à se développer dans les pays où l'offre plafonne du fait d'un taux d'exploitation des ressources conventionnelles très élevé.

Des mesures techniques et tarifaires, appuyées par des campagnes de sensibilisation, qui favorisent les économies d'eau et l'amélioration des efficacités d'usage, concourent à freiner la croissance des demandes, voire à les stabiliser. Dans des cas extrêmes des diminutions de production ou d'utilisation d'eau se sont déjà manifestées : à Chypre, à Malte, en Israël (Chapitre 3, Figure 3-19).

L'utilisation des eaux mobilisées devient plus intensive : notamment par remobilisation des retours d'eau après un premier usage, ce qui permet de satisfaire des demandes supérieures aux ressources déjà très exploitées. En Egypte, par exemple, un tiers des quantités d'eau prélevées est utilisé deux fois.

**• Les arbitrages socio-économiques et environnementaux d'allocation de ressource**

Les choix d'allocation de ressource révélés par les plans directeurs reposent davantage sur des critères économiques, en prenant mieux en compte les valeurs ajoutées par l'utilisation de l'eau (sans toutefois ignorer les utilités sociales). Dans le même sens priorité est donnée aux investissements les plus productifs. Une différence assez



générale dans le traitement des demandes projetées est ainsi à remarquer : l'allocation pour l'alimentation en eau potable repose sur les pronostics de demandes à satisfaire, jugées prioritaires, tandis que l'allocation pour l'agriculture irriguée est basée sur le reliquat de ressource estimé disponible (plus ou moins compensé parfois par l'affectation des eaux usées épurées à un degré approprié, comme en Israël). En conséquence, dans les projections de tous les documents de planification des pays méditerranéens, la part des ressources mobilisées allouée à l'agriculture est en décroissance (Cf. Chap. 4, Figure 4.2).

En outre, les ressources en eau exploitables à répartir sont réévaluées de façon plus restrictive, par prise en compte, en sus des critères économiques et sociaux, de critères environnementaux, comme les "*demandas ambientales*" intégrées aux demandes, en Espagne, ou les "débits réservés" défalqués des ressources, en France.

- **Les voies et moyens de mise en oeuvre**

- La réglementation

Les législations ou "codes des eaux", souvent de date récente, qui modernisent le droit de l'eau de chaque pays (supra, 1) instaurent des réglementations plus ou moins complexes des utilisations de l'eau et des impacts (prélèvements, rejets, normes de qualité d'usage, normes d'émission ...), que des "polices des eaux" ont la mission de faire appliquer, mais dont les applications sont inégalement effectives et inégalement contrôlées. Les textes législatifs et réglementaires ne prévoient généralement pas les moyens nécessaires à leur application et au contrôle.

- Le financement et le recouvrement des coûts

Le financement des aménagements et équipements d'intérêt collectif sont partout à la charge des budgets publics pour l'essentiel. Dans les pays du Sud surtout, l'"hydraulique" est un sujet majeur, souvent prioritaire, d'investissement public (Cf. Chapitre 4). Seuls les opérations et équipements d'exploitation des usagers qui s'approvisionnent sont pris en charge par ceux-ci, encore que des aides publiques à ce niveau ne soient pas exclues.

Les coûts de fonctionnement des opérations collectives d'approvisionnement, d'assainissement ou de drainage sont également dans une large mesure à la charge de budgets publics (nationaux ou locaux) dans la plupart des pays du Sud mais en partie aussi au Nord, surtout dans le secteur de l'irrigation mais aussi dans celui de l'alimentation en eau potable. Aussi les prix des eaux marchandes (eau potable essentiellement) ou les "taxes" ou "redevances" des eaux d'irrigation distribuées sont presque toujours inférieurs –souvent de beaucoup– aux coûts (Chapitre 4, Figure 4-1).

Les taux de recouvrement des coûts sont donc encore faibles dans la plupart des cas. Toutefois, notamment sous la pression de bailleurs de fonds institutionnels, la prise de conscience des effets pervers des subventions publiques sur les "consommations" d'eau, dans un contexte de pénurie, progresse. Aussi, la réduction progressive des subventions –autre forme de désengagement de l'état– et l'augmentation des taux de recouvrement est en marche dans la plupart des pays méditerranéens, notamment dans le secteur de l'eau potable ; elle doit cependant être tempérée par des considérations sociales.

- Les structures de gestion : plus de décentralisation et de participation

Comme il a été indiqué plus haut (2), par rapport à l'"administration de l'eau" traditionnelle limitée aux maîtrises d'ouvrages publics et à la police des eaux, une double tendance de **gestion** des eaux se dessine, avec cohérence :

- une décentralisation territoriale, notamment mieux adaptée aux structures naturelles des ressources (bassins, "régions hydrographiques"...) qui vise à accorder des ensemble d'acteurs solidaires et des cadres physiques ; de telles

institutions ont été mises en place plus ou moins récemment dans plusieurs pays étendus du Nord (en Espagne, sur des racines anciennes, France) et du Sud (Maroc, Algérie) (Cf. Tableau 6-2), cependant elles restent sur le papier en d'autres pays où les structures administratives conservent la primauté, ou encore où la "gestion par bassin" n'est pas appropriée : soit par coïncidence du pays avec un seul bassin majeur (Egypte), soit par absence pratique de bassin (Libye) ;

- une gestion plus participative et concertée avec les usagers, à travers des institutions appropriées (comités de bassin, commissions locales de l'eau en France, *confederaciones hidrográficas* en Espagne ...), ce qui implique d'améliorer l'accès aux informations.

### **Pour conclure : des politiques de l'eau en voie de développement**

Les "politiques de l'eau" méditerranéennes ont été composées jusqu'à présent par l'éventail des conséquences, dans le domaine de l'eau, des politiques économiques générales et des diverses politiques sectorielles, y compris "d'environnement", non nécessairement cohérentes et harmonisées.

En particulier une forte dissymétrie est à remarquer entre l'eau et l'environnement en tant qu'objets d'action et de stratégie politique en intersection : alors que l'eau est reconnue comme une composante majeure de l'environnement, donc un sujet notable des politiques d'environnement (surtout, il est vrai, eu égard aux qualités), l'environnement ne tient pas, en réciproque, une place relative aussi grande dans les politiques de l'eau, même dans l'optique prônée aujourd'hui de "gestion intégrée de l'eau". Les tendances naissantes observées, indiquées plus haut, qui commencent à interférer avec les tendances lourdes encore dominantes, ne sont sans doute pas toutes compatibles ni généralisables, mais elles annoncent cependant des inflexions des politiques de l'eau dont les stratégies auraient des objectifs propres imposant à leur tour des contraintes aux politiques économiques sectorielles.

Mieux individualiser l'eau comme sujet de responsabilité, et élever son rang, dans les structures gouvernementales, en instituant des ministères de l'eau et de l'environnement, dont les compétences relayent celles des administrations de l'eau rattachées aux ministères sectoriels (Equipement, Agriculture) est une tendance contemporaine observée dans plusieurs pays du Nord et du Sud (Espagne, France, Algérie, Maroc,...) qui va dans ce sens.

En Méditerranée, malgré la diversité des situations et des perspectives, dans beaucoup de pays, surtout au Sud et au Proche-orient, les situations de tension ou de pénurie d'eau, les charges économiques croissantes qui en découlent et les contraintes en conséquence sur les formes et les options du développement posent des problèmes et imposent des choix et des compromis éminemment politiques : concilier la "rationalité" économique et l'équité sociale, le développement économique et la préservation de l'environnement. La politique de l'eau devient alors pleinement une politique.

#### 4. L'HYDROGÉOPOLITIQUE EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE

Les politiques de l'eau des pays méditerranéens ne peuvent pas toujours se concevoir ni se mettre en œuvre dans des cadres exclusivement nationaux, du fait de l'importance dans plusieurs cas des ressources en eau communes qui déterminent des contraintes géopolitiques.

Plus généralement, les inégalités de ressources et de besoins en eau qui s'ajoutent aux contrastes économiques et démographiques entre Nord et Sud et les aggravent ont une évidente signification géopolitiques.

- **Les ressources communes à partager : enjeux de conflits ou sujets de coopération ?**

Dans la plus grande partie du monde méditerranéen la géographie politique présente ne concorde pas avec les conditions physiques, hydrographiques, voire hydrogéologiques, qui structurent les ressources en eau, comme il a été souligné au chap.1 (cf. Encadré 6-2).

En conséquence, les ressources en eau communes sont notables en plusieurs ensembles de pays méditerranéens (péninsules ibérique et balkanique, Proche-Orient et bassin du Nil) où cela détermine des restrictions d'indépendance (contraintes amont) ou de liberté d'action (astreinte aval) déjà indiquées (chap.2, Tableaux 2-1 et 2-2).

##### Encadré 6-2. Hydrographie et frontières méditerranéennes

Les principaux fleuves méditerranéens sont rarement des frontières, bien moins qu'en d'autres parties du monde. Les seuls cas notables, dans le bassin méditerranéen, sont :

- l'Evros-Meric, frontière entre la Grèce et la Turquie;
- le Nahr-el-Kebir, frontière entre le Liban et la Syrie.

Par ailleurs, le démantèlement de l'ancienne Yougoslavie a créé de nouvelles frontières fluviales : celles de la Bosnie-Herzégovine principalement, avec la Croatie et la Serbie (Sava et Drina), mais dans le bassin danubien.

Les lignes de partage des eaux qui délimitent les bassins hydrographiques, mieux définissables en régions montagneuses, servent davantage de frontières historiques en Europe méditerranéenne occidentale (Espagne/France, France/Italie), mais beaucoup moins dans les Balkans, ni au Sud et à l'Est, où s'étendent le plus les bassins hydrographiques partagés et où les fleuves transfrontaliers sont nombreux : Neretva, Drin, Vardar-Axios, Struma-Strimon, Mesta-Nestos, Marica-Evros-Meric dans les Balkans ; Asi-Orontes, Jourdain au Proche-Orient, et bien sûr le Nil, pour ne citer que les principaux (Figure 1-10 du chap.1).

Les pays les plus dépendants de leurs voisins amont sont l'Égypte (pour 98%), la Syrie, Israël, et en Europe du Sud-Est la Grèce, l'Albanie, la Croatie, la Slovénie et la Serbie-Monténégro. Les plus astreints à des réservations aux pays en aval sont encore la Syrie, la Turquie, un peu le Liban, le Territoire de Cisjordanie, et en Europe l'Espagne, la Slovénie, la Croatie et naturellement les pays enclavés dont la totalité des ressources internes et externes s'écoule chez leurs voisins : Bosnie-herzégovine, Macédoine et Serbie (cf pour le Bassin méditerranéen la matrice d'échanges présentée au chap. 2, Tableau 2-6).

Les problèmes posés par les cours d'eau, voire les aquifères, transfrontaliers et les enjeux des conflits internationaux possibles sont de plusieurs natures :

- Le partage de ressources communes est le sujet principal, d'autant plus crucial en situation de rareté. C'est là où il y a conjonction de partition et de pénurie que les conflits pour l'eau sont les plus graves, d'autant plus lorsque les protagonistes ont

d'autres motifs d'affrontement : cas du Jourdain, à partager entre cinq pays, et à une autre échelle du Nil ; cas aussi du « Mountain Aquifer » partagé entre palestiniens et israéliens.

- Les cours d'eau transfrontaliers sont aussi des vecteurs de transfert de pollution qui peuvent provoquer une autre sorte de conflit. Par exemple le Vardar-Axios entre la Macédoine et la Grèce, l'Orontes-Asi entre la Syrie et la Turquie.
- L'aménagement des eaux à objectif sécuritaire (prévention des inondations) pose aussi problème lorsque les sites à équiper (barrages...) et les domaines à protéger en aval sont de part et d'autre d'une frontière : par exemple les vallées de Sruma-Striomon ou du Mesta-Nestos à amont en Bulgarie et aval en Grèce. Des conflits d'intérêt sont possibles entre les bénéficiaires de sécurité en aval et ceux qui subissent, en amont, les impacts d'aménagement dont ils ne profitent pas.

En l'absence d'un droit international de l'eau universellement reconnu\*, le partage des eaux communes dans le bassin méditerranéen est l'objet d'accords (traités ou agréments) internationaux en quelques cas –le plus notoire étant le traité entre Egypte et Soudan (1959) sur le partage du Nil- mais il est encore le plus souvent matière à rivalité ou conflit, « réglé » de facto suivant les rapports de force (ou par transaction avec d'autres enjeux...).

En pays amont il est encore plus souvent argué du principe de souveraineté sur les ressources engendrées sur le territoire national – bien que ce principe s'applique mal à des biens « transappropriables »- que n'est reconnue une communauté de ressources avec un ou des pays aval. En pays aval c'est au contraire l'argument du droit d'usage qui est mis en avant. Les contradictions ne sont pas exclues dans un pays en double situation, aval et amont, vis-à-vis de différents voisins...

Dans le cas de cours d'eau le partage se réfère le plus simplement au débit moyen au passage de frontière, reconnu par les parties. Exemples :

Cours d'eau transfrontière	Débit moyen naturel	Répartition convenue		
		Acte	Pays	Parts
Nil à la frontière Egypte/Soudan	84 km <sup>3</sup> /an	Traité du 8.11.1959	Egypte Soudan (Pertes du Réservoir d'Assouan)	km <sup>3</sup> /an 55,5 18,5 10
Orontes à la frontière Liban/Syrie	0,51 km <sup>3</sup> /an	Agrément 1995	Liban Syrie	0,08 0,43

Dans le cas d'aquifère transfrontière la définition d'un écoulement de référence à la frontière est plus malaisée et de toute façon inappropriée, car les influences des prélèvements de part et d'autre se propagent dans les deux sens...

Le partage devrait plutôt viser l'équilibre des influences et consister en une exploitation concertée et coordonnée de l'ensemble de l'aquifère, en somme en co-gestion.

Plus généralement la gestion communautaire des ressources en eau communes n'est encore qu'un idéal.

Doit être signalée toutefois le programme de coopération impliquant tous les pays du bassin du Nil, « Nile Basin Initiative » (NBI), lancé en 1999, dont les visées sont plus larges que la seule gestion des ressources en eau du Nil mais de promouvoir le développement socio-économique de la région. Il est dirigé par un Conseil des ministres de l'eau des pays du bassin (Nile COM), assisté par un Comité technique (Nile TAC) et d'un secrétariat basé à Entebbe (Ouganda).

\* En dépit de propositions pertinentes d'institutions internationales et d'expert : les règles d'Helsinki (1966) et, pour les eaux souterraines, le « traité de Bellagio » (1989).

- L'eau et la géopolitique méditerranéenne

Les contrastes de la géographie de l'eau dans l'espace méditerranéen, contrastes de ressources et de moyens de les mobiliser, contrastes de demandes et de capacité pour y répondre, entraînent le voisinage de situation d'abondance et de pénurie d'eau, dont les tendances accentuent les écarts, et qui participe nécessairement au déséquilibre Nord/Sud, notamment par les conséquences sur le développement, le niveau de vie et la sécurité alimentaire des pays du Sud.

Faut-il rappeler que la moitié de la population pauvre en eau du monde est concentrée dans les pays méditerranéens du Sud et du Proche-Orient, face à l'Europe ?

La croissance des charges économiques et les déséquilibres des balances des échanges imposés par la rareté de l'eau sont un handicap au développement des pays du Sud et de l'Est et à leur compétitivité dans le cadre de la zone de libre-échange euro-méditerranéenne projetée en 2010. Ils ne peuvent être exclus des facteurs déterminants des flux migratoires.

Par ailleurs l'eau n'est pas une matière première aussi stratégique et objet d'export-import que les matières premières (hydrocarbures...). L'abondance de ressource de quelques pays du Nord (Balkans) n'est pas un facteur notable de leur développement ni matière à exportations profitables.

Quoi qu'en rêvent quelques généreux utopistes un commerce international d'eau brute entre pays méditerranéens du Nord et du Sud n'est pas faisable à la hauteur des « déficits » des seconds, hors quelques cas locaux et surtout temporaires pour faire face à des crises conjoncturelles (ce qui a déjà été réalisé entre pays d'Europe : par exemple entre France et Espagne, pour Tarragone, en 1983, et entre France et Italie, pour la Sardaigne, en 1989). Outre les coûts de transport, que ceux du dessalement tendent à rejoindre et bientôt à être plus bas, la répugnance des pays « importateurs » à dépendre de l'étranger pour une matière aussi vitale et sensible que l'eau est aussi un obstacle non négligeable\*.

C'est plutôt en contribuant au développement d'activités productives peu consommatrices d'eau et en ouvrant leur marché aux produits résultants que les pays du Nord, notamment de l'Union Européenne, peuvent efficacement aider les pays du Sud à pallier la rareté de l'eau, tout en freinant les flux migratoires...

Finalement, sur un plan géopolitique, les contrastes de situation présente et future liés à l'eau dans l'espace méditerranéen ne se résument pas à une simple opposition « Nord-Sud », mais plutôt à trois champs de déséquilibre :

- Deux Nord-sud :
  - ◆ Europe (UE)/Maghreb, en Méditerranée occidentale
  - ◆ Turquie/pays du Proche-Orient, en Méditerranée orientale;
- Un Sud-Sud, dans le bassin du Nil entre Egypte et pays de l'amont ;

Avec la complication, dans les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cas, de ressources communes à partager, qui donnent avantage stratégique au pays d'amont (possibilité de pression...).

---

\* Une entreprise ad hoc, « Marseille Aqua Export » (groupement du port autonome de Marseille, de la Société du Canal de Provence et de la Société des eaux de Marseille) constituée dans les années 80 et disposant de tankers « hydroliers » et d'installation de chargement, n'a pas duré, faute de marché...



## **2<sup>EME</sup> PARTIE**

### **L'AVENIR**





## Chapitre 7 : L'EAU EN PROSPECTIVE - INTRODUCTIONS

### Table des matières

<b>I. QUESTIONNEMENTS SUR L'AVENIR ET SCÉNARIOS .....</b>	<b>7-2</b>
<b>2. LES PERSPECTIVES DÉMOGRAPHIQUES ET LEURS CONSÉQUENCES.....</b>	<b>7-5</b>
2. 1. Comment les populations méditerranéennes vont-elles évoluer ? Où vont-elles grandir le plus ou diminuer ? .....	7-5
2. 2. Conséquences sur l'évolution des ressources en eau par habitant.....	7-8
2. 3. Conséquences sur l'évolution des demandes en eau .....	7-13
<b>3. LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE ET LEURS INCIDENCES ....</b>	<b>7-13</b>

### Liste des encadrés

Encadré 7-1. Qu'est-ce la prospective?.....	7-3
Encadré 7-2. Horizon 2025.....	7-3
Encadré 7-3. La rareté future de l'eau par pays : quelle utilisation faire de ces indicateurs prospectifs ?	7-10
Encadré 7-4. Impact des scénarios de développement socio-économique sur le secteur .....	7-14
Encadré 7-5. Projections du PNB par habitant.....	7-16
Encadré 7-6. Quels questionnements prospectifs pour ouvrir un débat sur les options de gestion .....	7-19

### Liste des tableaux

Tableau 7-1. Etat actuel de facteurs de demandes en eau de l'agriculture irriguée .....	7-4
Tableau 7-2. Projections démographiques dans les pays méditerranéens (en M hab) .....	7-6
Tableau 7-3. Les scénarios de développement et l'eau .....	7-15
Tableau 7-4. Classement des pays méditerranéens suivant le niveau de leur développement .....	7-17

### Liste des figures

Figure 7-1. Evolutions 1950-2000 et projections moyennes 2000-2025 des populations.....	7-8
Figure 7-2. Evolutions 1970-2000 et projections 2000-2025 des ressources en eau naturelles .....	7-11
Figure 7-3. Evolutions 1970-2000 et projections 2000-2025 des ressources en eau naturelles .....	7-12
Figure 7-4. Evolutions entre 1950 et 2000 et projections 2025 des ressources en eau.....	7-12
Figure 7-5. Variations projetées entre 2000 et 2025 du rapport entre les ressources.....	7-18

## I. QUESTIONNEMENTS SUR L'AVENIR ET SCÉNARIOS

Dans le domaine de l'eau, de son état et de ses fonctions dans la nature, comme de ses rôles dans la société, la prospective ne se confond pas avec la prévision (Encadré 7-1) : c'est l'exploration des avenir possibles –à vouloir ou à éviter– jusqu'à l'horizon choisi (Encadré 7-2), en fonction des conditions et surtout des décisions (ou indécisions) actuelles ou à court terme des acteurs impliqués, ce qui vise à éclairer des choix présents.

De l'exercice de prospective sont attendues des réponses, au moins indicatives, aux questions qui correspondent aux principaux problèmes de l'eau en région méditerranéenne :

- Quelles seront les **demandes en eau futures** supplémentaires par rapport aux actuelles ? Dans quelle mesure dépendront-elles de variables de décision ?
- Les ressources en eau risquent-elles de changer, notamment de s'appauvrir, en modifiant les conditions de l'offre ?
- Des situations de **pénurie d'eau** risquent-elles de s'étendre et de s'aggraver ? où et quand ?
- Quelles **adaptations ou transformations** de l'agriculture, des industries, du tourisme, des productions d'énergie, des utilisations domestiques permettront de réduire leurs demandes en eau sans perte de rendement ? A quels coûts ?
- Quelles **productions d'eau nouvelles** (conventionnelles ou non) seront-elles à mettre en œuvre ? Quels investissements seront nécessaires et comment répartir leur charge ?
- Quels **conflits d'usage** risquent-ils de s'amplifier entre secteurs, régions, pays, générations ? Comment les prévenir et les résoudre ?
- Jusqu'à quel point et comment pourra-t-on réduire le poids de **l'agriculture** dans les utilisations de l'eau et augmenter sa participation au recouvrement des coûts, sans déstabiliser les **sociétés rurales** ?
- Quelle part des eaux méditerranéennes laisser à la **nature** ?

La démarche de prospective essentielle, suivant la méthode du Plan Bleu dès son début, est celle des scénarios, dont les deux principales orientations distinguées sont respectivement :

- Tendancielle : les avenir dessinés relèvent de démarche de projection à partir des situations présentes et des tendances contemporaines, décrit par des scénarios soit conventionnels (« *business as usual* »/BAU) et plutôt optimistes, qui correspondent généralement aux hypothèses des plans de développement nationaux à moyen terme, soit « de crise », plus pessimistes, dans un contexte aggravé, mais sont dans tous les cas des scénarios du « laisser faire » ;
- Volontariste : la prospective relève d'une démarche d'anticipation commandée par un objectif à atteindre –situation désirable ou souhaitable– aux horizons visés, dont sont déduites les voies et moyens nécessaires ; c'est le scénario de « développement durable ».

Ces deux sortes de scénarios diffèrent à deux égards :

- Par des écarts d'évolutions de situation relativement indépendants des décisions et des choix des acteurs méditerranéens, sujets à incertitudes et à hypothèses : sur l'évolution démographique, sur la croissance économique, sur les conséquences du changement climatique (sur les ressources comme sur les demandes en eau... :

**Encadré 7-1. Qu'est-ce la prospective?****S. Treyer**

Faire de la prospective consiste essentiellement à **construire et à mettre en discussion des conjectures sur les évolutions futures à long terme** du système qu'on étudie (selon l'un des ouvrages fondateurs, *l'Art de la conjecture*, de Bertand de Jouvenel, 1964) : ces conjectures à long terme ne sont plus du domaine de la connaissance, parce que le long terme se situe justement là où les incertitudes rendent la prévision impossible. La prospective a donc toujours à voir avec un projet d'action, en référence auquel on imagine des futurs possibles où ces actions pourraient se déployer. On éclaire ainsi les décisions présentes et les stratégies actuelles grâce à l'examen des impacts et conséquences futures qu'elles pourraient avoir.

Produire des conjectures sur un futur incertain est le lot commun de toute personne qui doit décider : la prospective, elle, commence quand le travail d'imagination des futurs possibles fait **preuve de méthode**. Cette méthode permet de construire de manière structurée une conjecture sur un futur possible. Elle permet aussi de mettre en discussion ces conjectures et de créer un débat prospectif : c'est en confrontant plusieurs conjectures sur le futur qu'on peut améliorer la décision stratégique.

La **discussion et le débat autour des conjectures** prospectives constitue finalement l'essentiel : on construit les conjectures à long terme et les scénarios non seulement pour réduire notre incertitude sur les évolutions à venir, mais surtout pour renouveler les questionnements et les représentations du monde qui président à une décision.

Le champ de réflexion sur la prospective a identifié et défini un certain nombre des méthodes de la prospective, leurs avantages et leurs limites (consultations d'experts comme les enquêtes Delphi, méthodes formalisées comme la matrice d'impacts croisés, méthode des scénarios, animations d'ateliers prospectifs,...). Le champ de réflexion sur la prospective a ses institutions et ses réseaux d'acteurs (en France, par exemple, les cellules de prospective de grands établissements publics ou ministères ou de grands groupes privés), ses revues (la revue *Futuribles*, par exemple), qui forment un **forum prospectif**, un lieu ou un ensemble de lieux où peuvent être construites et mises en discussion des conjectures sur l'avenir à long terme.

Dans le domaine de la gestion de la ressource en eau et de ses usages, comme pour la plupart des thématiques environnementales, un grand nombre de décisions et de stratégies ont un impact à long terme (décision de construction d'un barrage, d'équipement d'un périmètre irrigué, de maîtrise des pollutions diffuses sur un aquifère...) et font donc appel à des conjectures à long terme (par exemple pour dimensionner un ouvrage hydro-agricole, on évalue la demande en eau future à la date où l'ouvrage sera véritablement en eau). Les grandes options stratégiques pour la gestion de la ressource en eau et de ses usages en Méditerranée reposent elles aussi sur des conjectures à long terme (anticipation de pénuries, anticipation de problèmes de pollution) : il est utile de connaître leur diversité et de mettre en discussion ces anticipations diverses de l'avenir. Ce fascicule du Plan Bleu, en particulier par le fait même qu'il est mis à jour, est des lieux où s'ouvre le débat prospectif sur l'avenir de la gestion de la ressource en eau et de ses usages en Méditerranée.

**Encadré 7-2. Horizon 2025**

Les horizons de prospective du Plan Bleu originel, élaboré durant la décennie 80, étaient 2000, 2010, 2015. L'an 2000 a été atteint, ce qui permet d'instructives comparaisons (cf. : la « rétroprospective » traitée au Chapitre 8).

Vingt ans après les premiers exercices du Plan Bleu il a été jugé moins téméraire de conserver pour ce nouvel essai les horizons 2010 et 2025, qui furent aussi ceux de l'actualisation tentée en 1996 pour la Conférence Euro-méditerranéenne de Marseille sur la gestion locale de l'eau, puis de la Vision méditerranéenne sur l'eau la population et l'environnement élaborée pour le 2<sup>e</sup> Forum mondial de l'eau à La Haye en 2000.

- Par des alternatives de comportement et de volonté des méditerranéens, sujets à choix : politique de l'eau et de l'environnement, politique socio-économique, conditions d'application de la zone de libre-échange Euro-méditerranéenne et adaptations...

Au-delà d'« histoires du futur », les scénarios devraient surtout s'attacher à mettre en cohérence les estimations, aux horizons visés et pour chaque pays –et autant que possible dans les bassins méditerranéens de ceux-ci– :

- de l'état moyen des utilisations d'eau, sectorielles et totales, en termes d'approvisionnement, prélèvements ou production, consommations finales, rejets ;
- de l'état des aménagements et infrastructures, notamment nouvelles, de maîtrise et d'exploitation, de distribution, assainissement et épuration ;
- de l'état des pressions et impacts sur les eaux du milieu, en quantité et qualités.

Dans tous les cas, les conditions initiales des évolutions calculées ou supputées sont les situations présentes (années 90' le plus souvent) de ces différentes variables et surtout de leurs facteurs, chiffrées pour la plupart au Chapitre 3 (Tableaux 3-2, 3-3, 3-4) ou au Chapitre 5 pour les facteurs potentiels de pollution (Tableau 5-3).

Plus que les quantités totales, ce sont ces facteurs, exprimés par des indices unitaires (taux de desserte en eau potable et « consommation » par tête, rendement de distribution, besoins en eau d'irrigation à l'hectare...) qui sont en effet sujets à projection. En complément des données du Tableau 3-3 (Chapitre 3) sur l'irrigation, des estimations sur trois variables utiles pour la projection des demandes en eau de ce secteur sont données (Tableau 7-1).

Le degré de sensibilité des demandes en eau déduites de ces facteurs aux conditions de l'offre devrait précisément être un sujet de variante significative entre scénarios.

**Tableau 7-1. Etat actuel de facteurs de demandes en eau de l'agriculture irriguée dans les pays méditerranéens (conditions initiales)**  
**Complément aux données du Tableau 3-3, Chapitre 3. (moyennes nationales)**

Pays et territoires	Date de valeur	Coefficient d'intensité culturale $\geq 1$	Rendement de transport de l'eau %	Efficiéce moyenne de l'irrigation %
Espagne	1995	1,25	60	70
France	1994	1,15	90	78
Italie	1993	1,05	65	60
Malte	1992	2,37	90	78
Albanie	1995	1,10	68	30
Grèce	1990	1,20	80	70
Turquie	1998	1,10	80	56
Chypre	1994	1,20	80	82
Syrie	1993	1,10	80	46
Liban	1994	1,10	80	58
Israël	1996	1,10	75 à 95	90 à 95
WE/Cisjordanie	1994	-	80	70
Gaza	1994	-	80	75
Egypte	1995/99	1,80	80	94
Libye	1994	1,10	90	70
Tunisie	1995	1,00	65	63
Algérie	1990	1,10	80	70
Maroc	1990	1,10	80	73 à 78

En tout état de cause, les deux principales prémices de la prospective de l'eau sont l'avenir des populations puis des niveaux et types de développement ainsi que des niveaux de vie associés. Les changements de climat en perspective, leurs effets sur les ressources (principalement), mais aussi sur les besoins en eau, seront aussi à considérer (Chapitre 10), bien que ces effets soient sans doute plus significatifs à très long terme qu'au cours du premier quart du XXI<sup>ème</sup> siècle. Il importe donc d'analyser d'abord les éléments sur lesquels les scénarios peuvent espérer le plus valablement

s'appuyer : les projections démographiques, puis les perspectives de développement socio-économique.

## 2. LES PERSPECTIVES DÉMOGRAPHIQUES ET LEURS CONSÉQUENCES

Les populations étant à la fois un facteur primordial des demandes en eau et, par-là même, un critère synthétique d'appréciation des ressources en eau auxquelles elles peuvent être comparées, leur évolution future est à l'évidence le socle de tout exercice de prospective, d'autant plus qu'elles sont la variable (d'état pour l'essentiel) qui se prête le mieux aux projections chiffrées. Les évolutions des taux d'urbanisation et de littoralisation qui en dérivent ont également une incidence sensible sur le volume (au Sud et à l'Est surtout) et sur la géographie des demandes en eau futures.

### 2. 1. Comment les populations méditerranéennes vont-elles évoluer ? Où vont-elles grandir le plus ou diminuer ?

Pour l'ensemble des pays méditerranéens on dispose des projections des Nations Unies (*World Population Prospects, The 2000 Revision*) et de celles du Plan Bleu (I. Attané, Y. Courbage, Fascicule du Plan Bleu n°11, 2001) appliquées aussi aux régions côtières. Les données de ces projections moyennes aux horizons 2010 et 2025 pour chaque pays entier, en distinguant les populations urbaines et rurales, sont rassemblées dans le Tableau 7-2. On n'observe pas d'écart significatif entre les deux projections quant aux populations totales, un peu plus croissantes au Nord mais un peu moins au Sud et à l'Est pour le Plan bleu que pour les Nations Unies. Par contre, les projections respectives des populations urbaines et rurales diffèrent un peu plus selon les deux sources : l'urbanisation projetée par le Plan Bleu est le plus souvent inférieure (surtout en France) à celle projetée par les Nations Unies, mais parfois supérieures (surtout en Egypte, de beaucoup), l'écart pouvant être du à des différences de définition (cf. Tableau 7-2).

Pour les six pays les plus partiellement inclus dans le bassin méditerranéen (Espagne, France, Turquie, Syrie, Algérie, Maroc), un essai supplémentaire de projection des populations dans le bassin a été tenté par le Plan Bleu, sur la base des populations 1995 (de sources nationales) et des moyennes entre des taux de croissance moyens des pays entiers et des régions côtières ; les résultats sont les suivants :

Pays dans le bassin méditerranéen	Population 1995 M hab.	Projections moyennes	
		2010 M hab.	2025 M hab.
Espagne	16,52	17,13	17,77
France	13,0	14,11	15,32
Turquie	17,18	21,40	26,66
Syrie	4,09	4,91	5,90
Algérie	~ 24,0	29,48	36,22
Maroc	~ 2,8	3,47	4,29

NB. Ces projections sont un peu inférieures à celles calculées par le Plan Bleu initial et utilisées pour la première prospective des demandes en eau (1988).

L'étude approfondie exposée dans le Fascicule n°11 du Plan Bleu cité dispense de détailler ici les perspectives démographiques à prendre en compte. Trois tendances sont surtout à retenir :

- Contraste majeur entre les pays du Nord, à croissance lente ou à amorce de décroissance (Italie, Espagne, Croatie, Grèce), donc à renversement de tendance, et les pays du Sud et de l'Est à croissance encore caractérisée, toutefois généralement décélérée. Ces projections prolongent les tendances antérieures, durant la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle : cf. Figure 7-1).

En 2025 la population du Sud dépassera celle du Nord et les populations du Sud et de l'Est ensemble atteindront 62 % du total de la région.

**Tableau 7-2. Projections démographiques dans les pays méditerranéens (en M hab)**

Pays et territoires	Références	2010			2025		
		urbaine	rurale	totale	urbaine	rurale	totale
Espagne	a	31,63	7,94	39,57	31,21	6,19	37,39
	b	32,9	8	40,9	32,9	7,9	40,8
France	a	47,27	13,93	61,2	50,81	11,94	62,75
	b	38,3	23,4	61,7	39,8	24,4	64,2
Italie	a	38,91	17,48	56,39	38,96	13,40	52,36
	b	42	15,5	57,5	39,6	14,3	53,9
Malte	a	0,38	0,03	0,40	0,39	0,02	0,42
	b	0,32	0,09	0,41	0,33	0,10	0,43
Slovénie	a	0,98	0,98	1,95	1,05	0,80	1,85
	b	0,77	1,23	2,00	0,89	1,14	2,03
Croatie	a	2,89	1,76	4,65	3,12	1,40	4,52
	b	2,5	1,9	4,4	2,66	1,53	4,19
Bosnie-Herzégovine	a	2,05	2,22	4,27	2,36	1,80	4,16
	b	2,29	2,04	4,33	2,70	1,62	4,32
Serbie-Monténégro	a	5,58	4,82	10,40	6,08	3,96	10,04
	b	6,8	4,64	11,44	7,9	4,3	10,2
Macédoine	a	1,25	0,82	2,07	1,37	0,70	2,07
	b	-	-	-	-	-	-
Albanie	a	1,61	1,7	3,31	2,12	1,55	3,68
	b	1,36	1,99	3,35	1,88	1,94	3,82
Grèce	a	6,67	3,91	10,58	7,06	3,09	10,15
	b	6,62	4,03	10,65	6,72	3,67	10,39
Turquie	a	52,49	22,65	75,14	65,32	21,29	86,61
	b	55	20,7	75,7	66,4	20,9	87,3
Chypre	a	0,61	0,23	0,84	0,70	0,20	0,90
	b	0,59	0,25	0,84	0,70	0,20	0,90
Syrie	a	11,62	9,26	20,78	17,32	10,08	27,41
	b	12,3	6,9	19,2	17,3	6,7	24,0
Liban	a	3,7	0,32	4,02	4,28	0,30	4,58
	b	2,84	0,76	3,60	3,32	0,83	4,15
Israël	a	6,74	0,51	7,25	8,00	0,49	8,49
	b	5,75	0,93	6,68	6,86	1,00	7,86
Palestine: Cisjordanie	a	3,17	1,36	4,52	5,37	1,77	7,14
	b	2,36	1,88	4,24	2,67	0,11	2,78
Gaza	a	-	-	-	3,57	2,50	6,07
Egypte	a	34,87	44,39	79,26	48,68	46,10	94,78
	b	55,3	22,9	78,2	78,8	16,1	94,9
Libye	a	5,86	0,67	6,53	7,29	0,68	7,97
	b	5,45	1,77	7,22	6,8	2,03	8,83
Tunisie	a	7,58	3,05	11,26	9,49	2,85	12,34
	b	6,95	4	10,95	8,83	4,07	12,9
Algérie	a	22,32	13,31	35,63	29,79	12,95	42,74
	b	19,4	15,5	34,9	25,9	16,4	42,3
Maroc	a	21,8	13,53	35,32	28,96	13,04	42,00
	b	19,0	13,3	32,3	25,1	13,1	38,2
Ensemble	a	310,0	165,3	475,3	369,7	154,6	524,3
	b	320,0	152,6	472,6	378,4	144,6	523,0

a. Nations-Unies 2000 (Medium) ; b. Plan Bleu / I. Attané, Y. Courbage 2000.

Globalement, en hypothèse moyenne, entre 2000 et 2025, les populations méditerranéennes devraient s'accroître d'environ 90 millions d'habitants, mais essentiellement celles du Sud et de l'Est, celles du Nord demeurant stables et hésitant entre de faibles croissances ou de légères décroissances :

	Population 2025 M hab		Ecart entre 2000 et 2025 M hab	
	NU 2000	PB 2001	NU 2000	PB 2001
Pays du Nord* (Europe)	189,4	196	-4,6	-4,3
Pays du Sud et de l'Est	334,9	327	+95,7	+92,3
Ensemble	524,3	523	+91,1	+88

\*Incluant la Macédoine

Dans le bassin méditerranéen proprement dit, en se basant sur les projections présentées plus haut pour six pays principaux et complétées pour quelques autres, les différences entre 1995 et 2025 seraient les suivantes :

Bassin méditerranéen	Population 1995 M hab	2010 M hab.	2025 M hab.
Nord	104	105	+1
Est (avec Chypre)	32	48	+16
Sud	97	153	+56
Total	233	306	+73

- Expansion de l'urbanisation, à taux maintenu élevé, mais relativement stable, au Nord et croissant sensiblement au Sud et à l'Est :

	Population urbaine* M hab		Taux d'urbanisation** %	
	en 2000	en 2025	en 2000	en 2025
Pays du Nord* (Macédoine exclue)	128,5	134,9	66,9	68,7
Pays du Sud et de l'Est	145,4	243,5	61,9	74,4
Ensemble	273,9	378,4	64,1	72,2

Source : Plan Bleu, 2001

\* Population des agglomérations de 10 000 habitants ou plus.

\*\* Population des agglomérations de 10 000 habitants ou plus rapportée à la population totale.

Là encore l'évolution dans les pays du Sud et de l'Est recoupera celle des pays du Nord. En 2025 près des trois-quarts des méditerranéens vivront dans les villes et les populations urbaines approcheront 380 millions, dont 64 % au Sud et à l'Est.

En 2015 il y aura dans le bassin méditerranéen dix-neuf grandes villes de plus d'un million d'habitants, dont cinq de trois à cinq millions (Alexandrie, Alger, Athènes, Milan, Naples) et une de plus de dix millions (Le Caire), selon les projections des Nations Unies (2000).

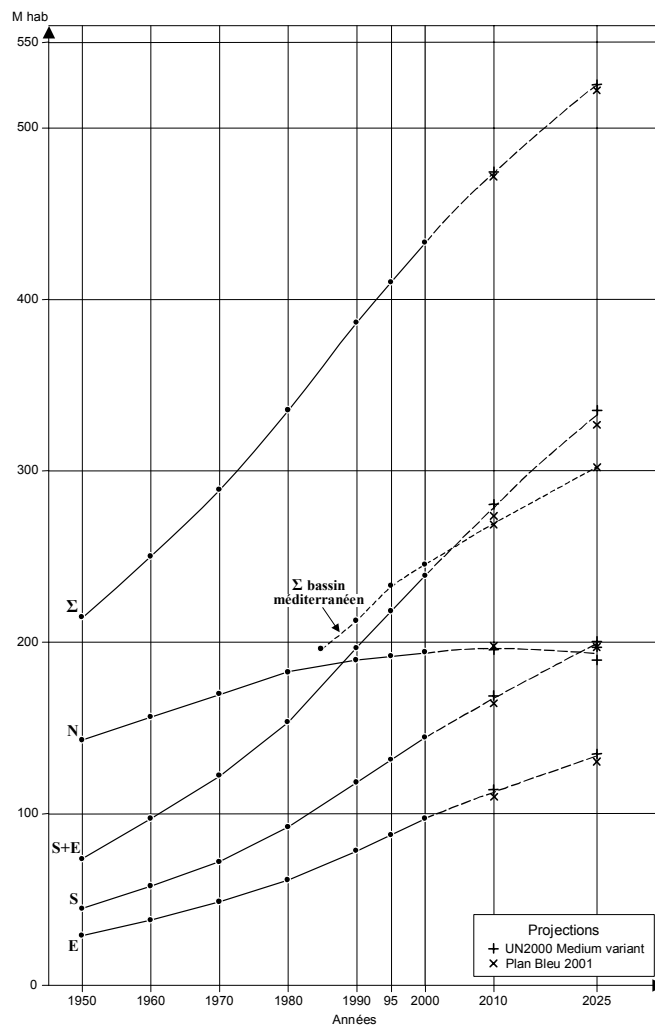
- Maintien de la littoralisation à son niveau actuel, de l'ordre du tiers, un peu accentuée en quelques pays (Turquie, Libye, Algérie) ou diminuée en d'autres sous l'effet de pôles urbains attractifs non littoraux (Italie, Syrie, Israël) ; mais croissance de l'urbanisation des zones littorales généralement plus forte que la moyenne dans les pays entiers. En 2025, 176 millions de méditerranéens (31 de plus qu'en 2000), soit un tiers de la population totale, habiteront dans les régions côtières méditerranéennes, et les trois-quarts seront urbanisés.

	Population des régions côtières méditerranéennes* M hab		Proportion de la population totale %	
	en 2000	en 2025	en 2000	en 2025
Pays du Nord * (Macédoine exclue)	68,3	67,9	35,6	34,6
Pays du Sud et de l'Est	76,7	108,4	32,6	33,1
Ensemble	145,0	176,3	34,0	33,7

\* Suivant la définition du Plan Bleu.

Source : Plan Bleu 2001

**Figure 7-1. Evolutions 1950-2000 et projections moyennes 2000-2025 des populations Méditerranéennes (sous-régions et ensemble), selon les Nations Unies (UN 2000) et le Plan Bleu (2001)**



## 2. 2. Conséquences sur l'évolution des ressources en eau par habitant

La première application des projections démographiques est de permettre le calcul des projections de l'indicateur « ressources en eau par habitant » en prolongement de ses évolutions antérieures (Chapitre 2). Mais en se référant à quelles ressources ? aux ressources naturelles supposées en moyenne invariables ? Aux ressources réelles, lorsque celles-ci ont une composante externe influençable par les variations de consommation dans le –ou les– pays émetteurs en amont (ce qui impliquerait déjà des scénarios et des hypothèses sur la répartition des ressources communes non réglée actuellement) ? Aux ressources exploitables suivant des critères propres à chaque pays (cf. Chapitre 2) eux-mêmes sujets à évolution possible ? Aux ressources naturelles éventuellement modifiées à long terme sous l'effet du changement de climat ?

Outre la pluralité possible de son dénominateur « ressource », cet indicateur est plus ou moins significatif, en raison de la diversité de répartition des ressources comme des populations, dans les pays les plus étendus, où il peut être trop global (cf. Encadré 7-3).

Des projections plus régionalisées, notamment par bassin, qui seraient plus significatives, sont malheureusement rarement possibles, faute de projection démographique à ce niveau.



Néanmoins les projections de cet indicateur, calculées ici le plus simplement par rapport aux ressources naturelles moyennes estimées pour chaque pays (cf. Chapitre 2), donc homogènes, (Figure 7-2) permettent de comparer les tendances révélées suivant les pays et de situer ses évolutions par rapport aux valeurs-seuils macroscopiques significatives de « pauvreté en eau » ou de « pénurie », généralement admises : respectivement de 1 000 et 500 m<sup>3</sup>/an par habitant (ou, exprimés en « indice de compétition »<sup>1</sup>, de 1 000 et 2 000 habitants par hm<sup>3</sup>/an de ressources). Les époques approximatives où ces seuils risquent d'être atteints, dans tel ou tel pays, sont ainsi déterminables et ont une valeur d'avertissement.

L'examen des projections, qui inversent naturellement celles des populations, montre :

- Des stabilisations et amorces de croissance en quelques pays (Italie, Grèce, Croatie, Slovénie...);
- Des décroissances sensibles dans les pays à ressources par habitant déjà inférieures à 1 000 m<sup>3</sup>/an en 2000 ou avant, un peu ralenties dans les pays où les ressources par habitant sont inférieures à 500 m<sup>3</sup>/an depuis longtemps ou à partir de 2000 ; l'appauvrissement le plus marqué affecte la Cisjordanie (WE) (Figure 7-3).

En somme c'est dans les pays les plus pauvres en eau, suivant ce critère, que les ressources par tête devraient fléchir le plus. Toutefois, ces projections ne révèlent pas de nouveau franchissement des seuils d'« alerte » de 500 et 1 000 m<sup>3</sup>/an entre 2000 et 2025, les déclassements correspondants étant déjà survenus vers 2000.

Des calculs par sous-région permettent une comparaison plus globale qui souligne encore l'augmentation en vue du contraste entre les pays du Nord et ceux du Sud et de l'Est (Figure 7-4).

Sous-région	Ressources en eau naturelles renouvelables moyennes par habitant (m <sup>3</sup> /an)			
	2000	Projections moyennes		2025
		2010	2025	
Nord	*	4 459	4 353	4 351
Est	**	2 691	2 273	1 919
Sud	***	745	666	553
Ensemble		2 825	2 592	2 326

\* Avec Macédoine

\*\* Avec Chypre

\*\*\* En ne comptant pour l'Égypte que ses ressources externes réelles (Nil).

<sup>1</sup> M. Falkenmark 1986.

La corrélation relativement nette entre cet indicateur et le ratio prélèvements en eau totaux/ressources corrobore ces seuils (cf. Chapitre 5, Figure 5-3).

**Encadré 7-3. La rareté future de l'eau par pays : quelle utilisation faire de ces indicateurs prospectifs ?**

**S. Treyer**

Les évolutions démographiques à long terme peuvent être considérées comme des tendances lourdes qui vont peser de manière majeure sur l'avenir de la ressource en eau et de ses usages. La dynamique de ces évolutions démographiques est relativement bien connue, donnant lieu à des projections considérées comme fiables. Elles servent à construire des indicateurs de pression démographique sur la ressource en eau, pays par pays, qui sont au cœur du débat mondial sur les politiques de gestion de la ressource en eau.

L'utilisation de ces indicateurs de rareté future de l'eau dans les différents pays du globe est fort courante dans toutes sortes de conférences internationales, mais elle n'en est pas moins sujet à polémique : ces projections dans le futur de l'indice de rareté de l'eau sont en tous cas **un élément fondateur du débat sur la capacité des pays à faire face au problème de rareté de l'eau.**

A quoi peuvent servir ces indicateurs qui prévoient la diminution de la disponibilité en eau par habitant des pays ? A quoi sont-ils utilisés ? Pourquoi y a-t-il débat ?

Initialement proposés par Malin Falkenmark, la projection des indices de pression démographique sur la ressource en eau conduit à la **classification future des divers pays parmi différentes catégories définies par des seuils de « pauvreté en eau » ou de « pénurie structurelle ».**

Ces projections pourraient servir, pays par pays, à annoncer la date à laquelle pourrait survenir une crise de « pénurie d'eau » ; mais la définition de l'indice et des seuils est trop grossière pour qu'on en ait jamais fait un tel usage. Les projections dans le futur de l'indice de rareté de l'eau ont servi et servent essentiellement à **l'échelle mondiale pour alerter la communauté internationale** et surtout les différents bailleurs de fonds sur l'ampleur de l'enjeu que constitue, pour la planète entière, l'approvisionnement futur en eau des populations pour tous leurs besoins en eau. Pour cela, on peut calculer, à l'échelle mondiale, un ordre de grandeur du nombre d'habitants de la planète qui habiteront, dans 10 ou dans 20 ans, dans un pays en situation de pénurie structurelle en eau. Certes, d'un point de vue statistique, l'échelle nationale et annuelle à laquelle on calcule l'indice masque les disparités existantes dans le temps et dans l'espace : dans les pays les plus étendus, de grandes régions peuvent subir d'importantes pénuries d'eau alors que la moyenne nationale n'en laisse rien paraître ; et la variabilité au cours de l'année peut elle aussi être masquée par l'usage de la moyenne annuelle. Mais pour de tels calculs d'ordres de grandeur, et pour susciter l'action des bailleurs, ce type de projections paraît largement performant. Elles servent en effet le raisonnement suivant : « même en étant trop optimiste à cause d'un lissage des phénomènes en moyenne annuelle nationale, des problèmes futurs d'approvisionnement en eau peuvent être anticipés ».

Cependant, la **dimension polémique** de ces indices vient de l'usage potentiel que des instances internationales pourraient en faire pour pousser des pays à des réformes auxquelles ils seraient rétifs. Annoncer que tel ou tel pays se trouvera en situation de pénurie structurelle dans quelques années peut servir un **argumentaire** en faveur d'une réforme du système et des modalités de la gestion de l'eau dans tel ou tel pays, par exemple en suggérant certains degrés de privatisation des structures que les gouvernements actuels ne souhaiteraient pas. Il est possible aussi que certains bailleurs puissent utiliser ces indices pour le 'credit-rating', c'est-à-dire pour fixer un ordre de priorité de leur intervention en fonction de l'urgence des problèmes de pénurie d'eau selon les différents pays. Dans ces cas d'utilisation ciblée à l'échelle nationale de pression démographique sur la ressource en eau, on est amené à souligner que l'indice ne peut pas rendre compte de la capacité propre de chaque pays à faire face à la rareté de l'eau, la « **capacité d'adaptation** » des pays et de leurs sociétés aux problèmes de rareté de l'eau.

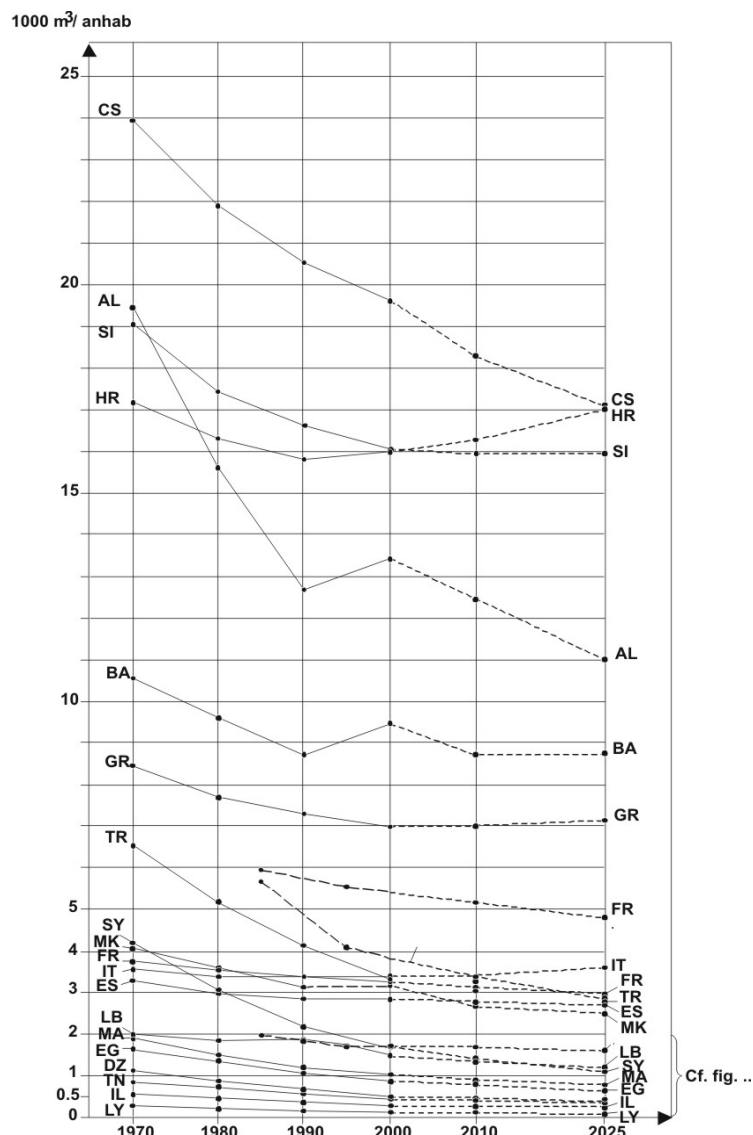
Il faut donc veiller à ne pas faire mauvais usage de ces indices et des seuils : en prévoyant qu'un pays va franchir tel ou tel seuil, il est correct de se borner à en déduire que ce pays doit anticiper des efforts importants pour équilibrer offre et demande en eau. Selon le pays, selon ses capacités et selon ses choix de développement, il s'agira plus ou moins d'efforts financiers d'investissement, de financement de la recherche, de réorganisation des structures publiques, de mise à disposition des compétences, d'aide sociale, de coût politique des réformes nécessaires...

Les pays du Sud dans leur ensemble s'approcheront ainsi dangereusement du seuil de pénurie en 2025.

Les mêmes estimations comparatives peuvent s'appliquer au bassin méditerranéen suivant les projections de populations citées plus haut :

Bassin méditerranéen Sous-région	Ressources en eau naturelles renouvelables moyennes par habitant (m <sup>3</sup> /an)		
	1995	Projections moyennes	
		2010	2025
Nord	4 221	4 134	4 181
Est	2 500	2 967	1 667
Sud	825	646	523
Ensemble	2 571	2 228	1 958

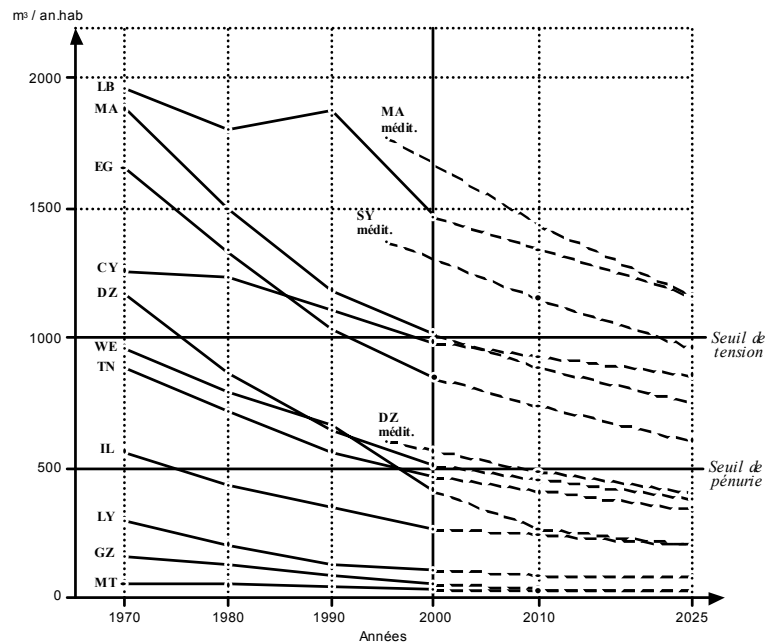
**Figure 7-2. Evolutions 1970-2000 et projections 2000-2025 des ressources en eau naturelles (internes et externes) et renouvelables moyennes par habitant dans les pays méditerranéens (suivant les projections démographiques moyennes du Plan Bleu 2001)**



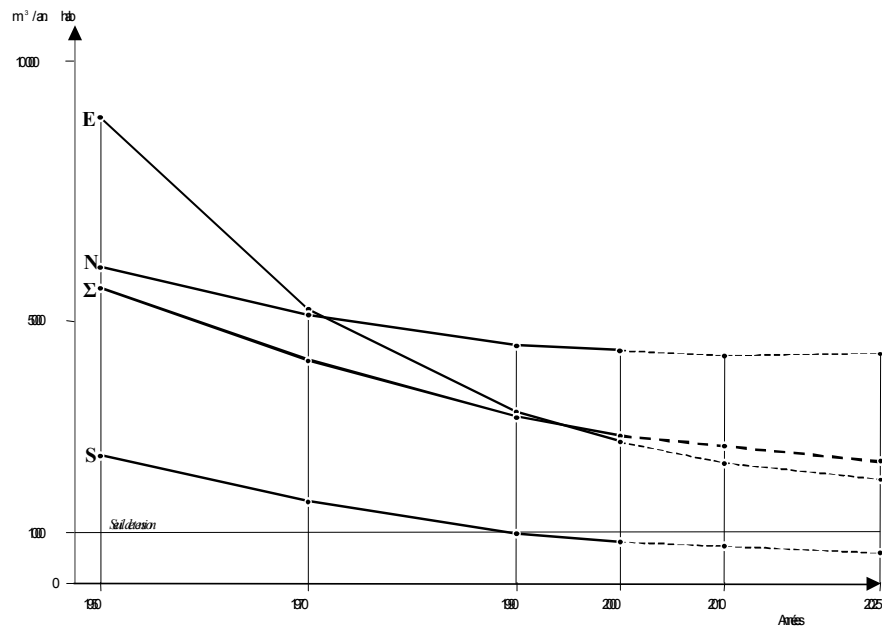
Suivant ces projections et les évolutions démographiques moyennes en perspective (Tableau 7-2), les populations des pays méditerranéens en situation de pauvreté en eau ou de pénurie en 2010 et en 2025 peuvent être estimées comme suit, en millions d'habitants :

Situation	Etat présent (2000)	2010	2025
Pauvreté en eau (1000 à 500 m <sup>3</sup> /an par habitant)	101	115	165
Pénurie (<500 m <sup>3</sup> /an par habitant)	52	70	85
Ensemble <1000 m <sup>3</sup> /an par habitant)	153	185	250
En comparaison : population totale des pays méditerranéens	433	475	524

**Figure 7-3. Evolutions 1970-2000 et projections 2000-2025 des ressources en eau naturelles (internes et externes) et renouvelables moyennes par habitant dans les pays méditerranéens du Sud et du Proche-Orient les plus pauvres en eau (suivant les projections démographiques moyennes du Plan Bleu 2001)**



**Figure 7-4. Evolutions entre 1950 et 2000 et projections 2025 des ressources en eau naturelles et renouvelables moyennes par habitant dans les sous-régions et l'ensemble des pays méditerranéens**



### 2. 3. Conséquences sur l'évolution des demandes en eau

Les projections démographiques sont une approche essentielle de la prospective des demandes en eau dans chaque pays, dans la mesure où la population est sans nul doute une variable déterminante de celles-ci ; toutefois, sans relation de proportionnalité simple et constante, car le ratio « demandes en eau (sectorielles et totale) par habitant » est loin d'être stable.

Les tendances de l'évolution contemporaine de ce ratio s'avèrent variées (Chapitre 3 (3) et Figure 3-3) : tantôt, le plus souvent, elles sont croissantes (dans les pays du Nord, mais aussi en Turquie, Algérie, Libye et au Liban), tantôt elles sont fluctuantes (en Italie, Tunisie), ou décroissantes, dans des pays où la population croît plus vite que les quantités d'eau mobilisées et utilisées, notamment du fait du plafonnement des ressources (Egypte, Chypre, Israël, Malte). Entre 1950 et 2000, globalement les demandes en eau par habitant ont grossi de 63 % au Nord, de 20 % à l'Est, et chuté de 35 % au Sud. Mais ces tendances sont difficilement extrapolables.

La croissance (au Sud et à l'Est) ou la stabilisation (au Nord) des populations méditerranéennes n'aura une incidence sur l'évolution des demandes en eau que conjointement avec d'autres facteurs influençant les demandes par habitant et spécifiques à chaque secteur, y compris les évolutions des offres.

C'est naturellement dans le secteur où l'effectif de la population est un facteur direct de la demande en eau, celui de l'alimentation en eau potable des collectivités, que l'évolution démographique aura l'effet le plus sensible. Il sera amplifié par le développement de l'urbanisation (qui tend généralement à augmenter les demandes par tête, par rapport à celles des ruraux). Cela surviendra surtout dans les pays du Sud et de l'Est. De même, la littoralisation plus accentuée renforcera la concentration de ces demandes dans les régions et les villes côtières.

### 3. LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT SOCIO-ÉCONOMIQUE ET LEURS INCIDENCES

Les scénarios de développement variés concevables dans la région méditerranéenne, diffèrent par les taux de croissance mais aussi par les types et formes de développement, tout en maintenant généralement, voire en aggravant les amples écarts actuels entre sous-régions. Ceux conçus par le Plan Bleu originel sont en cours d'actualisation. Comme cela fut tenté pour l'exercice de prospective initiale dans le domaine de l'eau<sup>2</sup>, il convient d'explorer à nouveau les implications des diverses variantes de développement sur l'économie de l'eau méditerranéenne, les évolutions possibles des utilisations d'eau, des capacités économiques de répondre aux demandes et des pressions sur l'environnement résultantes.

Comme le résume le Tableau 7-4, des orientations du développement envisageables suivant trois scénarios<sup>3</sup> peuvent au mieux se déduire des tendances qui demeurent « qualitatives ». Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de quantifier de manière fiable des relations entre les indicateurs macro-économiques du développement –tels que le PNB ou le PIB par habitant...–, dont les projections (Encadré 7-5) sont elles-mêmes hasardeuses, et les différents facteurs de demandes en eau sectorielles, encore moins avec les demandes en eau globales, y compris celles sollicitant le milieu en aval des usages, même à partir des rapprochements comparatifs possibles entre les états présents des uns et des autres (conditions initiales des scénarios). Il est d'ailleurs aussi difficile de supputer les éventuelles incidences réciproques de l'aggravation des

<sup>2</sup> cf. « L'eau dans le bassin méditerranéen », 1992, Chapitre III, Tableau 16.

<sup>3</sup> Assez similaires aux scénarios « tendancielles modérés ou aggravés ou alternatifs du Plan Bleu originel, ainsi qu'aux scénarios « conventionnels, de crise ou de développement durable » de la « Vision » 2000.

pénuries d'eau physiques ou économiques et de la croissance des charges afférentes à l'eau sur le développement (cf. Chapitres 4, 6.) (Encadré 7-4).

**Encadré 7-4. Impact des scénarios de développement socio-économique sur le secteur de l'eau : quelle boucle de rétroaction ?**

**S. Treyer**

On cherche à imaginer les futurs possibles de la ressource en eau et de ses usages pour anticiper les changements qui pourraient s'avérer nécessaires dans les politiques de gestion de l'eau. Une méthode potentielle pour anticiper ces futurs possibles consisterait à utiliser des **scénarios de développement socio-économique généraux** élaborés par ailleurs, et de chercher à les projeter sur le plan du système ressource en eau / usages de l'eau. La question posée est alors : **si c'est bien cette trajectoire de développement économique et social qui est suivie, quel serait alors l'impact pour le secteur de l'eau ?**

Pour effectuer cette traduction en termes d'eau des scénarios plus généraux, une méthode peut consister à chercher à quantifier la demande en eau totale déduite du scénario socio-économique général grâce à des coefficients de quantification nombreux et précis. On ne suppose pas que la demande totale en eau d'un pays ou d'une région est simplement proportionnelle à la population ou au PIB de cette région. On désagrège cette demande totale en eau en différents secteurs d'usage (alimentation en eau potable, irrigation, industrie, énergie, voire des subdivisions de ces secteurs d'usage). Pour chaque secteur d'usage, la demande en eau du secteur est définie comme le produit de l'activité de l'usage (population pour l'eau potable, surface irriguée pour l'irrigation...) et d'un coefficient de demande unitaire (en litres par habitant et par jour, ou en mètres cubes par hectare et par an...) assorti de diverses caractéristiques techniques d'usage (efficacité de l'usage, rendement de transport...). Le scénario socio-économique général fournit des valeurs futures de l'activité des usages. On doit faire des hypothèses sur l'évolution future des demandes unitaires et des coefficients techniques, en s'appuyant sur les données passées de ces coefficients. Grâce à cette procédure de **désagrégation**, le travail effectué n'est plus de l'ordre de la simple extrapolation dans le futur d'un paramètre statistique unique reliant demande en eau et croissance : il s'agit d'un **questionnement sur les influences comparées du développement de tel ou tel secteur, du progrès technologique dans telle ou telle branche, ...**

Cela étant dit, lorsqu'on projette sur la dimension 'eau' un scénario particulier de développement économique, on cherche aussi à **vérifier sa faisabilité en termes d'eau** : est-ce que telle trajectoire de développement économique et social futur est viable en termes d'approvisionnement en eau ? le scénario de développement général permet-il de garantir que l'offre en eau soit toujours suffisante pour approvisionner la demande en eau ? On peut ainsi identifier les scénarios de développement socio-économiques qui ne sont pas plausibles à long terme car un problème d'approvisionnement en eau se pose à une date plus ou moins proche, ce qui nécessite d'imaginer une trajectoire de développement entièrement différente.

Mais on aimerait aussi **comprendre ce qui se passerait** au cas où c'est bien une trajectoire de développement problématique qui est suivie, et **si le problème de déséquilibre entre offre en eau et demande en eau en vient réellement à se poser. Quelle rétroaction** pourrait faire jouer les limitations du secteur de l'eau sur les potentialités de développement socio-économique plus générales ?

La méthode de travail en termes quantitatifs décrite ci-dessus permet bien de mettre en évidence d'éventuels déséquilibres entre offre et demande en eau, mais elle ne permet évidemment pas de remonter de ces déséquilibres à leurs conséquences sur le développement socio-économique général. Si on choisit une méthode de traduction plus qualitative (cf. Tableau 7-3), on est là aussi conduit à imaginer des évolutions du secteur de l'eau plus ou moins cohérentes avec les grandes lignes du scénario général, et non des ruptures potentielles que le secteur de l'eau pourrait imposer au scénario de développement socio-économique.

Ici encore, il faut veiller à n'utiliser les scénarios et les projections que l'on construit que dans le cadre du raisonnement précis qu'elles peuvent servir. En traduisant des scénarios socio-économiques en termes d'eau, on peut **anticiper les conséquences de tel ou tel scénario pour le secteur de l'eau, ou la non viabilité d'un scénario de développement particulier**. Dans ce second cas, il faudrait **changer de méthode** pour pouvoir anticiper les conditions d'adaptation à la situation de limitation du développement par les limites de la ressource en eau.

Tableau 7-3. Les scénarios de développement et l'eau

Scénarios de développement 2000-2025 *			
	Tendances actuelles poursuivies ("BAU")	Crise	Développement durable
Implications sur l'eau	Croissance moyenne à forte (~ croissance actuelle) PNB/cap croissant au Nord, peu croissant ou décroissant au Sud. Libération des échanges Nord/Sud sans régulation sociale ni environnementale des coûts externes. Faible internalisation des coûts externes. P11	Croissance faible à nulle Ecart Nord/Sud aggravé Ralentissement des échanges Coûts externes négligés Environnement sacrifié.	Croissance moyenne faible (< croissance actuelle) Ecart Nord/Sud atténué Expansion des échanges Nord/Sud et Sud/Sud avec régulation sociale et environnementale. Coûts externes internalisés Aménagement du territoire et mode de développement intégrant mieux
Utilisations d'eau	Croissance modérée mais non en proportion de la croissance du PNB	Stagnation, restriction de la demande par l'offre	Croissance faible liée à l'efficacité des efforts d'économie d'eau
besoins et demandes	Nord : croissance faible ou nulle; mise aux normes de qualité en progression. Sud : croissance notable, écart urbain/rural maintenu.	Nord : défauts de qualité persistants Sud : stagnation des taux de desserte, demandes per capita et rendement de distribution.	Nord : croissance faible ou nulle; mise aux normes de qualité complète Sud : croissance modérée; rendement de distribution accru, écart urbain/rural réduit.
irrigations	Nord : extension plafonnée, moins subventionnée, progrès d'efficacité Sud : croissance liée en partie à l'exportation.	Nord : idem scénario tendanciel Sud : croissance plus sélective, progrès d'efficacité plus amples.	Nord : plafonnement ou réduction Sud : croissance subventionnée sans gain notable d'efficacité, notamment pour limiter les importations alimentaires.
utilisations industrielles	Nord : croissance faible ou nulle et quelques décroissances locales ou sectorielles; progrès modéré du recyclage; Sud : croissances localisées.	Nord : stabilité Sud : décroissance due à récessions d'activités.	Nord : décroissance, recyclage développé; Sud : croissance modérée.
Energie (refroidissement des centrales)	Nord : décroissance, progression des circuits fermés et utilisations d'eau de mer Sud : usage faible ou nul maintenu.	Nord et Sud : stagnation	Nord : décroissance plus rapide, effets de nouvelles filières de production; Sud : usage faible ou nul maintenu.
Aménagement et exploitation	Progression modérée au Nord, forte au Sud (politique des barrages poussée au maximum). Essor des transferts. Maintien ou progression des exploitations non durables.	Stagnation par manque de moyens d'investissements. Rendements décroissants. Obstacles aux transferts.	Progression arrêtée au Nord, modérée au Sud avec priorité à la "petite hydraulique". Transferts modérés. Arrêt des exploitations non durables.
Productions d'eau non conventionnelles	Développements localisés, et conjoncturels, limités aux situations critiques (surtout au Sud).	Développement faible ou nul, en raison surtout de difficultés d'investir.	Développement accentué, facilité par des baisses de coût, principalement au Sud et dans les îles.
Assainissement et épuration	Avancées au Nord, retards maintenus au Sud.	Stagnation. Retards d'équipement maintenus ou aggravés au Sud.	Achèvement et maintenance assurés au Nord; avancées notables au Sud, liées au développement de la réutilisation des eaux usées.
Pressions sur les ressources et impacts sur les eaux du milieu naturel.	Pressions modérées tendant à se stabiliser au Nord, fortes et croissantes au Sud. Artificialisation croissante des cours d'eau. Surexploitations croissantes, "compétitives" au Sud. Pollutions inégalement maîtrisées au Nord (sous l'effet de "nouveaux polluants, plutôt croissantes au Sud; risque de "dumping environnemental". Réparations plus que préventions en général.	Peu de changement, la faible croissance compensant en partie le peu d'efforts pour neutraliser les impacts. Pollutions non maîtrisées, localement aggravées.	Pressions stabilisées ou décroissantes. Surexploitations en recul ou stoppées. Artificialisation et pollutions décroissantes, effets de fertilisation raisonnée. Priorité de la prévention sur les réparations.
Protection et conservation des eaux, lutte contre les pollutions			Espaces protégés et débits réservés en expansion au Sud : effet des "écoconditions" aux aides publiques du Nord au développement.

\*« Nord » correspond à l'Europe; « Sud » se rapporte à la fois au Sud et à l'Est (Proche-Orient).

**Encadré 7-5. Projections du PNB par habitant**

L'étude de P. Raskin & al. "Water Futures..." (1977), pour la Commission pour le Développement Durable des Nations Unies, a utilisé les projections de GNP *per capita* adoptées par l'IPCC (1992) pour projeter les utilisations d'eau et les « *water intensity* » (cf. Chapitre 9, Tableau 9-1).

Suivant ces projections, les PNB par habitant augmenteraient entre 1994 et 2025, en hypothèse moyenne, de 90 à 95 % en Europe et en Turquie, et de 75 à 80 % dans les pays du Sud et du Proche-Orient.

Les projections adoptées par le Plan Bleu en 2002 sont plus optimistes. Sur la même période 1994-2025 des accroissements seraient de 80 à 150 % dans les pays de l'Union Européenne, beaucoup plus élevés dans les Balkans (facteur 3 à 10) et de 170 % en Turquie et à Chypre ; au Proche-Orient ils seraient moindre dans les territoires relevant de l'Autorité palestinienne (+43 %) et en Israël (+74 %), mais un triplement surviendrait en Syrie et un quadruplement au Liban, tandis que l'augmentation en Egypte serait de 130 % ; les accroissements approcheraient du doublement en Algérie et au Maroc, et du triplement en Tunisie et à Malte.

Toutefois, du fait des larges écarts actuels entre les PNB par habitant des pays méditerranéens, ces différences de croissance ne changeraient pas beaucoup le classement de ces pays en 2025.

Il a été montré (Chapitre 4, Figure 4-3) combien les relations entre les PNB et les demandes en eau étaient floues -en région méditerranéenne comme dans l'ensemble du monde- et que le ratio « *Water Use/GNP* » a tendu généralement à décroître dans la plupart des pays méditerranéens entre 1975 et 1995 (Chapitre 4, Figure 4-3), mais cette tendance exprime plutôt une faible liaison qu'une relation inverse extrapolable.

Aussi la tentation, à laquelle cèdent certains experts, de projeter les demandes en eau totales en fonction d'un indice de « *Water Intensity* » reliant les quantités d'eau utilisées au PNB, dont des exemples seront cités au Chapitre 9, paraît-elle très discutable : les résultats de calculs prévisionnels sur cette base appellent d'expresses réserves...

Le développement socio-économique, dont le PNB ou le PIB par habitant sont des indicateurs très sommaires et partiels, est à la fois un facteur d'augmentation des besoins en eau et aussi des capacités économiques de les satisfaire, mais différemment suivant les poids relatifs de chaque secteur dans l'évolution de ces besoins et dans celle des revenus. Ainsi :

- les demandes en eau potable ne sont pas proportionnées aux revenus des ménages au-dessus d'un certain seuil ;
- les projections d'indices de production industrielle (hors énergie) sont sans doute les moins reliables aux évolutions d'utilisation d'eau du secteur, du fait de l'énorme variété des demandes unitaires (par produit, par emploi...) et aussi des conséquences des changements technologiques ;
- les projections de consommation d'énergie (notamment électrique) sont mieux corrélables avec la croissance économique supputée, mais leur traduction en demandes en eau (à utiliser et à consommer, très inégales) est subordonnée à la possibilité de prévoir les parts respectives des diverses filières à la production (hydroélectrique, thermique classique ou nucléaire,...etc.) ;
- enfin les demandes en eau de l'agriculture irriguée sont sans doute les plus sensibles à l'évolution des productions, liée à la fois à celle de la demande alimentaire et à celle des exportations, donc fortement dépendantes de marchés, mais avec de larges marges de variantes possibles, suivant les choix de spéculation et les progrès d'efficience d'usage<sup>4</sup>.

En définitive, moins que la croissance, dont la relation avec l'utilisation d'eau en quantité et ses impacts n'est elle-même ni simple ni directe, c'est sans doute le type et la forme du développement qui pourrait influencer le plus l'évolution du secteur de l'eau, de l'équilibre offre-demande comme de l'harmonie entre nature et société.

<sup>4</sup> cf. L'étude de la FAO « Agriculture : Towards 2015/2030, Technical Interim Report », Ap. 2000.



## Que conclure de ces propos et analyses préalables à la prospective dans le domaine de l'eau ?

D'abord que les projections supputées des deux principales variables présumées déterminantes liées à l'évolution des populations –les ressources en eau par habitant et les PNB par habitant– apparaissent relativement indépendantes : l'appauvrissement relatif des ressources assez général au Sud et à l'Est ne devrait pas constituer une entrave majeure au développement. La comparaison des classements des pays, suivant ces deux indicateurs, actuellement et en 2025, le montre (Tableau 7-4 et Figure 7-5). La variété de répartition des pays suivant ces deux critères souligne que ceux-ci ont peu de relation ; la relative stabilité du classement dans cette grille le confirme : l'appauvrissement en ressources qui décline quelques pays entre 2000 et 2025 n'empêche pas leur progrès économique escompté (Exemples : Maroc, Algérie, Territoires palestiniens).

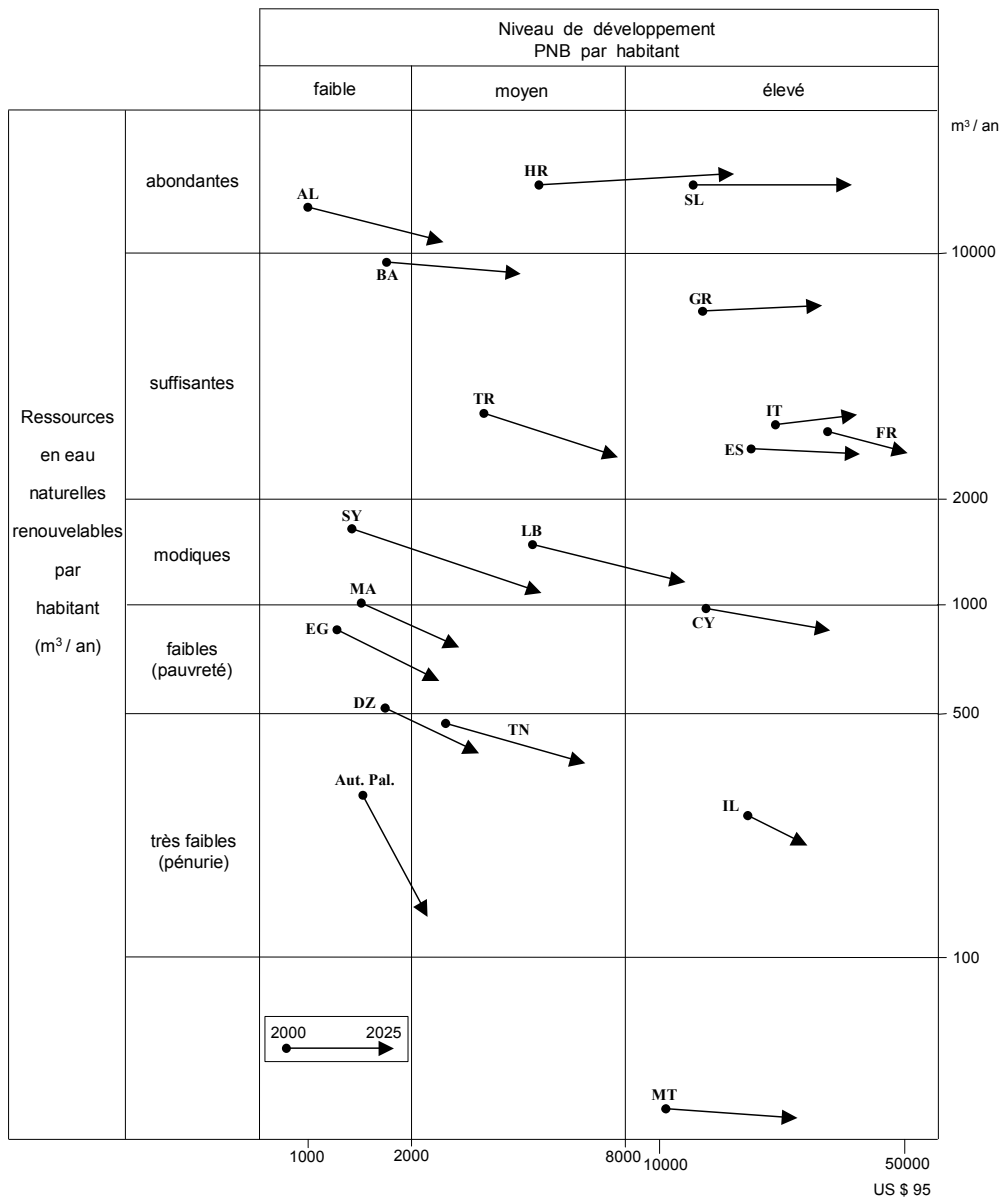
Ensuite, que les utilisations d'eau futures et les demandes en conséquence dépendront au moins autant, sinon plus, de variables de décision que de variables d'état, et que les tendances contemporaines –plus ou moins bien identifiées– constituent au mieux des conditions initiales mais ne sont pas extrapolables. Aussi leur avenir est-il moins sujet à « modélisation » qu'à imagination de scénarios (Encadré 7-6).

Il ne sera donc pas surprenant d'observer la forte dispersion des pronostics examinés plus loin (Chapitre 8 et 9).

**Tableau 7-4. Classement des pays méditerranéens suivant le niveau de leur développement (mesuré par le PNB par habitant) et leur ressource en eau par habitant, en 2000 et 2025, suivant les projections démographiques et économiques moyennes du Plan Bleu**

Horizons		Niveau de développement économique PNB par habitant en US\$ 1995 constant					
		Faible < 2000		Moyen 2000 à 8000		Elevé > 8000	
		2000	2025	2000	2025	2000	2025
Ressources en eau moyennes (naturelles renouvelables) par habitant m <sup>3</sup> /an	Abondance >10 000	Albanie		Croatie Yougoslavie	Albanie Serbie- Monténégro?	Slovénie	Slovénie Croatie
	Suffisance 2 000-10 000	Bosnie- Herzégovine Macédoine		Turquie	Turquie Bosnie- Herzégovine Macédoine	Espagne France Italie Grèce	Espagne France Italie Grèce
	Modicité 1 000-2 000	Maroc Syrie		Liban	Syrie		Liban
	Pauvreté 500 - 1 000	Algérie Egypte WE + Gaza (Palestine)			Maroc Egypte	Chypre	Chypre
	Grande pauvreté < 500			Tunisie Libye	Algérie Tunisie WE + Gaza (Palestine) Libye?	Israël Malte	Israël Malte

**Figure 7-5. Variations projetées entre 2000 et 2025 du rapport entre les ressources en eau moyennes par habitant et le PNB par habitant supputé des pays méditerranéens (Données manquantes pour Libye, Macédoine et Yougoslavie/Serbie-Monténégro)**



**Encadré 7-6. Quels questionnements prospectifs pour ouvrir un débat sur les options de gestion de l'eau à long terme ?**

S. Treyer

La question majeure auxquelles les prospectives cherchent à apporter des réponses aujourd'hui est la suivante : **comment peut se passer l'adaptation d'un pays, d'une société, à une situation de rareté de l'eau où la somme des prélèvements se rapproche beaucoup de la limite de la ressource en eau naturelle et renouvelable ?** Quels risquent d'être les problèmes de pénurie d'eau ou de raréfaction de l'offre disponible, et quelle rétroaction pourraient-ils exercer sur les modalités et les choix du développement de tel ou tel pays ?

Pour répondre à ces questions, quelles sont les méthodes de la prospective qui pourraient permettre d'imaginer un futur possible qui explore ces situations limites ?

La **modélisation** du système qui équilibre offre et demande en eau s'appuie sur des données passées, et ne pourra servir qu'à **figer notre représentation du système tel qu'il est aujourd'hui**, alors qu'on veut mettre en évidence des changements profonds, structurels, dans le fonctionnement de l'approvisionnement en eau et la répartition des usages de l'eau. Avec un modèle de la demande en eau, il sera donc très difficile d'anticiper les changements possibles dans la structure du système d'approvisionnement en eau et dans la structure du développement du pays.

De fait, c'est essentiellement à travers la **décision politique** à l'échelle nationale ou régionale que va s'effectuer la rétroaction des limites de la ressource en eau sur les potentialités de développement : maintient-on l'allocation de l'eau entre usages telle qu'elle est ? quelle réallocation risque de devoir être décidée ? sur quels critères ? avec quelles priorités à quels secteurs d'usage ? quels efforts d'augmentation de l'efficacité de l'usage de l'eau ? quelle place pour l'irrigation, notamment ?

L'exercice prospectif auquel on doit se livrer pour aller plus loin doit donc consister en un **questionnement prospectif, pour chaque pays, des responsables de ces décisions politiques** concernant le développement socio-économique du pays et la gestion de sa ressource en eau. Les questions à poser sont les suivantes : quelles sont les **hypothèses de développement de chaque usage** qu'on peut retenir, sous la contrainte de la limite de la ressource naturelle renouvelable ? quelles sont les **hypothèses de renouvellement des technologies d'usages** de l'eau qu'on peut retenir, dans le cadre d'une éventuelle politique d'économies d'eau ? **quel développement de l'offre** en eau peut on encore imaginer ?

Des modèles simples doivent permettre de tester si ces scénarios de développement socio-économique et d'économies d'eau conduisent ou non à un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau, et à faire reformuler de nouvelles hypothèses sur le développement futur par les décideurs avec qui on est entré en discussion.

De tels travaux dépassent le cadre de cet ouvrage, et nécessitent que les **planificateurs** du pays soient **demandeurs de tels questionnements prospectifs**, qui conduisent généralement à une **discussion critique de la politique et de la stratégie en place**. On peut cependant fixer comme objectif à cette partie du présent ouvrage de **faire le point du débat actuel sur la gestion à long terme de la ressource en eau** : pour cela, il faut recenser et interpréter, au fil des débats sur la gestion de la ressource en eau en Méditerranée, l'ensemble des représentations existantes de l'avenir du système que constituent la ressource en eau et ses usages.



## Chapitre 8 : RÉTROPROSPECTIVE DES DEMANDES EN EAU

### Table des matières

<b>LES FUTURS ANTÉRIEURS À L'ÉPREUVE DU PRÉSENT : UNE LEÇON DE PRUDENCE .....</b>	<b>8-2</b>
Références .....	8-7

### Liste des encadrés

Encadré 8-1. Comment apprécier la valeur d'une prospective ? .....	8-6
--	-----

### Liste des tableaux

Tableau 8-1. Prévisions de demandes en eau nationales à l'horizon 2000 dans les pays méditerranéens, comparées aux demandes actuelles .....	8-4
---	-----

## LES FUTURS ANTÉRIEURS À L'ÉPREUVE DU PRÉSENT : UNE LEÇON DE PRUDENCE

En prélude aux exercices de prospective, du moins quant aux demandes en eau, un regard sur les essais antérieurs de prévision ou de projection à l'horizon 2000 aujourd'hui atteint, donc comparable aux réalités, est instructif : non pas seulement pour en faire une critique à posteriori trop facile, mais pour en tirer des enseignements sur les démarches appliquées et les visions d'avenir de nos prédécesseurs.

Cet examen est basé essentiellement sur des sources bibliographiques, sans prétention d'exhaustivité, dont les données recueillies sont présentées en Tableau 8-1, complété par la liste des références. Les dates de valeur des prévisions s'échelonnent entre les années 70 et les premières années 90. Les projections du Plan Bleu initial (1988) pour les pays entiers et en quelque cas pour les bassins méditerranéens (Espagne, France) ont été incorporées au Tableau. Les demandes actuelles mentionnées pour permettre les comparaisons se réfèrent aux statistiques disponibles les plus proches possibles de l'année 2000 (cf. Partie I).

Les demandes en eau considérées sont en principe assimilées aux prélèvements, sans pourtant être toujours bien distinguées de « besoins » estimés.

Elles sont, dans la plupart des cas, réparties suivant les secteurs d'utilisation classiques, encore que quelques défauts d'homogénéité de définition ne soient pas absents, comme cela était déjà observé dans les statistiques sur les situations présentes (Chapitre 3) : le secteur dénommé selon les cas « populations », « collectivités », « municipalités », « demande en eau potable », etc. peut inclure ou non l'ensemble des usagers desservis par les distributions d'eau potable, y compris les industries et les services publics ; le secteur « industrie » peut comprendre tous les usagers d'eau comme « facteur de production industrielle » ou les seuls usagers non desservis, il peut aussi inclure ou non les centrales thermoélectriques qui ne sont pas toujours individualisées.

La variété des « prévisions » successives au cours des deux dernières décennies, dans la plupart des pays méditerranéens, relève d'abord des différences d'approche –bien que les méthodes de projection ne soient pas toujours explicites– : les extrapolations de tendance ou l'application de taux de croissance ou de coefficients d'augmentation aux demandes contemporaines dominent le plus souvent sur les approches par projection des facteurs exogènes ou par scénarios appliquées en quelques cas (France 1981, Libye 1978, Algérie 1986, 1992, Plan Bleu 1988). Certaines « projections » traduisent plutôt des ambitions ou espoirs de développement que des prévisions notamment dans le secteur de l'irrigation. (Algérie 1985, Espagne 1977, Turquie 1980, Syrie 1997).

Il est à remarquer que les demandes projetées se réduisent souvent progressivement à mesure que les dates des pronostics se rapprochent de l'horizon visé : dans les pays du Nord surtout (France, Grèce, Italie, Chypre...), mais non dans les pays du Sud ou, au contraire, les prévisions vont en augmentant sans doute sous l'influence des perspectives de croissance démographique (Égypte, Syrie).

Les révisions en baisse, dans les pays du Nord, s'appliquent particulièrement aux demandes en eau potable –qui ont fait le plus souvent l'objet de prévisions–.

Les comparaisons avec les états présents de demandes –proches de 2000–révèlent surtout que des surestimations ont été une tendance dominante, dans tous les secteurs, avec quelques nuances toutefois. Les surestimations ont été générales dans tous les pays du Nord (Espagne, France, Grèce, Italie), ainsi qu'en Turquie et dans plusieurs pays du Sud (Syrie, Algérie –pour les plus anciennes et surtout pour l'irrigation– et plus légèrement au Maroc). Ces surestimations prévisionnelles ne furent pas toujours innocentes dans la mesure où elles contribuaient à favoriser des décisions

d'investissement, notamment dans le secteur de l'eau potable urbaine<sup>1</sup>, mais aussi dans celui de l'irrigation.

Des surestimations modérées ont concerné aussi des pays à ressource en eau rare et fortement sollicitée où des tendances des demandes à se stabiliser, voire à décroître se sont manifestées dès la décennie 90, sous l'effet du « rationnement » par plafonnement des offres, et où les demandes font davantage l'objet de programmation que de prévision : à Chypre et en Israël.

Par contre, quelques sous-estimations ont affecté des projections dans des pays du Sud : un peu en Tunisie et surtout en Egypte, où les effets de la croissance démographique étaient peut-être minimisés, ainsi que les possibilités d'excédent des demandes sur les ressources « primaires » grâce aux remobilisations.

En fait, dans les pays où des situations de pénurie sont en perspective, les projections s'attachent plus aux répartitions futures des ressources, dont l'utilisation totale est prévue, qu'aux demandes suivant une dynamique propre à celles-ci : c'est le cas en Egypte ou en Israël.

Si une attention particulière est portée aux projections du Plan Bleu (1988) à l'horizon 2000, accordées aux scénarios initiaux et limitées aux bassins méditerranéens de chaque pays, il apparaît aujourd'hui que les demandes totales projetées ont été :

- Assez justes et proches du scénario tendanciel modéré (T3) en France, Grèce, Israël et à Malte ;
- Surestimées par tous les scénarios en Espagne, Italie, Albanie, Libye, Tunisie et à Chypre ;
- Sous-estimées par tous les scénarios en Turquie, ex-Yougoslavie, Syrie, Egypte, Algérie (malgré l'incertitude sur les demandes actuelles) et au Maroc.

Le plus souvent la variété des scénarios n'a donc pas conduit à au moins « envelopper » l'évolution réalisée, même à moyen terme.

Quelles leçons peut-on tirer de cet examen rétrospectif ?

D'abord, que les incertitudes qui frappent nécessairement toute prédétermination de l'avenir incitent donc à la prudence et au pluralisme des projections, surtout à long terme, notamment par plusieurs variantes de scénarios. Puis, que les écarts plus ou moins notables constatés entre les projections et les réalités survenues ne traduisent pas seulement des erreurs ou des défauts de validité des méthodes ou des hypothèses adoptées, mais aussi que les ambitions de croissance impliquées dans certains plans ne sont pas à confondre avec des pronostics d'évolution réelle. Enfin, que des demandes en eau sont conditionnées à la fois par des variables d'état et par des variables de décision, comme on le verra par la suite.

Plus généralement, cet examen invite à une première réflexion sur les méthodes et la finalité de la prospective, puis sur les critères de son évaluation (Encadré 8-1)

---

<sup>1</sup> Ce fait est assez général dans les pays développés comme l'avait déjà fait remarquer une étude de l'OCDE (« Water Demand Forecasting in OECD Countries », OECD Environment Monographs, n°7, 1987) qui a mis en évidence des « over-predictions » et des révisions en diminution entre les années 60 et les années 80. Malheureusement, cette étude ne cite aucune information sur des pays méditerranéens, hormis la France et la Grèce.

CHAPITRE 8 : RÉTROSPECTIVE DES DEMANDES EN EAU

Tableau 8-1. Prévisions de demandes en eau nationales à l'horizon 2000 dans les pays méditerranéens, comparées aux demandes actuelles

Tableau - Prévisions de demandes en eau nationales à l'horizon 2000 dans les pays méditerranéens, comparées aux demandes actuelles

Pays	Date et prévision	Demande en eau totale		Demandes en eau sectorielles								Références des prévisions
				Collectivités (eau potable)		Agriculture (irrigation)		Industries non desservies		Centrales thermoélectriques		
		Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	
Espagne	1977 / 80	54	35,3	6,6	4,67	47,4	24,1	-	1,65	-	4,9	29
	1980	24,3		4,3		20		-		-		29
bassin méditerranéen	1988	20-23	18,2	2,7-4,4	2,07	16,5-17	11,86	0,6-1	0,85	0,4-0,6	3,4	20
		21		3,6		16		0,8		0,65		
France	1974	60		9		13,4 a		6,9		30,7		4
	1979	63,7 a		12 a,b		10-15		9,3 a		29,4 a		30
	1979	73-82 c		8-12		7,6		8		47		7
		34 c		5,7		3,5		3,5		14,5		5
	1981	29,9		7		3,5		3,5		22		
	36,5		10,3		4,5		5,3		22			
	45,5 c,d	30,34		12 c,d,e	5,89	6,6 c,d	3,35	6,1 c,d,s	3,88	17,22		
			g								f	
France bassin méditerranéen (RMC)	1970	9,7-13		2		3-4		0,7-1		4,6		27
	1974	16,4		1,9		7,3		1,4		5,8		4
		17,3		2,6		4		1,9		5,5		
	1979	16,6	15,9	1,4	1,75	4	1,97	0,7	1,1	10,5	12,2	30
	1988	18,6		1,8-2,2		1,7-2,1		0,9-1,4		10-12		20
	17,8		1,9		2,15		1,2		12			
Italie	1977	58,4		9,75		44,4		2,24 i		2		6
	1988	53,7	44,6	7,9	7,9	37,0	20,3	8,1	7,5	0,7	8,8	
	45,2	93	7	93	30,5	93	6,8	93	0,86	93		20
Grèce	1974	15,44		0,74		14,4		0,3		-		28
	1980	12,35	8,7	1,59	0,86	10,53 h	7,6	0,23	0,11	-	0,12	31
	1988	8,6		1,4		6,5		1,8		0,54		20
	9,0		1,2		7,0		0,15		0,61			
Turquie	1980	74		9,1		57,6		7,3		-		31
	1987	74		9,1		57,6		7,3		-		34
	1991	33,8	35,5		5,5		26		4		-	35
Chypre	1975	1		0,12	0,079	0,84	0,25	0,04		-		16
	1981	0,9	0,325	0,055	0,079	0,84	0,25	-	ε	-	-	20
	0,64	98	0,043	98	0,86	98	-					
Syrie	1990			0,89				0,35				15
	1991	8,49										35
	1993	16,03	12,03	1,38	0,79	14,3	11,13	0,1	0,22	0,11		26
	1996	20,35		1,11		18,8		0,44		-		14
Israël	1987	2,22-2,32		0,75-0,9		1,23		0,12-0,17				24
	1987	1,8										23
	1988	2,09		0,685		1,26		0,145		-		22
	1990	2,1 j		0,56		1,18 j		0,135				25
	1988	1,9-2	2	0,34-0,39	0,77	1-1,15	1,26	0,06	0,14			20
		1,7	97	0,32	97	1,1	97	0,06	97	0,1	-	
Egypte	1979	-	5									21
	1987	60,7		5,9		49,7		5				1
	1988	60,5		6,8		49,7		4				10
	1988	61,4		3,95		47		4,5		6		20
		59,5		3,12		49		3,8		3,6		
	1990	-		2,56		-		0,96				15
	66	66	3	4,54	56,8	54	6,1	7,5		-	11	
	69,4	96	3,1	96	59,9	96	6,1	96			2	
Libye	1978	5,5-12		0,36-0,5		4,8-11,5		-		-		18
	1988	3,7-3,8	3,89	0,65	0,36	2,1-2,5	3,38		0,14			20



Tableau 8-1 (suite)

Pays	Date et prévision	Demandes en eau sectorielles										Références des prévisions
		Demande en eau totale		Collectivités (eau potable)		Agriculture (irrigation)		Industries non desservies		Centrales thermoélectriques		
		Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	Prévision 2000	Réalité (date)	
Tunisie	1978	2,7		1 *		1,7						3
	1981	2,78		0,48		2,3		-		-		12
	1985	2,95		0,41		2,3		0,22				17
	1988	T 2,4-3 A 2,75	96 2,83	T 0,34-0,65 A 0,45	96 0,36	T 1,25-1,4 A 1,8	96 2,43		0,05		-	20
	1993	1,41-1,43		0,31-0,41		0,92		0,1				36
Algérie	~ 1985	6,76-7,7		11,6-2		4,7		0,465				19
	1986	5,3		3,3		2						32
	1988	T 4-6,2 A 5,8		T 2,9-4,4 A 3,8		T 0,9-1,5 A 1,75		T 0,1-0,2 A 0,12		T 0,07 A 0,09		20
	1992	T 5,48 V 5,9-7,14	99 5,7	T 1,42 V 1,7-1,97	99 2	T 2,9 V 3,0-3,7	99 ~ 2,7	T 0,75 A 0,75-1,1	99 0,5	T 0,4 V 0,4	90 0,2	13
	1974	12		1,3		10		0,7		-		
Maroc	1980	14,5		2,3-2,4		12		0,1-0,2				
	1987	14,2	96 11,5	2-2,1 k	96 1,1	12	96	15 l	96 0,2		-	33
	1988	T 11,5-13 A 12										20

Notes

- France
- a. Prévisions suivant 2 scénarios: T tendanciel, C contrasté.
  - b. Ensemble des demandes "domestiques" et "urbaines".
  - c. Prélèvements (explicites).
  - d. Prévisions suivant plusieurs scénarios et stratégies. Sont retenues ici les estimations: m: minimale, p: potable, M: maximale (cf. référence 5).
  - f. Ensemble des industries, desservies ou non.
  - g. Eau douce seule, 18,1 avec eau saumâtre.
- Grèce
- h. Irrigation, élevage et pisciculture.
- Italie
- i. Eau pour refroidissement apparemment exclue.
- Israël
- j. dont 0,27 eau saumâtre.
- Maroc
- k. Demandes urbaines et rurales, y compris pour l'élevage.
  - l. Industrie des phosphates seule (OCP).

Scénarios: Plan Bleu (20): T-tendanciel modéré; A-alternatif. Garadi (Algérie, 13): T-tendanciel; V-volontaristes.

**Encadré 8-1. Comment apprécier la valeur d'une prospective ?**

**S. Treyer**

La prospective est essentiellement différente de la prévision : elle ne cherche pas à identifier la trajectoire d'évolution future qu'on pourra valider a posteriori comme étant celle que le système a réellement suivie.

La prospective cherche à éclairer la décision présente par l'exploration de l'espace des différents futurs possibles à long terme : avec un horizon temporel très lointain, **on sort de tout domaine de validité de la prévision**, l'incertitude est trop grande pour être même réduite par un traitement probabiliste. On peut même souligner qu'une incertitude fondamentale et irréductible est celle qui ressort des décisions futures propres à celui pour qui est faite la prospective. Une prospective ne peut donc être que conditionnelle, elle n'est qu'un futur possible parmi d'autres.

On n'évalue donc pas la capacité d'une prospective à prédire l'avenir, mais plutôt sa **capacité à faire bouger un débat**, à approfondir une réflexion stratégique à long terme. Pour cela, **il faut qu'une prospective puisse être mise en discussion au sein du débat auquel elle ambitionne de contribuer** : cela implique qu'une conjecture sur l'avenir à long terme doit être à la fois **plausible** et **pertinente**.

Plausible, cela signifie qu'elle donne tous les **signes de rigueur** qui permettent de discuter ses fondements. Elle doit expliciter quelles données passées ont permis de dégager telle ou telle tendance (un taux de croissance, une stabilité dans le temps...) et quelle hypothèse est faite sur la prolongation de cette tendance à l'avenir. On doit s'interroger sur la mise en cohérence des différentes hypothèses de prolongation de tendances qui ont été faites de manière indépendante (par exemple, sur un territoire donné, on ne peut pas faire l'hypothèse que tous les usages du sol croissent en même temps, puisque la somme des surfaces qu'ils occupent est nécessairement constante). On doit vérifier la plausibilité des enchaînements causaux des événements qui forment la trajectoire d'évolution à long terme. Il faut aussi discuter des statuts différents des variables considérées, qui peuvent être des tendances lourdes, des aléas extérieurs au système de décision concerné par la prospective, ou des incertitudes liées aux décisions propres au destinataire de la prospective.

Que la prospective soit pertinente, cela signifie qu'elle correspond bien à une question soulevée dans un débat : elle doit permettre de **faire évoluer la représentation du problème d'action publique**, elle peut par exemple aussi contribuer à mettre sur l'agenda politique une nouvelle thématique (comme l'effet de serre, par exemple).

On voit bien qu'une évaluation ex post d'une prospective ne peut se faire qu'à l'aune de l'objectif précis qui lui était fixé dans le cadre de son insertion dans tel ou tel débat. On peut par exemple évaluer sa capacité à appuyer un argumentaire nouveau qui va permettre de faire changer la décision stratégique. Certes, une telle évaluation ex post nécessite aussi de prendre le recul suffisant pour évaluer les conséquences et l'efficacité des stratégies et des politiques elles mêmes que la prospective aura pu influencer.

Pour évaluer rapidement la qualité d'une prospective, il est donc avant tout essentiel de la juger sur sa **capacité à être mise en discussion** de manière structurée, en s'appuyant sur sa méthode de construction.

A titre d'exemple de bonnes prospectives, il n'est pas paradoxal de considérer comme de très bonnes prospectives les conjectures qu'on appelle des « **prophéties antiréalisatrices** » : on construit un scénario tendanciel qui mène tout droit à une crise, pour appeler à un changement de politique qui permette d'éviter la catastrophe. Lorsque ce changement de politique a lieu, s'il permet d'éviter la crise, il infirme évidemment la conjecture (en tant que prévision ou de prédiction), mais il confirme sa valeur prospective en tant que conseil stratégique.

A l'inverse, d'autres prospectives réellement efficaces sont les « **prophéties autoréalisatrices** » : on construit un scénario d'avenir normatif, dont le but est d'influencer la décision des acteurs concernés pour que ce futur particulier parmi les futurs possibles soit celui qui se réalise.

C'est en s'appuyant sur ce type de critères d'évaluation que l'on a cherché, dans cet ouvrage, à présenter les prospectives existantes dans le domaine de la ressource en eau et de ses usages en Méditerranée : en disséquant autant que possible leur méthode de construction, et en interprétant leur apport potentiel au débat.

## Références

1. Abd-El-Rahman, I.H. (1987). Egypt. Blue Plan Scenarios. (Inédit, Feb.-March, p. 93 "Irrigation Water Balance". Cairo).
2. Abou-Zeid M. (1991). Water Resources Assessment for Egypt. (Rep. VIIe Congrès mondial des ressources en eau, Rabat, 1991 ; édité in « Sustainable Water Resources Management in Arid countries : Middle East and Northern Africa/Gestion durable des ressources en eau dans les régions arides : Moyen Orient et Nord de l'Afrique ». Canadian Journal of Development Studies. Special Issue, 1992, pp.173-194. Ottawa.
3. Alouini K. (1978). Gestion de l'eau douce dans une économie de type agricole. Tunisie (PNUE/CEFIGRE, réunion Cannes, av. 1978, Sophia Antipolis).
4. ARLAB (1974). Analyse à l'échelle de la France des ressources en eau et de leur qualité, ainsi que analyse des besoins futurs et des problèmes d'approvisionnement à moyen et à long terme (Comm. Europ., doc. RCT 021 ALB 74 – Sophia Antipolis).
5. Barré R., (1981). France Eléments pour une prospective du "Système Eau ». (Minist. de l'environnement et du cadre de vie, Juin).
6. Bassler F., Benedini M., (1977). Availability of Water Resources in the European Community. (Rapport à CCE, inédit). Italie.
7. Chambolle Th., (1979). Evolution des besoins en eau de la France et place d'EDF parmi les consommateurs (Colloq. Annuel EDF/Environnement). Estimations des « besoins en eau » à l'horizon 2000.
8. Combe M., (1974). Ressources en eau du Maroc. Présentation, évaluation, utilisation. (Bull. BRGM, 2, III, 1, pp. 15-20, Orléans).
9. Dinia N., et al., (1980). Les ressources en eau du Maroc, mobilisation et gestion. (Actes Sémin. A.N.A.F.I.D. et A.I.P.C., juin, Rabat).
10. El-Kady M., (1988). Egypt: Future Prosperity and Worry of Water Shortage or Drought. (AIBE/IWRA, VI<sup>th</sup> World Congress Water Resources, Ottawa, May-June, Vol. IV, pp. 643-663).
11. Elwan H.S., EL Kassabgy A., (1992). Water Resources Planning in Egypt and its Institutional Framework. (Hydrotop 92, Colloq. "La ville et l'eau", 8-10 av. Marseille, Vol. 2, pp. 510-523).
12. Gana F., (1981). Ressource – Emploi de l'eau en Tunisie. Horizon 2000 Ressource en eau, bilan moyen terme (Revue tunisienne de l'équipement n°3, pp. 66-89, Tunis).
13. Garadi A., (1992). Université Pierre Mendès-France, Grenoble (FRA). Centre de Recherche en Informatique appliquée aux Sciences Sociales. Prospective des besoins en eau et anticipation de la demande MADH20 :Modèle Automatisé de la Demande en Eau. Application à l'Algérie. (Thèse Doctorat ès Sciences Economiques, option gestion et planification de l'eau. Grenoble (FRA). 269 p.).
14. Jamaledin J., (1997). *Country Case Study: Syria*. (FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10.12.1996. Appendix 12. Le Caire. Pp. 165-205).
15. Khouri J., (1990). *Arab Water Security: a regional strategy, horizon 2030*. Séminaire Stratégie de Gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai 1990, ACSAD/CEE/Gouvernement algérien/CEFIGRE. 68 p.
16. Konteatis C. A., (1975). *Efficiency in the use and re-use of water in Cyprus*. (IWRA, IV – New-Delhi).
17. Laroussi Ch., (1985). *La gestion des ressources en eau en Tunisie*. (IWRA/AIRE, V<sup>th</sup> World Congress on Water Resources, Brussels, June, Pop. N°221, pp. 1307-1315).
18. Pallas Ph., (1978). Libye. Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya.

19. Perennes J. J., (1986). *La politique hydro-agricole de l'Algérie. Données actuelles et principales contraintes*. Monde arabe, Maghreb, Machrek, 111, janv.-mars, pp. 57-76, doc., Fr.). Source citée : projections des Ministères de l'Hydraulique et du Plan.
20. Plan Bleu, Margat J., (1988, 1992). *L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et prospective*. Economica, 196 p., Paris.
21. Samaha A. H., (1979). The Egyptian Master Water Plan. Water Supply & Management, Vol. 3, pp. 251-266, Pergamon Press, Oxford, New-York.
22. Schwarz J., (1988). *Plan directeur de l'eau en Israël*.
23. Shuval H. I., (1987). *The Development of Water Reuse in Israel*. Ambio, 16, n°4, pp. 186-190, Stockholm).
24. Tahal/Mintzker N., (1987). *Water in Israel. Towards the Future*. Tahal, contribution aux scénarios du Plan Bleu.
25. Tahal (1990). *Israel Water Sector Review*. The World Bank, Tahal Cons. Eng. Ltd. Dec., Tel-Aviv.
26. Wakil M./IWRA (1993). *Analysis of Future Water Needs for Different Sectors in Syria*. In: Water in the Middle East. Water International, Vol. 18, n°1, March, pp. 18-22.
27. Anonyme (1970, 1971). France. Livres blancs des Agences financiers de bassin et rapport de la Commission de l'eau du 6<sup>e</sup> plan. Documentation Française, Paris. Projections 2000, notamment pour le bassin Rhône-Méditerranée-Corse.
28. Anonyme (1974). Grèce. Statistiques des utilisations de l'eau dans les pays membres de la CEE. NU/Commission Economique Européenne, Co. Problèmes de l'eau, 6<sup>e</sup> session, doc. WATER/R.19, 2 juillet.
29. Anonyme (1977, 1980). Espagne. El agua en España. Minist. Obras Publicas y Urbanismo, Centro de Estudios Hydrographicos. Nov. Madrid + version abrégée éditée en 1980. D'après le Plan Nacional de Abastecimientos y Saneamientos. MOP/Dir. Gen. Obr. Hidr. 1967 et le Plan de Desarrollo, cités.
30. Anonyme/Conseil économique et social (1979). France. L'eau et les besoins de l'agriculture. Avis adopté par le C.E.S. Séance de 8 et 9 mai (J.O. n°18, 27.07.1979, Paris. Estimation des « besoins en eau » (=prélèvements) à l'horizon 2000 par secteur.
31. Anonyme (1981). Grèce, Turquie. Perspectives à long terme de l'utilisation des ressources en eau et de l'approvisionnement en eau de la région de la CEE. NU/Commission Economique Européenne, Com. Problèmes de l'eau, 12<sup>e</sup> session, Nov. 1980, doc. WATER/R.26, New York.
32. Anonyme (1986). Scénarios prospectifs algériens pour le Plan Bleu. Ministère de l'Aménagement du Territoire, Urbanisme et Construction, ANAT, décembre
33. Anonyme/Conseil Supérieur de l'Eau du Maroc (1987). Documents de la session de février 1987. Prévisions des demandes en eau à l'horizon 2000, notamment en eau potable pour les populations urbaines et rurales.
34. Anonyme (1987). Turquie. Fifth five year development plan 1985-1989. Develet Planlama Teskilati, Ankara. Estimation des "besoins en eau" (« requirements ») de la Turquie à l'horizon 2000, par secteur (« consumption field »), d'après General Management of DSI.
35. Anonyme, US Army Corps of Engineers (1998). Water in the Sand. A Survey of Middle East Water issues, 13 p.
36. Anonyme (1993). Economie d'eau 2000. Rapport de synthèse. Ministère de l'Agriculture de Tunisie/Groupement AHG, GWK, Coyne & Belier, juillet, Tunis.

## **Chapitre 9 :VISITE AUX VISIONS ET PRÉVISIONS CONTEMPORAINES À LA RENCONTRE DES BESOINS ET DEMANDES EN EAU FUTURS**

### **Table des matières**

<b>1. ZOOMS MÉDITERRANÉENS SUR DES EXERCICES MONDIAUX .....</b>	<b>9-2</b>
<b>2. PROSPECTIVES PANARABES .....</b>	<b>9-11</b>
<b>3. AVENIR DE L'IRRIGATION .....</b>	<b>9-14</b>
<b>4. PROJETS ET PROJECTIONS : QUE SUPPOSENT OU PRÉVOIENT LES PLANS NATIONAUX ?.....</b>	<b>9-15</b>
<b>5. RÉSULTATS D'EXAMEN .....</b>	<b>9-19</b>

### **Liste des encadrés**

Encadré 9-1. Diversité des approches de modélisation, diversité des utilisations (S. Treyer).....	9-10
Encadré 9-2. Ouvrir le débat prospectif avec les planificateurs : .....	9-16
Encadré 9-3. Remarques sur les plans nationaux.....	9-17

### **Liste des tableaux**

Tableau 9-1. Projections 2000 – 2025 de prélèvements et consommations en eau.....	9-3
Tableau 9-2. Prélèvements en eau projetés en 2025 dans les principaux pays méditerranéens,.....	9-3
Tableau 9-3. Projections 2025 des "Water availability" et "Water use" par habitant.....	9-6
Tableau 9-4. Projections de demandes en eau (prélèvements) en 2025 .....	9-8
Tableau 9-5. Projections 2025 des demandes en eau et des indices d'exploitation .....	9-9
Tableau 9-6. Projection 2025 suivant les scénarios de Water GAP en région "North Africa" (1999).....	9-9
Tableau 9-7. Projections de demandes en eau dans les pays arabes méditerranéens.....	9-12
Tableau 9-8. Projections des demandes en eaux sectorielles et totales dans les pays méditerranéens	9-18
Tableau 9-9. Projections 2010 et 2025 de demandes en eaux totales en région méditerranéenne :.....	9-21

### **Liste des figures**

Figure 9-1. Evolutions 1980-1995 et projections 2000 - 2025 des prélèvements en eau totaux .....	9-4
Figure 9-2. Projections de demandes en eau totales de pays ou sous-régions du monde arabe .....	9-14
Figure 9-3. Enveloppes des projections globales et régionales 2010 et 2025 des demandes .....	9-20
Figure 9-4. Projections comparées de demandes en eau totales 2010 et 2025 .....	9-22

L'exercice originel de prospective du Plan Bleu fut sans précédent : les essais exploratoires de chiffrage de demandes en eau, accordés aux scénarios du Plan Bleu, et de leurs implications présentés dans le "Fascicule Eau" (1992) ne s'appuyaient sur aucune référence antérieure.

Il n'en est plus de même au seuil du XXI<sup>ème</sup> siècle. Au cours des années 90 la prospective de l'eau s'est développée et même mondialisée, notamment à l'incitation de la "Commission pour le Développement Durable" des Nations Unies, puis pour contribuer à la "World Water Vision", au 2<sup>e</sup> Forum mondial de l'eau à la Haye (2000), l'horizon 2025 étant le plus couramment visé.

Bien que ces exercices mondiaux reposent sur des modélisations des demandes en eau relativement sommaires – où les populations restent le facteur primordial – et qu'ils soient inégalement régionalisés (ils ne permettent d'individualiser l'espace méditerranéen qu'en quelque cas), il est instructif de regarder les projections supputées pour les principaux pays méditerranéens par les essais de calcul par pays.

Par ailleurs, dans la plupart des pays méditerranéens, à l'appui des études nationales de planification à moyen terme (Plans directeurs, "hydrologiques", etc.), des projections ou pronostics d'évolution des demandes en eau, parfois liés aux objectifs d'allocation de ressources, ont été élaborés. Il importe aussi de les considérer.

## I. ZOOMS MÉDITERRANÉENS SUR DES EXERCICES MONDIAUX

Les essais de prospective mondiale, qui assimilent généralement les demandes en eau aux prélèvements, ont surtout pour propos de prévoir les pressions futures sur les ressources naturelles, suivant divers scénarios d'évolutions des utilisations d'eau, et d'en déduire les situations de pénurie future possibles.

Les projections d'I. Shiklomanov<sup>1</sup> (1998) procèdent essentiellement par extrapolation des évolutions reconstituées au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, guidées par les seules projections démographiques, avec une hypothèse de croissance unique. Ces « *dynamics of water use* » aux horizons 2000, 2010 et 2025 distinguent les prélèvements et les consommations (eau non restituée après usage. Agrégées d'abord par continent, puis par « *natural-economic regions* » du monde (26) permettent mal d'individualiser la région méditerranéenne (cf. la publication des « *World Water Scenarios* » pour le World Water Vision du 2<sup>ème</sup> Forum mondial de l'eau, La Haye 2000). Ces projections par pays n'ont été diffusées qu'ultérieurement, en accompagnement de la monographie « *World Freshwater Resources* » UNESCO/IHP, Cambridge University Press, 2003. Les estimations relatives à la plupart des pays méditerranéens sont présentées au tableau 9-1 et illustrées en Figure 9-1. Entre 2000 et 2025 des croissances des prélèvements sont projetées partout, mais très inégales :

- faibles (10 à 13%) en Europe, Israël, Tunisie, et très faible en Italie (4%)
- moyennes (25 à 30%) en Egypte et au Maroc
- fortes (approchant ou dépassant 50%) en Turquie, Syrie et maximales en Algérie et au Liban (près de 70%)

Les prélèvements totaux des douze pays considérés, estimés à 267 km<sup>3</sup>/an en 2000, augmenteraient de 57 km<sup>3</sup>/an entre 2000 et 2025.

Les scénarios de "Water development" élaborés par P. Raskin en 1997<sup>2</sup> pour la Commission des Nations Unies pour le Développement Durable ont suivi une approche par pays qui permet mieux d'en extraire des projections de prélèvements à l'horizon 2025 pour la plupart des pays méditerranéens (Tableau 9-2). Toutefois cet exercice est

<sup>1</sup> State Hydrological Institute, Russia/UNESCO-PHI, 1999. Publication UNESCO 2003.

<sup>2</sup> "Water Futures: Assessment of Long Range Patterns and Problems" (SEI, Stockholm 1997)

basé essentiellement sur des projections de population (en partie révisée en baisse depuis) et sur la présomption assez hasardeuse de relation entre les quantités d'eau utilisées et le niveau de développement mesuré par le PNB par tête (concept de "Water intensity" spécifique à chaque secteur).

Les croissances relatives 1995-2025 des prélèvements, en hypothèse moyenne, seraient de 15 % dans la plupart des pays d'Europe et en Turquie, mais de 53 à 61 % au Sud et au Proche-Orient.

**Tableau 9-1. Projections 2000 – 2025 de prélèvements et consommations en eau**  
 (« Dynamics of water use » dans les pays méditerranéens par I. Shiklomanov (1998).

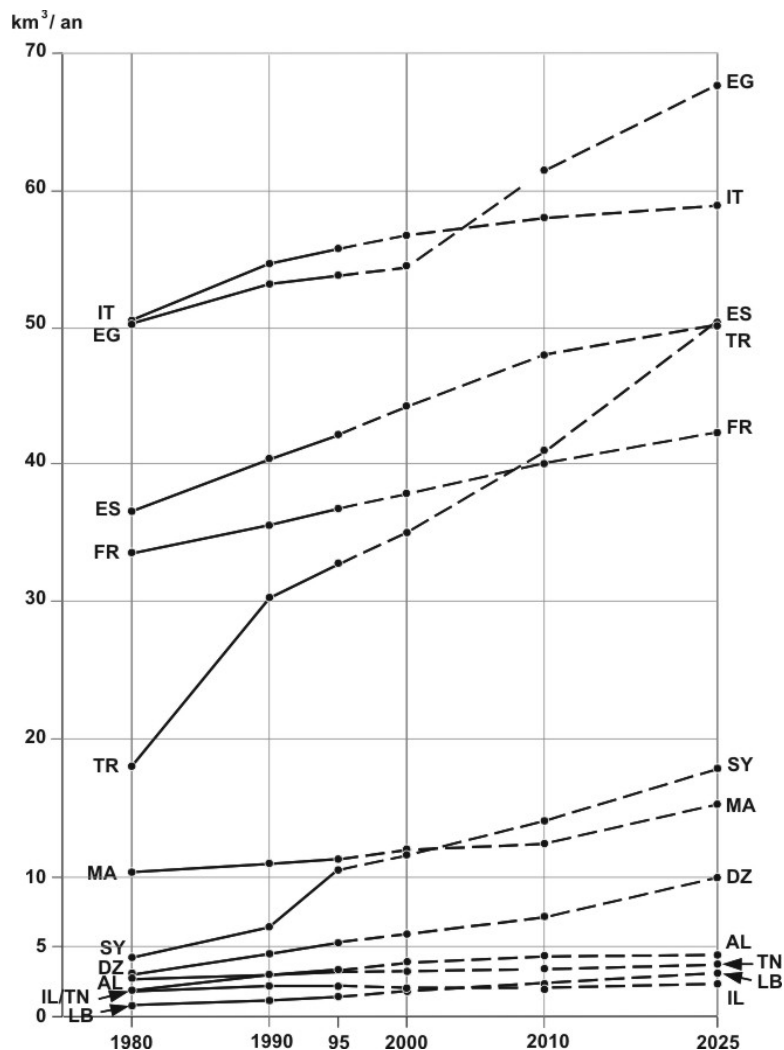
Pays	Water withdrawal (km <sup>3</sup> /an)			Water consumption (km <sup>3</sup> /an)		
	2000	2010	2025	2000	2010	2025
Espagne	44,1	48,0	50,0	25,1	26,9	27,0
France	37,7	40,0	42,2	10,5	10,5	12,0
Italie	56,6	58,0	58,9	29,2	27,8	27,3
Albanie	3,71	4,12	4,37	2,66	2,95	3,12
Turquie	35,0	40,9	50,1	21,3	24,7	28,7
Syrie	11,6	14,0	17,9	8,2	9,7	11,8
Liban	1,75	2,25	3,0	1,05	1,24	1,49
Israël	2,03	2,1	2,3	1,3	1,3	1,3
Egypte	54,3	61,6	67,7	38,0	39,2	40,4
Tunisie	3,14	3,20	3,50	2,63	2,65	2,89
Algérie	5,91	7,06	9,90	2,90	3,80	4,24
Maroc	11,7	12,4	15,1	7,75	8,74	10,3

**Tableau 9-2. Prélèvements en eau projetés en 2025 dans les principaux pays méditerranéens,**  
 suivant le "Conventional Development scénario" pour United Nations Commission on Sustainable  
 Development

Pays et territoires	PIB per capita 2025 (US \$100, 1990)			Prélèvements en eau (km <sup>3</sup> /an)			
	Faible	Moyen	Fort	1995	2025		
					Faible	Moyen	Fort
Espagne	24,0	25,8	27,8	30,97	32,6	35,5	38,7
France	41,9	45,0	48,4	38,57	40,6	44,2	48,2
Italie	34,5	37,1	39,9	56,36	59,4	64,7	70,4
Slovénie	11,6	12,5	13,4	0,76	0,8	0,9	0,95
Croatie	3,6	3,8	4,1	1,76	1,8	2,0	2,2
Bosnie-Herzégovine	2,7	2,9	3,1	1,35	1,4	1,5	1,7
Serbie-Monténégro	3,6	3,8	4,1	4,25	4,5	4,9	5,3
Macédoine	1,5	1,6	1,7	0,85	0,9	1,0	1,1
Albanie	0,7	0,7	0,8	0,36	0,4	0,47	0,5
Grèce	13,8	14,8	15,9	7,11	7,5	8,2	8,9
Turquie	4,5	4,8	5,2	36,24	38,2	41,6	45,2
Syrie	2,3	2,4	2,5	10,91	16,5	17,4	18,5
Liban	2,6	2,7	2,8	1,18	1,8	1,9	2,0
Israël	24,9	26,2	17,5	2,28	3,4	3,6	3,8
Egypte	1,2	1,3	1,35	55,43	79,5	84,7	90,3
Libye	1,7	1,8	1,9	4,75	6,8	7,3	7,7
Tunisie	3	3,2	3,35	3,39	4,9	5,2	5,5
Algérie	2,8	2,9	3,1	5,04	7,2	7,7	8,2
Maroc	1,9	2,0	2,1	11,54	16,5	17,6	18,8

Source : P. Raskin & al., SEI, 1997.

Figure 9-1. Evolutions 1980-1995 et projections 2000 - 2025 des prélèvements en eau totaux (« Dynamics of water use ») dans les pays méditerranéens par I. Shiklomanov (1998)



Une première application du modèle Water GAP (*Water-Global Assessment and Prognosis*) de l'Université de Kassel (J. Alcamo & al<sup>3</sup>, version 1.0, 1997) a eu pour objectif de pronostiquer et situer les risques de pénurie d'eau imputable au changement climatique, dont il chiffre les conséquences à la fois sur les demandes en eau ("*water use*") sectorielles et totales et sur les ressources (*water availability*) calculées par habitant (selon les projections moyennes de N.U. de 1991), aux horizons 2025 et 2075.

Trois scénarios d'évolution des demandes correspondent à des projections de "*water intensity*" liées à celles des revenus par habitant (hypothèses basse, moyenne, haute). Les calculs sont régionalisés suivant un découpage spatial très fin (1162 bassins pour le monde entier et mailles de calcul de 0,5 x 0,5°). Des chiffrages ont été donnés par pays : le Tableau 9-3 groupe les résultats pour les pays méditerranéens.

Cet exercice présente l'intérêt d'avoir, pour la première fois, comparé les demandes aux ressources, actuelles et futures, non seulement en année moyenne mais aussi en année sèche décennale, en présupant dans ce cas à la fois une augmentation des demandes – notamment agricoles – et une diminution des ressources, et aussi d'avoir tenté d'estimer les effets du changement de climat (selon plusieurs modèles) à la fois, là encore, sur les ressources et sur les demandes. Par contre, en ne prenant en compte que les ressources renouvelables internes il amplifie les inadéquations entre

<sup>3</sup> "Global change and global scenarios of water use and availability: An application of Water GAP 1.0", J. Alcamo & al. CESR, University of Kassel, Germany, June 1977.



"*availability*" et "*water use*" dans certains pays (Egypte, Libye, Israël), dès à présent et à fortiori dans l'avenir ; les ressources de certains pays sont d'ailleurs sous-évaluées (Maghreb, Libye, Egypte, Israël, Cisjordanie, Chypre).

**Tableau 9-3. Projections 2025 des "Water availability" et "Water use" par habitant dans les pays méditerranéens, suivant le modèle Water GAP 1.0 (Université de Kassel 1997).  
Chiffres en m<sup>3</sup>/an. cap.**

Pays et territoires	1 9 9 5			2 0 2 5					
	Water availability a	Water availability a,b		Water use (scenario M) b					
		Année moyenne	Année moyenne c	Année sèche décennale	Année moyenne c		Année sèche décennale		
					Total water use	Année moyenne c	Total water use	Domestic use	Industry use
Espagne	2 642	2 325,00	1 646	549	283,60	595	51,50	213,80	330,2
France	3 347	3 177,00	2 526	669	63,60	679	58	547,10	73,4
Italie	2 289	2 084,00	1 530	779	437,70	840	69	272,10	499
ex-Yougoslavie	4 456	3 822,00	2 746	1 202	23,70	1 209	141,80	1 036	31,1
Albanie	5 493	5 302,00	3 839	152	27	157	11,80	113,50	31,8
Grèce	4 098	4 277,00	2 934	521	124,30	542	68,20	328,10	145,7
Turquie	2 030	869,00	523	790	440,10	837	188,40	161,40	487,3
Chypre	447	145,00	65	518	413,70	1 007	89	15,30	902,5
Syrie	482	174,00	102	197	123,10	209	38,70	35,20	134,9
Liban	1 022	419,00	265	193	140	193	42,90	9,50	140
Israël	151	49,00	28	404	347,60	900	41,10	15,10	843,4
Cisjordanie (West Bank)	0	0,00	0	75	0	75	60,40	14,40	0
Egypte	1	1 026	0	897	563,50	909	80,80	253,10	575
Libye	24	888	0	706	544,60	890	135,30	25,80	729,3
Tunisie	39	371	6	326	259,60	565	41,70	25	492,2
Algérie	63	170	8	213	91,30	263	62,70	59,10	141
Maroc	207	400	21	571	510,90	1 003	30,30	29,80	942,6

- a. Ressources internes renouvelables seules  
b. Suivant changement de climat, scénario MPI-GCM  
c. A précipitations moyennes annuelles.

Suivant ces calculs, les demandes en eau, en année moyenne, augmenteraient globalement d'environ 1/3 entre 1995 et 2025, mais faiblement au Nord, fortement au Sud et très fortement (près d'un doublement) à l'Est, surtout en Turquie :

Total water use en km <sup>3</sup> /an	1995	2025	
Nord	137	144	+5 %
Sud	87	132	+51 %
Est	43	84	+97 %
Ensemble	267	360	+35 %

Toutefois certaines variations fortes de "*water use*" *per capita*. (décroissance en Espagne, au Liban ; croissance en ex-Yougoslavie) sont douteuses et inexplicables.

Soulignons que dans cette approche les "*water use*" correspondent aux demandes d'approvisionnement, mais peuvent différer des prélèvements du fait des réutilisations (exemple en Egypte).

Les premières projections de l'IWMI<sup>4</sup> (1998) à l'horizon 2025, au moyen du modèle "PODIUM" qui prend en compte à la fois les offres et les besoins en eau, sont assez régionalisées : calculs effectués pour 45 pays, dont 14 pays méditerranéens.

A partir des états initiaux 1990, elles se basent sur les croissances 1990-2025 des populations (suivant les hypothèses moyennes des Nations Unies de 1994), en distinguant deux scénarios de développement des irrigations :

- S1 suppose une croissance des prélèvements pour l'irrigation proportionnelle à la population et la constance des efficacités initiales.
- S2 suppose une croissance des aires irriguées proportionnelle à la population et un progrès des efficacités portées à 70 % en 2025 partout.

Les prélèvements pour les collectivités et les industries ne diffèrent pas suivant les scénarios. Dans les pays méditerranéens traités, les prélèvements projetés en 2025 suivant le scénario S2 sont significativement inférieurs à ceux du scénario S1, surtout dans les pays du Sud et du Proche-Orient.

Les pressions sur les ressources, exprimées par le ratio prélèvements/ressources naturelles moyennes, sont chiffrées en 2025 suivant le scénario S2 (Tableau 9-4).

Une approche de l'IWMI plus récente (2000) pour contribuer à la "*World Water Vision*", mais sans scénarios et limitée à 10 pays méditerranéens, a pour intérêt de distinguer les demandes en eaux brutes, traduites par des prélèvements totaux ("*total diversions*"), des prélèvements sur les seules ressources primaires ("*primary water supply*"), la différence correspondant aux retours d'eau ("*recycled water*"), ce qui permet une estimation plus réaliste des pressions sur les ressources, elles-mêmes évaluées par leur seule part utilisable (Tableau 9-5). Les prélèvements projetés diffèrent sensiblement de ceux des scénarios de 1998 : ils sont le plus souvent inférieurs, particulièrement en Syrie, Israël, Egypte et au Maghreb, mais un peu supérieurs en Espagne et en Turquie.

Pour contribuer aussi à la "Vision mondiale de l'eau", les chercheurs de l'Université de Kassel (J. Alcamo & al.<sup>5</sup>) ont repris la modélisation par le modèle *Water GAP* déjà cité, suivant une démarche plus régionalisée et mieux adaptée aux comparaisons demandes/ressources (division du monde en 4000 bassins hydrographiques, groupés en 18 régions, seuls cadres des chiffrages publiés) et plus ouverte, basée sur trois scénarios à l'horizon 2025 (sans hypothèses d'incidences de changement de climat) :

<sup>4</sup> International Water Management Institute.

"World Water Demand and Supply, 1990 to 2025: scenarios and issues". D. Seckler & al. IWMI Research Report 19, 1998.

<sup>5</sup> J. Alcamo & al. "World Waer in 2025: Global Modeling and Scenario Analysis for the World Commission on Water for the 21st century", Univ. of Kassel, Germany, 1999.

- Un scénario tendanciel "*business as usual*" (BAU) présume une expansion modérée des surfaces irriguées, couplée avec une progression sensible de l'efficacité des irrigations, mais au contraire une croissance plus forte des demandes en eau urbaines et industrielles liée à un développement plus soutenu.
- Deux scénarios "alternatifs", conçus par les experts du "*World Water Vision Staff*" (G. Gallopin & al.), impliquent des divergences notables, sinon des ruptures, par rapport aux tendances contemporaines ; ils diffèrent plus par les jeux d'hypothèses sur les facteurs majeurs de changement que par leurs résultats : l'un et l'autre présument une décroissance globale.
- L'un dit "*Technology, Economics and Private sector*" (TEC) suppose l'influence dominante de l'économie de marché et des nouvelles technologies, l'autre dit "*Values and Lifestyles*" (VAL) suppose avec optimisme que les valeurs humanistes, les prises de conscience et les progrès des comportements sociaux l'emporteraient. Le scénario TEC impliquerait une extension des irrigations sans croissance de leur demande en eau, grâce aux progrès d'efficacité, une décroissance dans l'industrie et une croissance modérée dans les collectivités (mais avec décroissance par tête), le tout correspondant à une légère décroissance globale.
- C'est avec le scénario VAL que les gains d'efficacité d'usage et les efforts d'économie d'eau seraient maximaux, donc que les quantités d'eau utilisées diminueraient le plus.

En région "North Africa" (tous les pays méditerranéens du Sud, plus Mauritanie et Soudan) la croissance relative 1995-2025 des prélèvements prévue serait, suivant le scénario (cf. Tableau 9-6) de :

- +17,5 % (TEC)
- +16,6 % (BAU)
- +2,9 % seulement (VAL).

**Tableau 9-4. Projections de demandes en eau (prélèvements) en 2025  
calculées par l'IWMI pour les principaux pays méditerranéens**

Pays et territoires	Croissance des populations 1990-2025 %	Prélèvements en eau pour l'irrigation en 2025		Prélèvements en eau pour collectivités et industries en 2025 km <sup>3</sup> /an	Prélèvements en eau totaux en 2025		Indice d'exploitation en 2025 (Scénario S2) % <sup>a</sup>
		Scénario S1 km <sup>3</sup> /an	Scénario S2 km <sup>3</sup> /an		Scénario S1 km <sup>3</sup> /an	Scénario S2 km <sup>3</sup> /an	
Espagne	96	18,2	14,9	12,4	30,6	27,2	29
France	108	6,1	5,0	34,6	40,7	39,7	20
Italie	92	30,4	18,7	21,2	51,6	39,8	24
Albanie	122	0,3	0,3	0,1	0,4	0,5	2
Grèce	96	3,3	2,9	2,6	5,9	5,5	9
Turquie	162	35,9	34,6	15,6	51,5	50,2	27
Syrie	271	32,0	21,5	2,1	34,1	23,6	90
Liban	173	1,3	0,7	0,7	2,0	1,4	32
Israël	168	2,5	1,8	1,3	3,8	3,1	141
Egypte	173	76,0	64,6	12,9	88,9	77,5	113
Libye	283	9,9	7,5	1,5	11,4	9,0	999
Tunisie	164	4,5	3,2	0,9	5,4	4,2	106
Algérie	182	4,9	3,4	3,3	8,2	6,7	47
Maroc	167	16,3	11,3	2,7	19,0	14,1	47

a. Ratio prélèvements/Ressources naturelles renouvelables moyenne annuelle (Source WRI)  
Source: D. Seckler & al. IWMI (1998).

**Tableau 9-5. Projections 2025 des demandes en eau et des indices d'exploitation des ressources en eau utilisables, selon l'IWMI (Base Scénario pour World Water Vision 2000), pour dix pays méditerranéens**

Pays	Demandes en eau ("Water use") en 2025 en km <sup>3</sup> /an						Indice d'exploitation des ressources en eau utilisables d	
	Collectivités "Gross domestic diversion"	Industries "Total industrial diversion" a	Irrigation		Total		1995 %	2025 %
			"Total diversion" b	"Primary water supply" c	"Total diversion" b	"Primary water supply" c		
Espagne	4	9,3	19,9	17,6	33,2	29,6	50	52
France	6	26	6,4	5,6	38,4	34,6	29	30
Italie	7	13,4	22,3	19,3	42,7	35,6	37	37
Turquie	14	12,5	66,4	35,3	92,9	52,5	21	41
Syrie	1,3	0,7	14,3	11,9	16,3	12,6	65	80
Israël	0,4	0,1	1,1	0,8	1,6	1,1	61	64
Egypte	6,8	10,5	47,9	37,0	65,2	43,8	66	75
Tunisie	0,5	0,2	2,0	1,6	2,8	1,8	72	77
Algérie	2	1,3	4,3	3,3	7,6	5,2	32	61
Maroc	1,2	0,9	13,5	8,7	15,6	9,9	41	51

- a. Y compris prélèvements des centrales thermiques (refroidissement).  
 b. Prélèvements bruts réels, sur ressources primaires + retours d'eau (R) : TD  
 c. Prélèvements sur ressources primaires calculés (TD-R).  
 d. Ratio - Prélèvements sur ressources primaires / "Utilizable Water Resources" (UWR).  
 UWR = Natural Renewable Water Resources x Factor Potentially utilizable.  
 Ce facteur est estimé à 85% en Egypte, 80% en Israël, 65% au Maroc, 60% dans les autres pays.

**Tableau 9-6. Projection 2025 suivant les scénarios de Water GAP en région "North Africa" (1999)**

Variables	Etat 1995	Scénarios		
		BAU	TEC	VAL
Population Mhab	160,4	261,6	256	240,6
Prélèvements en eau km <sup>3</sup> /an	97,9	114,2	115,1	100,8
Population en état de "Severe Water Stress" (indice d'exploitation des ressources naturelles renouvelables moyennes > 0,4) Mhab	128	224	212	191
% de population totale	80	86	83	79

En 2025, tous les pays méditerranéens du Sud (sauf le Maroc) et du Proche-Orient (sauf la Turquie) se trouveraient en situation de pénurie absolue, quel que soit le scénario, mais aucun pays d'Europe. La Turquie serait en situation de "pénurie économique" en toutes hypothèses et le Maroc dans les scénarios TEC et VAL.

Enfin une projection moyenne réalisée par le "World Water Vision Staff" 2002, sur une base également régionalisée (subdivision du monde en 18 régions), qui correspond au scénario de "développement durable" plus volontariste et optimiste conçu, apparaît comme un compromis entre celles des scénarios tendanciels et "BAU", ou de l'IWMI, et celles des scénarios alternatifs, avec une croissance 1995-2025 des demandes plus faibles de l'agriculture (+ 6 %) et des industries (+ 7 %), modérée des collectivités (+ 43 %) et globalement du même ordre (+ 10 %).

Toutefois cet essai de synthèse ne comporte pas de focalisation sur les pays méditerranéens.

Quel est le degré de représentativité de ces modèles (indépendamment de la finesse de leur résolution spatiale) ? De réalisme des scénarios joués ? En somme quelle est l'utilité de ces démarches où la modélisation est gagnée par la mondialisation ? Les résultats passés en revue appellent quelques observations et réflexions, esquissées en Encadré 9-1.

**Encadré 9-1. Diversité des approches de modélisation, diversité des utilisations (S. Treyer)**

A l'échelle mondiale, des approches de modélisation assez diverses ont été utilisées pour représenter l'évolution future de l'équilibre entre offre et demande en eau dans les divers pays ou les diverses régions. Certaines mettent l'accent sur la définition des besoins en eau agricoles à travers la définition des besoins alimentaires (voir les projections de l'IWMI), d'autres projettent ces mêmes besoins en eau agricoles selon une tendance d'équipement de nouvelles surfaces irriguées (WaterGAP). Cette **diversité d'approches** correspond à la **diversité des utilisations** qui peuvent être faites des courbes prospectives que produisent ces différents modèles.

Ces courbes, résultats des modèles, ne sont pas des courbes de prévision. Les différents modèles qu'on peut présenter ici ne sont pas des modèles déterministes cherchant à représenter la réalité : ils permettent seulement de **simuler des évolutions possibles de certaines variables** comme la demande en eau **en fonction de certaines hypothèses** sur le régime alimentaire ou la démographie.

Chacune des simulations de trajectoires d'évolution de l'équilibre entre ressource et demande en eau issue d'un de ces modèles a été conçue pour sa **pertinence dans un débat particulier**. C'est à ce titre-là qu'il est intéressant de la considérer.

A titre d'exemple, les projections de l'IWMI de 1998, issues du Rapport scientifique n°19, peuvent être considérées avant tout comme des **arguments venant à l'appui d'un raisonnement particulier**, dans le cadre d'un débat bien défini. L'IWMI est intervenu, avec ce rapport, dans le débat sur l'autosuffisance alimentaire et la sécurité alimentaire. En effet, l'un des enseignements majeurs de ces projections concerne surtout les pays méditerranéens. Le raisonnement tenu est le suivant : **pour un certain nombre de ces pays, même si on fait des hypothèses optimistes sur la réalisation d'économies d'eau en agriculture, le développement de l'irrigation (contraint par la ressource en eau et les besoins des autres usages prioritaires de l'eau) ne permettra pas de subvenir aux besoins alimentaires nationaux**. Le rapport s'appuie sur ces projections pour démontrer qu'il n'est pas pensable de parler de politiques d'autosuffisance alimentaire pour ces pays, et que les politiques de développement de l'irrigation ont alors nécessairement un objectif de sécurité alimentaire (et doivent donc maximiser la valeur ajoutée produite par mètre cube d'eau utilisée) et/ou un objectif social d'emploi en zones rurales. En ce qui concerne les pays qui vont peser le plus dans l'équilibre alimentaire mondial (Inde et Chine), le raisonnement est sensiblement différent et concerne plutôt les hypothèses d'évolution du régime alimentaire. L'intérêt de cette modélisation par le **modèle PODIUM** est de rendre très **transparent le mode de calcul** de ces projections, pour discuter de la valeur de l'argument que les calculs constituent, et de pouvoir facilement **recalculer** les courbes à partir d'hypothèses différentes.

L'utilisation du modèle WaterGAP dans le cadre de la World Water Vision a été largement différent : les projections de WaterGAP sont dans ce cas-là la **traduction quantitative et régionalisée par bassin versant de scénarios narratifs mondiaux élaborés par un groupe d'experts** (le Scenario Development Panel). Le modèle a alors servi à **vérifier la plausibilité** en termes d'eau des scénarios (leur cohérence interne) et à **quantifier l'impact** de la demande en eau sur les ressources naturelles. Les projections issues de WaterGAP et utilisées pour la World Water Vision sont donc une image désagrégée et quantifiée de scénarios mondiaux qui ont été élaborés par le Scenario Development Panel pour démontrer l'importance de l'enjeu 'eau' pour l'ensemble de la communauté internationale. Il s'agit donc de scénarios mondiaux dont la plausibilité est attestée par WaterGAP, et qui **montrent que si les politiques de l'eau ne changent pas globalement, on va vers une crise majeure dans divers endroits du monde**. Il est difficile, dans ce cas, de se pencher sur un pays ou un bassin versant particuliers et de déduire des valeurs proposées par WaterGAP pour 2025 un enseignement pour les politiques de l'eau dans ce territoire particulier : en effet, les hypothèses de développement des usages de l'eau utilisées dans ce cas là ont été grossièrement définies par un groupe d'experts à l'échelle mondiale et non de manière précise par les responsables du pays.

On voit ainsi combien il est important de replacer toute conjecture à long terme dans le cadre du débat auquel elle était conçue pour contribuer.

## 2. PROSPECTIVES PANARABES

Les pays méditerranéens appartenant au monde arabe sont naturellement concernés aussi par les essais de prospective des demandes en eau entrepris dans cette région où cette question a une importance majeure.

Dès les années 90, à l'initiative surtout de l'ACSAD<sup>6</sup>, plusieurs projections sectorielles ou totales ont visé l'horizon 2030 ; elles étaient apparemment tendancielle et ne comportaient pas de variantes de scénarios.

Un exercice plus récent, encore provisoire, "*Arab Countries Vision for Water*" (1999), entrepris pour préparer une contribution à la Vision mondiale de l'eau, a conçu par contre trois scénarios 1995-2025 :

- "*Conventional (Crisis) Scenario*" S1,  
basé sur l'hypothèse haute de croissance démographique des Nations Unies et sur une croissance des demandes par habitant liée à la fois au développement économique ("BAU") et aux disponibilités en eau : en somme un scénario tendanciel modéré.
- "*Water Supply Augmentation Scenario*" S2,  
ne différant du précédent que par une augmentation escomptée des ressources externes (Nil notamment) et non conventionnelles (présumées croissantes en proportion de la croissance démographique), donc limitant moins l'accroissement des demandes, mais modérant les prélèvements par un progrès général de rendement des distributions de 20 %.
- "*Supply Augmentation and Demand Management (Sustainable) Scenario*" S3,  
basé sur l'hypothèse basse de croissance démographique, la même amélioration des ressources qu'en S2 et des efforts de gestion des demandes permettant de réduire leur augmentation de 10 % par rapport à S2.

Le Tableau 9-7 rassemble ces différentes projections, illustrées en Figure 9-2.

On observe que ces projections sont loin d'être cohérentes. En particulier aux horizons 2025-2030, les projections les plus récentes (1999) sont tantôt plus fortes (Syrie, Libye, Algérie, Maroc), tantôt plus faibles (Liban, Tunisie) que les projections antérieures.

L'exercice pour la "Vision" indique des croissances 1995-2025 assez différenciées suivant les sous-régions :

- Levant :	+53 à 87 %	} suivant les scénarios
- Egypte :	+28 à 87 %	
- Maghreb :	+62 à 124 %	

<sup>6</sup> Arab Centre for the Studies of Arid Zones & Drylands

**Tableau 9-7. Projections de demandes en eau dans les pays arabes méditerranéens d'après des institutions arabes**

Pays et territoires	Horizon	Scénario	Demandes en eau projetées (km <sup>3</sup> /an)				Référence
			Collectivités ("domestic")	Irrigation	Industriel	Total	
Syrie	2010	(1)	1,62	-	0,85	-	a
	2010	(2)	1,29	-	0,71	-	a
	2020	-	1,36	-	0,75	-	c
	2025	-	1,94	-	1,32	-	c
	2025	S1	1,54	25,2	0,58	27,33	d
	2025	S2	1,26	25,2	0,47	26,95	d
	2030	S3	1,26	20,7	0,47	22,4	d
	2030	(1)	3,04	10,4	1,47	14,91	a
	2030	(2)	2,33	7,9	1,75	12,00	a
	2030	(1)	-	-	-	14,91	b
	2030	(2)	-	-	-	14,48	b
Liban	2010	(1)	0,55	~ 1,10	0,24	~ 1,89	a
	2010	(2)	0,42	~ 1,10	0,33	~ 1,85	a
	2010	-	0,33	-	0,18	-	c
	2020	-	0,47	-	0,32	-	c
	2025	S1	0,64	1,10	0,19	1,93	d
	2025	S2	0,52	1,10	0,14	1,76	d
	2025	S3	0,48	0,82	0,14	1,44	d
	2030	(1)	0,98	1,70	0,49	3,17	a
	2030	(2)	0,75	~ 1,63	0,75	3,14	a
	2030	(1)	-	-	-	3,11	b
	2030	(2)	-	-	-	3,14	b
Palestine (Cisjordanie et Gaza)	2010	-	0,63	-	0,44	-	c
	2010	-	0,65	-	0,36	-	c
	2020	-	0,93	-	0,63	-	c
	2025	S1	0,33	0,49	0,1	0,91	d
	2025	S2	0,26	0,49	0,08	0,83	d
	2025	S3	0,26	0,40	0,08	0,70	d
Egypte	2010	-	1,24	-	0,87	-	c
	2010	(1)	9,0	-	5,7	-	a
	2010	(2)	4,0	-	1,39	-	a
	2010	-	4,02	-	2,05	-	c
	2020	-	5,66	-	3,35	-	c
	2025	S1	6,3	95,1	16,7	118,20	d
	2025	S2	4,3	95,1	14,1	113,55	d
	2025	S3	4,3	65,0	11,4	80,7	d
	2030	(1)	16	82,1	10,7	112,8	a
	2030	(2)	7,1	-	3,55	-	a
	2030	(1)	-	-	-	112,8	b
2030	(2)	-	-	-	92,3	b	
2030	-	7,66	-	5,62	-	c	



Tableau 9-7. (suite)

Notes du Tableau 9-7:

(1). Suivant hypothèse de croissance naturelle de la population.

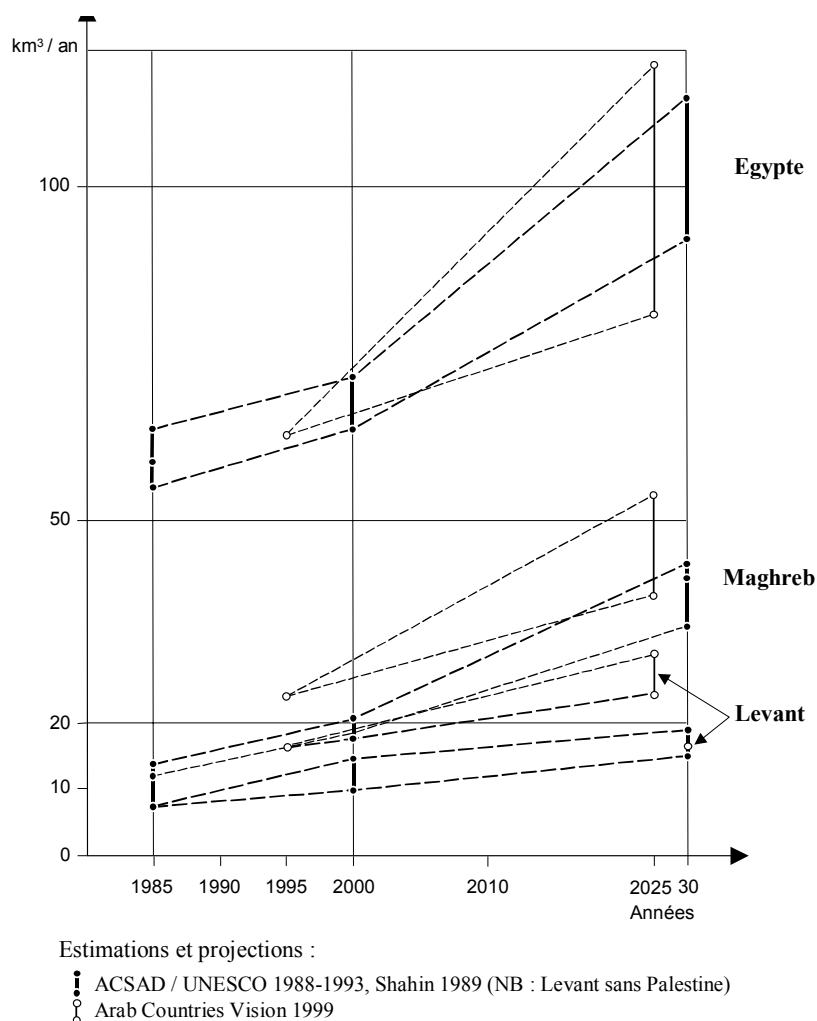
(2). Suivant hypothèse de croissance "ajoutée" de la population.

Pays et territoires	Horizon	Scénario	Demandes en eau projetées (km <sup>3</sup> /an)				Référence
			Collectivités ("domestic")	Irrigation	Industriel	Total	
Libye	2010	-	0,55	-	0,30	-	c
	2020	-	0,99	-	0,54	-	c
	2025	S1	1,93	10,80	0,56	13,3	d
	2025	S2	1,49	10,80	0,5	12,8	d
	2025	S3	1,5	8,7	0,5	10,70	d
	2030	(1)	-	-	-	8,53	b
	2030	(2)	-	-	-	6,71	b
	2030	-	1,06	-	0,74	-	c
Tunisie	2010	-	0,57	-	0,48	-	c
	2020	-	1,25	-	0,85	-	c
	2025	S1	0,65	4,23	0,32	5,2	d
	2025	S2	0,53	4,23	0,26	5,0	d
	2025	S3	0,47	3,05	0,23	3,75	d
	2030	(1)	-	-	-	5,56	b
	2030	(2)	-	-	-	6,42	b
	2030	-	1,67	-	1,17	-	c
Algérie	2010	(1)	3,58	3,50	0,91	7,98	a
	2010	(2)	1,87	3,50	0,78	6,15	a
	2010	-	3,0	-	1,64	-	c
	2020	-	4,27	-	2,90	-	c
	2025	S1	7,26	4,64	2,3	14,2	d
	2025	S2	6,05	4,6	1,6	12,3	d
	2525	S3	4,86	3,1	1,54	9,5	d
	2030	(1)	6,72	5,8	2,01	14,53	a
	2030	(2)	3,38	~ 4,0	1,34	~ 8,72	a
	2030	(1)	-	-	-	12,73	b
	2030	(2)	-	-	-	8,72	b
	Maroc	2010	(1)	2,71	15,26	0,90	18,87
2010		(2)	1,97	-	0,86	-	a
2010		-	2,9	-	1,60	-	c
2020		-	4,16	-	2,83	-	c
2025		S1	1,97	17,2	1,89	21,0	d
2025		S2	1,57	17,2	1,5	20,3	d
2525		S3	1,5	12,0	1,3	14,8	d
2030		(1)	6,54	6,4	1,96	14,9	a
2030		(2)	5,34	6,4	1,46	13,2	a
2030		(1)	-	-	-	15,0	b
2030		(2)	-	-	-	12,45	b
2030		-	5,57	-	3,90	-	c

(3). Egypte : en comptant la demande de la navigation (4 : débit du Nil à réserver).

Références du Tableau 9-7:

- a) COLLECTIF (1988, 1993). *Water Resources Assessment in the Arab Region*. (UNESCO-ROSTAS / The Arab Center for the Studies of Arid zones & Dry lands-ACSAD / Intern. Inst. Hydraulic and Environmental Engineering-IIIHEE, Delft. Arabic ed. 1988, English ed. 1993, 396 p.)
- b) Shahin, M. / IWRA (1989). *Review and Assessment of Water Resources in the Arab Region*. *Water International* n° 14, pp. 206-219.
- c) Khouri, J. (1990). *Arab Water Security: a regional strategy, horizon 2030*. (Séminaire Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai 1990, ASCAD / CEE / Gouvernement algérien / CEFIGRE. 68 p.)
- d) *Arab Countries Vision for Water (draft, 1999)*.

**Figure 9-2. Projections de demandes en eau totales de pays ou sous-régions du monde arabe méditerranéen (cf. données du Tableau 9-7)**


### 3. AVENIR DE L'IRRIGATION

Des calculs prospectifs assez précis des besoins en eau d'irrigation aux horizons 2015 et 2030 dans tous les pays du monde "en développement", notamment les pays méditerranéens du Sud et de l'Est, ont été engagés par la FAO en 2000<sup>7</sup> en se basant sur des projections réalistes des aires irriguées et récoltées, sur les choix cultureaux probables, les déficits mensuels moyens et les équipements possibles. Les prélèvements projetés, comme actuels estimés (1998), sont bien distingués des besoins théoriques ("*net irrigation water use*") qui les induisent et sont sensiblement supérieurs à ces derniers, compte tenu principalement des pertes de transport et des défauts d'efficience. Toutefois l'écart serait réduit dans une mesure appréciable entre 1998 et 2030.

Suivant des calculs encore provisoires (avril 2002), pour les deux sous-régions méditerranéennes considérées globalement, S (Maghreb et Egypte), et E (Proche-Orient avec Turquie, sans Israël) :

- Les aires irriguées et récoltées augmenteraient entre 1998 et 2030 de 38 % au Sud et de 58 % à l'Est, atteignant en 2030 environ 9,1 millions d'hectares au S et 7,7 millions d'hectares à l'Est.

<sup>7</sup> "Agriculture: toward 2015/30", FAO, Global perspective studies Unit. Ap.2000

- Les utilisations d'eau évolueraient comme suit :

Sous-régions	1998			2030		
	Besoins en eau d'irrigation km <sup>3</sup> /an	Efficienc moyenne %	Prélèvements d'eau de l'agriculture km <sup>3</sup> /an	Besoin en eau d'irrigation km <sup>3</sup> /an	Efficienc moyenne %	Prélèvements d'eau de l'agriculture km <sup>3</sup> /an
S	39	52	75	53	66	80
E	24	40	61	37	50	73
Ensemble	63	47	136	90	58	153

Suivant ces projections les besoins en eau d'irrigation augmenteraient entre 1998 et 2030, d'une trentaine de km<sup>3</sup>/an (de plus de 40 %, mais de plus de 50 % à l'Est), et les prélèvements de 17 km<sup>3</sup>/an, grâce à une amélioration générale escomptée des efficacités (de plus de 10 points), pour l'ensemble des pays méditerranéens du Sud et de l'Est considérés.

Ces projections nettement inférieures à celles de l'IWMI ou d'autres scénarios mondiaux, notamment dans le cas du "poids lourd" de l'irrigation en Méditerranée qu'est l'Egypte, apparaissent de beaucoup comme les plus fiables, car basées sur les facteurs réels de progression des irrigations plutôt que sur des déductions des croissances démographiques.

#### 4. PROJETS ET PROJECTIONS : QUE SUPPOSENT OU PRÉVOIENT LES PLANS NATIONAUX ?

Indépendamment du degré de "planification" volontaire de l'économie, assez limité dans la plupart des pays méditerranéens, la responsabilité des puissances publiques de prévenir les risques de pénurie d'eau, et parfois aussi l'ambition de soutenir le développement de certaines activités dont l'eau est un facteur (comme l'agriculture irriguée), ou encore d'intervenir sur l'aménagement du territoire par des aménagements structurants, se concrétisent généralement par des plans directeurs à court ou moyen terme d'aménagement et de gestion des eaux. Ces plans visent à faire face aux besoins futurs, sujets à hypothèses de croissance sinon à des prévisions précises.

Malgré la variété des approches, des horizons et des visions, qui reflète celle des situations et évolutions nationales en perspective (Encadré 9-2), la compilation de ces plans nationaux fournit un bouquet de projections de demandes en eau sectorielles et totales, cautionnées par des autorités ad hoc, et parfois des indications instructives sur leurs révisions successives. (Tableau 9-8).

Cependant l'estimation des demandes en eau futures n'est pas l'objet essentiel de ces démarches de "planification" qui relèvent plutôt de la programmation technique et budgétaire des aménagements et des investissements publics (plans d'équipement donnant priorité aux "grands travaux") que d'approches prospectives complètes, avec lesquelles on ne doit pas les confondre (Encadré 9-3).

**Encadré 9-2. Ouvrir le débat prospectif avec les planificateurs : commencer par une critique méthodologique des plans (S. Treyer)**

La **planification** pour la gestion de la ressource en eau produit de nombreuses conjectures à long terme sur l'équilibre entre offre et demande en eau : son objet, surtout en Méditerranée, est d'anticiper l'évolution future de ces deux variables pour assurer l'équilibre de l'approvisionnement. Nous avons affaire ici à un type de conjectures assez différent de celles que l'on a pu présenter auparavant : ici, la conjecture sur l'avenir constitue largement le **projet** de celui qui la produit. Il s'agit des projets de réduction de la demande en eau ou des projets d'augmentation de l'offre en eau. **L'incertitude** réside essentiellement dans la **capacité du planificateur à tenir ou faire tenir ses engagements** dans ce projet.

Nous avons vu dans un encadré précédent (**Encadré 7-6**) que la mise en discussion critique des projets de développement contenus dans ces plans était une phase essentielle du débat actuel sur la gestion de la ressource en eau et de ses usages.

La qualité des conjectures sur l'avenir à long terme que mobilisent ces plans est très variable. En faire la **critique méthodologique** est une bonne entrée en matière pour entrer en discussion avec les planificateurs nationaux sur les options stratégiques de développement de la ressource en eau et de ses usages dans un pays particulier. Cette discussion critique méthodologique a été réalisée par le Plan Bleu dans le cadre du programme de recherche européen POLAGWAT sur les pays suivants : Portugal, Espagne, Italie, Turquie, Israël et Egypte, et dans un autre cadre sur la Tunisie. La discussion directe avec les planificateurs n'a pu que rarement avoir lieu, mais la mise en discussion des plans a permis de tirer quelques conclusions intéressantes.

La discussion critique s'est appuyée sur les points suivants : peut-on expliciter les hypothèses de croissance utilisées pour construire les courbes de demande en eau ? Peut-on expliciter les hypothèses faites sur les différents coefficients techniques d'efficience de l'usage de l'eau ? Peut-on distinguer plus nettement les tendances lourdes (démographie, par exemple) des variables de décision, correspondant au projet du planificateur (évolution du rendement de transport, par exemple, mais aussi évolution de la surface irriguée) ? peut-on vérifier jusqu'à quel horizon temporel les hypothèses utilisées ne conduisent pas à un déséquilibre entre offre et demande en eau ?

Schématiquement, toutes les variables concernant la demande en eau sont considérées comme des tendances lourdes, et l'offre en eau constitue la variable de décision qu'on va ajuster (en construisant de nouveaux aménagements) pour l'ajuster à la demande en eau : c'est bien la définition de la **politique de gestion de l'eau par l'offre**. La plupart des plans sont bien sûr moins schématiques et prennent en compte que les coefficients techniques d'efficience de l'usage sont entre les mains du planificateur qui peut mettre en place une politique d'économie d'eau : il s'agit là d'une première phase de la **politique de gestion de la demande en eau** qui s'intéresse à l'**efficience intrasectorielle** ou « end use efficiency ». Les plans tunisiens ou israéliens sont des calculs d'optimisation très sophistiqués pour équilibrer au mieux et selon les régions, les efforts d'économies d'eau et les efforts de développement de l'offre en eau.

Cependant l'intérêt véritable de cette discussion critique sur les enjeux à long terme, à partir du point de vue méthodologique, est de questionner le statut que donne le planificateur à l'augmentation de la superficie irriguée : il s'agit là en effet d'un **choix de développement** et non d'un réglage marginal sur l'efficience d'un usage. Peu nombreux sont les plans qui osent prendre en considération que les prévisions d'accroissement volontariste de la superficie irriguée pourraient être battues en brèche par la limitation des disponibilités d'eau. Il s'agirait alors de tenir compte de l'**efficience intersectorielle** de l'usage de l'eau (l'efficience « allocative ») : augmenter l'efficience de l'usage de l'eau signifiera peut-être de changer l'allocation de l'eau entre usages, et peu de plans le prennent en considération. C'est que cette **deuxième phase de la gestion de la demande** en eau a un coût politique beaucoup plus élevé, et est donc plus difficile à mettre en œuvre que la première phase concernant les économies d'eau.

Cette critique stratégique est le premier pas pour reconstruire avec le planificateur des scénarios qui permettraient d'anticiper les éventuelles difficultés d'une nécessaire transition vers la deuxième phase de la gestion de la demande.

**Encadré 9-3. Remarques sur les plans nationaux**

Les plans directeurs "d'aménagement des eaux" ou "hydrologiques" sont fortement liés aux prévisions et à la planification économique à moyen terme, plus qu'associés aux politiques d'environnement. Ils résultent généralement d'arbitrages entre les objectifs et les contraintes de moyens et reflètent les choix de priorités des gouvernements. En principe ils visent d'abord à anticiper sur la croissance prévisible ou escomptée des demandes en eaux, pour prévenir des ruptures d'offre, et à satisfaire ces demandes au moindre coût public –surtout interne –, avec quelques cibles explicites (taux de desserte, taux d'assainissement, superficie irriguée...) qui relèvent de politiques plus générales (santé publique, sécurité alimentaire, agriculture, urbanisme, habitat rural et aménagement du territoire).

L'analyse de ces plans nationaux, ou des études d'expert qui les préparent, fait ressortir à la fois des diversités et des aspects communs

**Diversités :**

- Horizons variés de projection, de 2000 à 2040,
- Unité ou pluralité d'hypothèses (scénarios) sur l'évolution des demandes en eau et de leurs facteurs,
- Degrés variés de régionalisation, basée tantôt sur les circonscriptions administratives, tantôt sur les bassins, et plus ou moins fines,
- Chiffrages financiers inégalement détaillés et complets, difficilement comparables.

**Points communs :**

- Projection des demandes pour la plupart comme des variables d'état et en conséquence surtout tendancielle
- Projection des demandes généralement sommaire et surestimée, sans différencier les demandes des usagers des prélèvements ; variabilité conjoncturelle de certaines demandes non prise en compte,
- Approche par l'offre dominante pour répondre aux demandes prioritaires : alimentation en eau des collectivités (urbaines surtout), des industries et du tourisme. Par contre, allocation des ressources résiduelles à l'agriculture (y compris, dans les cas extrêmes, en n'allouant à terme à l'irrigation uniquement les eaux usées du secteur urbain comme en Israël),
- Gestion des demandes peu développée,
- Prise en compte accessoire ou absente d'objectifs environnementaux.

**Tableau 9-8. Projections des demandes en eaux sectorielles et totales dans les pays méditerranéens d'après les documents de planification nationaux**

Pays et territoires	Horizon	Demandes en eau projetées (km <sup>3</sup> /an)					Référence
		Demandes sectorielles					
		Collectivités	Industries non desservies	Agriculture (irrigation)	Energie (centrales thermiques)	Total	
Espagne	2012	6,28	2,43	27,64	4,0	40,35	P.H. N, 93
France	2010	10	6,5	8	16	40	Ag.Adour-Garonne, 96
	2025	8,03	5,51	6,45	22,5-23,2	43	EC/Planist., 97
Italie	2015	7,6	13,3	26,2	~ 0,5	47,6	Conf. Dublin, 90
	2015	7,9	13,3	28,6	9	58,8	Drusiani 98
	2025	4,85	3,78	21,0	8,8-9,3	38,6	EC/Planist. 97
Malte	2020	0,04	-	0,01	0	0,05	Riolo, CCE 90
Croatie	2025	0,78	0,45	-	-	1,23	Hrvatska
	2015	0,97	0,56	-	-	1,53	Vodopriveda, 91
Albanie	2010	0,83	~ 0,20	3,50	0	4,53	CCE Alger, 90
Grèce	2021	0,84-1,2	0,14-0,19	5,82-6,73	-	6,8-8,2	Elliniki Etair ICWS, 96
	2025	1,83	0,20	6,9	-	8,93	EC/Panist., 97
Turquie	2010	7,15	4,85	43	-	~ 55	DSI, 98
	2030	25,30	10,20	7,15	-	~ 107	ANAC, Bari, 99
Chypre	2010	0,09	-	0,39	0	0,48	Lytras, CCE, 90
Syrie	2010	2,1	0,33	17,64	-	20,08	Wakil, 93
	2015	1,87	0,29	14,24	-	16,39	Naff, AMER, 97
	2020	3,16	0,47	21,0	-	24,63	Wakil, 93
	2030	4,72	0,64	21,14	-	26,5	Wakil, 93
Liban	2015	0,45	0,12	1,41	0	1,98	FAO, World Bank, 94
	2030	0,72	0,49	1,17	0	2,91	Conf. Rome, 92
Israël	2010	0,77	0,22	1,25	-	2,24	Schwarz, 88
	2010		1,06	1,26	-	2,43	Isr. Water Comm., 98
	2020	1,14	0,18	1,25	-	2,57	Schwarz, 92
	2020		1,33	1,35	-	2,68	Isr. Water Comm., 98
	2025	1,3-1,4	0,15-0,2	1,05-1,24	-	2,5-2,84	Tahal, Plan Bleu, 87
	2040	1,85	0,25	1,63	-	3,73	Schwarz, 92
Cisjordanie (WE)	2010	0,13	0,01	0,19	0	0,33	Tahal, 95
	2010	0,209	0,027	0,234	0	0,47	Sabbah, Issac 94
	2020	0,34	0,043	0,345	0	0,73	Sabbah, Issac, 94
Gaza	2010	0,09	0,01		0	0,155-0,223	Tahal, 95
	2010	0,113	0,011	0,07	0	0,194	Sabbah, Issac, 94
	2020	0,186	0,017	0,07	0	0,273	Sabbah, Issac, 94
	2040	0,26	-	0,01	0	0,36	Arlosoroff, 97

Tableau 9-8. (suite)

Pays et territoires	Horizon	Demandes en eau projetées (km <sup>3</sup> /an)					Référence
		Demandes sectorielles					
		Collectivités	Industries non desservies	Agriculture (irrigation)	Energie (centrales thermiques)	Total	
Egypte	2010		12,3	46,6	-	58,9	Abu-Zeid & al., 92
	2010	4,5	11,5	70	-	86	B. Attia, 96
	2020		14,60	44,3	-	58,9	Abu-Zeid & al., 92
	2020	3,10	6	49,0	-	58,2	Attia, 93
	2025	3,10	9,6-14,6	43,5-49,7	-	53,4-64,6	Abu-Zeid, IWRA, 91
	2025		21,90	37	-	58,9	Abu-Zeid & al., 92
Libye	2010	1,01	0,24		-	6,58-13,23	Salem, 92
	2010	0,708	0,26	4,825	-	5,794	Salem, FAO, 97
	2025	1,76	0,57		-	8,97-19,54	Salem, 92
	2025	1,28	0,47	6,272	-	8,022	Salem, FAO, 97
	2025	1,24	0,2		-	10,74-16,64	Pallas, Salem, 99
Tunisie	2010	0,37-0,63	0,12	2,54	0	3,0-3,3	Hamdane, 94
	2010	0,46	0,123	2,54	-	3,16	Economie d'eau 2000, 95
	2010	0,41	0,13	2,14	-	2,69	Etat Environnement 2000
	2020	0,48	0,13	2,08	-	2,72	Alouini, Bari, 99
	2020	0,47	0,16	2,08	-	2,72	Etat Environnement 2000
	2030	0,55	0,19	2,03	-	2,77	Alouini, Bari, 99
	2030	0,53	0,20	2,02	-	2,76	Etat Environnement 2000
Algérie	2010	2,0-3,26	0,93-1,45		-	7,11-10,24	Garadi, 92
	2025	3,1-4,9	1,1-1,9		-	9,9-15,6	Garadi, 92
Maroc	2010	1,59	1,36	15,26	-	18,21	Conf. Dublin, 90
	2010		1,70	12,53	-	14,23	Yacoubi Soussane FAO, 98
	2020	1,98	2,22	17,0	-	21,2	Jellali, 95
	2020		2,15	13,3	-	15,43	Yacoubi Soussane FAO, 98

\* Libye : Suivant le degré d'autosuffisance alimentaire visé.

## 5. RÉSULTATS D'EXAMEN

Que retenir de ces tentatives de prévision ou d'exploration de l'avenir des demandes en eau méditerranéennes ?

Avant tout la grande diversité de leurs résultats, reflet évident de celle des approches, modèles ou scénarios... Globalement les enveloppes des projections sont très divergentes (Figure 9-3). Par rapport aux états actuels (proches de 1995) les projections 2025 varient comme suit :

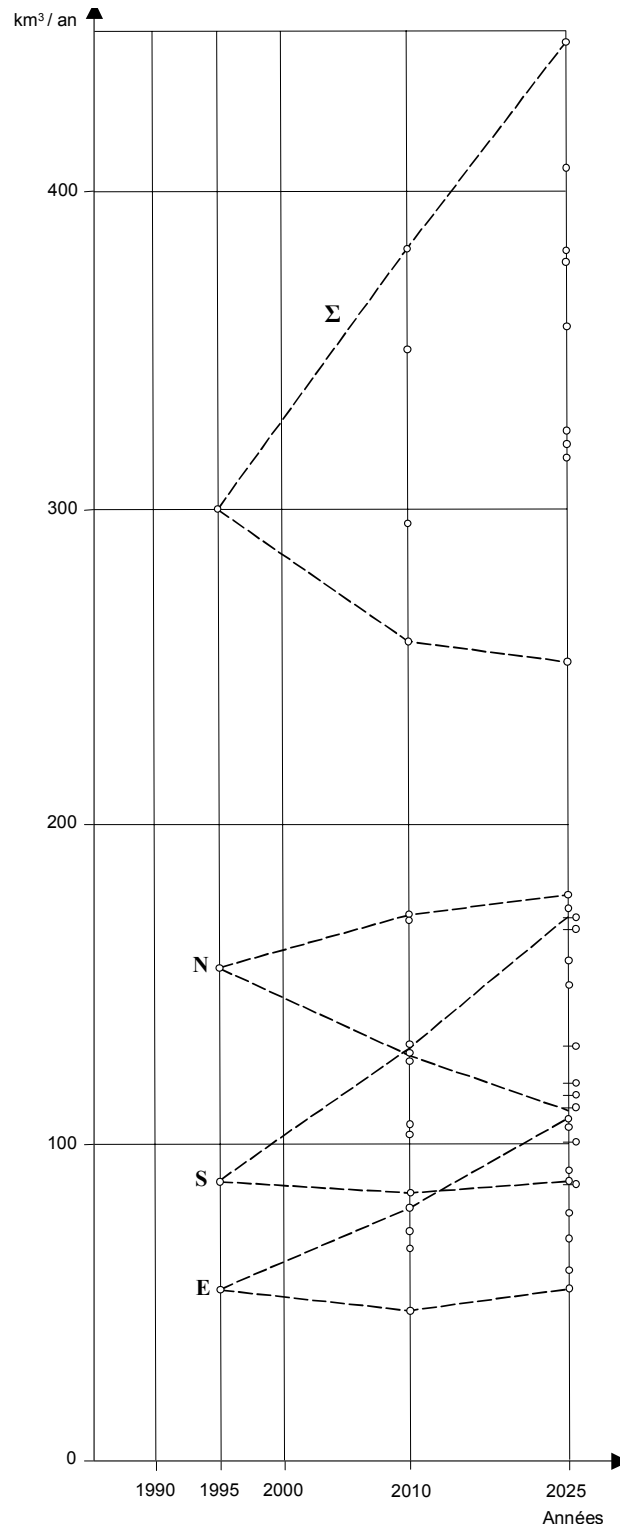
Ensemble des pays méditerranéens :	- 15 % à + 50 %
Nord (Europe) :	- 30 % à + 15 %
Sud (Afrique) :	0 à + 95 %
Est (Proche-Orient, avec Turquie) :	0 à + 95 %

Pour faciliter l'analyse et les comparaisons, le bouquet de projections collectées, dont les chiffrages sont réunis dans les Tableaux 9-3 à 9-9 –sans omettre les essais antérieurs du Plan Bleu<sup>8</sup> (Tableau 9-9)–, peut être illustré par des faisceaux jusqu'en 2025, avec ou sans étape 2010, pour quelques ensembles sous-régionaux ou pays majeurs (Figure 9-4). Leurs divergences témoignent sans doute des incertitudes mais montrent surtout combien l'avenir est ouvert : particulièrement dans les cas des pays de l'Union européenne (où croissance et décroissance sont en balance), de la Turquie et de

<sup>8</sup> Sauf le premier, antérieur à 1990, limité aux bassins méditerranéens de chaque pays

l'Egypte (où les demandes sont projetées plus ou moins indépendamment des contraintes de l'offre). Les divergences sont moindres, quoique encore notables, au Proche-Orient et au Maghreb où les facteurs limitants sont plus contraignants et réduisent les marges de variantes.

**Figure 9-3. Enveloppes des projections globales et régionales 2010 et 2025 des demandes en eaux totales méditerranéennes, selon diverses sources**





**Tableau 9-9. Projections 2010 et 2025 de demandes en eaux totales<sup>9</sup> en région méditerranéenne : estimations antérieures du Plan Bleu pour la Conférence de Marseille (1996) et pour la Vision du Forum Mondial de l'Eau 2000 (MEDTAC/GWP), agrégées en partie par sous région (en km<sup>3</sup>/an)**

Pays ou sous-régions	Horizon 2010				Horizon 2025			
	Conf. Marseille 1996		Vision 2000		Conf. Marseille 1996		Vision 2000	
	hypot. haute	hypot. basse	Scénario tendanciel	Scénario dév. durable	hypot. haute	hypot. basse	Scénario tendanciel	Scénario dév. durable
Union Européenne ES, FR, GR, IT, + MT, CY	148,0	109,4	148,5	109,8	146,4	91,4	147,2	91,9
Balkans YOU, AL	24,4	18,3	22,8	16,65	30,7	18,4	28,1	17,4
Turquie	48,8	33,3	55,9	46,0	68,2	35,6	71,3	61,1
Proche-Orient LB, SY, IL, GZ, WE	24,1	14,5	24,4	22,1	30,6	18,8	34,3	27,0
Egypte	61,7	53,1	90,0	72,6	73,1	51,1	115,0	81,4
Maghreb DZ, LY, MA, TN	44,3	30,2	41,3	30,2	59,0	35,9	51,8	37,7
Ensemble	351,3	258,8	382,9	297,3	408	251,2	447,7	316,5

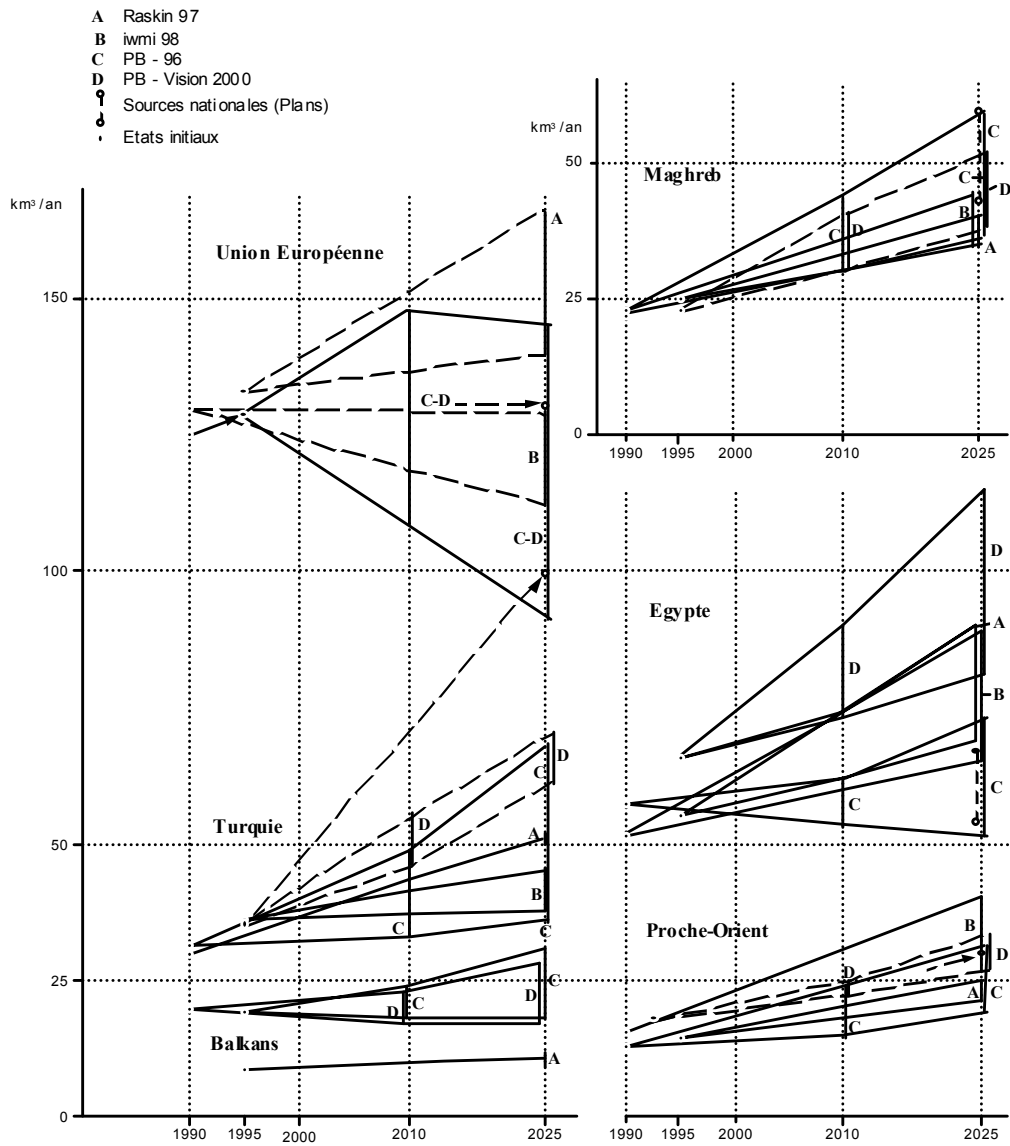
Il est à remarquer que les projections supputées partent bien d'états initiaux, en date de la décennie 90 (et eux-mêmes assez dispersés...), mais pour la plupart sans souci de se raccorder aux tendances contemporaines, généralement ignorées et non utilisées pour calibrer les modèles.

Enfin, lorsque des pronostics de "pression sur les ressources" sont tentés, par des calculs prévisionnels d'indices d'exploitation, seules les ressources en eau naturelles et moyennes sont prises en compte (sauf par l'IWMI 2000), ce qui donne une vision trop optimiste. Des indices de consommation finale plus significatifs ne sont pas non plus estimés.

La voie est donc largement ouverte à des scénarios contrastés, au choix des hypothèses et des objectifs. De même, au-delà de la prospective des "besoins" ou demandes en eau, celle des pressions sur les ressources et le milieu naturel importe davantage.

<sup>9</sup> Prélèvements ou productions d'eau.

**Figure 9-4. Projections comparées de demandes en eau totales 2010 et 2025 en plusieurs sous-régions ou pays méditerranéens selon diverses sources (cf. Tableaux 3-18, 3-20, 3-24, 3-25).**



## Chapitre 10 : L'AVENIR DES RESSOURCES EN EAU

### Table des matières

<b>1. MEILLEURE CONNAISSANCE OU MEILLEURE ÉVALUATION ? .....</b>	<b>10-2</b>
<b>2. RÉÉVALUATIONS DES RESSOURCES EXPLOITABLES ET UTILISABLES .....</b>	<b>10-3</b>
<b>3. ET SI LE CLIMAT CHANGEAIT ?.....</b>	<b>10-4</b>
3. 1. Précipitations.....	10-4
3. 2. Ecoulements .....	10-5
3. 3. Hausse du niveau de la mer .....	10-7
<b>4. DES RISQUES DE DÉNATURATION SONT PLUS PROBABLES ET PROCHAINS .....</b>	<b>10-8</b>
4. 1. L'occupation du sol .....	10-8
4. 2. L'érosion des sols et la désertification .....	10-9
4. 3. L'exploitation des ressources renouvelables peut nuire à leur renouvellement.....	10-10
4. 4. Le dépérissement des ressources en eau irrégulières maîtrisables .....	10-10
4. 5. Les dégradations de qualités .....	10-10
ANNEXE.....	10-12

Au XXI<sup>ème</sup> siècle, du moins durant son premier quart, les ressources en eau des pays méditerranéens seront-elles celles d'aujourd'hui ?

Les ressources en eau sont d'abord ce qu'on en sait : une première réponse se rapporte donc à l'état futur et au progrès escompté des connaissances sur ce que la nature offre aux méditerranéens. Mais il ne s'agira pas seulement d'en savoir plus, mais de choisir à meilleur escient le niveau de pression que les eaux de la nature peuvent supporter sans dégradation de leur potentiel utilisable ni de leur fonction dans la biosphère : les ressources futures seront surtout mieux évaluées, notamment dans une optique de gestion durable.

Les réévaluations ne pourront faire abstraction des sensibilités du renouvellement naturel des ressources –en quantité comme en qualités– aux impacts du développement humain. En premier lieu, aux effets du changement climatique global en perspective sur la région méditerranéenne ; mais aussi et sans doute plus immédiatement aux incidences de l'évolution des sociétés méditerranéennes, en population et en mode de vie et de développement.

## **I. MEILLEURE CONNAISSANCE OU MEILLEURE ÉVALUATION ?**

La « connaissance des ressources en eau » naturelles, fruit des investigations et observations hydrologiques et autres, n'est pas achevée ni figée. Ses défauts et incertitudes actuels ont été rappelés au chapitre 1<sup>er</sup>. Le prochain quart de siècle verra certainement les connaissances hydrologiques progresser, notamment sur la variabilité des régimes (ne serait-ce que grâce à l'allongement des périodes d'observation) et sur la géographie détaillée des apports (grâce au perfectionnement et à la généralisation des modélisations), en somme sur la dynamique des « hydrosystèmes » à toutes échelles. Ces progrès seront souvent interactifs avec la croissance des exploitations et des utilisations, notamment dans le cas des eaux souterraines, donc de la part des ressources « sous contrôle ».

La tendance aux révisions en hausse des estimations de ressources nationales ou régionales à mesure que les connaissances de base devenaient plus complètes, remarquée dans le passé (chap. 1<sup>er</sup>, Figure 1-16) pourrait se prolonger encore en quelques pays ; néanmoins une stabilisation des estimations globales et moyennes est à prévoir, à terme assez proche, au profit d'un affinement spatio-temporel.

C'est la connaissance qualitative des ressources qui devrait progresser le plus grâce à l'expansion des observations ad hoc (en nombre de points, en fréquence, en variété de « paramètres » analysés) et aux avancées de compréhension de la genèse et des sensibilités des qualités des eaux, liées aux efforts de prévention des pollutions, mais aussi de préservation des milieux de vie aquatique autant que de l'eau-ressource.

Une meilleure possibilité d'évaluation des ressources en eau réellement exploitables et utilisables devrait en résulter et celles-ci devraient davantage prendre le pas sur les ressources dites « naturelles » (cf. chap. 2) pour les comparaisons aux demandes projetées. Cependant les critères de ces évaluations resteront variés et eux-mêmes évolutifs.

## 2. RÉÉVALUATIONS DES RESSOURCES EXPLOITABLES ET UTILISABLES

Les évaluations de ressources exploitables et utilisables étant subordonnées à différents critères (cf. chap. 2), c'est l'évolution de ces critères et de leurs priorités qui sera le principal moteur de réévaluation, d'abord en ce qui concerne les ressources renouvelables internes.

Deux tendances contraires pourront s'affirmer suivant le critère le plus sujet à révision et le plus déterminant.

- Réévaluation en baisse par prise en compte de contraintes environnementales de préservation de la nature plus fortes. Tendance généralement dominante dans les pays du Nord
- Réévaluation en hausse par relèvement des plafonds des coûts d'aménagement et d'exploitation (y compris des coûts externes) jugés supportables, sous l'effet surtout de la raréfaction des disponibilités, mais néanmoins dans les limites des capacités économiques de chaque pays, qui resteront inégales.

Ou encore grâce à des progrès d'accessibilité permis par des innovations techniques améliorant le rendement de l'aménagement des eaux (par exemple : réduction des pertes par évaporation ou de l'envasement des réservoirs) ou des modes d'exploitation (par exemple : techniques de forage et de pompage d'eau souterraine profonde, captage des émergences d'eau douce sous-marine...).

Parfois aussi par abaissement des exigences de qualité, pour certains usages du moins. En particulier des ressources en eau saumâtre utilisables pourraient être davantage prises en compte dans certains pays : par exemple en Israël, où les quantités d'eaux saumâtres utilisées croîtraient de 125 hm<sup>3</sup>/an en 1997 à 180 en 2020 (Israël Water Commission, 1998).

Par ailleurs la prise en compte, dans certains cas, des « ressources secondaires », c'est-à-dire de la possibilité de remobiliser des retours d'eau, notamment de drainage (exemple en Egypte) peut conduire à évaluer des ressources utilisables supérieures aux ressources naturelles.

Cette tendance est plutôt dominante dans les pays du Sud et de l'Est où les ressources renouvelables estimées exploitables tendront de plus en plus à égaliser les ressources naturelles dont elles sont déjà proches, et qui constituent leur borne supérieure, du moins en tant que ressource renouvelable primaire.

Ces tendances divergentes pourraient atténuer un peu l'écart Nord-Sud.

Les ressources non renouvelables, notables essentiellement dans plusieurs pays du Sud (cf. Chapitre 2), pourront elles-aussi être sujettes à réévaluation d'exploitabilité suivant les plans adoptés : exploitabilité accrue à court ou moyen terme, au détriment de la durée à long terme, ou l'inverse.

Les ressources externes exploitables sont également sujettes à des risques d'appauvrissement dû à des consommations croissantes et/ou à des détériorations de qualités dans les pays amont « fournisseurs » (par exemple celles de la Grèce). Ou encore à des tensions géopolitiques. Elles pourraient par contre être accrues par des aménagements ad hoc en pays amont, nécessairement en concertation et partage des gains entre pays amont et aval. Ce serait le cas des ressources externes de l'Egypte si les aménagements réducteurs de pertes par évaporation projetés et amorcés au Soudan (canal de Jonglei) étaient réalisés au bénéfice commun des deux pays. Dans cette hypothèse, à prendre en compte dans un scénario optimiste, les ressources externes de l'Egypte augmenteraient en stade final de 9 km<sup>3</sup>/an, donc de 16 %. Ce serait le seul exemple majeur dans le bassin méditerranéen.

### 3. ET SI LE CLIMAT CHANGEAIT ?

Quels seraient les effets du changement de climat imputable à l'effet de serre additionnel, en perspective au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, sur les ressources en eau ?

Les ressources en eau naturelles sont à l'évidence fortement conditionnées par les variables climatiques qui déterminent les apports (précipitations, températures), donc sensibles à des changements des moyennes qui servent à définir les climats ; toutefois, des modifications de régime à moyenne égale auraient sans doute plus d'incidences sur les ressources que des changements de moyennes avec le même régime.

Les études et recherches sur le changement climatique et ses conséquences se sont multipliées au cours de la dernière décennie dans le monde entier (cf. travaux de l'IPCC) et commencent à être régionalisées, notamment en région méditerranéenne (Jeftic & al. 1992, 1996 ; Palutikof & al. 1992, 1996 ; Rosenzweig & al. 1997 ; Karas 1997 ; Medias-France 2001 cf. Bibliographie annexe).

La résolution spatiale des modèles climatiques globaux reste cependant encore assez lâche et assez loin de l'échelle pertinente pour l'évaluation des ressources par bassin. Les estimations de changement s'en tiennent par ailleurs, pour la plupart, à celles des moyennes annuelles, et elles décrivent des changements d'état moyen sans préciser la dynamique d'évolution ni les horizons d'occurrence probables.

La prospective du changement climatique s'attache au XXI<sup>ème</sup> siècle et les horizons visés, lorsqu'ils sont explicités – ce qui est rare – vont bien au-delà de 2025 : 2050-2060 en France, pour le bassin du Rhône (GICC), par exemple.

Comme le résume bien la synthèse de Médias-France pour le Plan Bleu :

« Sur le bassin méditerranéen, les modèles sont peu nombreux. La complexité de sa topographie, de ses déterminants climatiques et les interférences nombreuses avec les activités humaines conduisent à des conclusions parfois contradictoires et très incertaines ; ainsi par exemple les conclusions de certains travaux de recherche régionaux évoquent un risque de diminution des précipitations sur la rive sud de la Méditerranée alors que d'autres y prévoient des précipitations accrues. D'une manière générale, les résultats concernant les températures semblent plus fiables que ceux sur les précipitations et les événements extrêmes (tempêtes, sécheresses,...) ».

En effet, les experts sont beaucoup plus diserts sur les changements de température – première variable affectée – que sur ceux des précipitations (traduites seulement en écart relatif par rapport aux moyennes actuelles, uniformément appliqué à de grandes régions indépendamment des gradients pluviométriques) et encore moins sur les changements des variables hydrologiques (*total runoff*) dont dépend l'estimation des ressources en eau naturelles renouvelables. Ces indications sont d'une valeur limitée pour procéder à des réévaluations prévisionnelles de ressources qui devraient se baser sur des simulations de régime d'apports au moins mensuels, voire de préférence (en région méditerranéenne) décennales ou journaliers.

Malgré ces réserves, qui invitent à beaucoup de prudence, il y a lieu de considérer les résultats des premiers essais de pronostics pour les pays méditerranéens, ou du moins les sous-régions.

#### 3. 1. Précipitations

Les scénarios de changement des précipitations moyennes ne prévoient pas tous ni partout, des écarts de même sens. Les projections de Palutikof et Wigley (1996) pour 2030-2100 prévoient des diminutions de 10 à 40 % au Sud, dans la plus grande partie de l'Afrique septentrionale, ainsi que dans le Sud de l'Espagne, de 10 % en Espagne centrale, France méridionale, Grèce et au Proche-Orient, mais un accroissement,

jusqu'à 20 %, en Italie centrale. Pour toute la région les projections de Rosenzweig et Tubiello (1997) prévoient une augmentation générale suivant un modèle, mais une diminution de 1,5 à 7,3 % après 2020 suivant un autre. Les moyennes saisonnières font aussi l'objet de projections divergentes au Nord : accroissement (+ 15 %) des pluies d'hiver en France, diminution (- 5 %) en Espagne (MIMAM 1998).

Ainsi que le résume bien J. Karas (1997) :

*« The patterns of precipitation produced by different model runs are so divergent that it is difficult to have confidence in any single projection. »*

Les experts s'accordent néanmoins, pour la plupart, sur deux tendances futures dominantes :

- zonalité plus accusée : accroissement en moyenne au Nord des 40<sup>e</sup> et 50<sup>e</sup> parallèles, donc en France, en Italie, dans les Balkans du Nord et en Turquie ; diminution plus ou moins prononcée au Sud, Espagne, Italie du Sud, Grèce, Chypre, et tous les pays du Sud.
- saisonnalité plus contrastée : accroissement des pluies moyennes d'hiver, de l'ordre de 10 % (surtout au Nord et à L'Est), diminution des pluies moyennes d'été, de 5 à 15 %, en seconde moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle, en tout cas à l'horizon 2100.

En corollaire une aggravation des sécheresses conjoncturelles, en fréquence et en ampleur, est généralement admise, sans toutefois qu'on puisse préciser dans quelle mesure.

Concluons avec J. Karas (1997) que *« Clearly, there remains considerable uncertainty over how precipitation will change over the Mediterranean region in response to the changing composition of the atmosphere. However, the balance of evidence seems to suggest reductions in precipitation over much of the region, with a possible transitional period for some areas due to aerosol effects. »*

### 3. 2. Ecoulements

Les résultats d'exercice disponibles sont plus rares et concernent surtout l'Europe :

- L'Espagne –MIMAM 1998, CEDEX 2000). Avec + 1° de température moyenne et – 5 % de précipitations moyennes (uniforme), l'écoulement diminuerait de 20 % en moyenne, mais de 25 à 50 % au SE, dans les bassins de l'Ebre et du Guadiana (une carte détaillée des écarts dans cette hypothèse a été établie).
- La France où un exercice local de simulation par modélisation a été tenté sur deux sous-bassins du Rhône : l'Ain (Jura, régime océanique), l'Eyrieux (bordure du Massif central, régime méditerranéen), avec comme hypothèses pour 2050 :

- + 20 % de précipitations d'hiver
  - 15 % de précipitations d'été
  - + 2° de température moyenne annuelle
- } appliqués aux intensités  
} journalières

Les écoulements moyens annuels augmenteraient de 9 % (Ain) et 13 % (Eyrieux) avec un accroissement de 20 % des crues et une baisse significative des étiages (BRL/CEMAGREF 1999).

La modélisation hydro-météorologique détaillée du bassin du Rhône (projet GEWEX-Rhône) a permis plus récemment de tester plusieurs scénarios issus de 4 modèles de circulation générale, avec doublement du CO<sup>2</sup> et croissance annuelle de 1% jusqu'à l'horizon 2050-2060. Les simulations font augmenter les précipitations d'hiver en moyenne de 15% et diminuer celles d'été de 20%. Dans le bassin sud-alpin de la Durance, l'écoulement d'hiver augmenterait de 30% et celui d'été diminuerait de 15 à 30%, avec fonte des neiges précoce et étiage de fin d'été plus sévère. Pour l'ensemble du Rhône, suivant les scénarios, le débit moyen annuel varierait de +10 à -20% (0 à 20% en hiver, -5 à -30% en été). (Noilhan & al., ECLAT 2, Oct. 2000, cite par Redaud 2002).

Des augmentations en moyenne des précipitations d'hiver (les plus efficaces, même si le réchauffement atténue un peu leur efficacité) et les diminutions des précipitations d'été (de toutes façons peu génératrices d'écoulement) auraient toujours naturellement pour effet des accroissements d'écoulement annuel dans les régions où cela se produirait, au Nord des 40-50° parallèles essentiellement. Au Sud par contre une diminution des écoulements devrait être assez générale, bien que dans des mesures difficilement chiffrables et sans doute variées.

Un essai de modélisation sur un bassin du Nord du Maroc, l'Ouergha, suivant l'hypothèse de doublement du CO<sup>2</sup> dans l'atmosphère, a indiqué une diminution d'apport moyen annuel de 8 à 20 % (Agoumi, 1997).

Quant au Nil, il serait évidemment sensible au changement de climat dans les régions d'Afrique de l'Est où il prend naissance : les plateaux éthiopiens et la zone équatoriale. Dans son cas, selon Mohamed el Raey, de l'Université d'Alexandrie, « l'incertitude est énorme : selon les modèles, on prévoit une variation du débit de +20 % à -75 % » \*

Des chercheurs de l'Université de Kassel (J. Alcamo & al., 1997) ont appliqué le modèle Water GAP 1.0, déjà cité Chapitre 9, au calcul des ressources (« *Water availability* ») par habitant en 2025, en année moyenne et en année sèche décennale, compte tenu des effets présumés du changement de climat à cet horizon (moyenne 2020-2030), déduits des « prédictions » de température et de précipitations suivant deux modèles généraux de circulation, pour le monde entier. Les chiffrages pour les pays méditerranéens ont été donnés au Chapitre 9, Tableau 9-2.

Selon ces calculs, entre 1995 et 2025, les ressources internes (seules prises en compte et souvent sous-estimées, il est vrai, dans une large mesure, notamment en Italie, Turquie, Syrie, Liban, Libye et Maghreb) diminueraient de 10 à 90 % au Sud, de 10 à 50 % à l'Est, tandis qu'elles varieraient entre -10 % et +40 % au Nord, seules celles d'Albanie et de France devant augmenter.

Mais que les apports soient en moyenne accrus ou diminués, suivant les scénarios ou les régions, il est généralement admis qu'ils seraient plus irréguliers (entre saisons et années), même sans pouvoir estimer dans quelle mesure, avec aggravation des événements extrêmes, crues et sécheresses « hydrologiques », en ampleur comme en fréquence.

\* cité par H. Kempf, Le Monde, 18. Nov. 2000.



Cela devrait rendre dans tous les cas les ressources moins exploitables tout en amplifiant les nécessités de régulation, alors qu'en même temps les régimes d'écoulement accentueraient l'érosion et les apports de sédiments réduisant les capacités des réservoirs : la maîtrise des ressources en eau irrégulières devrait devenir en somme à la fois plus nécessaire et plus difficile.

Les ressources en eau de surface régulières seraient affaiblies surtout là où elles sont déjà maigres et peu nourries par les eaux souterraines, du fait d'étiages plus prononcés et prolongés, en particulier au Nord du fait de la réduction du rôle régulateur des couvertures neigeuses et des glaciers, dans les bassins alpins (France, Italie, Slovénie) et d'autres régions du Nord, et même au Maghreb.

En conséquence, la sensibilité des basses-eaux aux pollutions augmenterait du fait de moindre dilution, et aussi de l'affaiblissement des capacités d'auto-épuration dû au réchauffement. Des dégradations de qualité s'ensuivraient si les efforts d'épuration et de réduction des rejets n'étaient pas accrus d'autant.

### 3. 3. Hausse du niveau de la mer

Les effets de l'élévation du niveau de la mer associée au changement de climat – pronostiquée là encore avec une large marge d'incertitude : en moyenne 45 à 50 cm d'ici 2050– notamment en Méditerranée, sur les ressources en eau seraient plus locaux, mais non négligeables sur les zones littorales dont l'importance est capitale dans la plupart des pays.

Les élévations relatives seront plus amples dans les zones de subsidence (delta du Nil, Camargue, Venise, Thessalonique...), jusqu'à 1 m ou 1,5 m au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle, où les effets seraient aggravés.

Des modifications des conditions d'équilibre entre eau douce et eau salée, dans les artères des deltas et les aquifères côtiers, y réduiraient les ressources en eau locales exploitables et amplifierait les vulnérabilités aux risques de surexploitation (déjà présente en plusieurs régions, notamment en Espagne, en Israël, en Libye, cf. Chapitre. 3). Toutefois les approvisionnements en eau des zones littorales sont beaucoup plus tributaires de ressources intérieures. La hausse du niveau de la mer aurait sans doute d'autres impacts plus graves que sur les ressources en eau locales : sur l'occupation du sol, sur les écosystèmes lagunaires.

Par contre, cette élévation pourrait un peu réduire les débits des résurgences d'eau douce sous-marine –non négligeables en Méditerranée– au profit des sources des zones littorales.

Que retenir de cette gerbe de présomptions et d'incertitudes sur les réactions possibles des ressources en eau méditerranéennes au changement de climat qui menace ?

La perspective la plus vraisemblable est une accentuation du contraste Nord-Sud, donc une aggravation du déséquilibre, auxquelles s'ajouterait un appauvrissement général des ressources exploitables. Cependant les échéances de changement significatif sont encore floues. La part des pronostics émis pour le XXI<sup>ème</sup> siècle qui vaudrait déjà pour son premier quart, auquel se borne le présent exercice de prospective, est plus qu'incertaine. Compte tenu de l'ample variabilité actuelle, il paraît prématuré de remettre en cause l'hypothèse de stabilité en moyenne des données naturelles, dans les comparaisons entre ressources et demandes en eau jusqu'à l'horizon 2025, même si le risque de tendance à l'appauvrissement ne peut être totalement exclu, surtout au Sud.

## 4. DES RISQUES DE DÉNATURATION SONT PLUS PROBABLES ET PROCHAINS

Les ressources en eau naturelles sont exposées à des risques de modification – surtout dans le sens de dégradation – d'origine humaine à moins long terme et plus localisés que les effets régionaux du changement climatique global. Ceci indépendamment des pressions qu'elles subissent et qui résultent inévitablement des utilisations et consommations d'eau présentes (cf. Chapitre 5) et à venir par les méditerranéens. Ces dénaturations sont déjà existantes et parfois de longue date, mais elles pourraient s'aggraver à court ou moyen terme dans des mesures variées, ou au contraire être stoppées, voire réduites, suivant les politiques d'environnement impliquées par les différents scénarios, mais dont les réponses sont nécessairement lentes et déphasées.

Ce sont surtout les changements d'occupation du sol et les progressions de son érosion, facteur majeur du processus de désertification, qui ont des effets quantitatifs perturbateurs sur le régime des eaux, ainsi que sur certaines composantes de la qualité de celles-ci (turbidité). Les pollutions extensives sont par ailleurs les principaux facteurs de détérioration de qualités des eaux superficielles et souterraines.

### 4. 1. L'occupation du sol

La plupart des changements d'occupation du sol, l'urbanisation et l'expansion des voies de communication, le déboisement (notamment imputable aux incendies, trop fréquentes et rien moins qu'innocentes dans le bassin méditerranéen <sup>1</sup>), l'assèchement des zones humides, ont pour effet d'amplifier l'irrégularité des écoulements tout en augmentant un peu leur quantité moyenne. Le reboisement, toutefois modeste dans les bassins méditerranéens, et l'extension des aires cultivées « en sec » ont des effets plus bénéfiques sur la régularité des régimes, mais diminuent par contre l'écoulement moyen, tout en améliorant certains paramètres de qualité (réduction de la turbidité).

Les effets sur les ressources du drainage et de l'« assainissement des terres », pratiqués de longue date en région méditerranéenne, sont plus complexes –d'ailleurs controversés– plutôt régulateurs, mais très dépendants des conditions locales (modalités du drainage, dimensionnement des ouvrages...).

Les projections en ces matières sont malaisément quantifiables et à réaliser au cas par cas. Elles sont nécessairement tributaires des scénarios d'aménagement du territoire.

Les projections de croissance des populations urbaines entre 2000 et 2025 (+38 % dans l'ensemble des pays méditerranéens, +31 % dans les régions côtières, cf. Le Fascicule n°11 du Plan Bleu) ne sont pas directement transposables en extension des aires urbanisées, mais fournissent néanmoins une indication de tendance.

Quant à l'avenir des couvertures boisées, la tendance au reboisement paraît assez durable, au Nord surtout, mais aussi dans certaines régions du Sud et de l'Est –ou à défaut, une stabilisation– non seulement en fonction des politiques forestières, mais aussi sous l'effet de reculs de l'agriculture extensive (la « déprise agricole »).

(cf. Le Fascicule n°12 du Plan Bleu sur les « espaces boisés méditerranéens », 2002).

Toutefois cela ne devrait pas entraîner de changements majeurs du régime des eaux dans le bassin méditerranéen d'ici 2025.

Enfin, l'évolution future du drainage et de l'assainissement des terres – désormais contrarié par le courant de défense des zones humides – est généralement absente des

---

<sup>1</sup> dont les effets sont toutefois moins durables qu'on pourrait le craindre, comme l'a montré l'exemple du bassin provençal du Réal Collobrier étudié en France.

plans et scénarios, ce qui empêche d'en projeter les impacts. Par contre, le rôle de producteur de « ressource secondaire » du drainage est appelé à s'amplifier dans certains pays du Sud, particulièrement en Egypte, où il est pris en compte dans les projections d'offre.

#### **4. 2. L'érosion des sols et la désertification**

Les sols méditerranéens sont en grande partie hérités de conditions climatiques anciennes et leur reconstitution actuelle par la pédogenèse est minime, hors des zones d'alluvionnement actif (deltas, plaines inondables...), elles-mêmes en voie de régression, notamment sous l'effet des rétentions de sédiments dans les réservoirs de barrage et des efforts de reboisement évoqués plus haut. Aussi leur érosion, quels qu'en soient l'intensité et le rythme (très discontinu), a un effet cumulatif dont l'empreinte sur les paysages méditerranéens est déjà forte. La dégradation des sols méditerranéens, associée à la transformation de la couverture végétale, est un phénomène en partie naturel et ancien ; mais, à des degrés divers, suivant les régions et les époques, les actions (ou inactions...) humaines (« défrichement », déboisement, changement de mode cultural, abandon d'entretien...) ont contribué à exagérer et accélérer les processus de cette dégradation, au point que les effets de ces actions sont difficilement séparables des causes naturelles. Aussi la progression de la dégradation des sols dans l'avenir est plus que vraisemblable et ses conséquences sur le régime des eaux futur ne peuvent être négligées. L'érosion des sols et l'affaiblissement du rôle de la couverture végétale, qui sont les moteurs essentiels de la désertification en marche dans beaucoup de régions, au Sud et même au Nord (Espagne), amplifient l'irrégularité des ressources en eau naturelles, la « torrentialité » des écoulements en zone montagneuse, tandis qu'elle fait régresser la densité des cours d'eau permanents et affaiblit leur débit.

L'état présent du régime des eaux est donc un moment d'une évolution poursuivie depuis longtemps. Comme les facteurs anthropiques qui l'ont largement déterminée, cette évolution n'a pas dû être continue mais s'est sans doute accélérée pendant des phases critiques (défrichements antiques, progrès de la pastoralisation, abandon récent des cultures en terrasses, surcharge moderne de population...). Sa poursuite est vraisemblable. Toutefois on manque de repères pour la quantifier.

A la différence de l'érosion des sols, dont le taux actuel a fait l'objet de diverses estimations, notamment dans les bassins versants en amont de barrages\*, les changements du régime d'écoulement qui en résultent échappent à l'observation contemporaine –de trop courte durée– et sont peu accessibles aux recherches rétrospectives. Aussi est-il difficile d'estimer dans quelle mesure l'« irrégularisation » des écoulements pourrait progresser, notamment à l'horizon 2025. On peut seulement supposer que les ratios actuels « ressource régulière / ressource totale » (cf. Chapitre.1, Tableau 1-4) pourraient diminuer dans beaucoup de régions du bassin méditerranéen ; cela pourrait toutefois être tempéré (sinon neutralisé) par les effets de la « déprise agricole », accompagnée de reboisement, dans certains pays du Nord –encore que les nouvelles jachères envisagées dans l'U.E. et les régressions d'entretien des versants concomitantes puissent avoir des conséquences négatives sur ce plan.

---

\* La « dégradation spécifique » moyenne, dans des bassins de quelques centaines ou milliers de km<sup>2</sup>, en domaine de montagne ou de collines, est souvent supérieure à 0,5 mm/an ou 1000 t/an par km<sup>2</sup>

### **4. 3. L'exploitation des ressources renouvelables peut nuire à leur renouvellement**

La reproduction naturelle des ressources en eau renouvelables peut être réduite ou rompue par certains modes d'exploitation.

C'est particulièrement le cas des nappes souterraines exploitées intensivement, voire surexploitées (cf. Chapitre 5), dont l'abaissement excessif des niveaux peut entraver leur alimentation naturelle –notamment par des eaux de surface– ou provoquer, dans les aquifères côtiers, des invasions d'eau de mer qui détériorent leurs qualités (cf. Chapitre 3, Figure 3-26).

Des aménagements hydrauliques en surface peuvent aussi diminuer ou stopper l'alimentation de nappes souterraines par les crues, en zone semi-aride, ce qui rend d'ailleurs en partie illusoire le gain apparent que la maîtrise des crues par ces ouvrages permet.

### **4. 4. Le dépérissement des ressources en eau irrégulières maîtrisables**

Rétroaction de l'aménagement des eaux par barrage sur leur exploitabilité, l'« envasement » des réservoirs, qui réduit progressivement leur capacité régulatrice, joint à l'épuisement en vue du « gisement » en sites de barrages, tendent à réduire les ressources irrégulières exploitables, composante majeure des ressources dans la plupart des pays méditerranéens.

Les pertes moyennes annuelles de capacité utile des réservoirs de taille moyenne (quelques dizaines ou centaines de millions de m<sup>3</sup>) de l'ordre de 0,5 à 1 % sont courantes dans le bassin méditerranéen ; celles des petits réservoirs (« lacs collinaires ») sont encore plus fortes : souvent de 5 % (cf. Chapitre 3, 6). D'ici 2025 une part non négligeable des capacités des réservoirs actuels sera comblée –malgré des efforts en partie efficaces pour réduire les apports de sédiments ou « dévaser » les retenues– ce qui diminuera d'autant les ressources irrégulières maîtrisées à présent (cf. exemple du Maroc, Figure 3-24).

Par ailleurs ces pertes ne seront pas partout compensables par de nouveaux aménagements car les sites de barrages constructibles vont se raréfier. Le ralentissement de croissance des capacités cumulées des réservoirs dans les bassins méditerranéens de nombreux pays (cf. Chapitre 3, 6, Figure 3-20) est annonciatrice de la tendance vers une stabilisation de la maîtrise des ressources irrégulières, en attendant sa décroissance sans doute plus tardive mais inéluctable au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. Ainsi en Tunisie, par exemple, la capacité totale des réservoirs devrait atteindre un maximum (1,9 km<sup>3</sup>) en 2010, puis diminuer et se stabiliser vers 1,8 km<sup>3</sup> entre 2020 et 2030 avec réduction en conséquence des ressources irrégulières maîtrisables (selon le rapport sur l'Etat de l'Environnement 2000).

### **4. 5. Les dégradations de qualités**

C'est surtout et plus généralement en terme de qualités que des appauvrissements de ressource sont à craindre, bien qu'ils ne se prêtent pas à des chiffrages simples globalisés, tout comme l'évaluation des qualités actuelles (cf. Chapitre 1).

Les tendances contemporaines de croissance des dégradations de qualités des eaux, imputables principalement aux pollutions diffuses qui atteignent d'abord les eaux souterraines, mais se répercutent aussi sur les eaux de surface permanentes (cf. Chapitre 5), risquent fort de se poursuivre, en partie indépendamment des efforts entrepris pour réduire leur cause (excès de fertilisants et de pesticides de l'agriculture

intensive...), du fait de la lenteur d'épuisement des stocks de matières polluantes accumulés dans les sols, cultivés. Plus localement, il en est de même pour les sources de pollution urbaines et industrielles héritées (décharges mal isolées, friches industrielles, résidus miniers...) dont la neutralisation prendra du temps.

La salinisation des sols qui résulte souvent des défauts de drainage des terres irriguées, au Sud surtout, induit aussi l'accroissement de salinité des eaux superficielles et souterraines.

L'évolution à long terme des qualités des eaux sera néanmoins largement fonction de l'efficacité des mesures prises dès à présent et perpétuées pour réduire les pollutions indépendantes des filières d'utilisation d'eau, donc outre les efforts d'épuration des eaux usées.

## ANNEXE

### **Bibliographie sur les effets du changement climatique sur les ressources en eau en région méditerranéenne :**

- AGOUMI A. (1998) – Changements climatiques et ressources en eau dans les pays du Maghreb. Algérie, Maroc, Tunisie. Projet Maghrébin sur les changements climatiques. PNUD/FEM, RAB/G31, 51 p. juin.
- BEDHRI M. (2000) – Le réchauffement du climat. Quels impacts sur le Maroc ? Ed. CIOR, 170 p. Rabat
- BEN BOUBAKER H., BENZARTI Z., HENIA L. (1998) – Changements climatiques et ressources en eau en Tunisie. Rapport établi dans le cadre du projet PNUD-FEM RAB/94/G31
- BOURAK S. (2003). Assessment of climate change impacts on water resources in Turkey. (Hydrotop 2003, pp. 191-193, Marseille).
- CUBASCH U. and others (1996) – Estimates of climate change in southern Europe derived from dynamical climate model output. *Clim. Res.*, 7, 129-149
- ESTRELA T. & al./CEDEX (2000) – In. Las aguas continentales en los países mediterráneos de la unión europea. Madrid. Ministerio de Fomento y Medio Ambiente, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Octubre. 293 p. ; 5.5.7 « La incertidumbre del cambio climático y su impacto en los recursos ».
- HASSANI M.I, KOUTI A., MATARI A. (1998) – Changements climatiques et ressources en eau en Algérie. Rapport établi dans le cadre du projet PNUD-FEM RAB/94/G31
- HOFF C. (2000) – Conclusions and recommendations of the Toulouse Eclat-2 Workshop : « Applying climate scenarios for regional studies : with particular reference to the Mediterranean », Part 2 : Climate scenarios and impact assessment over the Mediterranean region. Integrated and sector oriented impact assessments (ecosystem, hydrology) over the Mediterranean region. Availability and needs.
- IPCC (1996). HOUGHTON H.T. and others (Eds). *Climate Change (1995) – The Science of Climate Change. Report of IPCC Working Group I.* Cambridge, Cambridge University Press
- JEFTIC L., J.D. MILLIMAN & G. SESTINI (Eds) (1992) – *Climatic Change and the Mediterranean.* Edward Arnold, London, UK
- JEFTIC L., S. KESKES & J.C. PEMETTA (Eds) (1996) – *Climatic Change and the Mediterranean.* Edward Arnold, London, UK, Vol. 2, 564 p.
- KARAS J. (1997) – *Climate Change and the Mediterranean Region.* Greenpeace International 34 p.
- KATTENBERG A. and others (1996), – Climate models – projections of future climate. In : HOUGHTON J.T. and others (eds). *Climate Change 1995 : The Science of Climate Change. Report of IPCC Working Group I*, pp 289-357. Cambridge, Cambridge University Press.
- LEBLOIS E. & MARGAT J. (2000). – In « Impacts potentiels du changement climatique en France au XXI<sup>e</sup> siècle » : Effets possibles sur les écoulements superficiels et les eaux souterraines. Paris, Premier Ministre, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, M.A.T.E. 2<sup>e</sup> éd., pp. 58-65
- LI L. (2003) – Evolution future du climat en Méditerranée : vers un état de sécheresse accru ? (CNFGG, rapport quadriennal 1999-2002, pp 220-223, Paris.
- MEDIAS-France (2001). – The present states of knowledge of global climate change, its regional aspects and impacts in the Mediterranean Region. Plan Bleu, Rapport de MEDIAS-FRANCE, Déc. 81 p., Toulouse.

MOKSSIT A., BENBIBA A., OULDBBA A., BENABDELFADEL A., BENSALD F. (1998) – Changements climatiques et ressources en eau au Maroc. Rapport établi dans le cadre du projet PNUD-FEM RAB/94/G31

PALUTIKOF J.P. and others (1992). – Regional Changes in Climate in the Mediterranean Basin due to Global Greenhouse Gas Warming. MAP Technical Report Series. UNEP, Athens

PALUTIKOF J. (1994) – Climate change, potential evapotranspiration and moisture availability in the Mediterranean Basin. International Journal of Climatology. Vol. 14).

PALUTIKOF J.P. and WIGLEY T.M. (1996). – Developing climate change scenarios for the Mediterranean Region. In : Jeffic I., Keskes S. and Pernetta J.C. (Eds). "Climate Change in the Mediterranean". London, Edward Arnold, Vol. 2, pp. 27-55.

ROSENZWIEG C. and TUBIELLO F.N., (1997) – Impact of global climate change on Mediterranean agriculture: current methodologies and future directions. An introductory essay. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1 (3), pp. 219-232

SIRCOULON J. (1990) – Impacts possibles des changements climatiques à venir sur les ressources en eau des régions arides et semi arides. ORSTOM. Paris

ZAHAR Y. (2003) – Vulnérabilités aux changements climatiques des ressources en eau de la Tunisie (Hydrotop 2003, pp 194-198, Marseille).

Coll. (2000) – « Le changement climatique et les espaces côtiers ». Actes Colloque Euro-méditerranéen, Arles, oct.

Collectif, (2002). Mediterranean Rountable Discussions « Water, Wetlands and Climate Change » (Mediterranean Water Weeks, Athens, 10-15 Dec., IUCN Centre for Mediterranean Cooperation/GWP Mediterranean).





## Chapitre 11 : L'AVENIR DE L'EAU EN LAISSANT FAIRE

### Table des matières

<b>PRÉAMBULE : UN SCÉNARIO TENDANCIEL MODÉRÉ</b> .....	<b>11-3</b>
<b>1. UTILISATIONS ET DEMANDES EN EAU FUTURES</b> .....	<b>11-4</b>
1. 1. La « Vision » en révision.....	11-15
1. 2. Que lit-on dans ces projections ?.....	11-16
<b>2. LES DEMANDES MESURÉES AUX RESSOURCES</b> .....	<b>11-20</b>
<b>3. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES OFFRES ET DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ...</b>	<b>11-23</b>
<b>4. CONSOMMATIONS DÉDUITES, EN QUANTITÉ</b> .....	<b>11-27</b>
<b>5. PRESSIONS FUTURES SUR LES RESSOURCES</b> .....	<b>11-31</b>
5. 1. Pressions quantitatives.....	11-31
5. 2. Pressions qualitatives .....	11-37
<b>6. IMPACTS SUR LES EAUX DU MILIEU NATUREL ET L'ENVIRONNEMENT MÉDITERRANÉEN</b> .....	<b>11-38</b>
<b>7. CONSÉQUENCES SOCIO-ECONOMIQUES</b> .....	<b>11-39</b>
<b>8. SCÉNARIO TENDANCIEL AGGRAVÉ : UNE CRISE DE L'EAU EN PERSPECTIVE ?</b> .....	<b>11-41</b>

### Liste des encadrés

Encadré 11-1. Facteurs déterminants des besoins et des demandes en eau.....	11-5
Encadré 11-2 Les grands travaux hydrauliques projetés : dominante des politiques de l'eau .....	11-24
Encadré 11-3. L'exploitation des ressources en eau souterraine non renouvelables.....	11-25

### Liste des tableaux

Tableau 11-1. Exemple de calcul des projections tendanciennes des besoins et demandes.....	11-8
Tableau 11-2. Projections tendanciennes modérées des utilisations d'eau 2010-2025.....	11-9
Tableau 11-3 Projections tendanciennes modérées des utilisations d'eau 2010-2025.....	11-10
Tableau 11-4. Résumé des projections tendanciennes de demandes en eau.....	11-15
Tableau 11-5. Principaux projets de transfert d'eau entre régions ou bassins.....	11-25
Tableau 11-6. Quelques projections nationales d'approvisionnement en eau par des sources non conventionnelles .....	11-26
Tableau 11-7. Résumés des projections tendanciennes des consommations nettes*.....	11-30
Tableau 11-8. Indices d'exploitation et de consommation finale des ressources en eau.....	11-32
Tableau 11-9. Indices d'exploitation et de consommation finale des ressources en eau.....	11-33
Tableau 11-10. Disponibilités moyennes théoriques.....	11-36
Tableau 11-11 Rejets d'eau usées, urbains et industriels, projetés en 2025 .....	11-38

### Liste des figures

Figure 11-1 Evolutions approchées 1980-2000 des demandes en eau totales ( <i>water uses</i> ).....	11-12
Figure 11-2. Projections tendanciennes 2000-2025 des productions d'eau potable.....	11-13
Figure 11-3. Projections tendanciennes 2000-2025 des quantités d'eau utilisée pour l'irrigation,.....	11-14
Figure 11-4. Projections tendanciennes des demande en eau en 2010 et 2025.....	11-16
Figure 11-5. Parts de l'irrigation dans les demandes en eau totales projetées .....	11-19
Figure 11-6. Décroissance des parts de l'irrigation dans les demandes en eau totales.....	11-19

Figure 11-7. Evolutions projetées des rapports entre les demandes en eau totales.....	11-21
Figure 11-8. Pays méditerranéens classés suivant le ratio demandes en eaux totales projetées.....	11-22
Figure 11-9. Bassins méditerranéens classés suivant le ratio demandes en eau totales projetées .....	11-22
Figure 11-10. Projections tendancielle aux horizons 2010 et 2025 des indices d'exploitation .....	11-32
Figure 11-11. Projections tendancielle aux horizons 2010 et 2025 des indices de consommation.....	11-34
Figure 11-12. Classement des pays méditerranéens suivant les indicateurs.....	11-35

**PRÉAMBULE : UN SCÉNARIO TENDANCIEL MODÉRÉ**

La prospective des situations, des problèmes de l'eau et des réponses apportées dans la région méditerranéenne est fondée ici essentiellement sur des projections tendancielle modérées des demandes et des offres – cf. les scénarios de type « *BAU – Business as usual* » - comme celles qui ont déjà guidé le scénario de « la Méditerranée de l'eau conventionnelle » présenté dans la « Vision 2000 » : prolongation des tendances contemporaines de développement économique, technique, démographique, dont les implications dans le domaine de l'eau ont été résumées au Chapitre 7 (Tableau 7-3).

Les grandes lignes de cette vision de l'avenir jusqu'en 2025 sont les suivantes :

- Hypothèse moyenne d'évolution des populations (cf. projections medium variant des Nations Unies, proches de celles du Plan Bleu rappelées Chapitre 7) et urbanisation croissante.
- Croissance économique irrégulière.
- Poursuite des modes actuels de production et de consommation des ressources dans les pays développés (Nord) ; transition des pays du Sud et de l'Est vers les mêmes modes, en particulier dans les zones urbaines.
- Rôle important maintenu de l'agriculture irriguée dans les pays du Sud et de l'Est, mais tendant à décroître par rapport aux secteurs industriels et des services. Cette transition est plus ou moins lente suivant les pays et évolue vers une société urbaine, industrielle et de service (liée notamment au développement du tourisme) qui remplace la société agraire (Exemples : Israël, Chypre, Malte), avec des transformations de structure des demandes en eau en conséquence.
- Mondialisation progressive de la culture et du commerce. Convergence graduelle des économies, renforcée par la zone de libre échange euro-méditerranéenne en place en principe dès 2010, dont les effets sont supposés positifs pour l'économie. Mais dans les pays du Sud et de l'Est les risques pour l'agriculture, l'environnement et la société elle-même, notamment en zone rurale, pourraient appeler des mesures de protection.
- Dominante maintenue des sources d'énergie utilisées qui resteront en majeure partie non renouvelables et dont la part renouvelable (hydro électricité) sera fragilisée par le déclin des équipements (réservoirs de barrage à capacité décroissante, au Sud surtout) et les compétitions avec les autres utilisations de ceux-ci (irrigation, alimentation en eau urbaine).
- Incidences possibles – bien qu'incertaines avant 2025 – du changement climatique sur les ressources en eau et les demandes, ne pouvant être négligée dans les plans d'aménagement qui visent à assurer la sécurité d'approvisionnement en eau, comme la sécurité contre les risques induits par les événements extrêmes.

Ces perspectives s'accordent assez généralement avec les projections des plans de développement nationaux à plus moyen terme et les politiques de l'eau qu'ils impliquent.

Il sera tenté ci-après d'en déduire les conséquences en matière d'utilisation et de demandes en eau, d'adaptation des offres et de conditions d'équilibre offres/demandes, de consommations nettes et finales, ainsi que sur les plans socio-économique et environnemental.

Comme l'a résumé la « Vision 2000 », « *ce scénario évite ou du moins diffère la crise en développant les équipements les plus vitaux pour la population, mais maintient des processus de développement non durables, une instabilité sociale et environnementale croissante vis à vis d'un choix de sécurité économique de moyen terme* ».

Accessoirement une variante plus pessimiste, similaire à celle du scénario « tendanciel aggravé » du Plan Bleu originel et à la « Méditerranée de l'eau en crise » de la « Vision 2000 » sera esquissée.

## I. UTILISATIONS ET DEMANDES EN EAU FUTURES

### Quelle approche pertinente ?

Deux approches sont à priori à exclure :

- l'extrapolation pure et simple des tendances antérieures d'évolution des demandes elles-mêmes – si tant est que celles-ci soient bien identifiées, ce qui n'est pas toujours le cas on l'a vu (chap. 3) –, surtout celle des demandes en eau totales, mais même en procédant par secteur ; l'analyse rétrospective (chap. 8) a montré les errements résultant de cette approche ; du moins à long terme : à court terme par contre des ruptures de tendance sont peu plausibles et une certaine continuité avec l'évolution récente est plutôt une contrainte ;
- l'application de taux de croissance présumés – quels qu'ils soient – aux états présents des demandes, qui entraîne nécessairement des évolutions exponentielles (sauf si ces taux sont nuls...).

Dans les deux cas, ces approches reviennent à assimiler les demandes à des variables d'état.

Il paraît de beaucoup préférable, en principe, de procéder par projection des différents facteurs de besoins et de demandes en eau, donc de variables exogènes : les facteurs de besoins sont généralement des variables d'état, alors que les facteurs de demande, davantage interactives avec les conditions d'offres, dépendent plus de variables de décision. Ces facteurs nombreux et spécifiques à chaque secteur d'utilisation sont rappelés en Encadré 11-1. Cette démarche suppose d'abord une connaissance assez fiable des états présents de ces facteurs, c'est à dire des conditions initiales de leurs projections, dont les estimations soient bien cohérentes avec les états présents des demandes réelles, sans se dissimuler que des estimations de moyennes, pour chaque pays pris globalement, masquent de grandes variétés intérieures.

Les données disponibles à ce sujet, pour les deux principaux secteurs (collectivités, agriculture irriguée), de sources nationales pour la plupart ou estimées par le Plan Bleu, ont été présentées au Chapitre 3 (Cf. Tableaux 3-1 et 3-3). Cependant, il n'est pas rare que les valeurs moyennes de ces principaux facteurs, actuelles et surtout projetées, et les statistiques ou les projections de demandes en eau elles-mêmes, indiquées dans les documents nationaux, manquent de cohérence. Les besoins en eau potable moyens par habitant ou les besoins en eau d'irrigation moyens par hectare mentionnés sont plus souvent des normes que des moyennes réelles.

Toutefois, ces différents facteurs – hormis les populations urbaines et rurales, importantes pour les demandes en eau potable, qui ont leur propre dynamique – ne sont pas aisément ni simplement reliables à des perspectives macro-économiques elles-mêmes assez floues, même tendancielle, et aux indicateurs ad hoc, comme il a déjà été souligné au Chapitre 7 (3. Cf. Encadré 7-4) ; leurs projections risquent donc d'être assez arbitraires.

**Encadré 11-1. Facteurs déterminants des besoins et des demandes en eau de chaque secteur d'utilisation**

Secteurs	Facteurs de besoin en eau	Facteurs de demandes en eau
Collectivités (eau potable)	Populations urbaines et rurales (nombre d'habitants, moyenne annuelle) Besoin annuel par habitants urbain (m <sup>3</sup> ) Besoin annuel par habitant rural (m <sup>3</sup> ) <b>NB.</b> Ces besoins unitaires intègrent les besoins domestiques et ceux d'autres usagers desservis.	Taux de desserte respectifs des population urbaines (en distinguant éventuellement les très grandes agglomérations - >1 M hab. - et les villes moyennes) et rurales. Distinction éventuelle entre la desserte par réseau et branchement direct et la desserte par borne-fontaine (avec incidence sur les demandes unitaires). Elasticité éventuelle des demandes des usagers desservis (eau marchande) au tarif.
Industries	Incidence de production industrielle ou emplois industriels (nombre) Besoin en eau moyen annuel par emploi (m <sup>3</sup> ) ou besoin total rapporté à l'indice de production initial.	Taux de recyclage interne. Existence ou non de taxe ou redevance de prélèvement. Elasticité éventuelle des demandes à ces charges.
* non desservies		
Agriculture irriguée	Superficie irriguée (ha) Indice d'intensité culturale (rapport de la superficie récoltée, compte tenu du nombre de récoltes annuelles, à la superficie irriguée totale (1 ou > 1)). Besoin en eau moyen annuel par ha irrigué et par récolte (m <sup>3</sup> ), (Moyenne pluriannuelle en région à irrigation de complément, variable suivant la pluviosité, et moyenne de la variété des cultures). Superficie des sols ou le lessivage des sels est nécessaire, sous climat aride (ha). Complément d'irrigation nécessaire pour le lessivage du sel (m <sup>3</sup> /an par ha ou coefficient multiplicateur).	Taux d'efficacité moyenne de l'irrigation (part effectivement utilisée par les cultures) suivant les différents procédés d'arrosage. Proportions des superficies irriguées par chaque procédé (gravitaire, aspersion, micro-irrigation). Proportions des superficies irriguées suivant les cultures inégalement consommatrices, notamment suivant le partage entre cultures de subsistance ou cultures de rente (différenciation des demandes en eau unitaires en conséquence). Degré d'autosuffisance alimentaire projeté et réalisable (facteur influençant l'évolution réelle des aires irriguées dans les pays où la production alimentaire est très dépendante de l'irrigation). Degré de prise en charges des coûts de l'eau d'irrigation par les agriculteurs (influençant le choix des procédés d'arrosage et des cultures...) Elasticité éventuelle des demandes en eau d'irrigation aux charges imputées, notamment aux tarifs en cas de desserte par un mode de distribution marchand.
Energie, centrales thermo-électriques (refroidissement)	Besoin par kWh des centrales à circuit ouvert (m <sup>3</sup> ). Besoin par kWh des centrales à circuit fermé (m <sup>3</sup> ). (Cf. Chapitre 3.3)	Production électrique annuelle (kWh) des centrales utilisant l'eau douce continentale pour le refroidissement, en séparant les productions : <ul style="list-style-type: none"> <li>▸ des centrales à circuit de refroidissement ouvert</li> <li>▸ des centrales à circuit de refroidissement fermé.</li> </ul>
Réservoirs (évaporation)	Hauteur d'évaporation moyenne annuelle pour chaque zone identifiée (mm).	Superficie des retenues (en état de remplissage moyen) et répartition éventuelle par zones climatiques à évaporations potentielles assez différentes (km <sup>2</sup> )

\* Indicateurs synthétiques, sans différenciation des branches.

Cette démarche fût celle de l'exercice de prospective actualisée du Plan Bleu réalisé pour la Conférence Euro-Méditerranéenne sur la gestion de l'eau (Marseille, Novembre 1996), rappelé Chapitre 9. En se basant sur deux jeux d'hypothèses, hautes et basses, pour chaque facteur, elle maximisait d'un côté tous les facteurs dans une perspective correspondant à un scénario tendanciel, présumée proche de celle des plans nationaux, tandis qu'elle les minimisait tous d'un autre côté dans une perspective jugée plus compatible avec le développement durable ; mais ces choix assez arbitraires aboutissaient à des écarts prononcés, à l'horizon 2025, sans doute peu réalistes, en ayant donc une valeur d'exploration plus que de pronostic...

A titre d'exemple seulement, le Tableau 11-1 présente un essai de calculs suivant des hypothèses présumées tendancielles, des besoins et demandes en eau d'un pays : la Turquie. Dans cet exemple, la projection tendancielle des productions d'eau pour les collectivités en 2010 de source nationale, retenue comme une donnée, apparaît plutôt comme une hypothèse haute. Cette démarche n'évite pas un certain arbitraire dans les estimations des facteurs (problème à plusieurs inconnues...), mais à tout le moins elle contraint à chiffrer leurs moyennes présentes en cohérence avec les statistiques de demandes actuelles, donc de rendre aussi réalistes que possible les conditions initiales des projections.

En raison de toutes ces difficultés et des incertitudes sur les évolutions futures, à moyen ou long terme, de la plupart des facteurs de demandes en eau, le parti a été pris, dans la perspective du scénario tendanciel modéré, de donner préférence aux projections sectorielles présentées dans les documents de planification disponibles, aux horizons 2010 et 2025 (ou voisins), mais de manière sélective parmi celles rassemblées au Tableau 9-8 du Chapitre 9.

En effet, certaines de ces projections, comme il a été souligné au Chapitre 9, confondent les besoins théoriques et les demandes, ou relèvent plus d'ambitions de développement que de prévision ; elles correspondent au mieux à des hypothèses maximalistes de croissance forte rompant avec les tendances contemporaines, suivant des scénarios tout aussi volontaristes que le sont, en sens inverse, les projections stabilisées, voire décroissantes, de scénarios « alternatifs » ou de « développement durable ». C'est en adoptant assez systématiquement pour le scénario tendanciel les projections nationales en hypothèse haute, qui impliquaient souvent une rupture de tendance en 2000 non déterminée par l'évolution prévisible de facteurs majeurs (notamment des populations), que la « vision 2000 » avait abouti aux chiffrages d'ensemble rappelés ici, par secteur et par sous-région :

Secteurs	2010	2025
Collectivités	62	75
Agriculture	237	276
Industrie non desservie	46	51
Energie	50	61
Sous-régions		
Nord	181	186
Est	83	110
Sud	131	167
Total	395	463

Ces projections paraissent maintenant sensiblement surestimées.

Une sélection a donc été opérée parmi les projections nationales en retenant en priorité celles n'impliquant pas de rupture de tendance en 2000 ou à court terme, et assez compatibles avec les évolutions de production d'eau faisables, comme avec la relative inertie des demandes en eau réelles régionales ou nationales. La continuité avec les tendances identifiées n'implique pas pour autant l'extrapolation aveugle de celles-ci à long terme où les évolutions des facteurs deviennent déterminantes.

La procédure de calcul, à partir des facteurs, exposée plus haut, a été appliquée alors seulement à la correction des projections jugées surévaluées ou à pallier leur manque, notamment à l'horizon 2025 (exemple en Turquie. Cf. Tableau 11-1).

Les estimations des projections adoptées dans les plans nationaux n'ont sans doute pas négligé de se baser sur les évolutions escomptées des principaux facteurs de demandes rappelés plus haut –tels que les demandes en eau potable par habitant, les superficies irriguées, les demandes en eau d'irrigation à l'hectare ou les efficacités–, mais celles-ci restent généralement implicites.

Aux projections relatives aux pays méditerranéens entiers, il a été tenté d'ajouter des projections ciblées sur les bassins méditerranéens de chaque pays. Des projections par bassin ont d'ailleurs été également chiffrées par les études de planification dans la plupart des pays étendus et elles ont pu être utilisées ici, avec les mêmes correctifs que ceux apportés aux projections nationales dans certains cas. Cela permet de s'accorder avec l'exercice de prospective antérieure du Plan Bleu (Cf. « Fascicule Eau » 1<sup>e</sup> édition) focalisé exclusivement sur le Bassin Méditerranéen, ce qui n'avait pas été tenté pour la Conférence de Marseille en 1997, ni pour la « Vision 2000 ».

Les résultats sont rassemblés dans les Tableau 11-2 et Tableau 11-3, dans lesquels (comme au Chapitre 3) les demandes ou utilisations sont comprises au sens large et identifiées aux prélèvements, sauf en quelques pays où une part significative de celles-ci est –ou sera– couverte par recours à des ressources « secondaires » ou non conventionnelles, et ne doit donc pas être prise en compte dans les estimations prévisionnelles des pressions des demandes sur les ressources naturelles (ou exploitables). Les projections des demandes totales et celles des secteurs eau potable et irrigation, raccordées aux évolutions antérieures reconstituées d'après les statistiques nationales disponibles, sont illustrées pour chaque pays méditerranéen par les Figure 11-1, Figure 11-2 et Figure 11-3.

Pour faciliter les comparaisons globales, ces projections sont totalisées par secteur et par sous-région et mises en regard des demandes présentes (Tableau 11-4 et Figure 11-4).

**Tableau 11-1. Exemple de calcul des projections tendanciennes des besoins et demandes en eau sectorielles basées sur leurs facteurs : Turquie**

Collectivités (eau potable)		Etat initial			Horizons		
		1997-1998	2010	2025	2010	2025	
Population (M habitants) (a)	urbaine	1	41,5	52,49	65,32		
	rurale	2	22,57	22,65	21,29		
Besoins en eau (b)	unitaire m <sup>3</sup> /an	3	~ 57	70	80		
	per capita	4	~ 32	50	60		
	urbain (1x3)	5	~ 2,36	3,67	5,22		
	rural (2x4)	6	~ 0,72	1,13	1,28		
Total (5+6)	urbain	7	~ 3,09	4,8	6,5		
	rural	8	~ 0,95	1	1		
Demandes en eau	taux de dessertes moyen (0 à 1)	9	0,7	0,75	0,9		
	demandes en eau	10	~ 2,25	3,67	5,22		
rendement de distribution (0 à 1)	urbaine	11	~ 0,50	0,85	1,15		
	rurale	12	2,75	4,52	6,37		
Production (prélèvement) d'eau calculée (km <sup>3</sup> /an)	urbaine	13	0,5	0,64	0,75		
	rurale	14	0,5	0,6	0,7		
Production (prélèvement) d'eau calculée (km <sup>3</sup> /an)	urbaine	15	~ 4,50	5,75	6,96		
	rurale	16	~ 1,00	1,4	1,64		
Total (15+16)		17	5,50 c	7,15 c	8,6		

Agriculture (irrigations)		Etat initial			Horizons		
		~ 1997	2010	2025	2010	2025	
Variables et résultats	Aire irriguée (1000 ha)	1	4 353 c	4 900	5 500		
	Coefficient d'intensité culturale (1 à > 1)	2	1	1,1	1,2		
Besoins unitaires moyens en eau d'irrigation par ha et par récolte (m <sup>3</sup> /an.ha) (d)	Aire irriguée et récoltée (1x2) (1000 ha)	3	4 543	5 390	6 600		
	Besoins totaux en eau d'irrigation (km <sup>3</sup> /an) (3x4)	4	~ 2 640	3 100	3 500		
Efficience de l'irrigation en moyenne (0 à 1) (e)	Besoins totaux en eau d'irrigation (km <sup>3</sup> /an) (3x4)	5	~ 12	16,7	23,1		
	Demande en eau d'irrigation totale (km <sup>3</sup> /an) (5/6)	6	1	0,65	0,7		
Rendement de transport (0 à 1)	Demande en eau d'irrigation totale (km <sup>3</sup> /an) (5/6)	7	~ 20	~ 26	33		
	Prélèvement en eau pour l'irrigation (km <sup>3</sup> /an) (7/8)	8	0,75	0,8	0,8		
Prélèvement en eau pour l'irrigation (km <sup>3</sup> /an) (7/8)	Prélèvement en eau pour l'irrigation (km <sup>3</sup> /an) (7/8)	9	~ 26 f	~ 32	41,25		

a. Selon les statistiques et projections des Nations Unies, 2000 Révision (2002)

b. Besoins domestiques et des autres usagers desservis.

c. Donnée de source DSI (1998).

d. Compte tenu des apports pluviaux moyens et y compris des besoins pour le lessivage du sol (moyennes surfaciques et temporelles).

e. En fonction des part respectives des différents modes d'irrigation.



**Tableau II-2. Projections tendancielles modérées des utilisations d'eau 2010-2025 dans les pays méditerranéens. Etat: Décembre 2002**

Pays et territoires	Utilisations sectorielles (km <sup>3</sup> /an)												Utilisations totales (km <sup>3</sup> /an)		Prélèvements induits sur les ressources renouvelables (km <sup>3</sup> /an)	
	Collectivités		Agriculture (irrigations)		Industries non desservies		Energie (refroidissement centrales thermiques)		2010	2025	2010	2025				
	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025		
Espagne	~ 5	~ 5,2	27,6	25,7	2,43	3,0	4,0	5	39,03	38,9	~	38,7	~	38,0		
France	5,8	6,0	~ 4,2	~ 4,2	3,8	~ 4,0	~ 1,7	~ 1,5	30,6	29,2	~	30,6	~	29,2		
Italie	~ 7,2	~ 7,0	21,0	21,0	~ 7	~ 4	~ 6	~ 5	41,2	37,0	~	41,2	~	37		
Malte	0,04	0,04	0,005	0,006	0	0	0	0	0,045	0,046	~	0,045	~	0,015		
Slovénie	~ 0,3	0,3	-	-	~ 0,1	~ 0,1	~ 1	~ 1	~ 1,4	~ 1,4	~	1,4	~	1,4		
Croatie	~ 0,9	0,8	-	-	~ 0,5	~ 0,4	-	-	~ 1,4	~ 1,2	~	1,4	~	1,2		
Bosnie-Herzégovine	~ 0,4	0,4	~ 0,6	~ 0,6	~ 0,1	~ 0,1	-	-	~ 1,1	~ 1,1	~	1,1	~	1,1		
Serbie-Monténégro	~ 0,8	~ 0,7	~ 0,3	~ 0,3	~ 4,2	~ 4	~ 6,5	~ 6,8	~ 11,8	~ 11,8	~	11,8	~	11,8		
Macédoine	0,25	0,25	~ 1,4	~ 1,4	~ 0,3	~ 0,3	0	0	~ 1,95	~ 1,95	~	1,95	~	1,95		
Albanie	0,83	0,8	1,9	1,7	0,2	0,3	0	0	2,93	3,0	~	2,93	~	3		
Grèce	0,9	1,0	~ 6	6,9	0,18	0,2	0,12	0,2	7,2	8,3	~	7,2	~	8,3		
<b>Nord</b>	<b>22,4</b>	<b>22,5</b>	<b>62,8</b>	<b>61,8</b>	<b>18,8</b>	<b>16,4</b>	<b>34,6</b>	<b>33,0</b>	<b>138,7</b>	<b>133,9</b>	~	<b>138,3</b>	~	<b>133,0</b>		
Turquie	7,15	8,6	~ 32	41,2	4,85	6,0	-	-	44,0	55,8	~	44	~	55,8		
Chypre	0,08	0,1	0,2	0,19	0	0	0	0	0,29	0,30	~	0,26	~	0,26		
Syrie	~ 1,4	~ 2	14	16	0,3	0,5	0,1	0,1	15,8	~ 18,6	~	14,8	~	17		
Liban	0,4	0,52	0,92	1,1	0,1	0,14	0	0	1,42	1,76	~	1,42	~	1,76		
Israël	~ 0,86	~ 1,15	1,26	1,35	~ 0,2	~ 0,18	0	0	2,32	2,68	~	1,85	~	1,85		
Autorité Palestinienne Cisjordanie + Gaza	0,32	0,53	0,30	0,42	0,04	0,06	0	0	0,66	1,01	~	0,55	~	0,75		
<b>Est</b>	<b>10,2</b>	<b>12,9</b>	<b>48,7</b>	<b>60,3</b>	<b>5,5</b>	<b>6,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>64,5</b>	<b>80,2</b>	~	<b>62,9</b>	~	<b>77,4</b>		
Egypte *	5,0	~ 6,0	~ 62	~ 65	10	14	0	0	77	85	~	50*	~	55*		
Libye	0,71	1,28	4,82	6,27	0,26	0,47	0	0	5,79	8,02	~	0,6	~	0,6		
Tunisie	0,41	0,5	2,14	2,05	0,13	0,18	0	0	2,68	2,73	~	2,58	~	2,57		
Algérie	2	2,4	3	3,4	0,9	1	0	0	6	7	~	4,2	~	5		
Maroc	1,4	~ 1,9	12,5	13,27	~ 0,3	0,4	0	0	14,2	15,57	~	14,2	~	15,6		
<b>Sud</b>	<b>9,5</b>	<b>12,1</b>	<b>84,5</b>	<b>90,0</b>	<b>11,6</b>	<b>16,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105,7</b>	<b>118,3</b>	~	<b>21,6</b>	~	<b>23,8</b>		
<b>Ensemble</b>	<b>42,2</b>	<b>47,5</b>	<b>195,9</b>	<b>212,1</b>	<b>35,9</b>	<b>39,3</b>	<b>34,7</b>	<b>33,1</b>	<b>308,8</b>	<b>332,4</b>	~	<b>222,8</b>	~	<b>234,2</b>		

\* Egypte: sans compter la remobilisation des retours d'eau (ressources secondaires).

**Tableau 11-3 Projections tendancielle modérées des utilisations d'eau 2010-2025 dans les bassins méditerranéens de chaque pays. Etat : Déc. 2002**

Pays et territoires dans le bassin méditerranéen	Utilisations sectorielles (km <sup>3</sup> /an) (1)										Utilisations totales (km <sup>3</sup> /an)		Prélèvements induits sur les ressources renouvelables (km <sup>3</sup> /an)	
	Collectivités		Agriculture (irrigations)		Industries non desservies		Energie (refroidissement centrales thermiques)		2010	2025	2010	2025	2010	2025
	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025
Espagne	2,7	2,9	14	13	1,1	1,0	4,0	5	21,8	21,9	21,8	21,9	21,6	21
France	1,3	1,5	2	2	1,15	1,1	10	8	14,45	12,6	14,45	12,6	14,45	12,6
Italie	7,2	7,0	21,0	21,0	7	4	6	5	41,2	37	41,2	37	41,2	37
Malte	0,04	0,04	0,005	0,006	0	0	0	0	0,045	0,046	0,045	0,046	0,015	0,015
Slovénie	0,03	0,035	ε	ε	ε	ε	0	0	0,03	0,035	0,03	0,035	0,03	0,035
Croatie	0,45	0,45	-	-	0,01	0,02	-	-	0,46	0,47	0,46	0,47	0,46	0,47
Bosnie-Herzégovine	0,04	0,04	0,06	0,06	ε	ε	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
R.F. Yougoslavie	0,6	0,7	ε	ε	0,1	0,1	0	0	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8
Macedoine	0,25	0,25	1,4	1,4	0,3	0,3	0	-	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Albanie	0,83	0,8	1,9	1,7	0,2	0,3	0	0	2,93	3,0	2,93	3,0	2,93	3
Grèce	0,9	1,0	6	6,9	0,18	0,2	0,12	0,2	7,2	8,3	7,2	8,3	7,2	8,3
<b>Nord</b>	<b>14,34</b>	<b>14,72</b>	<b>46,37</b>	<b>46,07</b>	<b>10,04</b>	<b>7,02</b>	<b>20,12</b>	<b>18,20</b>	<b>90,87</b>	<b>86,20</b>	<b>90,87</b>	<b>86,20</b>	<b>90,64</b>	<b>85,27</b>
Turquie	4,3	4,5	10	13	0,9	1,1	-	-	15,2	18,6	15,2	18,6	15,2	18,6
Chypre	0,08	0,1	0,2	0,19	0	0	0	0	0,29	0,30	0,29	0,30	0,26	0,26
Syrie	0,4	0,5	3,4	3,5	0,1	0,15	0	0	3,9	4,15	3,9	4,15	3,6	3,8
Liban	0,4	0,52	0,92	1,1	0,1	0,14	0	0	1,42	1,76	1,42	1,76	1,42	1,76
Israël	~	0,86	~	1	~	0,2	0	0	~	2,2	~	2,2	~	0,9
Autorité Palestinienne	0,28	0,47	0,25	0,3	0,03	0,04	0	0	0,56	0,81	0,56	0,81	0,46	0,56
Cisjordanie	0,13	0,22	0,10	0,1	0,03	0,04	0	0	0,26	0,36	0,26	0,36	0,26	0,36
Gaza	0,15	0,25	0,15	0,2	-	-	0	0	0,3	0,45	0,3	0,45	0,2	0,2
<b>Est</b>	<b>6,32</b>	<b>7,09</b>	<b>15,67</b>	<b>19,09</b>	<b>1,33</b>	<b>1,63</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>23,27</b>	<b>27,82</b>	<b>23,27</b>	<b>27,82</b>	<b>21,94</b>	<b>25,88</b>
Egypte	5,0	6,0	62	65	10	14	0	0	77	85	77	85	50	55
Libye	0,6	1	~	2,5	~	0,2	0	0	2,75	3,7	2,75	3,7	0,6	0,6
Tunisie	0,38	0,47	1,7	1,6	0,13	0,17	0	0	2,2	2,24	2,2	2,24	2,2	2,24
Algérie	1,6	2	1,2	1,4	0,8	0,9	0	0	3,4	4,3	3,4	4,3	3,4	4,3
Maroc	0,28	0,4	2	2,3	ε	ε	0	0	2,3	2,7	2,3	2,7	2,3	2,7
<b>Sud</b>	<b>7,9</b>	<b>9,9</b>	<b>68,9</b>	<b>72,8</b>	<b>11,1</b>	<b>15,3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87,7</b>	<b>97,9</b>	<b>87,7</b>	<b>97,9</b>	<b>58,5</b>	<b>64,8</b>
<b>Ensemble</b>	<b>28,5</b>	<b>31,7</b>	<b>130,9</b>	<b>138,0</b>	<b>22,5</b>	<b>23,9</b>	<b>20,1</b>	<b>18,2</b>	<b>201,8</b>	<b>212,0</b>	<b>201,8</b>	<b>212,0</b>	<b>171,1</b>	<b>176,0</b>

(1) évaporation des réservoirs non comprise - (2) Egypte: sans compter la re-mobilisation des retours d'eau ("ressources secondaires")

### Notes et références des Tableaux 11-2 et Tableau 11-3.

Espagne : Estimations du Plan Bleu, d'après les projections du PHN 1993 révisé

France : Estimations du Plan Bleu. Secteur énergie : demandes en eau douce seule. Secteurs agriculture et industrie : hypothèse de stabilité après 2000

Italie : Collectivités : estimations du Plan Bleu. Agriculture (et Industries 2025) : projections de Planistat. 1997. Énergie : demandes en eau douce seule

Malte : Projections de W.S.C.

Slovénie, Croatie, Bosnie-Herzégovine, Serbie-Monténégro et Macédoine : estimations du Plan Bleu (d'après Hrvatska Vodoprived 1991 pour la Croatie).

Albanie 2010 : Source nationale, sauf agriculture, 2025 et agriculture : estimations du Plan Bleu

Grèce : Estimations du Plan Bleu, d'après Elliniki Etairia 1996 révisé. Agriculture 2025 : projection de Planistat 1997.

Turquie : Pays entier, 2010 : projection de DSI 1998, révisées pour l'agriculture par le Plan Bleu 2025 : estimations du Plan Bleu (cf. tableau...), (cf. FAO pour l'agriculture). Secteur énergie exclu. Bassin méditerranéen : estimations du Plan Bleu.

Chypre 2010 : Source nationale, sauf pour l'agriculture : estimation du Plan Bleu. 2025 : estimations du Plan Bleu

Syrie : Pays entier. Collectivités : estimations du Plan Bleu, d'après Jamaledin (1996) révisé. Agriculture et Industries : estimations du Plan Bleu 1996. Bassin méditerranéen : estimations du Plan Bleu.

Liban : 2010 : Source nationale. 2025 : projections d'experts pays arabes (1999). Cf. « vision » 2000

Israël : Projections de Israël Water Commission 1998. Pour 2025 : extrapolation des projections 2020

Autorité Palestinienne : Projections de Sabbah & Isaac 1994 (2025 ≈ 2020).

Égypte : Collectivités et industries : source nationale pour 2010 et projections d'experts pays arabes (1999), cf. « Vision » 2000. Agriculture : estimations du Plan Bleu. Les prélèvements totaux ne comprennent pas la remobilisation des retours d'eau (« ressources secondaires »).

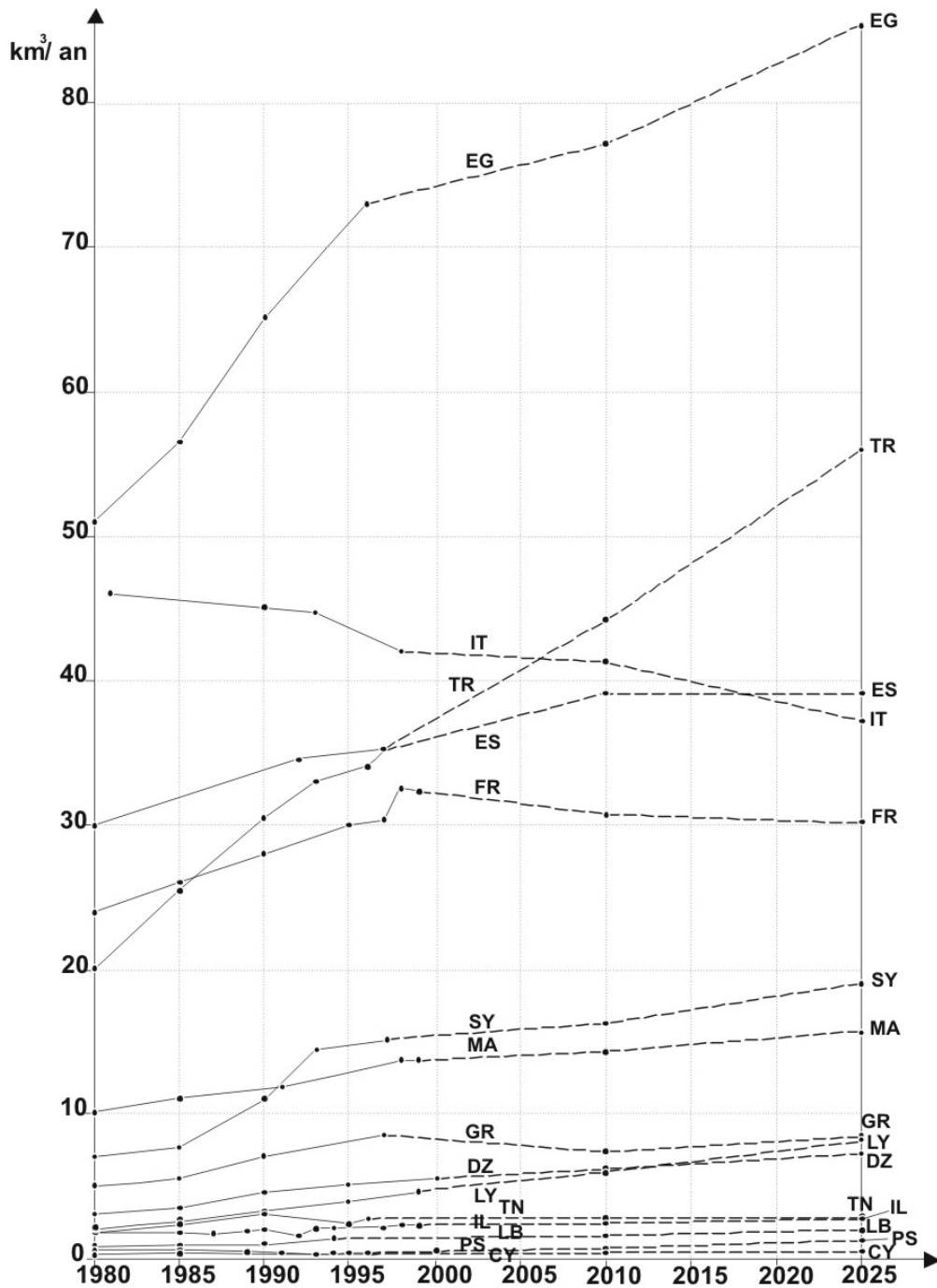
Libye : Projections d'O. Salem (FAO, 1997). Les prélèvements sur les ressources renouvelables sont supposés égaux à celles-ci, estimées exploitables (0,5 km<sup>3</sup>/an) sans surexploitation dès 2010 ; les prélèvements totaux projetés (y compris sur les ressources non renouvelables) étant de 5,6 km<sup>3</sup>/an en 2010 et 7,8 km<sup>3</sup>/an en 2025.

Tunisie : Source nationale, « Etat de l'environnement » 2000 - 2025 : interpolation 2020 - 2030

Algérie : Source nationale, Ministère des Ressources en Eau / DGAIH (2001). Pour 2025 : extrapolation des projections 2020. Prélèvements sur les ressources renouvelables = prélèvements projetés totaux moins ceux au Sahara

Maroc : Projections de M. Yacoubi Soussane, expert FAO (1998), d'après Plans directeurs. Pour 2025 : extrapolation des projections 2020.

Figure 11-1 Evolutions approchées 1980-2000 des demandes en eau totales (water uses) et projections tendancielle modérées 2010 et 2025 en différents pays méditerranéens



NB. Demandes en eau douce seules, notamment en France où l'utilisation d'eau saumâtre, pour le refroidissement des centrales thermo-électriques, n'est pas prise en compte.

**Figure 11-2. Projections tendancielles 2000-2025 des productions d'eau potable (alimentation des collectivités), raccordées aux tendances moyennes des évolutions 1980-2000 dans les principaux pays méditerranéens**

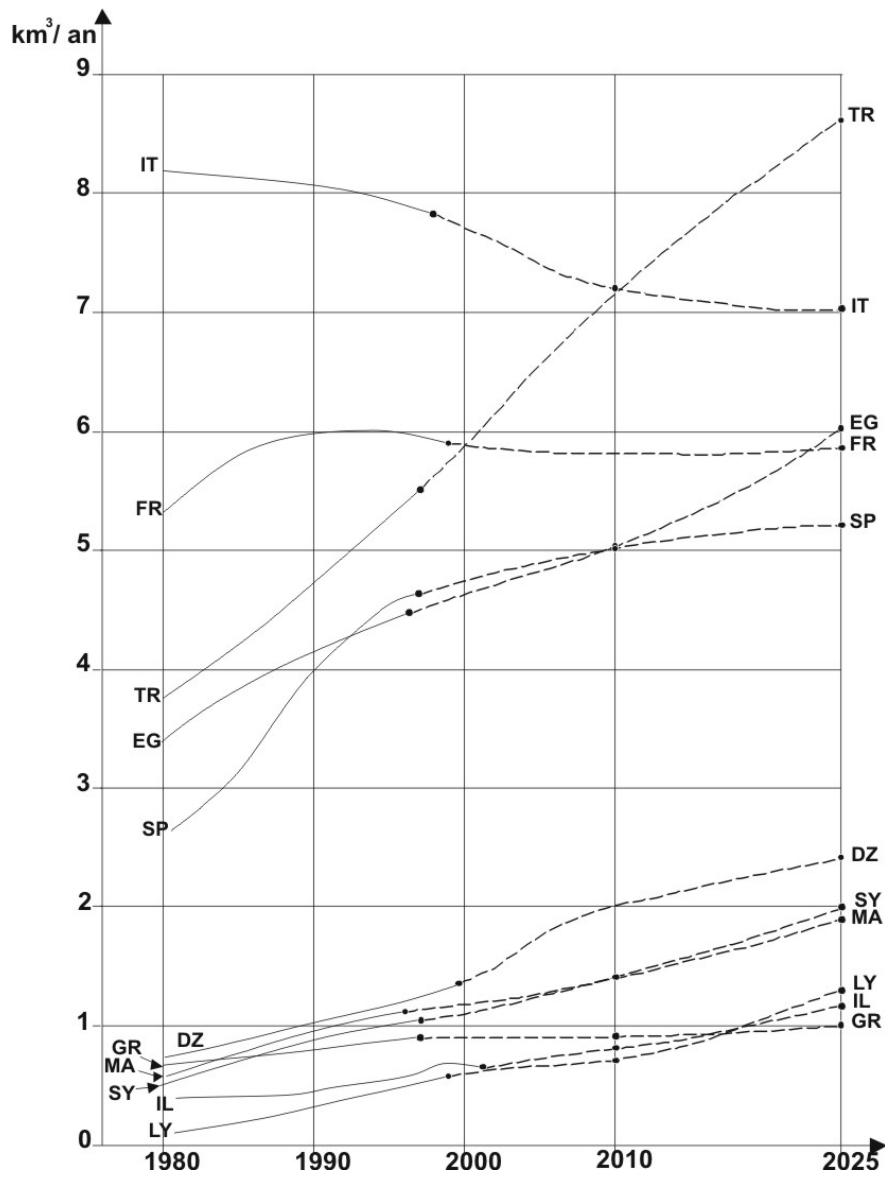
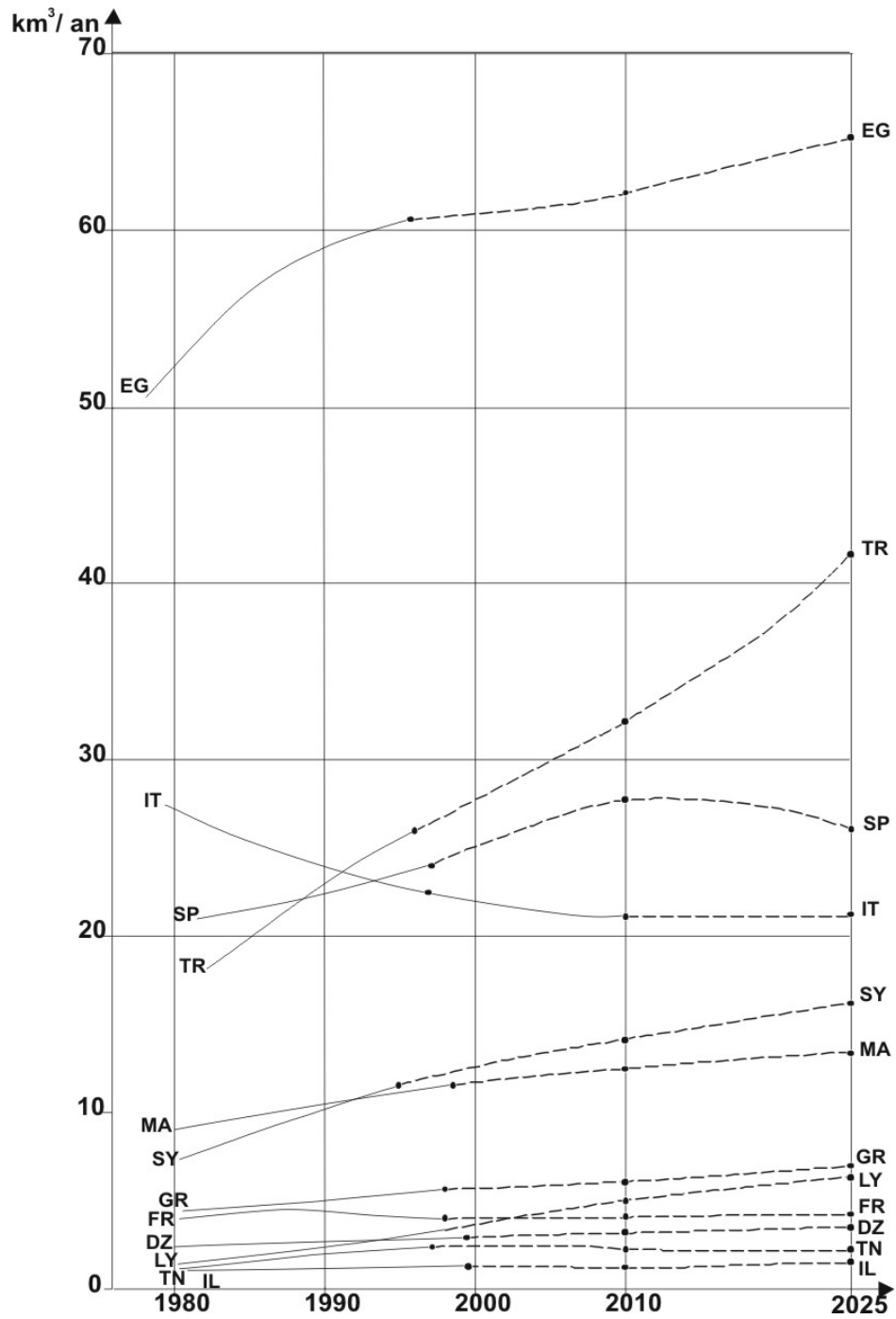


Figure 11-3. Projections tendanciennes 2000-2025 des quantités d'eau utilisée pour l'irrigation, raccordées aux tendances moyennes des évolutions 1980-2000, dans les principaux pays méditerranéens.



**Tableau 11-4. Résumé des projections tendanciennes de demandes en eau (en km<sup>3</sup>/an)**

Pays entiers	Rappel d'état présent (~ 1995-2000)	Projections	
		2010	2025
<b>Secteurs</b>			
Collectivités	37,9	42,1	47,5
Agriculture	181	196	212,1
Industries non desservies	32,4	35,9	39,3
Energie	37,9	34,7	33,1
<b>Sous-région</b>			
Nord	137,7	138,7	133,9
Est	54,3	64,5	80,2
Sud	97,3	105,7	118,3
<b>Total</b>	<b>289,3</b>	<b>308,9</b>	<b>332,4</b>

Bassin méditerranéen	Rappel d'état présent (~ 1995-2000)	Projections	
		2010	2025
<b>Secteurs</b>			
Collectivités	25,6	28,5	31,7
Agriculture	124,2	131	138,0
Industries non desservies	19,7	22,4	23,9
Energie	21,8	20,1	18,2
<b>Sous-région</b>			
Nord	90	90,9	86,2
Est	19,2	23,3	27,8
Sud	82,1	87,7	97,9
<b>Total</b>	<b>191,3</b>	<b>201,9</b>	<b>211,9</b>

### I. 1. La « Vision » en révision

En comparaison des projections tendanciennes antérieures, rappelées en tableau 9-7 du Chapitre 9, notamment de celles de la « Vision 2000 », dernières en date, les projections retenues ici sont nettement moindres, en tous secteurs et en toutes sous-régions, et dans la plupart des pays. Cette révision tient à trois raisons :

- les états initiaux actualisés, plus proches de 2000, sont pour la plupart un peu inférieurs aux précédents, du fait des tendances contemporaines;
- les projections maximalistes souvent irréalistes prises en compte dans la « Vision » d'après certaines sources nationales ou régionales – notamment pour différents pays arabes d'après un exercice provisoire non entériné depuis-, négligeant toute limitation par l'offre, ont été écartées, tandis que de nouvelles études de planification dans différents pays du Sud et du Proche-Orient, prévoyant des croissances plus modérées, ont été disponibles et exploitées ;
- une meilleure évaluation des tendances contemporaines (plus stationnaires au Nord) a été effectuée, et il a été jugé que les projections tendanciennes, à moyen terme du moins, devaient s'y raccorder sans rupture sensible.

## I. 2. Que lit-on dans ces projections ?

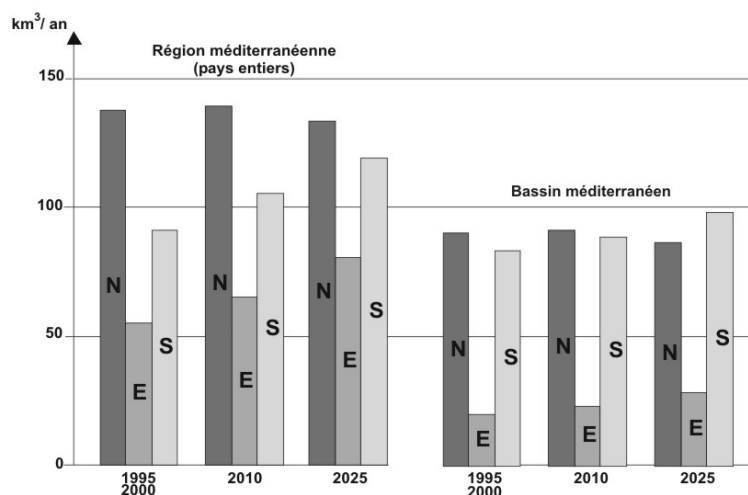
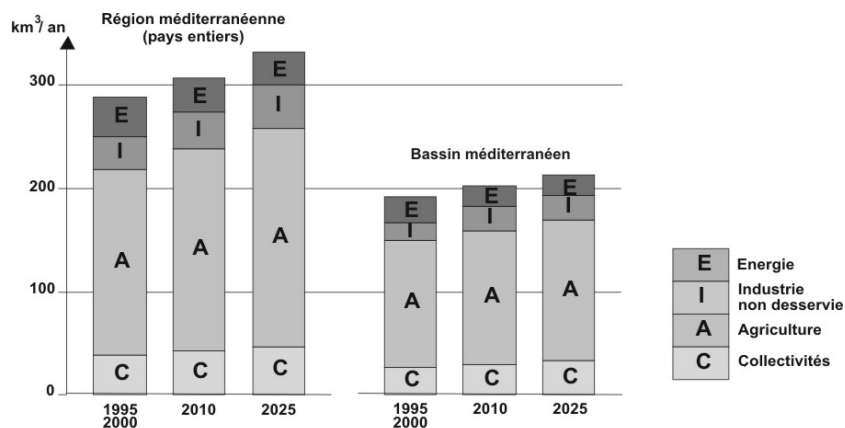
- Globalement, d'ici à 2025, dans l'ensemble de la région méditerranéenne, les demandes en eau totales augmenteraient de 43 km<sup>3</sup>/an, soit de + 15 %  
 Dans le bassin méditerranéen, l'accroissement serait de 20,5 km<sup>3</sup>/an, soit d'environ + 11 %.
- Un net contraste se perpétue entre :
  - le Nord, à croissance nulle ou même légère décroissance après 2010
  - le Sud et l'Est, à croissance encore significative, surtout à l'Est
 avec en 2025
 

{	+48% à l'Est
	+23 % au Sud

sauf en quelques pays à plafonnement par l'offre (Chypre, Israël...)(Figure 11-4)

**Figure 11-4. Projections tendancielles des demande en eau en 2010 et 2025 dans la région méditerranéenne et dans le bassin méditerranéen :**

- haut : demandes totales et sectorielles  
 - bas : demandes des sous-régions





La répartition relative des demandes totales entre les sous-régions serait la suivante (en %) :

	Présent (~1995-2000)	2010	2025
Nord	47,6	45,9	41,3
Est	18,8	21,4	24,7
Sud	33,6	32,7	34
Total	100	100	100

C'est au Proche-Orient que les demandes augmenteraient le plus, surtout du fait de la Syrie et de la Turquie, tandis que la part du Nord diminue et celle du Sud n'augmente que faiblement.

Dans le bassin méditerranéen, cette évolution serait un peu différente, le Sud prenant en 2025 une part prépondérante (en %) :

	Présent	2010	2025
Nord	47	45	40,7
Est	10	11,5	13,1
Sud	43	43,4	46,2
Total	100	100	100

Il est à remarquer que la majeure partie des demandes des pays du Nord et, plus encore, des pays du Sud, se situe dans le bassin méditerranéen, tandis que c'est l'inverse dans les pays de l'Est : c'est l'effet du développement dans les bassins extra-méditerranéens de Syrie et de Turquie, principalement (Figure 11-4)

- Suivant les secteurs les tendances globales pour la Région sont assez similaires et généralement croissantes, nettement plus pour les collectivités, sauf pour l'énergie (Figure 11-4) :

	2010	2025
Collectivités	+11 %	+27 %
Agriculture	+10 %	+18 %
Industrie	+11 %	+20 %
Energie *	-10 %	-15 %

Dans le bassin méditerranéen, les mêmes croissances surviendraient, sauf pour l'agriculture où elles seraient deux fois moindres (+ 5 et + 10 %) du fait du poids des irrigations extra-méditerranéennes en Syrie et Turquie.

Les évolutions supputées des principaux facteurs de demandes en eau sectorielles n'étant généralement pas explicitées à l'appui des projections tendanciennes de ces demandes indiquées dans chaque pays, il est possible de déduire théoriquement leurs tendances propres des chiffrages de demande retenus et de les comparer, à titre de contrôle, aux états moyens présents de ces facteurs.

En particulier :

- dans le secteur de l'alimentation en eau potable des collectivités, les quantités moyennes distribuées par habitant –après soustraction de pertes de distribution supposées un peu plus faibles qu'aujourd'hui– seraient en 2025 :
  - tantôt supérieurs aux actuelles modérément (Espagne, Bosnie, Turquie, Liban) ou de beaucoup (Bassin méditerranéen en Espagne, Malte, Croatie, Albanie, Chypre, Syrie, Israël, territoires palestiniens, Libye, Algérie), ce qui peut s'expliquer dans certains pays, comme l'Algérie, la Syrie, par le rattrapage escompté des retards présents,, l'Albanie ou les territoires palestiniens par le rattrapage escompté et souhaitable des défauts et retards présents, mais ce qui peut aussi traduire des ambitions de croissance bien plus que tendanciennes ( plus qu'un doublement à Malte, en Croatie, à Chypre, en Libye ?) rendant ces projections discutables (surestimations ?) ;
  - tantôt du même ordre (France, Slovénie, Egypte, Tunisie) ;
  - tantôt inférieures (Italie, Serbie-Monténégro, Grèce, Maroc), ce qui n'exclut pas des sou- estimations.

- Dans le secteur de l'agriculture irriguée, la relative stabilité des demandes en eau dans les pays du Nord serait liée surtout à celle des superficies irriguées, qui seraient même parfois en régression (Italie), et au niveau déjà élevé des efficacités ; tandis qu'au Sud et à l'Est, les extensions encore appréciables des aires irriguées, projetées notamment en Turquie, Syrie, Egypte, Algérie, Maroc, associées à des accroissements probables des coefficients d'intensité culturale –Cf. Chapitre 7, Tableau 7-1 –, pourraient être en partie compensées par des progrès d'efficacité modérant la croissance des demandes en eau.

Les principaux accroissements de demande en eau d'irrigation, suivant les projections retenues, peuvent être comparés à ceux des aires irriguées (il est vrai pour 1996-2030) projetées par ailleurs provisoirement (FAO, 2002) pour les pays considérés :

Pays	Accroissement de demandes en eau d'irrigation		Accroissement d'aire irriguée 1998-2030 <sup>1</sup>
	Période de projection	%	%
Turquie	1997-2025	58	+73
Syrie	1997-2025	25	+22
Egypte	1996-2025	7	+39
Algérie	2000-2025	21	+47
Maroc	1996-2025	30	+37

Ce rapprochement sans doute simplificateur entre des chiffrages indépendants et inégalement cohérents soulève, là encore, quelques interrogations sur le caractère plus volontariste que tendanciel et l'optimisme des hypothèses de certaines projections de demandes.

Il est à noter, à nouveau, que les projections d'aire irriguée –ainsi que d'efficacité d'irrigation et de demande en eau à l'hectare– sont en pratique absentes de la plupart des documents de planification disponibles.

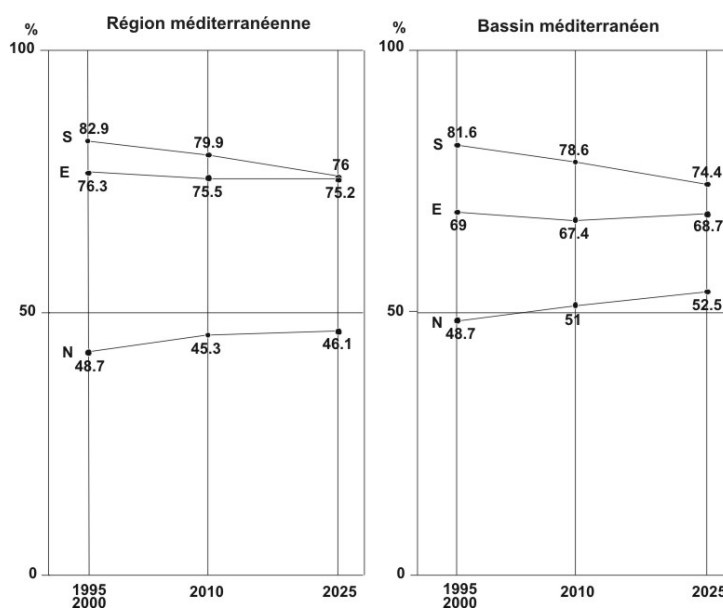
Les parts relatives des demandes de chaque secteur évolueraient modérément comme suit, toujours en moyenne pour l'ensemble de la Région en %) :

	Présent	2010	2025
Collectivités	13,1	13,9	14,6
Agriculture	62,5	62,6	62,9
Industrie	11,2	11,9	12,1
Energie	13,2	11,5	10,2
Total	100	100	100

Donc, une croissance très légère des parts des collectivités, de l'agriculture, des industries, mais au contraire une décroissance de la part de l'énergie. La même évolution caractériserait le bassin méditerranéen dans son ensemble. Toutefois ces répartitions seraient différentes suivant les sous-régions. En particulier la part de l'agriculture, secteur toujours prédominant, serait croissante au Nord (surtout du fait de la croissance moindre des demandes des autres secteurs et de la décroissance de celle de l'énergie), légèrement décroissante à l'Est, mais sensiblement décroissante au Sud (où les demandes des collectivités, surtout urbaines, et de l'industrie augmenteraient plus vite). Il en serait de même dans le bassin méditerranéen, où au Sud la part des demandes en eau d'irrigation passerait de 81 à 74 % du total entre 2000 et 2025, tandis qu'au Nord cette part augmenterait de 48,7 à 53,5 %, et qu'à l'Est elle diminuerait avant 2010 puis augmenterait après en se maintenant à 69% (Figure 11-5).

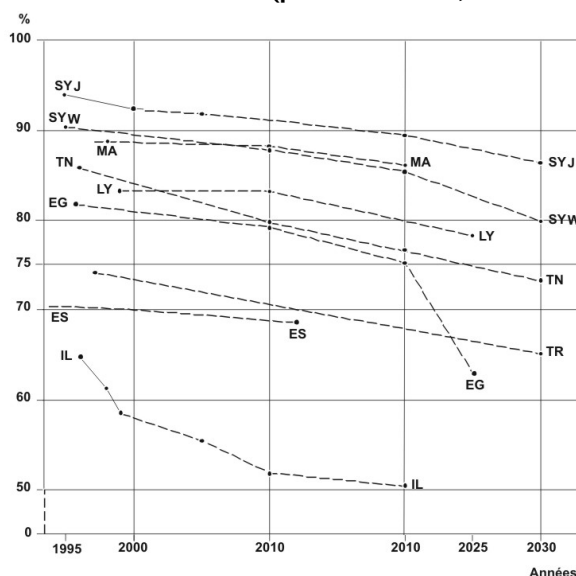
<sup>1</sup> Cf. Les croissances moyennes régionales pronostiquées par la FAO, rappelées au Chapitre 9 (3), qui augmenteraient de près de 5,4 millions hectares (+47 %) l'ensemble des aires irriguées des pays du Sud et de l'Est, entre 1998 et 2030.

Figure 11-5. Parts de l'irrigation dans les demandes en eau totales projetées dans chaque sous région



La tendance à diminuer de la part des demandes en eau d'irrigation sur les demandes totales –ou plutôt de la part d'allocation de ressource – est en fait la plus répandue au niveau des plans nationaux, notamment de certaines projections non retenues (Figure 11-6).

Figure 11-6. Décroissance des parts de l'irrigation dans les demandes en eau totales (ou les allocations de ressource) projetées dans plusieurs pays méditerranéens, d'après des sources nationales (plans directeurs, études d'experts)



Egypte : Abu Zeid 1992  
 Israël : Water Commission 1998  
 Libye : O. Salem 1997  
 Maroc : Y. Soussane / FAO 1998  
 Espagne : Plan hidrologico nacional 1993

Syrie : Jamaleddin 1996, Wakil 1993  
 Tunisie : Etat Environnement 2000  
 Turquie : S. Anac, Bari 1999

## 2. LES DEMANDES MESURÉES AUX RESSOURCES

Avant de poursuivre l'exploration du futur, un premier rapprochement comparatif s'impose : entre les demandes en eau projetées, dans la perspective tendancielle envisagée et les ressources conventionnelles, naturelles ou exploitables suivant des critères supposés maintenus, telles qu'elles ont été évaluées aux chapitres 1 et 2. C'est un préalable à la fois à la prospective des sources et modes d'approvisionnement, puis à celle des pressions sur les ressources et les milieux naturels qui vont suivre (3, 5)

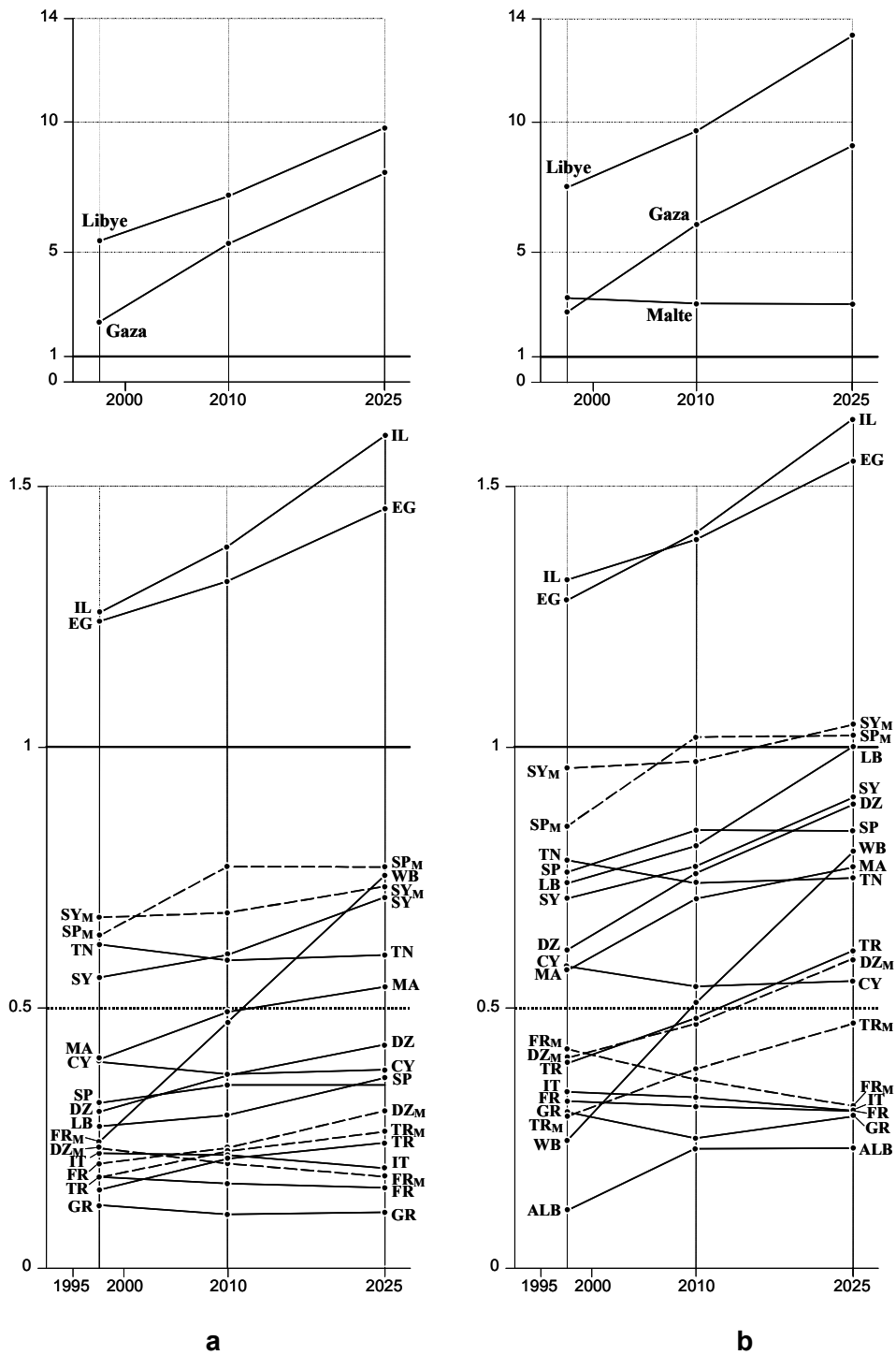
Bien qu'elle soit trop globale et simplificatrice, en procédant par pays entier ou même par bassin méditerranéen de chaque pays, la comparaison quantitative entre les demandes en eau totales projetées en 2010 et 2025 et les ressources renouvelables moyennes, naturelles ou exploitables, apporte un éclairage révélateur et permet un premier classement des pays.

Une grande variété d'écart –et d'évolutions supputées de ces écarts– entre demandes et ressources apparaît et plusieurs cas d'inéquations –de demandes en excès– sont manifestes (Figure 11-7).

En gros, c'est à dire sans pouvoir focaliser l'analyse à des échelles plus locales, les pays méditerranéens peuvent se classer suivant les rapports demandes / ressources projetés en quatre groupes (Figure 11-8 et Figure 11-9) :

1. Pays où les demandes resteront jusqu'en 2025 inférieures au dixième des ressources naturelles et exploitables –Bosnie-Herzégovine, Croatie, – ou au quart des ressources exploitables –Slovénie, Serbie-Monténégro, Albanie–, et pourront donc être satisfaites par l'exploitation des ressources conventionnelles en toutes circonstances sans problème majeur.
2. Pays où les demandes resteront inférieures à la moitié des ressources conventionnelles naturelles ou exploitables, sans croissance notable –France, Grèce, Italie– ou en croissance sensible –bassin méditerranéen de Turquie. La couverture des demandes par l'exploitation des ressources conventionnelles y restera exclusive et sera seulement sujette– comme à présent –à des accrocs locaux ou conjoncturels, en cas de pointe de demande saisonnière ou de défaillance temporaire de ressource.
3. Pays où les demandes globales, généralement croissantes, approcheront l'ordre de grandeur des ressources exploitables moyennes : entre 50 et 100 %. Ceux qui se trouvent déjà à présent dans ce cas –Espagne, Macédoine, Chypre, Liban, bassin méditerranéen de Syrie, Tunisie, Algérie, Maroc– seront rejoints par la Turquie avant 2025. Les risques de pénurie conjoncturelle (sensibilité aux sécheresses saisonnières et inter-annuelles) et de déséquilibres régionaux, déjà actuels, s'aggraveront ; y pallier nécessitera une maîtrise des eaux accrue et entraînera des pressions grandissantes sur les ressources conventionnelles, souvent accompagnées de révision en hausse des évaluations de ressources exploitables.
4. Pays où les demandes excèdent dès à présent les ressources exploitables et même souvent les naturelles –Egypte, Israël, Libye, Malte– ou les excèderont avant 2025 –Syrie, Algérie, Territoires palestiniens, bassin méditerranéen d'Espagne–. La croissance des demandes y rendra les ressources conventionnelles de plus en plus insuffisantes. C'est dans ces pays que devront être intensifiées ou diversifiées les solutions d'approvisionnement déjà engagées, passées en revue ci-après (3).

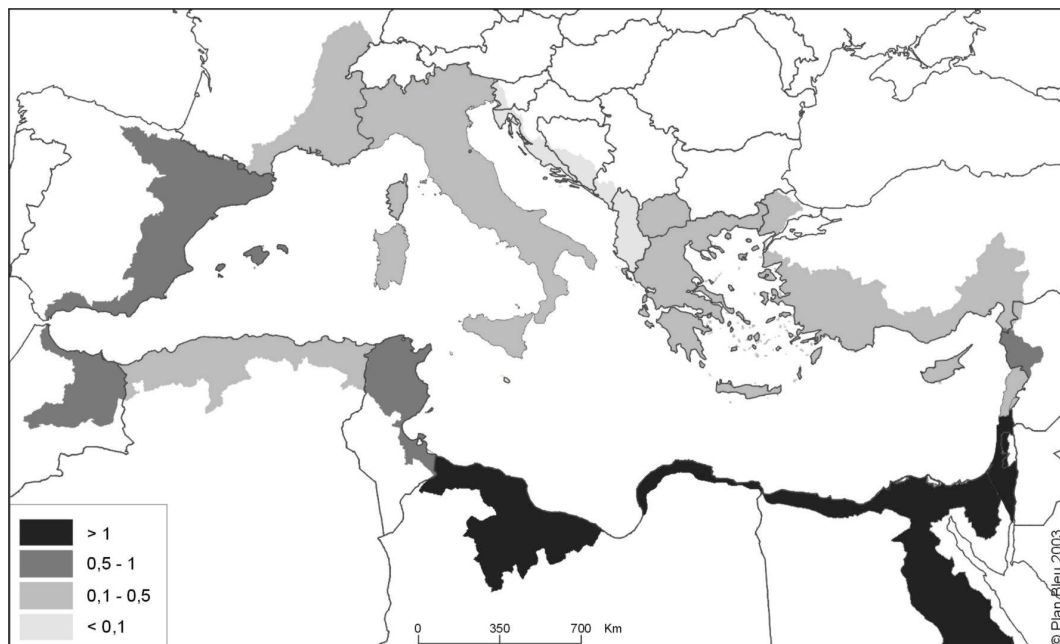
**Figure II-7. Evolutions projetées des rapports entre les demandes en eau totales et les ressources en eau renouvelables naturelles (a) ou exploitables (b) dans les pays méditerranéens où ce rapport sera supérieur à 0,1 (en scénario tendanciel modéré)**



**Figure II-8. Pays méditerranéens classés suivant le ratio demandes en eaux totales projetées en 2025 / ressources renouvelables exploitables moyennes.**



**Figure II-9. Bassins méditerranéens classés suivant le ratio demandes en eau totales projetées en 2025 / ressources renouvelables naturelles moyennes, suivant le scénario tendanciel modéré.**



### 3. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES OFFRES ET DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT

Dans le scénario tendanciel, l'approche par l'offre restera dominante pour répondre aux demandes croissantes, surtout au Sud et à l'Est, mais aussi, plus généralement, davantage exigeantes en sécurité (régularité) et avec la volonté de réduire les inégalités entre régions. Cette approche impliquera à la fois :

- de nouveaux aménagements, la croissance des prélèvements et l'expansion des transferts ;
- l'amplification de la remobilisation des retours d'eau (« ressources secondaires ») ;
- le développement des productions d'eau non conventionnelles.

L'intensification de la mobilisation des ressources conventionnelles, renouvelables ou non, jugées exploitables (évaluées surtout suivant des critères technico-économiques – coûts internes–) contribuera pour l'essentiel à l'augmentation des offres, partout où de telles ressources seront encore disponibles, c'est à dire dans les pays des trois premiers groupes distingués plus haut (2) où les ressources renouvelables resteront excédentaires (en moyenne et globalement) par rapport aux demandes et où les critères d'exploitabilité seront parfois révisés dans un sens moins restrictif. Seront mises à contribution supplémentaire principalement les eaux de surface irrégulières par une « politique des barrages » poursuivie avec force, malgré des coûts directs (et externes) croissants, la raréfaction des sites de barrages encore disponibles (Cf. la tendance au ralentissement des aménagements manifeste dans la plupart des pays méditerranéens, illustrée Figure 3-20) et les problèmes que ces grands travaux soulèveront davantage que par le passé (Cf. Chapitres 3, 5.2.3) ; cf. Encadré 11-2).

Secondairement seront davantage sollicitées les eaux souterraines, en particulier là où celles-ci offrent la ressource la mieux adaptée au développement des irrigations auto-alimentées, y compris par exploitation « minière » d'aquifères non renouvelés dans certains pays : Libye principalement, Egypte, Tunisie et Algérie sahariennes (Cf. Encadré 11-3), ce qui impliquera le maintien, sinon la progression, des productions d'eau non durables.

Ce renforcement des infrastructures hydrauliques sera souvent associé au développement des équipements de transferts (Tableau 11-5) visant à corriger les déséquilibres géographiques de répartition des ressources, au nom de la solidarité dans les cadres nationaux (ce qui fut déjà inauguré au XX<sup>ème</sup> siècle), voire à instaurer des échanges d'eau entre pays, par exemple entre France et Espagne, Albanie et Italie... (Cf. Chapitre 3, Figure 3-23, et Tableau 11-5).

- L'offre de « ressources secondaires » constituées par les retours d'eau remobilisables, notamment d'eaux de drainage, sera accrue dans certains pays, comme en Egypte où leur utilisation, compétitive avec les efforts pour améliorer l'efficacité des irrigations, est appelée à augmenter largement, ainsi qu'en Syrie.
- Le développement des productions d'eau non conventionnelles rendues plus compétitives en fonction de la raréfaction des disponibilités conventionnelles (voire de l'enchérissement des coûts de leur mobilisation ultime) : dessalement d'eau de mer et d'eau saumâtre ; régénération d'eau usée suivant des normes voulues, offerte à la réutilisation (Tableau 11-6).

Ainsi en Israël la réutilisation des eaux usées urbaines en agriculture devrait s'élever à 640 hm<sup>3</sup>/an en 2020 (Water Commission 1998). La capacité de dessalement doit être portée à 375 hm<sup>3</sup>/an dès 2004 (Environnement Israël 2002).

A Gaza le dessalement (d'eau souterraine saumâtre et d'eau de mer), a débuté en 2001, avec des capacités de production de 6850 m<sup>3</sup>/j, et sera développé jusqu'à 150000

m<sup>3</sup>/j, en 2020 (55 hm<sup>3</sup>/an) concurremment avec la réutilisation d'eau usée et de retours d'eau d'irrigation, pour couvrir 60% de la demande domestique (K. Al Jamal, 2001).

A Chypre les quantités réutilisées pourraient tripler ou quadrupler d'ici 2010. A Malte tout supplément de demande sera nécessairement couvert par l'eau dessalée.

En Egypte la réutilisation directe des eaux de drainage pourrait doubler entre 1990 et 2025, et celle des eaux usées urbaines être multipliée par dix.

Ainsi la tendance naissante déconnectant une partie des utilisations d'eau du milieu naturel, donc séparant demandes et prélèvements, devrait progresser, mais surtout là où elle est déjà amorcée (Malte, Chypre, Israël, Tunisie...).

- L'utilisation directe d'eau saumâtre, dans l'industrie et en agriculture, sera aussi un appoint, comme en Israël où elle s'élèvera encore en 2010 à 140 hm<sup>3</sup>/an (au lieu de 166 en 1999).

**Encadré 11-2 Les grands travaux hydrauliques projetés : dominante des politiques de l'eau méditerranéennes**

- En Espagne le nouveau Plan hydrologique national adopté en 2002 programme 119 nouveaux barrages, stockant 2,5 km<sup>3</sup>, associés au projet de transfert d'eau des fleuves du Nord, principalement de l'Ebre (1 km<sup>3</sup>/an d'abord, 3,35 km<sup>3</sup>/an à long terme) vers les bassins méditerranéens côtiers, y compris les catalans
- En Grèce le projet d'aménagement du fleuve Acheloos pour transférer 1,1-1,3 km<sup>3</sup>/an en Thessalie, comprend 4 barrages
- En Turquie le « GAP » (SE Anatolia Project) dans les hauts-bassins de l'Euphrate et du Tigre, comportera en stade final 22 barrages stockant 60 km<sup>3</sup> (dont 48 par le barrage Atatürk déjà réalisé)
- A Chypre, 10 barrages de plus sont prévus (1999) pour stocker 85 hm<sup>3</sup> et régulariser 25 hm<sup>3</sup>/an
- En Syrie plusieurs barrages sont en construction ou en projet dans le bassin méditerranéen (Orontes, bassins côtiers) et le bassin des Steppes, dans les Plans directeurs
- En Egypte l'extension d'utilisation d'eau du Nil hors de son bassin, déjà amorcée par le canal de la Paix (vers le Sinaï Nord) et le canal de Touchka (vers Kharga et la « Nouvelle Vallée »), sera poursuivie et complétée par une exploitation plus ample de l'aquifère nubien (à ressources non renouvelables). Dans une perspective optimiste, ces projets tablent sur le gain de ressource qui résulterait des aménagements réducteurs de pertes dans le bassin du Nil au Soudan méridional (canal de Jonglei, déjà amorcé) : quote-part escomptée pour l'Egypte, environ 4 km<sup>3</sup>/an en première phase, 9 à 10 à plus long terme
- En Libye, le projet de transfert d'eau prélevée dans les aquifères sahariens (« GMR<sup>2</sup> ») déjà largement avancé, apportera 2,2 km<sup>3</sup>/an aux zones côtières en phase finale (2007)
- En Tunisie, il est prévu de parvenir en 2010 à la mobilisation totale des ressources en eau jugées exploitables (4,03 km<sup>3</sup>/an en moyenne) en mobilisant 0,835 km<sup>3</sup>/an de plus qu'en 1995, dont 0,67 km<sup>3</sup>/an d'eau de surface, en portant les capacités de stockage par barrages à 1,9 km<sup>3</sup> (1,48 en 2000), (Hamdane, 2002) ; cela requiert un investissement de 1,5 milliards de DT (1999).
- En Algérie, le Plan national de l'eau projette les accroissements suivants de mobilisation des eaux (en km<sup>3</sup>/an) :

	2000	2010	2020
Eaux de surface	1,26	2,82	3,12
Eaux souterraines	2,07	2,30	2,30
Total	3,33	5,12	5,42

Source : Bengueddach, MEAT, 1999.

50 barrages projetés créeront une capacité totale de 3 km<sup>3</sup> régularisant 1,85 km<sup>3</sup>/an (MEAT 1999), ils seront portés à 120 barrages à l'horizon 2025.

- Au Maroc, le plan d'équipement prévoit d'ici à 2020 la réalisation de 60 grands barrages régularisant 14 km<sup>3</sup>/an, plus une centaine de petits ou moyens barrages (2 à 3 par an), et de pousser l'exploitation d'eau souterraine à 3 km<sup>3</sup>/an (Jellali, FAO, 1996 ; Ministère des Travaux Publics, Marrakech 1997).

<sup>2</sup> Great Man Made River



**Encadré 11-3. L'exploitation des ressources en eau souterraine non renouvelables dans les pays méditerranéens du Sud.**

Ce sont essentiellement les grands réservoirs aquifères sédimentaires sahariens –Aquifère nubien, Système aquifère du Sahara septentrional – (cf. chap. 2, 4) qui font l'objet d'exploitation minière d'eau souterraine, principalement dans des pays familiarisés par ailleurs avec l'économie minière liée à l'exploitation des hydrocarbures (Algérie, Libye), qui en fournit les moyens.... Les productions d'eau présentes, qui totalisent de l'ordre de 6 km<sup>3</sup>/an, sont inégales et représentent des parts très différentes des quantités d'eau totale mobilisées suivant les pays, mais elles sont pour la plupart en croissance et leur développement est projeté dans tous les pays concernés (sauf en Tunisie) :

Pays	Production actuelle (~ 2000) km <sup>3</sup> /an	Proportion de la quantité totale d'eau mobilisée %	Développement des productions projeté km <sup>3</sup> /an
Egypte	~ 0,6	1,2*	2 à 3 en 2015 (Western Desert, New Valley)
Libye	3,01	68	~ 5 en 2010 ~ 7 en 2025 (O. Salem 1997)
Tunisie	0,46	16	Stabilisation : ~ 0,5 Hypothèse du projet SASS 2003 jusqu'en 2050
Algérie	1,68	35	+2 à +3,2 km <sup>3</sup> /an en 2050 Σ : 3,6 à 4,9 km <sup>3</sup> /an Hypothèses du projet, SASS 2003

\*rapporté aux prélèvements primaires seuls

**Tableau 11-5. Principaux projets de transfert d'eau entre régions ou bassins dans le bassin méditerranéen**

Pays	Source	Récepteur	Projet, équipement, distance	Débit moyen km <sup>3</sup> /an	Objectif
Espagne	Ebre	Bassins côtiers méditerranéens	PHN 2000 Canaux, 900 km~	1, puis à 3,35	Irrigation Alimentation Barcelone
Espagne / France	Rhône	Catalogne	Aqueduc, 307 km	2012: 0;2 2025: 0,3 à 0,45	Alimentation Barcelone
Albanie / Italie	Sources en Albanie	Apulie (Puglia)	Aqueduc sous marin 85 km	0,13	Irrigation Alimentation Bari
Grèce	Acheloos	Thessalie, Pinos	Canal, tunnels	1,1 à 1,3	Irrigation 300 000 ha Alimentation Larissa, etc.
	Aliakmon	Thessalonique	Adduction 2005-2007	0,022	Alimentation Thessalonique
Egypte	Nil	Sinaï, zone côtière	Canal As-Salam 155 km	4	Irrigation 4000 000 Feddans
	Nil (Lac Nasser)	Oasis Kharga	Canal de Touchka (entrepris)	5	Irrigation 500 000 Feddans
Libye	Aquifères sahariens	Jeffara, zone côtière, Syrte et Cyrénaïque	Achèvement du projet "GMR" total 4000 km de canalisation (2007)	2,2 en final	Irrigation Alimentation urbaine
Algérie	Cheliff	Oranie	Aqueduc	0,25	Alimentation Oran
	Agrioun et Djendjene	Wilaya Sétif	Projet Sétif-Hodna 2002 canalisations (22+57 km) tunnel + pompage	0,12-0,20	Alimentation urbaine et irrigation

**Tableau 11-6. Quelques projections nationales d'approvisionnement en eau par des sources non conventionnelles**

Pays	Horizon	Réutilisation d'eau usée km <sup>3</sup> /an	Utilisation d'eau de drainage km <sup>3</sup> /an	Dessalement km <sup>3</sup> /an	Référence
Espagne	2012	0,23		0,11	P.N.H. 1993
Malte	2020			0,02	W.S.C.
Chypre	2010	0,03-0,04		Extension projetée (0,02 en 2001)	Séminaire, CCE Alger 1990 Ministère de l'Agriculture 1998
	2010	0,021			
	2020	0,025			
Syrie	2010-2030	Extension projetée	1 à 2	Développement projeté	Jamaledin 1996
	2010	0,42		0,15	Schwarz 1992
Israël	2010	0,47		0,43	Water Commission
	2020	0,58			Water Commission
	2025	0,65			Schwarz 1992
	2040	1,65			Schwarz 1992
Gaza	2010			0,10	K. Al Jamal (Palestinian Water Authority) "Watermark" 2001
	2020			0,15	
Egypte	2025	1,5 à 2,5	jusqu'à 8		Abu-Zeid 1991
Libye	2025	0,1		0,1	Salem 1992
Tunisie	2006	~ 0,07			Etat Environnement, 2000
	2030			0,05	SONEDE
Algérie	2005			0,1 (Alger, Oran)	Kettab 2003

Ainsi, dans les pays du 4<sup>e</sup> groupe identifié plus haut (2), à demandes globalement en excédent sur les ressources conventionnelles renouvelables exploitables –et même naturelles– moyennes, les solutions d'appoint (voire principales) prioritaires pour assurer complètement la couverture des demandes, seront très diverses, appropriées aux situations et conditions particulières de chaque pays et le plus souvent identiques à celles déjà engagées à présent et amplifiées : recours accrus aux ressources non renouvelables (Libye, accessoirement Egypte, Tunisie, Algérie), aux ressources secondaires (Egypte, Israël, sans doute Syrie, Tunisie), aux importations (transferts inter-régionaux ou internationaux : Espagne, Israël), aux ressources non conventionnelles (dessalement : Malte, Chypre, localement Espagne, Israël).

Cette diversification apparente des sources d'approvisionnement offertes ne doit cependant pas être trompeuse. Dans l'ensemble des pays méditerranéens, les prélèvements sur les ressources conventionnelles primaires, superficielles ou souterraines, renouvelables ou non, devraient demeurer longtemps de beaucoup la principale, voire l'unique source d'approvisionnement, chiffrable suivant les projections tendanciennes en 2025, en proportion des demandes totales satisfaites, à :

- 100 % ou presque, dans la plupart des pays du Nord, ainsi qu'en Turquie et au Liban ;
- près de 100 % en Algérie et au Maroc ;
- 97,7 % en Espagne (96 % dans le bassin méditerranéen) ;
- 97 % en Libye
- 94 % en Tunisie
- 90 % en Syrie
- 87 % à Chypre
- 74 % dans les territoires palestiniens
- 69 % en Israël

- 65 % en Egypte
- 33 % à Malte

Globalement, en 2025, les demandes satisfaites par des ressources secondaires ou non conventionnelles pourraient s'élever au mieux à environ 25 km<sup>3</sup>/an (dont la plus grande partie en Egypte), soit à 7 à 8 % des demandes en eau totales de la région méditerranéenne, et à moins de 1 % hors Egypte et Syrie.

La prééminence en perspective de l'approche par l'offre devrait toutefois s'appliquer surtout aux secteurs des collectivités (production d'eau potable) et des industries – notamment lorsque celles-ci s'auto-provisionnent.

Par contre, pour l'irrigation, la tendance serait plutôt à l'allocation des reliquats de ressources laissés disponibles par les prélèvements (moindres, mais prioritaires) des autres secteurs : à l'agriculture de s'y adapter... ; et aussi, dans les cas de raréfaction extrême, de substituer l'eau usée urbaine réutilisable à la ressource primaire, comme en Israël.

Si l'intensification de la maîtrise des ressources en eau irrégulières, et plus localement de l'exploitation des eaux souterraines, a d'abord pour but de répondre à des demandes croissantes dans les pays du Sud et de l'Est, elle sera davantage motivée au Nord, où ces croissances seront faibles ou nulles en moyenne, par la volonté de mieux corriger les variabilités d'apport (par plus de stockage inter-annuel), pour pallier les risques de pénurie conjoncturelle, et d'atténuer les disparités régionales (par les transferts).

Ces tendances auront d'évidentes conséquences économiques, examinées plus loin (7).

#### 4. CONSOMMATIONS DÉDUITES, EN QUANTITÉ

Comme il a été indiqué au Chapitre 3, les *consommations* d'eau sont à considérer à la fois par rapport aux quantités prélevées et utilisées (consommations nettes = eaux non rejetées après usages) et par rapport aux ressources exploitées (consommations finales = eaux non retournées au milieu). Elles forment donc le terme des bilans d'utilisation dont l'estimation est indispensable pour évaluer les impacts quantitatifs qui seront examinés plus loin (5). Dans les cadres nationaux ou régionaux de nos analyses, ce sont bien les consommations finales, plus que les prélèvements, qu'il importera en effet de comparer aux ressources naturelles et renouvelables, mais seulement alors les consommations des eaux prélevées sur ces ressources renouvelables (bien distinguées dans le Tableau 11-2, pour les pays où l'exploitation « minière » de ressources non renouvelables est une source d'approvisionnement notable, voire majeure ; dans ce cas la consommation finale est égale aux prélèvements, mais ne peut entrer en ligne de compte pour la comparaison aux ressources renouvelables).

Les futures consommations nettes et finales dépendront à la fois des quantités d'eau utilisées réelles (prélèvements projetés précédemment, moins les pertes d'adduction ou de distribution, appréciables pour les secteurs collectivités et agriculture<sup>3</sup>), mais qui sont rarement l'objet de projections explicites dans les plans nationaux consultés, de même que les quantités consommées elles-mêmes.

La projection des consommations nettes et finales implique donc des hypothèses sur l'évolution future des coefficients, spécifiques à chaque secteur d'utilisation et propres à chaque pays, servant à les calculer :

- taux de pertes, pour estimer les approvisionnements réels à partir des prélèvements, qui pourraient diminuer un peu par rapport aux actuels ;

<sup>3</sup> Les pertes d'eau issue de production non conventionnelle ou d'exploitation de ressource non renouvelable entrent ici en ligne de compte, car elles retournent bien au milieu à ressource renouvelable et participent à la déduction des prélèvements ; c'est aussi le cas de la recharge artificielle, par exemple en Israël.

- taux de rejets après usage, qui pourraient aussi être réduits, notamment par progrès d'efficacité (irrigation, particulièrement) et par l'expansion de la réutilisation ;
- part des rejets non retournés aux eaux douces continentales, pour estimer leur contribution aux consommations finales.

Les grandeurs actuelles de ces coefficients, surtout en moyenne à l'échelle globale des pays ou des bassins étant déjà sujettes à des hypothèses plausibles, plus qu'à des estimations assez fiables (Cf. Chapitre 3), leurs projections ne peuvent être qu'approximatives et on peut seulement augurer quelques tendances de leur évolution et de leur état futur en 2025.

Quatre facteurs pourront concourir à augmenter les taux de consommation des quantités d'eau utilisées :

- les progrès d'efficacité d'irrigation liés surtout au développement de l'arrosage par aspersion et micro irrigation (mais ces progrès devraient déterminer aussi une réduction des demandes à l'hectare...) ;
- les avancées du recyclage industriel et des systèmes de refroidissement en circuit fermé (centrales thermiques, au Nord), qui auront aussi pour effet de réduire les demandes ;
- le développement de la réutilisation d'eaux usées qui augmentera la part consommée de la quantité d'eau primaire fournie à la filière ;
- la littoralisation croissante des populations urbaines et d'activités industrielles, qui tendra à augmenter la part des eaux usées rejetée en mer, en amplifiant donc la consommation finale.

La croissance des taux de consommation nette n'entraînera pas d'autant, il est vrai, celle des quantités consommées, lorsqu'elle induira une réduction des demandes d'approvisionnement auxquelles ces taux s'appliquent. Cependant, à l'expérience – notamment dans le secteur de l'irrigation – les progrès d'efficacité tendent plutôt à permettre des gains de production qu'à faire baisser les quantités d'eau utilisée...

Dans la perspective tendancielle considérée, ces différents coefficients ne peuvent être tenus pour immuables, toutefois il est vraisemblable que leurs moyennes nationales ou régionales ne pourront évoluer que lentement et qu'aux horizons visés ils changeront sans doute moins que les prélèvements et les quantités utilisées ; les consommations finales devraient donc évoluer dans le même sens que les prélèvements et avec peu de divergence, du moins à l'Est et au Sud.

L'application d'une grille de valeurs de ces coefficients (taux de pertes, taux de rejets totaux et de rejets hors des eaux douces continentales) estimées plausibles en 2025, pour chaque pays, ainsi que pour leurs bassins méditerranéens aboutit aux estimations synthétisées par secteur et par sous-région au Tableau 11-7.

Globalement les consommations nettes projetées en 2025 sur cette base devraient s'élever à 150 km<sup>3</sup>/an pour l'ensemble des pays (+ 30 % par rapport à l'état actuel) et à 104 km<sup>3</sup>/an pour le bassin méditerranéen (+30 %).

S'y ajoutera la consommation des eaux extraites des ressources non renouvelables – pour l'irrigation essentiellement – dans plusieurs pays du Sud : de l'ordre de 6 km<sup>3</sup> par an, si les exploitations actuelles se maintiennent.

La comparaison entre les secteurs rend évidente la très forte prédominance de l'irrigation (95 %, dans la région et dans le bassin, à peu près comme actuellement) et un léger accroissement de la part des collectivités, face à un tassement de la part de l'énergie imputable aux progrès d'efficacité escomptés dans ce secteur

Aux consommations propres à chaque secteur d'utilisation seraient à ajouter celles déterminées par l'évaporation des réservoirs, non comptabilisées dans les estimations

précédentes – elles ne l'étaient pas non plus dans les chiffrages des consommations présentes (Cf. Chapitre 3) : elles pourraient approcher actuellement dans le bassin méditerranéen une quinzaine de km<sup>3</sup>/an (dont 10 par le seul réservoir d'Assouan). L'extension projetée des barrages – réservoirs dans nombre de pays méditerranéens – et aussi des canaux de transport (cf. supra. 2) devrait augmenter sensiblement ces pertes par évaporation, même si leur chiffrage est difficile à priori.

La comparaison entre les sous-régions laisse augurer, comme aujourd'hui, une prédominance du Sud (43 % pour toute la région, 58 % dans le bassin méditerranéen) ; alors que la part du Nord diminuerait un peu dans le bassin méditerranéen –passant de 32 à 29 %), comme dans la région (27 % en 2025).

C'est à l'Est que les consommations croîtraient le plus (de 24 % à présent à 30 % en 2025, dans la région, mais seulement de 11 % à 13 % dans le bassin méditerranéen : effet, encore, du développement des irrigations hors du bassin, en Syrie et Turquie.

Dans le bassin méditerranéen c'est toujours l'irrigation dans le Sud qui serait le facteur majeur de consommation nette totale : près de 56 % en 2025, un peu plus qu'à présent. Toutefois les incertitudes sur les estimations actuelles et futures de la consommation par l'irrigation en Egypte, de beaucoup la principale partie prenante, affectent inévitablement ces calculs (les sources égyptiennes les plus récentes (Amer 1999, retenues par l'ICID 2000) chiffrent à 40,8 km<sup>3</sup>/an la consommation actuelle par l'agriculture irriguée, ce qui correspondrait à un taux moyen de 67 % assez bas, à laquelle s'ajouteraient 3 km<sup>3</sup>/an de pertes par évaporation des canaux<sup>4</sup> ; aucune projection de ces consommations n'est proposée. A terme on peut toutefois prévoir que la consommation des ressources renouvelables de l'Egypte serait quasi totale, la réutilisation des eaux usées et de drainage aidant. Ce sera aussi le cas de la Libye et d'Israël.

---

<sup>4</sup> Sans compter celle du réservoir d'Assouan

**Tableau II-7. Résumés des projections tendanciennes des consommations nettes\* estimées en 2025 (chiffres arrondis en km<sup>3</sup>/an)**

Pays entiers	Rappel d'état présent (~ 1995-2000)	Projections 2025	
		km <sup>3</sup> /an	%
<b>Secteurs</b>			
Collectivités	4,3	5,5	3,7
Agriculture	108	142,0	94,7
Industries non desservies	1,7	2,0	1,3
Energie	0,7	0,5	0,3
<b>Sous-région</b>			
Nord	35,4	41	27,3
Est	27,6	45	30
Sud	51,5	64	42,7
<b>Total arrondi</b>	<b>115</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

Bassin méditerranéen	Rappel d'état présent (~ 1995-2000)	Projections 2025	
		km <sup>3</sup> /an	%
<b>Secteurs</b>			
Collectivités	3,7	3,7	3,5
Agriculture	75,8	98,7	95
Industries non desservies	1,0	1,3	1,2
Energie	0,3	0,3	0,3
<b>Sous-région</b>			
Nord	25,7	30,3	29,1
Est	8,7	13,4	12,9
Sud	45,6	60,3	58
<b>Total arrondi</b>	<b>80</b>	<b>104</b>	<b>100</b>

\*Evaporation des réservoirs non comprise.

Enfin, les consommations finales projetées peuvent être estimées comme suit, en sommant par sous-région, les calculs opérés par pays (chiffres arrondis en km<sup>3</sup>/an) :

	Horizons	Sous région			Total
		Nord	Est	Sud	
Pays entiers	Présent	43	21	65	129
	2025	52,5	51,5	78	182
Bassin méditerranéen	Présent	36	10	59	105
	2025	40	15	70	125

Les consommations finales pourraient ainsi s'élever à plus de 180 km<sup>3</sup>/an en 2025 dans l'ensemble de la région (20 % de plus que les consommations nettes, et 41 % de plus qu'actuellement), et à 125 km<sup>3</sup>/an dans le bassin méditerranéen (19 % de plus que les consommations nettes, et 19 % de plus qu'aujourd'hui), plus au moins 15 km<sup>3</sup>/an en comptant l'évaporation des réservoirs.

C'est toujours au Sud que les consommations finales resteraient les plus fortes, toutefois leur part du total méditerranéen diminuerait un peu à l'avenir : 43 % en 2025 au lieu de 50 % actuellement, du fait de la progression plus forte à l'Est, dans la région mais non dans le bassin.

La croissance modérée supputée au Sud, pour l'ensemble de la région, comme dans le bassin, pourrait traduire la compensation de la croissance des consommations nettes par une réduction massive des rejets en mer : ceux du drainage en Egypte essentiellement.

## 5. PRESSIONS FUTURES SUR LES RESSOURCES

### 5.1. Pressions quantitatives

Comme les mesures des pressions actuelles analysées au chap. 5, celles des pressions futures, d'abord en quantité, peut reposer sur les projections des indicateurs classiques, indices d'exploitation et de consommation finales, bien que leur signification soit atténuée à l'échelle toujours trop globale des pays ou des bassins méditerranéens de chaque pays.

Les indices d'exploitation doivent bien se baser cette fois sur les prélèvements et non sur les demandes, dans les pays où celles-ci ne seront couvertes qu'en partie par les prélèvements (Cf. Tableau 11-2 et Tableau 11-3). En outre dans les pays où l'exploitation de ressources non renouvelables est et sera encore pratiquée (Libye surtout, accessoirement Algérie, Tunisie, Egypte) seuls les prélèvements sur les ressources renouvelables sont à prendre en compte pour calculer l'indice d'exploitation, de même que les consommations des eaux prélevées pour estimer l'indice de consommation rapporté à ces ressources.

Les indices de consommation basés sur les consommations finales projetées plus haut (4) sont naturellement les plus significatifs à l'échelle globale considérée car la pression qu'il révèlent, indépendante des retours d'eau, est bien absolue.

Ces deux indices ont été calculés par rapport aux ressources renouvelables naturelles et aux ressources exploitables évaluées actuellement (Cf. Chapitre 2), sans tenir compte d'éventuelles révisions des critères de ces évaluations (possibles mais jamais mentionnées dans les plans nationaux...). Leurs projections par pays, et par bassin méditerranéen de chaque pays, sont présentées aux Tableau 11-8 et Tableau 11-9, directement pour l'horizon 2025, et mises en regard des valeurs estimées actuelles ; elles sont illustrées par les Figure 11-10 et Figure 11-11, reliées aux tendances antérieures (Cf. Figure 5-4 du Chapitre 5) et sont à comparer aux états présents de ces indicateurs rapportés aux ressources en eau naturelles et renouvelables moyennes (Cf. Figure 5-1 du Chapitre 5).

Naturellement des projections de ces indicateurs plus régionalisées, notamment par bassin, dans les pays les plus étendus, seraient plus significatives et mieux révélatrices de tensions comme cela fut possible pour l'analyse des états actuels (Cf. Chapitre 5, Figure 5-2). Le manque de projections des demandes et des prélèvements induits au niveau régional, avec assez de validité, ne le permet malheureusement pas.

Les indices moyens d'exploitation projetés en 2025, dans la perspective tendancielle présente, sont inégalement accrus par rapport aux actuels et aussi diversifiés. Rapportés aux ressources exploitables, ils seraient de l'ordre de :

- 30 % au plus dans la plupart des pays du Nord (moins de 10 % dans plusieurs pays balkaniques), ce qui laisse présumer des marges de disponibilité encore larges en moyenne, sans cependant exclure quelques risques de tension locale ou conjoncturelle ;
- plus de 50 %, signe de tension plus répandue et fréquente, et de nécessité de mobiliser des ressources plus difficilement exploitables, en Espagne, en Turquie et dans tous les pays du Sud ;
- près de 100 % ou au-delà dans le bassin méditerranéen d'Espagne, à Malte, dans les pays du Proche-Orient, en Egypte, Libye et Algérie ; un indice supérieur à 100 % révélerait surtout (dans l'hypothèse où les surexploitations de ressource renouvelable auraient pris fin, sans doute par nécessité, sous l'effet de l'épuisement ou de la détérioration de certaines ressources en eau souterraine, plus que par

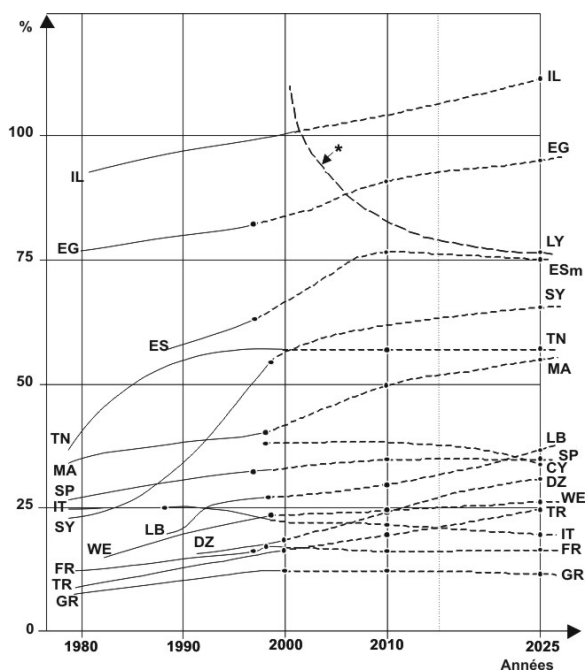
volonté...) une amplification de remobilisation des retours d'eau (ressources secondaires) : en Egypte, Israël, Syrie.

**Tableau 11-8. Indices d'exploitation et de consommation finale des ressources en eau renouvelables présents et projetés en 2025 dans les pays méditerranéens.**

Pays et territoires	Indices d'exploitation %				Indice de consommation finale %			
	Des ressources naturelles renouvelables		Des ressources exploitables		Des ressources naturelles renouvelables		Des ressources exploitables	
	Actuel	2025	Actuel	2025	Actuel	2025	Actuel	2025
Espagne	31,6	34	76	82	12	16	29	38
France	17	15,4	32	29	3,8	5	7,2	9,4
Italie	22	19	38	34	7,2	9	12,5	15
Malte	50	30	162	100	21	-	67	67
Slovénie	4	4,4	~ 8	9	0,12	0,2	0,3	0,7
Croatie	1,1	1,7	~ 2,5	4	0,5	0,3	1,2	1
Bosnie-Herzégovine	~ 2,7	3	~ 3,3	7,3	1,1	1	3	2,6
Serbie-Monténégro	6,2	5,7	~ 50	47	0,6	0,3	5	1,3
Macédoine	29	30,5	~ 60	65	12	13	~ 25	27
Albanie	3,4	7,2	10	20	1,6	3	4,5	10
Grèce	11,7	11,2	29	28	6,9	7	~ 17	18
Turquie	15,3	24	39	61	7,9	13,5	20	34
Chypre Σ	37,8	33	55	48	28	32	41	46
Syrie *	* 54,5	* 65	70	82	* 31	* 55	~ 40	70
Liban	27	36	74	100	16,9	22,5	47	62
Israël	107,0	111	109	113	94	95	98	97,5
Autorité Palestinienne								
Cisjordanie	22,7	73	25	77	9,3	~ 21	10	~ 25
Gaza	232	357	260	~ 400	96	~ 350	108	~ 400
Egypte *	* 83	* 94	96	110	* 93	* 94	110	100
Libye	200	75	233	~ 100	171	73	~ 200	100
Tunisie	51	56	65	71	30	27	38	34
Algérie	21,8	30	40	63	8,3	25	15	52
Maroc	39,4	54	57	78	23,3	35	34	51

\* indices rapportées aux ressources réelles : Egypte : 58,3 km3/an ; Syrie : 26,26 km3/an

**Figure 11-10. Projections tendancielles aux horizons 2010 et 2025 des indices d'exploitation des ressources naturelles renouvelables moyennes dans différents pays méditerranéens**



\*Hypothèse d'arrêt de la surexploitation en Libye (indice 165% en 2000)



**Tableau 11-9. Indices d'exploitation et de consommation finale des ressources en eau renouvelables présents et projetés en 2025 dans les bassins méditerranéens de chaque pays.**

Pays et territoires	Indices d'exploitation %				Indice de consommation finale %			
	Des ressources naturelles renouvelables		Des ressources exploitables		Des ressources naturelles renouvelables		Des ressources exploitables	
	Actuel	2025	Actuel	2025	Actuel	2025	Actuel	2025
Espagne	64	75	84	98	36,5	36	48	48
France	23	17,5	42	31,5	7,2	6,5	13	12
Italie	22	19	38,2	34	7,2	9	12,5	15
Malte	50	30	162	100	21	30	67	67
Slovénie	0,7	0,8	~ 1,5	~ 1,7	~ 0,07	0,15	0,15	0,2
Croatie	0,6	1,5	~ 2	~ 5	~ 0,2	~ 0,2	0,8	~ 1
Bosnie-Herzégovine	~ 0,7	~ 0,7	~ 1,4	~ 1,5	~ 0,3	~ 0,4	0,6	~ 0,7
Serbie-Monténégro	~ 5	~ 5	~ 10	~ 10	~ 1,7	~ 1,5	~ 3,5	~ 3
Macédoine	29	30,5	~ 60	65	~ 12	13	~ 25	27
Albanie	3,4	7,2	~ 10	20	~ 1,6	3	4,5	10
Grèce	11,7	11,2	~ 29	28	6,9	7	~ 17	18
Turquie	16	26,5	28	~ 46	8,6	14,5	~ 15	25,5
Chypre	37,8	33	55	48	28	32	41	46
Σ								
Syrie	42,6	65	96	95	27	32	40	45
Liban	27	37,5	~ 80	100	16,9	22,5	47	62
Israël	~ 112	~ 90	~ 120	~ 112	~ 106	~ 100	~ 110	~ 100
Cisjordanie	23	~ 70	25	~ 75	~ 9	~ 23	9,4	~ 26
Gaza	232	357	260	~ 400	96	~ 350	108	~ 400
Egypte	84	98	96	110	93,5	~ 100	110	~ 100
Libye	200	70	233	100	171	~ 100	200	~ 100
Tunisie	56,7	56	69	68	34,5	~ 30	42	~ 35
Algérie	24,2	~ 30	41	61	13,3	24	23	48
Maroc	38	54	56	79	23	36	34	53

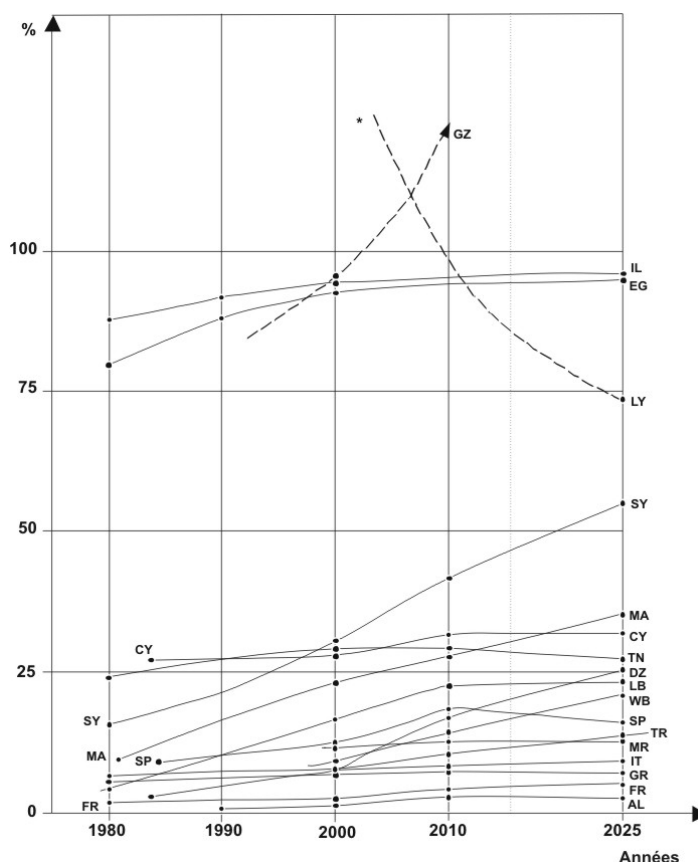
Ce classement grossier mais significatif s'accorde avec celui présumé précédemment (Chapitre 7) par les projections de l'indicateur « ressources par habitant ». Il est alors possible de projeter en 2025 le classement des pays méditerranéens suivant ces deux indicateurs corrélés, similaire à celui basé sur leurs états actuels (Cf. Figure 5-3 du Chapitre 5), en se limitant ici toutefois à la référence aux ressources en eau naturelles (moins significative mais plus homogène, donc plus comparable), et d'observer les évolutions des pays suivant cette grille (Figure 11-12). La relation entre les deux indicateurs se confirme et le classement des pays (étendu aux bassins méditerranéens de quelques-uns) évolue peu ou révèle le plafonnement imposé de l'exploitation des ressources renouvelables dans les situations de pénurie projetées.

Remarque : le territoire de Gaza sortirait de l'épure de ce graphique s'il était individualisé (ressources par habitant 22,5 m<sup>3</sup>/an, indice d'exploitation ~ 350 % ; mais il n'est pas vraisemblable qu'en 2025 toute la demande en eau de ce territoire soit couverte par l'exploitation de ses ressources conventionnelles, même au prix de surexploitation.

Quant aux indices de consommation finale, toujours rapportés aux ressources exploitables (suivant les critères présents), ils ne seront minimes (moins de 10 %) en 2025, qu'en quelques pays balkaniques et en France (en moyenne), et encore assez modérés (10 à 25 %), en Italie et en Grèce ; ils seront plus appréciables (25 à 50 %) en Espagne, Macédoine, Turquie, à Chypre, en Cisjordanie et en Tunisie, où des situations locales plus tendues sont probables ; ils seront élevés (plus de 50 %) en Syrie, au Liban,

en Algérie et au Maroc, et pourront approcher ou atteindre 100 % en Israël, Egypte et Libye, et dépasser largement ce taux à Gaza ; la totalité des ressources renouvelables exploitables sera ainsi consommée dans ces derniers pays.

**Figure 11-11. Projections tendancielles aux horizons 2010 et 2025 des indices de consommation finale des ressources naturelles renouvelables moyennes dans différents pays méditerranéens**



\*La décroissance de l'indice en Libye traduit l'hypothèse de l'arrêt de la surexploitation en Jeffara après 2010, associé aux transferts du GMR.

Naturellement ces indices ont une double signification, puisqu'ils donnent à la fois la mesure :

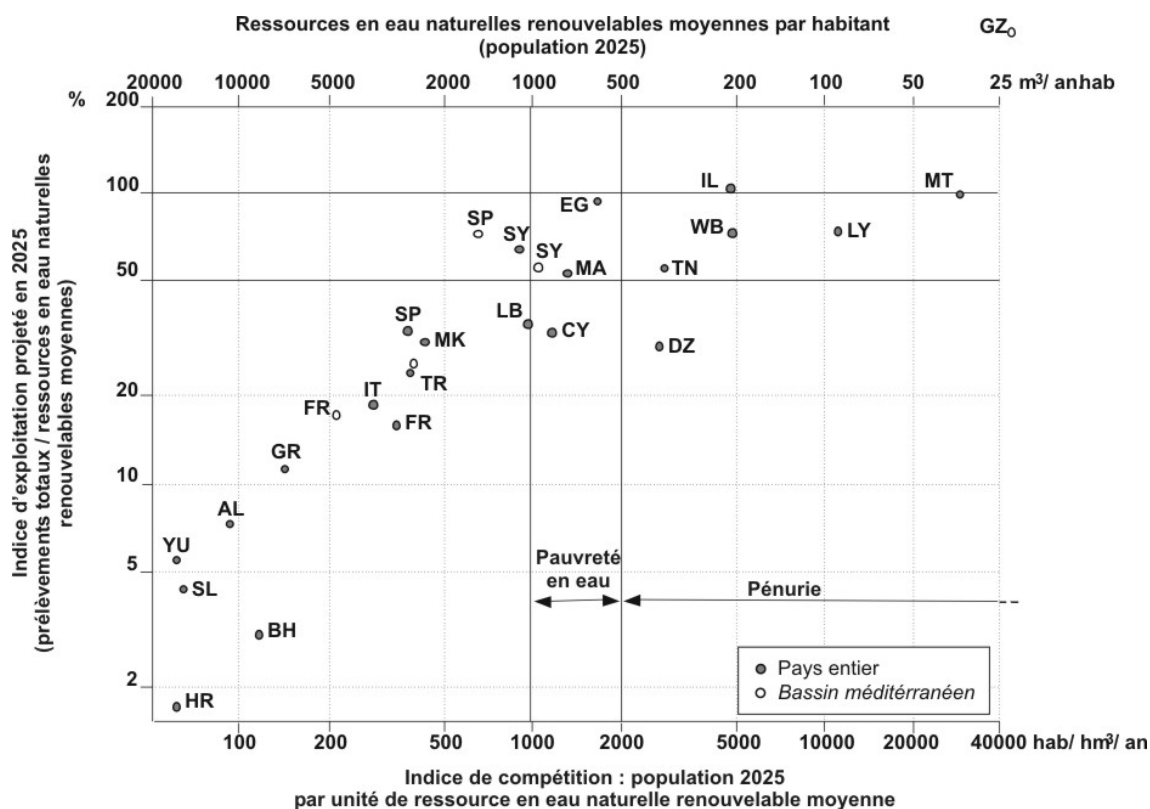
- du degré de difficulté à laquelle les opérations d'approvisionnement en eau doivent faire face : plus l'indice d'exploitation est élevé, plus cela implique la maîtrise et la mobilisation de ressources irrégulières ou difficilement accessibles, ainsi que la présomption que les retours d'eau composent une part notable des disponibilités restantes (altérant les qualités de celles-ci) ; plus l'indice de consommation finale est élevé, plus cela révèle la raréfaction de ces disponibilités et la présomption du recours à des sources d'approvisionnement non conventionnelles ;
- des impacts des aménagements et des utilisations d'eau sur le milieu naturel : régime des eaux, santé et intégrité des écosystèmes aquatiques, examinés plus loin (6)

Il est classique de considérer les correspondances suivantes :

Indices rapportés aux ressources renouvelables exploitables moyennes		Pression sur les ressources
Indice d'exploitation	Indice de consommation finale	
> 50 %	> 25 à 30 %	Tension pénuries locales et conjoncturelles
Approchant ou > 100 %	Approchant ou > 50 %	Pénurie structurelle, raréfaction des disponibilités

En résumé, en 2025, dans la perspective tendancielle envisagée, la géographie des pressions sur les ressources ne sera pas foncièrement différente de la présente ; elle amplifiera seulement les contrastes entre le Nord et le Sud-Est, déjà éclairés par la carte des ratios demandes/ressources exploitables (Figure 11-8), en aggravant les situations dans la plupart des pays du Sud et du Proche-Orient, dont le classement suivant les critères précédents évoluera comme suit (les pays déclassés en 2025 sont soulignés) :

**Figure 11-12. Classement des pays méditerranéens suivant les indicateurs de pauvreté et de pénurie d'eau (indice d'exploitation et ressources en eau par habitant) projetés en 2025 (scénario tendanciel modéré). A comparer à la Figure 5-3**



Pression	Situation actuelle	Projection tendancielle 2025
Fortes (Tensions)	Algérie	Chypre
	Chypre	<u>Cisjordanie</u>
	Espagne	Espagne
	Liban	Macédoine
	Macédoine	Maroc
	Maroc	Tunisie
	Tunisie	<u>Turquie</u>
Très forte (Pénurie)	Egypte	<u>Algérie</u>
	Israël	Egypte
	Gaza	<u>Espagne méditerranéenne</u>
	Libye	Gaza
	Malte	Israël
	Syrie	<u>Liban</u>
		Libye
		Malte
	Syrie	

Quelles disponibilités en eau douce (c'est à dire ressources renouvelables primaires ou secondaires encore exploitables) subsisteront en moyenne en 2025, dans la perspective tendancielle ?

En quantité moyenne par pays, elles peuvent être calculées théoriquement en déduisant les consommations finales projetées des ressources exploitables, comme cela fut fait pour l'analyse des situations présentes (Tableau 11-10, à comparer au Tableau 5-4 du Chapitre 5).

**Tableau 11-10. Disponibilités moyennes théoriques  
(ressources renouvelables exploitables–consommations finales\*) projetées en 2025, en km<sup>3</sup>/an**

Nord		Est		Sud	
Espagne	29	Turquie	60	Egypte	0
bassin méd.	11	bassin méd.	30	Libye	0
France	90	Chypre	0,3	Tunisie	2,4
bassin méd.	35	Syrie	6,1	Algérie	3,8
Italie	106	bassin méd.	~ 2	bassin méd.	3,5
Malte	0,01	Liban	0,7	Maroc	10,5
Slovénie	~ 9	Israël	0	bassin méd.	1,6
Croatie	~ 20	Autorité palestinienne	0,4		
Bosnie Herzégovine	~ 14				
Serbie-Monténégro	~ 49				
Macédoine	~ 2				
Albanie	12				
Grèce	24				
Total	355	Total	67,5	Total	16,7
Total actuel	347	Total actuel	87	Total actuel	22

\*Correspondant aux utilisations de ces ressources.

Les disponibilités projetées resteront au Nord très proches des actuelles et seraient même parfois un peu supérieures ; elles diminueront par contre naturellement en fonction de la croissance des consommations finales au Sud et à l'Est, surtout au Sud où elles sont dès à présent déjà les plus faibles –voire nulles– et où elles chuteront globalement de près d'un quart.

Il va sans dire que ces diminutions de disponibilités moyennes accentueront les risques de pénurie conjoncturelle en année sèche.

## 5. 2. Pressions qualitatives

La part croissante des demandes les plus exigeantes en qualité –l'alimentation en eau potable des collectivités– tendra sans doute à amplifier les pressions sur les ressources de meilleure qualité et les mieux protégées, les plus facilement potabilisables.

Plus généralement, les pressions qualitatives sur les ressources évolueront en fonction de la croissance des utilisations d'eau et des retours qui les accompagnent, ainsi que des efforts réalisés pour neutraliser les effets de ceux-ci (épuration), mais aussi en fonction de l'évolution des impacts de diverses activités (industrielles, agricoles...) sur l'état des ressources, indépendamment de l'utilisation des eaux.

Les pressions sur les ressources étant ici inséparables des impacts sur les eaux de la nature et l'environnement, leur évolution tendancielle sera examinée plus loin dans cette vision plus large (6).

Naturellement les ressources les plus rares et les plus exploitées seront aussi les plus menacées d'appauvrissement en qualité, ce qui affectera principalement les pays du Sud et de l'Est.

Un indicateur grossier de la dévalorisation des ressources en qualité est la proportion moyenne des disponibilités (ressources non consommées cf. supra) qui serait théoriquement composée de retours d'eau usée urbaine ou industrielle, d'après les rejets calculés, ou « indice d'usure ».

Suivant les projections tendanciennes précédentes, les rejets d'eau usée urbaine ou industrielle des pays méditerranéens pourront s'élever en 2025 à environ 67 km<sup>3</sup>/an (contre environ 51 actuellement), répartis comme suit :

	Présent	2025
Nord	31 km <sup>3</sup> /an	30 km <sup>3</sup> /an (45%)
Sud	8 km <sup>3</sup> /an	22,5 km <sup>3</sup> /an (33,5%)
Est	12 km <sup>3</sup> /an	14,5 km <sup>3</sup> /an (21,5%)

Par rapport à l'état actuel, ces rejets resteront à peu près stables au Nord, mais doubleront presque au Sud et à l'Est.

Compte tenu des parts variées, suivant les pays, de ces rejets retournés aux eaux continentales, ils peuvent être comparés aux disponibilités calculées précédemment (Tableau 11-11). Ces indices d'usure moyens théoriques sont à l'évidence beaucoup trop globaux pour être bien significatifs : ils laissent cependant présumer des proportions d'eau usée – inégalement épurée – non négligeables dans les disponibilités résiduelles de quelques pays, en moyenne donc certainement plus fortes localement (cours d'eau transformés en égout comme il en existe déjà...).

Le cas des pays où les disponibilités actuelles en ressources primaires renouvelables sont déjà nulles est évidemment particulier, comme en Egypte où les ressources secondaires apportées par les retours d'eau de drainage permettent seules l'équilibre offre/demandes et seront seules croissantes.

**Tableau 11-11 Rejets d'eau usées, urbains et industriels, projetés en 2025 et indices d'usure des disponibilités déduits.**

Pays et territoires	Rejets urbains et industriels calculés km <sup>3</sup> /an	Retours d'eau aux eaux douces continentales issus de ces rejets km <sup>3</sup> /an	Indice d'usure des disponibilités moyen déduit %
Espagne	6,16	3,8	13
France	7,6	5,2	5,8
Italie	8,3	4,3	4
Malte	0,025	0	~ 0
Slovénie	0,27	0,27	3
Croatie	0,86	0,76	4
Bosnie-Herzégovine	0,34	0,34	2,4
Serbie-Monténégro	4,23	4,13	8,4
Macédoine	0,43	0,43	21
Albanie	0,65	0,55	4,6
Grèce	0,79	0,3	1,2
Turquie	10,8	7,3	12
Chypre	0,2	0,16	53
Syrie	1,67	0,67	20
Liban	0,47	0,22	31
Israël	1,06	~ 1	~ 100
Cisjordanie & Gaza	0,33	0,3	75
Egypte	16,6	~ 15	> 100
Libye	1,27	0,1	> 100
Tunisie	0,5	0,2	10
Algérie	2,6	0,8	23
Maroc	1,6	~ 0,8	~ 8

## 6. IMPACTS SUR LES EAUX DU MILIEU NATUREL ET L'ENVIRONNEMENT MÉDITERRANÉEN

Comme lors de l'évaluation des états présents (chap. 5), aux impacts des utilisations d'eau, avant comme après usages, s'ajouteront ici ceux d'autres activités influençant le régime ou les qualités des eaux.

Comment pourraient évoluer ces impacts dans la perspective tendancielle envisagée ?

Outre l'évolution des activités génératrices, notamment des consommations d'eau finales et des rejets projetés plus haut (5), c'est celle des efforts visant à neutraliser ou modérer ces impacts et de leur efficacité qui sera déterminante.

Or, dans cette perspective tendancielle, la progression de ces efforts sera généralement lente ; ils s'attacheront plus à la correction des effets qu'à la prévention des facteurs au Nord et resteront médiocres au Sud ou au Proche-Orient.

### • Impacts de l'utilisation des eaux

Les pressions sur les ressources indiquées précédemment (5) s'accompagneront naturellement d'impacts sur les eaux du milieu naturel :

Indicateurs de pression sur les ressources naturelles renouvelables			Impacts sur l'eau du milieu naturel
Indice d'exploitation	Indice de consommation finale	Indice d'usure	
> 50%	30 à 50 %	> 10%	Perturbations locales du régime, baisses d'étéage. Pollutions localisées et diffuses inégalement maîtrisées. Contractions de zones humides.
Approchant ou égale ou supérieur à 100%	> 50%	> 30%	Artificialisation étendue. Tarisement de cours d'eau et de sources. Pollutions aggravées et extensives. Disparition de zones humides

En particulier les régions dépourvues de cours d'eau permanents continus – qui bordent déjà au Sud la Méditerranée de la Medjerda en Tunisie jusqu'au Nil – pourraient s'étendre davantage au Maghreb et en Espagne méridionale. L'alimentation de certaines nappes souterraines tributaires des crues superficielles sera souvent affaiblie par la régularisation amplifiée de celles-ci.

Les milieux aquatiques subsistant dépériront souvent sous les effets des apports accrus d'eau usée inégalement épurée (cf. « indices d'usure » croissants) et des pollutions diffuses des nappes souterraines qui les soutiennent.

- **Impacts d'autres activités**

La production et la gestion des déchets urbains, industriels ou agricoles, les usages de fertilisants et de pesticides en agriculture, la sécurité du stockage, du transport et d'usage de matières dangereuses ou nocives pour l'environnement, resteront ici les principaux facteurs potentiels menaçant les qualités des eaux, sans évolution très sensible présumée.

Un contraste entre le Nord et le Sud plus le Proche-Orient sera maintenu :

- Tendence globale à l'amélioration lente au Nord, où la lutte contre les pollutions des eaux (mais moins contre les perturbations de leur régime) restera un objectif prioritaire, encore qu'atteint avec d'inégales efficacités, ce qui n'exclura pas une grande variété de situations locales (et d'arbitrages...). Les pollutions localisées, mieux contrôlées, pourraient se résorber et se raréfier, mais les pollutions extensives, notamment imputables à l'agriculture (celles des eaux souterraines surtout) risquent de s'étendre et de s'aggraver
- Aggravation fréquente ou au mieux états stationnaires au Sud et à l'Est, où les progrès de l'assainissement et de l'épuration resteront lents et loin de suivre la croissance des productions d'eau usée, où l'artificialisation et les pollutions seront généralement croissantes.

Les efforts de protection des qualités des eaux resteront assez généralement sélectifs, visant surtout à préserver les ressources utilisées, notamment pour la production d'eau potable, plus qu'à conserver les milieux naturels.

La protection des écosystèmes aquatiques et des zones humides progressera peu et sera plus l'objet d'initiatives locales et privées que d'une politique générale. Elle sera rarement prioritaire en cas de conflit.

Les états futurs possibles du milieu ne peuvent cependant se décrire par des indicateurs moyens et globaux significatifs, à part ceux de pression quantitative déjà mentionnés. Mais la géographie présumée des dégradations et pollutions vers 2025 ne devrait pas se différencier beaucoup de la présente.

## **7. CONSÉQUENCES SOCIO-ECONOMIQUES**

- **Des coûts croissants**

La primauté donnée au développement des offres (supra 3), jointe à l'accroissement des pressions sur les ressources et à la raréfaction des disponibilités dans plusieurs pays du Sud et de l'Est (supra 5) auront pour conséquence assez généralement une croissance des coûts d'aménagement et de mobilisation, du fait notamment des rendements décroissants de beaucoup de renforcements d'équipements : les aménagements encore faisables seront de plus en plus coûteux, de même que les exploitations d'eaux souterraines plus profondes. En Tunisie, par exemple, selon A. Hamdane (2002), le coût moyen de mobilisation des ressources conventionnelles encore disponibles devrait passer de 0,10 à 0,23 DT par m<sup>3</sup>. Du fait aussi de grands programmes de transfert (supra 3). En Espagne, par exemple, le coût global du Plan Hidrológico Nacional »

2000-2008 adopté en 2002, est chiffré à 23 milliards d'euros, dont 13 pour les nouveaux barrages et les transferts. Du fait encore des investissements requis pour développer les ressources non conventionnelles. En Israël, notamment, le « Supply Development Plan » pour 2002-2010, prévoit les investissements suivants, en millions de US \$ :

Dessalement	1600
Assainissement et réutilisation des eaux usées	1000
Alimentation en eau	600
Réhabilitation et modernisation	800
Total	4000

*Ministry of National Infrastructures, Water Commission, 2002*

Le plan d'investissement 2000 – 2020 de la Palestinian Water Authority pour l'ensemble des secteurs (Water Supply, Waste Water, Resources...) s'élève à 5 milliards de US \$, dont 3,5 pour la West Bank et 1,5 pour Gaza.

Les nécessités de traitement de potabilisation plus poussés, pour répondre à des exigences de qualité accrues et au renforcement des normes – alors que les pollutions régresseront peu, voire s'aggraveront – tendront aussi à faire croître les coûts de production d'eau potable – sans parler des effets de l'essor du dessalement dans plusieurs pays -. S'y ajouteront les coûts d'amélioration de l'assainissement, y compris les investissements requis pour le minimum consenti de rattrapage des retards accumulés en cette matière dans la plupart des pays.

Au Maroc, par exemple, ce rattrapage au cours des vingt prochaines années nécessitera un effort financier de 36 milliards de DH (98), selon le rapport sur l'état de l'environnement 2001.

Dans l'essai de « Vision 2000 » - en scénario tendanciel – il a été estimé que « *pour desservir en eau potable et assainissement les quelques 120 millions d'habitants\*, urbains pour la plupart, qui vont augmenter la population des pays méditerranéens d'ici à 2025, et pour rattraper les retards d'équipement présents, les investissements nécessaires pourraient être globalement de l'ordre de 400 milliards d'Euros, soit environ 15 milliards par an, requis pour l'essentiel dans les pays du Sud et de l'Est* ».

Les investissements à engager dans les autres secteurs font beaucoup moins l'objet de chiffrages, qui seraient il est vrai bien risqués.

Par rapport à la croissance économique, mesurée par exemple par le PIB, les charges afférentes à l'eau dans tous les secteurs d'utilisation et à tous les niveaux – de l'aménagement à l'assainissement – devraient augmenter sans doute moins vite au Nord, mais plus vite au Sud et à l'Est, où elles pourraient approcher ou dépasser 3 % du PIB. En effet, dans ces pays, les demandes croissent plus vite et les volontés et objectifs de rattrapage des retards alourdissent l'agenda.

Aux coûts directs internes s'ajouteront davantage des coûts externes un peu mieux internalisés (prévention ou neutralisation d'impacts) notamment au Nord.

Enfin, aux coûts financiers s'ajouteront des coûts énergétiques également croissants, imposés par les pompages (fonctionnement des transferts qui exigent des refoulements, exploitation d'eau souterraine plus profonde) et les traitements (dessalement).

- **Une évolution de la répartition des charges...**

La tendance contemporaine, signalée aux chap. 4 et 6, de l'état et des collectivités publiques à se désengager et à faire supporter une part croissante des charges directement aux usagers, devrait se poursuivre et se généraliser, en impliquant des

\* différentiel calculé par rapport à 1995, selon les projections démographiques moyennes des NU (1996), révisées en baisse depuis



recouvrements plus complets des coûts (plus faciles, il est vrai, dans le secteur de la desserte en eau potable que dans celui de la distribution d'eau d'irrigation).

L'internalisation des coûts externes devrait également progresser, avec application plus étendue du principe pollueur-payeur – non sans difficultés dans le secteur agricole – mais tendance à le dévier vers une « mutualisation » des charges communes, notamment si le niveau des redevances reste trop faible pour être réellement incitatif.

- **... et une redistribution des rôles**

Les délégations, par des collectivités locales, des distributions d'eau potable à des entreprises du secteur privé se multiplieront dans les secteurs les plus rentables (distribution d'eau urbaine, notamment lorsque des infrastructures lourdes préexistent). La tendance sera plus modérée dans l'assainissement, plus souvent laissé au secteur public. Le rôle des opérateurs privés pourrait s'étendre à la gestion déléguée des ressources (aménagement et transport de l'eau).

Les critères de rentabilité guidant normalement la participation d'entreprises privées risquent toutefois d'aggraver les inégalités d'accès à la ressource et de conduire à moins d'équité sociale, dans un schéma conventionnel, en particulier à un retard accru dans les zones rurales.

Dans le secteur agricole, par contre, les associations d'usagers se multiplieront et leur rôle se renforcera, en contrepoint du désengagement progressif de l'état, notamment dans la gestion des ressources et des équipements.

La part des eaux marchandes sera-t-elle modifiée ?

La desserte des usagers par des agents producteurs – distributeurs – services publics ou privés -, donc marchands, restera très prédominante dans le secteur de l'eau potable et elle pourrait s'amplifier, notamment par l'extension des services d'assainissement. Mais l'auto-provisionnement sera toujours majeur dans les secteurs de l'industrie et de l'énergie et pourrait progresser dans le cas de l'irrigation par eau souterraine.

- **Incidences sur les utilisations**

Dans un contexte d'accroissement des coûts – et partant des prix dans les cas d'eau marchande – et d'aggravation des conflits d'usage, les utilisateurs de plus forte capacité économique accentueront leur avantage dans l'accès aux ressources.

De même, au plan plus macroéconomique, les arbitrages d'allocation de ressources tendront davantage à donner priorité aux secteurs d'utilisation à plus forte valeur ajoutée : alimentation urbaine, tourisme, agriculture productiviste... au détriment des autres.

## **8. SCÉNARIO TENDANCIEL AGGRAVÉ : UNE CRISE DE L'EAU EN PERSPECTIVE ?**

Une vision de l'avenir plus pessimiste que la précédente est celle d'un scénario encore tendanciel mais non modéré, apparenté au « scénario tendanciel aggravé » du Plan Bleu initial (1989), qui suppose la conjonction de toutes les hypothèses pessimistes qui maximiseraient les facteurs aggravants des tensions entre les ressources ou offres en eau et les utilisations (cf. la colonne centrale du tableau 7-3 du chap. 7, sur les scénarios de développement et l'eau), même si toutes ces hypothèses ne sont pas logiquement liées et si leur réalisation simultanée est improbable.

Ces hypothèses se rapportent :

- à l'évolution des populations : croissance maximale suivant les projections démographiques en hypothèse haute ; expansion urbaine sauvage ;

- au contexte économique : croissance minimale, nulle, voire négative ; appauvrissement et écart grandissant entre les niveaux de développement du Nord et du Sud ; libre marché sans prise en compte d'objectifs environnementaux et sociaux, notamment dans le contexte de la zone de libre-échange euro-méditerranéenne après 2010 ;
- aux éventualités d'évènements échappant en grande partie aux décisions et qui auraient des conséquences aggravantes :
  - changement climatique effectif avant 2025, contribuant à appauvrir les ressources en eau, surtout au Sud et au Proche-Orient : fréquence et gravité accrue des sécheresses, irrégularité amplifiée des apports affaiblissant l'exploitabilité des eaux naturelles (cf. chap. 10) ;
  - catastrophes naturelles endommageant les infrastructures d'aménagement et d'approvisionnement en eau.
  - catastrophes industrielles et accidents de transports multipliés, à impacts graves et prolongés sur les qualités des eaux ;
  - crises politiques, conflits armés, perturbant ou détruisant des infrastructures ;
  - recrudescences en conséquence de maladies hydriques (choléra, ...etc.).

Ce scénario du pire dessine en somme l'avenir le plus indésirable et inacceptable, à craindre et à empêcher, antithèse du développement durable.

- **Evolution des demandes en eau et des offres dans cette perspective**

Sous les effets du ralentissement économique et de la pauvreté, les demandes en eau de tous secteurs sont plus décroissantes au Nord et moins croissantes au Sud et à l'Est, malgré l'augmentation des besoins induits par la croissance démographique supposée maximale.

Ces besoins sont en partie insatisfaits du fait de la faible croissance des productions d'eau, sans que diminuent pour autant les pertes et les gaspillages. Les efforts d'économie d'eau se développent peu, sauf sous l'effet de restrictions des approvisionnements et de l'enchérissement du prix de l'eau. Notamment l'efficacité de l'irrigation fait peu de progrès.

L'approche par l'offre demeure dominante et basée essentiellement sur l'exploitation des ressources conventionnelles, freinée toutefois par l'insuffisance des capacités d'investissement. Les nouveaux équipements se limitent aux opérations les plus rentables à court terme sans prise en compte des effets externes (environnementaux, sociaux). En particulier, dans la plupart des pays du Sud, le déclin des capacités régulatrices des retenues, sous l'effet de l'envasement est incomplètement compensé par de nouveaux barrages - réservoirs.

Par manque de moyens, la maintenance des infrastructures est négligée. Les taux de desserte en eau potable des populations urbaines et rurales des pays du Sud progressent peu ou peuvent décliner, de même que la collecte et l'épuration des eaux usées. Des défaillances de desserte en eau potable, en régularité ou en qualité, sont plus fréquentes, même au Nord. Des situations de pénurie conjoncturelle – y compris localement dans les pays du Nord – deviennent plus fréquentes et des pénuries structurelles s'étendent au Sud, ainsi que dans certaines régions méridionales de pays du Nord (Espagne, Italie...), surtout par défaillance ou rupture d'approvisionnement.

- **Evolution des pressions sur les ressources et des impacts sur l'environnement**

Plutôt décroissantes, en quantité, au Nord, ces pressions sont moins croissantes mais restent fortes au Sud et à l'Est, où l'intensification des prélèvements l'emporte

généralement sur le recours aux ressources non conventionnelles trop coûteuses ou sur les efforts de gestion des demandes.

Les surexploitations d'eau souterraines sont poursuivies jusqu'à épuisement ou à dégradation de qualité (invasions marines des nappes souterraines littorales déjà amorcées).

Les dégradations des qualités des eaux s'aggravent du fait de la stagnation ou des reculs de l'assainissement et de l'épuration des eaux usées et de l'extension des pollutions diffuses, ainsi que des risques accrus d'accidents industriels.

Enfin, la préservation des milieux naturels n'est pas prioritaire. Les milieux aquatiques s'appauvrissent et les zones humides sont en régression, sinon en voie de disparition.

- **Conséquences socio-économiques**

Les intérêts particuliers et sectoriels des utilisateurs l'emportent généralement sur le sens de l'intérêt commun et la solidarité : la gestion participative et communautaire des ressources est réduite au minimum.

Des conflits d'usage se multiplient et s'aggravent : entre secteurs, surtout entre l'alimentation en eau des collectivités et l'irrigation ; entre régions ou entre bassins (réticences et résistance des acteurs des territoires « fournisseurs », convoitises et pressions de ceux des territoires « demandeurs ») et entre pays dans le cas des ressources en eau communes (cours d'eau ou aquifères transfrontaliers). Les théâtres de conflits internationaux pour l'eau ne manquent pas en région méditerranéenne à l'Est (bassins du Jourdain, du Nil, sans parler de l'Euphrate...), au Nord (Balkans) ou même à l'Ouest (bassins ibériques communs à l'Espagne et au Portugal), cf. chap. 2, encadré 2-2.

Ces conflits ne sont pas réglés faute d'un droit international toujours inexistant, et même certains accords bilatéraux pourraient n'être pas honorés.

Des marchés de droits d'eau, pouvant se développer localement, ne sont pas régulés et avantagent nécessairement les secteurs d'utilisation urbains ou les spéculations agricoles les plus rentables à court terme. La privatisation des services s'affirme sans contraintes sociales et environnementales spécifiques, et sans système de régulation et de contrôle par l'Etat.

Enfin, les coûts économiques afférents à l'eau sont sans doute moins forts et moins croissants dans l'absolu que dans le scénario tendanciel modéré, mais vraisemblablement plus lourds en proportion des budgets publics et des revenus. Il n'y aurait pas de prise en charge des retards d'équipement, ni des besoins futurs (particulièrement, les systèmes d'assainissement et l'extension des réseaux de distribution de l'eau potable).

En résumé, dans ce scénario « repoussoir », des situations critiques, notamment conjoncturelles et locales, seraient mal maîtrisées. Des économies à courte vue seraient faites au détriment de la nature comme d'une partie de la société et des générations futures. Un développement moindre serait en même temps plus dommageable pour l'environnement et pour l'équilibre social.



## Chapitre 12 : UN AVENIR DE L'EAU PLUS DURABLE EN MÉDITERRANÉE

### Table des matières

<b>PRÉAMBULE.....</b>	<b>12-2</b>
<b>1. UN CONTEXTE PLUS FAVORABLE ?.....</b>	<b>12-2</b>
<b>2. DES DEMANDES EN EAU MOINS CROISSANTES ET MIEUX GÉRÉES .....</b>	<b>12-3</b>
<b>3. DES EXPLOITATIONS DE RESSOURCE MIEUX ÉQUILIBRÉES ET DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT PLUS DURABLES .....</b>	<b>12-6</b>
<b>4. UNE GESTION PLUS INTÉGRÉE DES OFFRES ET DES DEMANDES .....</b>	<b>12-7</b>
<b>5. VERS UNE CROISSANCE ZÉRO DES PRESSIONS SUR LE MILIEU NATUREL ET LES RESSOURCES EN EAU.....</b>	<b>12-7</b>
<b>6. VOIES ET MOYENS D'UNE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR L'EAU</b>	<b>12-9</b>
Conséquences économiques et financières.....	12-9
Pour conclure.....	12-10

### Liste des encadrés

Encadré 12-1. Eau potable et usages domestiques.....	12-6
--	------

### Liste des tableaux

Tableau 12-1. Gains théoriques escomptables suivant un jeu d'hypothèses d'économie d'eau.....	12-4
---	------

## PRÉAMBULE

A la différence du scénario tendanciel exploré précédemment (chap. 11), un regard prospectif sur un avenir de l'eau plus durable est nécessairement pluriel, car une grande variété d'hypothèses et de finalités, plus au moins indépendantes, entrent ici en jeu.

Cet avenir impliquera des politiques de l'eau plus volontaristes pour infléchir les tendances, avec différents degrés de liberté de choix stratégiques suivant les sous-régions et les pays ; mais il pourrait aussi être favorisé par des évolutions plus optimistes de variables d'état telles que les effectifs des populations (au Sud et à l'Est particulièrement) ou les effets du changement de climat attendu.

Il paraît dès lors trop simplificateur de concevoir un scénario, axé sur l'anticipation d'un avenir désirable aux horizons visés (cf. chap. 7) et se référant au « développement durable », commun - même avec des différences Nord - Sud - à l'ensemble des pays méditerranéens, comme le furent le scénario dit « alternatif » du Plan Bleu (1992, révisé par les « hypothèses basses » du document de la conférence de Marseille, 1996), puis le scénario de la « Méditerranée de l'eau durable » de la « Vision 2000 ». Ces scénarios, fondés principalement sur des projections de demandes assez écartées des tendances, visaient surtout à montrer dans quelle mesure l'avenir est ouvert à des marges de choix et manœuvre possibles pour l'orienter vers des situations futures préférables, sans dissimuler pour autant que les contrastes régionaux perdureront, voire s'amplifieront, et resteront plus marqués que les différences entre scénarios, comme l'exercice antérieur du Plan Bleu l'avait déjà montré.

Plutôt qu'un scénario unique, orienté dans la perspective du « développement durable », il paraît maintenant plus réaliste de parcourir la gamme des options possibles dans cette optique.

## I. UN CONTEXTE PLUS FAVORABLE ?

A l'opposé des hypothèses pessimistes du scénario de crise, sujet à des circonstances aggravantes (chap11,8), des hypothèses optimistes, complètement indépendantes, pourraient concourir à atténuer les problèmes et créer des conditions plus favorables à une politique de « développement durable » en matière d'eau.

- Une évolution des populations atténuant la croissance des besoins en eau, voire favorisant sa décroissance. L'hypothèse basse des projections démographiques (UN 2000) pronostique une décroissance un peu plus accentuée au Nord, et une croissance plus lente et décélérée au Sud et à l'Est, toutefois les différences restent minimales (écart global d'à peine 6% en 2025) :

Sous-régions	Projections de population (low variant) M Hab		Différence par rapport à medium variant M Hab	
	2010	2025	2010	2025
Nord	194	185	0,8	4,4
Est	109	124	-3,5	-11,1
Sud	163	184	-5	-16
Ensemble	466	493	-9	-31

- L'absence d'effet significatif du changement climatique sur les ressources en eau d'ici 2025 : autre hypothèse optimiste qui ne peut être exclue.
- Des progrès technologiques plus rapides et plus largement mis en pratique des filières de production non conventionnelles (dessalement, traitement régénératoire d'eau usée...), avec abaissement notable des coûts, qui favoriseraient la compétitivité de ces filières, donc l'allègement des pressions sur les ressources conventionnelles ; ou encore des progrès des

performances des traitements de potabilisation – qui faciliteraient l'emploi de ressources de moindre qualité – ou des améliorations des efficacités d'usage de l'eau.

- Une croissance économique non moins soutenue que dans un scénario tendanciel de type « *business as usual* », maintenant des capacités de prise en charge des efforts d'économie d'eau et de développement des techniques « alternatives »...
- Enfin une politique d'environnement plus rigoureuse et active, plus contraignante et régulatrice vis-à-vis des activités de développement (productions, commerce, consommations) et moins cantonnée aux seules réparations de leurs impacts négatifs, donc vouée mieux que par les discours au « développement durable ».

Ces conditions favorables ne sont pas pour autant impératives. Leur défaut rendrait seulement plus difficiles et moins efficaces les efforts pour infléchir les tendances vers un développement plus durable.

## **2. DES DEMANDES EN EAU MOINS CROISSANTES ET MIEUX GÉRÉES**

Dans cette vision de l'avenir la gestion des demandes prend une place aussi grande que l'approche par l'offre, qui a été jusqu'ici la tendance dominante, dans les politiques de l'eau, tout particulièrement dans les pays où les évolutions des demandes projetées par le scénario tendanciel seront les plus croissantes.

Cela impliquera d'abord une progression sensible des économies d'eau dans tous les secteurs d'utilisation et à toutes les étapes des filières :

- Réduction des pertes de transport et de distribution (réseaux de distribution d'eau potable urbains et d'eau d'irrigation surtout) ;
- Diminution des fuites chez les usagers (domestiques, industriels et services publics) et des gaspillages de toutes sortes ;
- Expansion du recyclage dans les utilisations industrielles ;
- Amélioration d'efficacité de l'irrigation notamment par développement prioritaire des procédés d'arrosage les plus économes : aspersion, micro-irrigation (encore faut-il, toutefois, que ces gains d'efficacité et de productivité contribuent à réduire les demandes en eau et non simplement à produire plus avec les mêmes quantités d'eau, comme c'est souvent le cas à présent...). L'estimation d'efficacité actuelle et future doit cependant être complète et ne pas négliger le fait qu'une partie des quantités d'eau d'irrigation « excédentaires » peut-être et est réutilisée – notamment lorsqu'elle recharge des nappes souterraines exploitées, comme en Egypte-, donc ne doit pas être comptée comme défaut d'efficacité.
- Généralisation des modes de refroidissement des centrales thermo-électriques en circuit fermé (en quelques pays du Nord essentiellement).
- Plus généralement, progression des performances d'usage en tous secteurs, et des « *water intensities* ».

**Dans quelle mesure et dans quelles limites les économies d'eau concevables sont-elles possibles et faisables ?**

Il est certes plus facile de fixer des objectifs souhaitables en cette matière que de prévoir les résultats réels à escompter...

Une approche toute théorique consisterait à fixer des « normes » quantitatives en termes de rendement de transport et d'efficacité d'usage, puis à évaluer les gains que l'on obtiendrait en ramenant partout les rendements et efficacités actuelles (en moyenne, dans chaque pays) à ces normes\* : en somme à évaluer le « gisement » d'économies d'eau maximales théoriquement réalisables.

Un essai de chiffrage de ces gains globaux (en flux moyen annuel) est présenté au Tableau 12-1 : il s'élève à 70 km<sup>3</sup>/an pour l'ensemble des secteurs et de pays, dont :

- 13% dans le secteur collectivités
- 22% dans l'industrie (recyclage)
- 65% en agriculture (irrigation)

et

- 42% au Nord
- 23% à l'Est
- 35% au Sud

**Tableau 12-1. Gains théoriques escomptables suivant un jeu d'hypothèses d'économie d'eau (différences par rapport aux pertes et défauts d'efficacité actuels) appliqués aux utilisations présentes (en km<sup>3</sup>/an).**

Sous-régions	Collectivités	Industries	Agriculture / Irrigations	TOTAL	
	Taux de pertes ramené à 15% fuites / usagers ramenées à 10 %	Recyclage généralisé à 50%	Pertes de transport ramenées à 10%	Efficacité portée partout à 80%	
Nord	4,4	9,5	13,3	2,4	29,6
Est	1,8	2,2	4,1	8,1	16,2
Sud	2,5	4,1	6,5	11,4	24,4
Ensemble	8,7	15,8	23,9	21,9	70,2

Cet objectif ne pouvant naturellement être atteint rapidement, si l'on suppose, tout aussi théoriquement, que l'effort d'économies d'eau global soit étalé régulièrement sur 25 ans (soit de 2000 à 2025) on en déduit un gain moyen annuel de 2.8 km<sup>3</sup>/ an, qu'il est instructif de comparer à l'accroissement moyen annuel des demandes projetées par le scénario tendanciel :

Sous-régions	Evolutions moyennes annuelles (2000 -2025)	
	des demandes en eau (tendancielles) km <sup>3</sup> /an	des gains escomptés par les économies d'eau maximales km <sup>3</sup> /an
Nord	-0,13	1,2
Est	1,5	0,65
Sud	0,9	1
Ensemble	2,27	2,85

Dans cette hypothèse, qui correspond probablement au maximum d'économies faisables sur les demandes présentes, les efforts d'économie d'eau pourraient accentuer la décroissance des demandes au Nord, réduire de moitié la croissance de celles-ci à l'Est et au moins neutraliser la croissance au Sud.

Cet exercice de comparaison est toutefois trop global et il ne tient pas compte de la variété des situations et des économies potentielles faisables localement.

\* Approche sans doute plus réaliste que celle consistant à supposer partout arbitrairement la réduction des pertes et défauts d'efficacité actuels dans une proportion uniforme (par exemple 50%), tentée antérieurement (Atelier de Fréjus, CMDD, 1999 qui aboutissait cependant à un chiffrage global de même ordre.



Si l'on applique en outre les mêmes efforts d'économie aux nouvelles demandes projetées, à l'Est et au Sud, à partir de 2000, on en déduit que ces économies « idéales » pourraient être globalement de l'ordre de grandeur des accroissements de demandes projetées tendanciellement jusqu'en 2025, donc qu'elles pourraient au moins les neutraliser sinon même faire régresser les demandes.

Même s'il est vraisemblablement qu'une partie seulement de ces économies d'eau soit réellement faisable et puisse être mise en œuvre, cette évaluation a le mérite de mettre en évidence le poids déterminant possible d'une politique de gestion des demandes en eau plus volontaire.

**Dans quelle mesure les demandes en eau futures (2010, 2025) anticipées dans cette perspective pourront-elles être inférieures à celles des projections tendancielle précédentes ?**

Minimiser en même temps tous les facteurs de demandes et maximiser tous les objectifs d'économie d'eau, comme cela fût tenté dans des exercices antérieurs et dans une certaine mesure pour la « Vision » 2000, est sans doute excessif et conduit à chiffrer plutôt un « plancher » idéal des évolutions de demandes futures qu'un scénario même assez volontariste. A titre indicatif on peut comparer les variations chiffrées respectivement par le scénario de « développement durable » de la « Vision » 2000 et par le scénario tendanciel précédent (chap. 11), en sachant que les références de l'état présent ne sont pas exactement identiques (années 90-95 pour la « Vision », 95-2000 ici) :

Sous-régions	Scénario tendanciel présent différence 1995-2000/2025 km <sup>3</sup> /an	Scénario de développement durable de la "Vision 2000" différence 1990-95 / 2025 km <sup>3</sup> /an
Nord	-3,3	-35,7
Est	37,3	34,7
Sud	22,1	30,5
<b>Secteurs</b>		
Collectivité	10	21,5
Agriculture	43,5	15,5
Industrie	7,4	5,2
Energie	-5	-12,3
<b>Total arrondi</b>	<b>55,9</b>	<b>29,9</b>

Ainsi la « vision » volontariste proposait une diminution nettement plus ample que le scénario tendanciel actuellement révisé au Nord, une croissance seulement un peu plus lente à l'Est, mais une croissance plus accentuée au Sud. Suivant les secteurs – et globalement – la « Vision » envisageait une décroissance plus sensible des demandes de l'énergie (cohérente avec la décroissance du Nord), une croissance plus modérée en agriculture, mais une croissance plus forte de la demande des collectivités.

Plutôt qu'un nouveau jeu de chiffrages des demandes futures dans la perspective présente, qui serait sans doute trop arbitraire, on peut seulement présumer la possibilité de divergence sensible, par rapport au scénario tendanciel, dans les secteurs de l'agriculture (croissance plus faible) et de l'énergie (décroissance plus accentuée, qui concerne essentiellement le Nord), mais une marge d'écart ( et de manœuvre) plus réduite et incertaine dans le secteur des collectivités et de l'industrie.

En résumé une politique de gestion des demandes plus volontaire conduira certainement à accentuer la décroissance au Nord – où cela est sans doute moins nécessaire sauf localement – et seulement à atténuer la croissance au Sud et à l'Est, sans changer sensiblement le contraste Nord / Sud.

La gestion des demandes en eau ne se borne pas à leur dimension quantitative, mais devra aussi viser à mieux ajuster les qualités d'eau utilisée aux besoins, en évitant autant que possible les usages d'eau de qualité superflue, y compris dans les usages domestiques (Encadré 12-1).

**Encadré 12-1. Eau potable et usages domestiques**

Les demandes en eau des collectivités, par habitant et au total, vont croître sensiblement, essentiellement dans les pays du Sud. En parallèle, les normes de potabilité vont devenir plus sévères (cf. les nouvelles directives de l'Union Européenne), donc vont accroître les coûts de traitement de potabilisation.

Pourra-t-on, dans ces conditions, continuer longtemps à distribuer des eaux potables de plus en plus coûteuses pour servir des usages domestiques qui, pour la plupart, ne nécessitent pas d'eau d'une telle qualité ?

Est-ce un gaspillage économique ? La question peut se poser, notamment dans les collectivités à faible revenu, de l'opportunité de disjoindre la production-distribution d'eau potable de haute qualité, réservée aux usages nobles (alimentation), de celles d'eau de qualité nécessaire et suffisante pour les autres usages domestiques.

Faut-il envisager le développement de distribution d'eau potable par conteneur, tout en modérant le traitement des eaux distribuées aux usages domestiques, voire en encourageant le recyclage, notamment dans les grands immeubles ?

Cela impliquera le développement de l'utilisation d'eau de qualité nécessaire et suffisante en fonction des usages, notamment d'eau de basse qualité ou d'eau saumâtre, déjà engagé en Israël. Cette adaptation est aussi l'objectif de l'expansion de la réutilisation d'eaux usées, à commencer par la reprise des eaux retournées après un premier usage (« ressources secondaires »), dont la tendance est déjà croissante, mais qui sera amplifiée et accélérée, tout en diversifiant là aussi les ajustements entre offres et demandes de qualité suivant les usages.

**3. DES EXPLOITATIONS DE RESSOURCE MIEUX ÉQUILIBRÉES ET DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT PLUS DURABLES**

Conjointement avec les efforts pour freiner la croissance des demandes et, a fortiori, à la faveur de leur décroissance plus accentuée au Nord, la réduction progressive des productions d'eau non durables est visée dans les pays où celles-ci contribuent aujourd'hui de manière significative, voire majeure, aux approvisionnements :

- non seulement en arrêtant les surexploitations de nappes souterraines pratiquées dans la plupart des pays méditerranéens, en particulier dans les zones littorales où elles sont le plus néfastes (chap. 5) ;
- mais aussi en réduisant l'intensité d'exploitation des ressources non renouvelables engagée et projetée dans plusieurs pays du Sud (chap. 11), pour prolonger les durées de production, donc reculer le terme – inévitable – de ces exploitations minières d'eau souterraine, tout en assurant un partage intergénérationnel plus équitable.

En revanche une utilisation plus active des réservoirs aquifères à capacité appréciable, qui existent dans beaucoup de pays méditerranéens, sera développée : en conjuguant leur recharge artificielle, couplée avec des barrages-réservoirs plus modestes, et leur exploitation régulatrice, dans des opérations d'aménagement intégré des eaux superficielles et souterraines, comme cela est amorcé déjà, par exemple, en Tunisie. Cela permettra de mieux maîtriser la variabilité des apports, ce qui restera de toute façon nécessaire, et de conforter la résistance aux sécheresses, tout en atténuant les impacts des grands barrages en compensant en partie le dépérissement de leurs retenues utiles.

Par ailleurs des efforts accrus pour freiner l'envasement des réservoirs superficiels et la progression des pertes de capacité résultantes, associés aux opérations de désenvasement, prolongeront leur durée de fonctionnement qui restera un facteur majeur de durabilité des sources d'approvisionnement.

Enfin le développement des productions d'eau non conventionnelles sera amplifié et préféré le plus souvent possible à l'intensification des exploitations de ressources irrégulières plus aléatoires, associée à l'extension des transferts.

#### **4. UNE GESTION PLUS INTÉGRÉE DES OFFRES ET DES DEMANDES**

En région méditerranéenne tout particulièrement la « gestion intégrée de l'eau », largement préconisée et promue par toutes les instances internationales, sera la composante majeure d'une politique de développement durable dans le domaine de l'eau. Ce doit être en premier lieu la gestion intégrée des ressources en eau – plus largement des productions, donc des offres – et des utilisations, donc des demandes, qui ne peuvent plus viser des objectifs séparés, voire contraires. Il ne s'agit pas d'opposer à une approche par l'offre, qui fût trop prédominante jusqu'à présent, une gestion unilatérale des demandes face à des offres « bloquées », mais de faire le choix entre les différents degrés d'action sur les divers facteurs d'équilibre entre offres et demandes, et sur les allocations de ressources, qui concilient le mieux possible les objectifs des politiques de développement et d'environnement.

La compréhension et la prise en compte des interactions entre offre et demande (élasticité des demandes suivant les conditions de l'offre – et les valeurs d'usage de l'eau -, faisabilité des offres évaluée en fonction des utilisations...) et de leurs flexibilités réciproques, sont alors au cœur de la démarche et de la prospective.

Les coûts et avantages (internes et externes) respectifs d'accroissement d'offre et de réduction de demandes sont à comparer dans une perspective d'optimisation ou de choix de préférence.

Une gestion intégrée implique aussi de conjuguer les différents instruments de gestion : réglementaires, économiques et tarifaires - incitations positives (subventions) ou négatives (taxations, redevances) -, qui agissent sur les comportements des utilisateurs, et de coordonner leur application.

#### **5. VERS UNE CROISSANCE ZÉRO DES PRESSIONS SUR LE MILIEU NATUREL ET LES RESSOURCES EN EAU**

Dans l'optique du développement durable la préservation des écosystèmes et la conservation des ressources en eau conventionnelles devient un objectif majeur d'une politique de l'eau allant de pair avec une politique d'environnement plus vigoureuse et efficace, et conjugué avec la régression puis l'arrêt des modes de production d'eau non durables.

Des objectifs de « bon état », en quantité et qualités, des milieux et des ressources étant fixés car par cas, dans chaque pays ou région, il s'agira :

- soit de ne permettre la croissance des pressions, là où des disponibilités subsistent et où leur exploitation est nécessaire – notamment au Sud et à l'Est – qu'en deçà du niveau d'impact maximal jugé acceptable ; en particulier en soumettant la faisabilité des aménagements de maîtrise des eaux de surface irrégulières (barrages – réservoirs) à des critères plus stricts ;
- soit de stabiliser les pressions à leur niveau actuel lorsque leur croissance n'est plus acceptable, notamment dans les pays à très faible marge de manœuvre ;

- soit de faire décroître les pressions actuelles là où elles sont jugées abusives, notamment en arrêtant les surexploitations chroniques de nappes souterraines à ressources renouvelables et en améliorant l'épuration des eaux usées rejetées aux eaux continentales, ou simplement là où des restaurations d'état naturel sont souhaitées et possibles, en particulier au Nord où la décroissance des demandes devrait le faciliter.

En conséquence, au-delà du stade où le niveau maximal de pressions sur les ressources conventionnelles jugé acceptable serait atteint, toute demande en eau supplémentaire incompressible devra être satisfaite par des productions d'eau non conventionnelles, voire par des importations d'eau, et ce sera aussi le cas lorsqu'une réduction des pressions actuelles est voulue. Autrement dit, plus encore que dans un scénario tendanciel, l'évolution des demandes se détachera progressivement de celle des prélèvements, le plafonnement de ceux-ci n'interdisant pas la croissance de celles-là. L'économie de l'eau se déconnectera en partie du milieu naturel.

Toutefois les « pressions » quantitatives sur les eaux naturelles n'étant pas seulement le fait des prélèvements, commandés par les demandes, mais aussi – surtout à l'échelle régionale ou à celle des bassins – celui des consommations finales, les efforts d'économie d'eau à promouvoir, considérés plus haut (2), pour réduire les prélèvements, ne réduiront pas d'autant ces consommations du fait des progrès d'efficacité qui réduiront aussi les retours d'eau. C'est un dilemme classique en gestion des irrigations, particulièrement posé et étudié en Egypte : quel est le meilleur équilibre entre l'amélioration d'efficacité d'utilisation d'eau à la parcelle, permettant de réduire les doses, et la réutilisation accrue des eaux de drainage ?

Dans les pays du Sud et de l'Est, plus particulièrement, la croissance des « indices de consommation finale » des ressources renouvelables naturelles sera donc sans doute moins infléchie que celle des « indices d'exploitation », de même que les décroissances de ces indices au Nord.

Plus généralement que la limitation ou la réduction des pressions en quantité, qui importent le plus au Sud et à l'Est, la préservation et la restauration des qualités des eaux, autrement dit la lutte contre les pollutions de toutes natures, deviennent un objectif majeur dans tous les pays méditerranéens, tant pour préserver les écosystèmes aquatiques que pour protéger les ressources. Les progrès en cette matière sont lents, nécessairement dispersés et difficilement mesurables ; ils devront être évalués moins en termes de moyens (notamment financiers) consacrés que de résultats... Il n'est cependant pas déraisonnable d'espérer stopper les aggravations avant 2010 et d'achever les « reconquêtes » de qualité avant 2025, dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

Ralentir, puis stopper la croissance des pressions sera un objectif plus général et déjà vertueux, notamment au Sud et à l'Est, que l'ambition de les diminuer, sans doute plus difficile et mieux à la portée de quelques pays du Nord, où la décroissance des demandes et l'influence plus forte de l'« écologie politique » devraient le faciliter.

En fin de compte tout cela reviendra à réviser – en baisse généralement – l'évaluation des « ressources en eau exploitables » (cf. chap. 2), en s'appuyant davantage sur les critères environnementaux, autant que sur les critères socio-économiques.

## 6. VOIES ET MOYENS D'UNE POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR L'EAU

La politique de l'eau devient une composante essentielle de la politique d'environnement et réciproquement ses objectifs propres sont pris en compte dans la politique économique de développement, dans la régulation des productions et du commerce, dans l'aménagement du territoire.

Définir la part de l'eau à laisser à la nature (« débits réservés », etc....) est un arbitrage majeur, comme son application est un objectif prioritaire, de la politique de l'eau, aussi important que les arbitrages d'allocation de ressource. Dans l'évaluation des « performances environnementales », les pressions sur les eaux du milieu naturel et l'efficacité des utilisations tiennent une place primordiale.

La démarche de planification à assez long terme des actions des pouvoirs publics – tant par la programmation des investissements que par celles des interventions incitatives ou régulatrices -, et le jeu de certains mécanismes de marché pour les réallocations de ressources sont mis en œuvre concurremment et conjugués.

Cela implique :

- Le développement d'institutions de gestion de l'eau décentralisées dans la plupart des pays méditerranéens, telles que les « agences de bassin », organisées dans des cadres territoriaux appropriés, adaptés à la variété de structures hydrographiques méditerranéennes et aux communautés d'acteurs.
- Une participation plus active et en même temps plus responsable des usagers au choix des objectifs de gestion des ressources et des utilisations et à l'acceptation des contraintes et des charges en conséquence, dans le cadre de ces institutions.
- Une réglementation plus contraignante et une police des eaux plus active, à l'appui d'une « lutte anti-pollutions » où la prévention l'emporte sur la réparation, voire d'une lutte anti-gaspillage.
- Une évolution de comportements des usagers, non seulement devenus plus économes, en permettant de réduire les demandes et non pas seulement d'augmenter les productions (notamment agricoles) à quantité d'eau utilisée constante – ce qui fait déjà progresser les « *water intensities* » -, mais aussi en différenciant mieux les usages et les qualités d'eau requises.

### Conséquences économiques et financières

Malgré certaines réductions d'investissements (grands travaux...), les charges économiques seront aussi croissantes, sinon davantage, que dans les scénarios tendanciels, du fait de l'élévation plus rapide des coûts d'approvisionnement (malgré la moindre croissance des demandes) et des efforts accrus et plus efficaces de protection et de conservation des eaux naturelles. Leur croissance pourra être du même ordre que la croissance économique et sans doute plus forte dans les pays du Sud et de l'Est. Ils pèseront plus lourd dans les budgets publics et privés.

En effet, un des prix à payer pour le développement durable est le rattrapage des retards cumulés d'investissements et de dégradation environnementale des politiques « conventionnelles » du passé. Ce sont probablement les budgets publics qui devront financer cette « dette » afin d'éviter un surcoût sur les usagers actuels qui doivent eux participer au financement des investisseurs futurs. Une partie de ces investissements pourrait être privée si le secteur est suffisamment rémunérateur et si l'Etat en fixe les conditions dans les cahiers des charges de délégation.

La répartition de ces coûts, dans tous les secteurs d'utilisation, entre les usagers et les collectivités publiques restera ouverte, en fonction des politiques socio-économiques. La tendance sera au recouvrement total des coûts, pour l'eau potable et l'assainissement urbains, et partiel dans le secteur rural et agricole, avec au moins les coûts d'opération et de maintenance, et à la réduction des subventions, maintenues seulement pour assurer les fonctions sociales de l'eau.

Le principe pollueur-payeur sera généralisé auprès de tous les usagers d'eau et son rôle incitatif serait renforcé par une élévation du montant des redevances et des aides.

Pour éviter le gaspillage, un principe « gaspilleur-payeur » pourrait être introduit auprès des collectivités, usagers, industriels, domestiques et du secteur agricole. Cette redevance « gaspillage » serait couplée avec des aides aux efforts d'économies d'eau.

### **Pour conclure**

Une orientation plus soucieuse du développement durable n'éliminera pas plus que dans les autres scénarios la rareté de l'eau, qui subsistera – au Sud et à l'Est essentiellement et dans beaucoup d'îles – et qui pourrait même être accentuée par les volontés conservatoires.

L'avenir dans cette perspective se distinguera du scénario tendanciel, voire du scénario de crise :

- Par la manière de faire face aux risques de pénurie, avec une intégration forte d'investissements éducatifs, culturel et environnementaux dans la gestion de l'eau :
  - ◆ En adaptant mieux les demandes, optimisant les usages et réduisant certaines utilisations,
  - ◆ En excluant les offres non durables
- Par le rôle des pouvoirs publics (état ou collectivités territoriales décentralisées) qui devront davantage investir (demander plus à l'impôt et au budget public pour corriger les défauts du passé et assurer un service public d'accès équitable à l'eau) et qui verront leur rôle de régulateur renforcé, avec la participation nécessaire du secteur privé à certains aspects de la gestion de l'eau (distribution, assainissement, gestion des barrages et forages ...etc.) En effet, l'intervention du privé se fait sous contraintes croissantes (objectifs environnementaux et sociaux).

Cela reviendrait, en somme, à minimiser la part des charges du développement supportée par la nature – qui autrement seraient répercutées indirectement sur la société future comme un « endettement » - donc à faire plutôt supporter ces charges par la génération bénéficiant du développement économique.

## CONCLUSION

Dix ans après l'essai d'analyse et de prospective des situations et des problèmes de l'eau dans le monde méditerranéen, qui fut solidaire du Plan Bleu originel, ce nouveau tableau synthétique a rappelé les constantes méditerranéennes de la géographie et de l'économie de l'eau, actualisé l'analyse des tendances et de montées des problèmes, révisé les visions sur l'avenir, sans changement majeur. Ce tableau confirme d'abord, s'il en était besoin, que les ressources en eau méditerranéennes sont plus souvent rares qu'abondantes, inégalement réparties et exploitables, inconstantes et fragiles, menacées et en partie non durables, et qu'elles sont aussi doublées de menaces et génératrices de risques naturels.

Puis que les utilisations d'eau par les méditerranéens sont copieuses, souvent croissantes, inégalement efficaces et en partie conflictuelles ; qu'elles nécessitent des efforts d'aménagement et d'exploitation amples et coûteux, le plus souvent collectifs et publics ; qu'elles exercent de fortes pressions sur les ressources et dénaturent beaucoup de milieux ; que des pénuries d'eau sont déjà présentes et que maints besoins en eau sont incomplètement satisfaits.

Enfin, que les problèmes d'eau vont plus souvent s'aggraver que s'atténuer, mais que, malgré de fortes contraintes, pour y faire face les perspectives au cours du premier quart du XXI<sup>ème</sup> siècle sont ouvertes et dépendront largement de choix de société.

Cependant, cette vue d'ensemble trop générale ne doit pas occulter l'extrême diversité et les fortes disparités de situation et d'évolution, donc la variété des problèmes et des moyens de les résoudre, entre pays et régions, qui sont et resteront flagrantes dans le monde méditerranéen de l'eau : tout particulièrement entre le Nord européen et le Sud africain ou l'Est proche-oriental, mais aussi entre régions dans bien des pays méditerranéens.

Autant qu'un espace d'échanges et de communauté de civilisation, la Méditerranée est une frontière, sinon une fracture : faut-il rappeler que près de la moitié de la population pauvre en eau du monde se concentre dans les pays riverains du Sud et de l'Est de la Méditerranée ?

Au XXI<sup>ème</sup> siècle, les contrastes s'amplifieront entre le Nord et le Sud et Est, où des pénuries d'eau vont s'étendre et empirer, où les tensions, les conflits et les problèmes tendront à s'aggraver et où des crises de l'eau ne peuvent être exclues.

Pour y faire face, la gestion de l'eau devra de plus en plus associer, « intégrer », celle des ressources – plus largement des offres – et celle des utilisations. La gestion des ressources n'a plus pour seul objectif l'équilibre entre offres et demandes, par l'aménagement et la mobilisation des eaux, mais aussi des partages équitables :

- entre secteurs d'utilisations, notamment entre la desserte des cités et l'irrigation : problèmes d'allocation ;
- entre régions, voire entre pays : problèmes de transferts ;
- entre générations : problèmes de conservation ;
- entre la société et la nature : problèmes de préservation.

Cette gestion implique aussi plus généralement un ménagement de la nature et des compromis avec les objectifs d'aménagement du territoire et ceux des occupants du sol. Elle doit donc être de plus en plus intégrée dans la gestion de l'environnement.

Pour concilier les deux objectifs de répondre aux besoins en eau, là où ils seront encore croissants, et de préserver – ou parfois de restaurer – le milieu naturel et les ressources renouvelables qu'il reproduit, le développement de nouvelles offres – non

conventionnelles – et la gestion des demandes sont les deux voies possibles, à conjuguer suivant des proportions spécifiques aux situations et aux potentialités de chaque pays et souvent complémentaires et interactives :

- Productions d'une nouvelle industrie de l'eau en plein essor, les ressources non conventionnelles contribuent à déconnecter progressivement les utilisations des eaux douces du milieu naturel et à s'affranchir de leur raréfaction, mais au prix d'une intégration croissante de ces utilisations à l'économie industrielle et d'un assujettissement à ses contraintes.
- La gestion des demandes, sans être une panacée, pourra et devra contribuer à prévenir les crises de l'eau, en associant :
  - Les comportements économes des usagers d'eau
  - L'accroissement des « *water intensities* », par l'intensification des utilisations plutôt que des exploitations : « se servir plus et mieux de l'eau pour en prendre moins » (cf. la recommandation de la FAO, pour l'irrigation : « produire plus avec moins d'eau », à laquelle fait écho la devise de l'IWMI « *More crop per drop* »);
  - L'atténuation des impacts sur les ressources en aval des usages.

Cette gestion est sans doute toutefois plus difficile à réaliser là où elle serait le plus nécessaire, au Sud et à l'Est, où les marges de manœuvre sont réduites et où l'allocation de ressources entièrement mobilisées est la question principale.

Ainsi, les politiques de l'eau méditerranéennes futures ne traduiront plus la simple juxtaposition des implications dans le domaine de l'eau des orientations des différentes politiques sectorielles de développement – agricole, industrielle, énergétique, ...etc. – et des marges d'action laissées aux politiques d'environnement, non nécessairement cohérentes...Elles répondront à une stratégie à contraintes et objectifs propres avec laquelle les autres devront davantage compter, ce qui imposera des choix et des compromis éminemment politiques : concilier la « rationalité » économique et l'équité sociale, le développement économique et la préservation de l'environnement.

Les exercices de prospective ont montré que pour faire face à la montée des problèmes de l'eau dans nombre de pays méditerranéens, adapter l'économie et les formes du développement à la raréfaction des disponibilités en eau sera préférable et mieux compatible avec l'ambition de « développement durable » que le prolongement des tendances modernes qui repoussent la crise au détriment de l'environnement et des générations suivantes.

Les menaces de crise de l'eau et la nécessité de les prévenir ne constituent pas, a priori, un obstacle ou un frein au développement. C'est beaucoup plus le développement économique des pays du Sud et de l'Est, soutenu par bien d'autres facteurs que les disponibilités en eau, qui apportera les moyens de faire face aux problèmes d'eau, que, à l'inverse, la rareté de l'eau qui risque d'handicaper le développement ; les exemples méditerranéens l'attestent : le niveau de développement est sans lien avec la quantité d'eau utilisée dans les pays. Les charges économiques imposées par la rareté de l'eau ne seront un handicap que pour un développement qui ne se transformerait pas.



**BIBLIOGRAPHIE**

- Albergel, J., Claude, J., 1999. Sécheresse et gestion des ressources en cas de pénurie dans les pays du Sud et de l'Est du bassin méditerranéen. Euromed – Safe'99, Naples, 28-30 oct.
- Arrus, R., 2001. Mutations et réversibilité dans les modes d'usage de l'eau. Bassin occidental de la Méditerranée. Montagnes Méditerranéennes, n°14, Déc., pp. 9-18.
- Batisse, M., Grenon, M., 1989. Le Plan Bleu, Avenirs du bassin méditerranéen. Editions Economica, Paris.
- Batisse, M., 1998. Eau et développement durable dans le bassin méditerranéen. Conf. internat. « Eau et développement durable », Paris, 19-21 mars 1998, 8 p.
- Benblidia, M., Margat, J., Vallée, D., 1996. L'eau en région méditerranéenne. Water in the Mediterranean region. Conférence euro-méditerranéenne sur la gestion locale de l'eau, Marseille, novembre 1996, réédit. Plan Bleu, 91 p., 1997, Sophia-Antipolis.
- Benblidia, M., 1996. Envasement des barrages. Méditerranée durable, n°3, June, Athènes.
- Benblidia, M., Margat, J., Vallée, D., 1998. Pénuries d'eau prochaines en Méditerranée? Futuribles, n°233, juillet-août, pp. 5-29, Paris.
- Bethemont, J., 1994. Gestion de l'eau et conflits sectoriels dans le cadre des pays méditerranéens. Seminario Europeo di Geografia dell'Acqua, Monseice, 11-18 Sept. .
- Bethemont, J., 2000. La question de l'eau en Méditerranée. Revue de l'économie méridionale, vol.48, 3/2000, n°191 – pp.179-190, Montpellier.
- Bouchet, H., Calvet, B., 1997. Economie et prospective de l'eau dans le bassin Euro-méditerranéen. 1 Ressources, utilisation et traitement des eaux dans les zones industrielles et urbaines dans l'espace euro-méditerranéen de libre échange B. Calvet. 2 La gestion agricole de l'eau dans les pays méditerranéens : situation actuelle et perspectives H. Bouchet .Conseil économique et social, 149 p., Paris.
- Burak, S., Comeau, A., Margat, J., Vallée, D., 2001. Contraintes et tendances des politiques de l'eau méditerranéennes. Hydrotop 2001, colloq. scient. et tech., 24-26 avr. Marseille.
- CIHEAM/UE/IAV Hassan II : Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen, Options Méditerranéennes, Série A, n°31, 1997, 526 p.
- CIHEAM, C. Lacirignola coord. 1999. Risorse Idriche del Mediterraneo. CIHEAM, Observatorio sulle Risorse idriche del Mediterraneo /Inst. Agronomico di Bari, Rapp. 1998, 215 p., Bari.
- Correia, F.N., 1999. Water Resources in the Mediterranean Region. Water International 241:22-30.
- Cosgrove, W.J., Rijsberman, F.R. 2000. World Water Vision. World Water Council/Conseil Mondial de l'Eau. Earthscan Publ., 108 p., London.
- Coulomb, R., 2003. La problématique de l'eau au XXI<sup>e</sup> siècle. Le cas du bassin méditerranéen (La Houille Blanche, 1-2003, pp. 15-23, Paris).
- Jeftic, L., Milliman, J.D., Sestini, G. Eds, 1992. Climatic change and the Mediterranean. Edward Arnold, London.
- Karas, J., 1997. Climatic change and the Mediterranean Region. Greenpeace international, 34 p.
- Khelladi, M., 1999. Gestion, économie et partage de l'eau dans les milieux semi-arides, contribution à une politique durable de l'eau, illustration à travers les cas de l'Algérie du Nord-Ouest et de l'Espagne du Sud-Est. Thèse de doctorat. Paris I, Panthéon-Sorbonne.

- Lahore, J.M. & al., 1994. Le défi de l'eau en Méditerranée. Du Maghreb au Proche-Orient. Hydroplus, n°41, mars, pp. 4-30, Paris.
- Maestu, J., 2000. Framework for action for the Mediterranean. Achieving in the Vision for the Mediterranean. Madrid, Stockholm, MEDTAC GWP. 43 p.
- Davy, L., 1989. L'eau, atout ou limite au développement. La CEE méditerranéenne, SEDES, pp. 93-139, Paris.
- Ennabli, M., Margat, J., Vallée, D., 1998. Pour prévenir les crises de l'eau en Méditerranée, priorité à une meilleure maîtrise des demandes. Conférence Internationale « Eau et Développement durable », 19-21 mars, 6 p., Paris.
- Falkenmark, M., Lundquist J., 1997. World freshwater problems. Call for a new realism. Stockholm Environ. Inst., in "Comprehensive Assessment of the Freshwater resources of the world". U.N. Comm. For Sustainable Development, 53 p., Stockholm.
- FAO, 1995. Irrigation in Africa in figures. FAO, Water Reports 7, 336 p., Roma.
- FAO, 1997. Irrigation in the Near East Region in figures. FAO, Water Reports 9, 281 p., Roma.
- FAO, 1995. Irrigation potential in Africa. A basin approach. FAO, Land and Water Bulletin, 177 p., Roma.
- FAO, 2003. Review of world water resources by country. FAO, 112 p., Roma.
- Global Water Partnership, 2000. Towards Water Security : a Framework For Action. GWP, 112 p., Stockholm, London.
- Hayes, M., 1999. Drought indices. National Drought Mitigation Centre. University of Nebraska – Lincoln. URL : <http://enso.unl.edu/ndmc>. 9 p.
- Hamdy, A., Abu-Zeid, M., Lacirignola, C., 1995. Water Crisis in the Mediterranean : Agricultural Water Demand Management. Water International 20, IWRA, pp. 176-187.
- Hamdy, A., Lacirignola, C., 1999. Mediterranean water resources : major challenges towards the 21<sup>st</sup> century. C.I.H.E.A.M., Medit. Agronom. Inst. of Bari, march, 561 p., Bari.
- Margat, J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et prospective Economica, Les fascicules du Plan Bleu, n°6, 196 p., Paris.
- Margat, J., 1995. L'eau dans l'espace méditerranéen : un milieu et une ressource fragiles doublés de menaces, dont la maîtrise et la gestion impliquent des choix de société. Institut Català d'Estudis Mediterranis, Symposium International « Enjeux environnementaux pour la gouvernabilité des sociétés méditerranéennes », Barcelona, 22-24 février, 7 p.
- Margat, J., Vallée, D., 1995. L'eau en Méditerranée : bilan ressources-emplois. Démographie en Méditerranée. CIHEAM, Séminaire « Aspects économiques de la Gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen », Marrakech, mai 1995, 16 p.
- Margat, J., Vallée, D., 1997. L'utilisation agricole de l'eau dans le bassin méditerranéen : présent et avenir. Séminaire « Agriculture et développement durable en Méditerranée », Montpellier 9-11 mars 1997, Agropolis/ADEME, 6 p.
- Margat, J., 1997. Cadre géographique des ressources en eau dans la région méditerranéenne – Rapport au congrès international « L'acqua nei paesi mediterranei - Problemi di gestione di una risorsa scarsa. », Consiglio Naz. delle Ricerche/Naples, 4-5 déc. 1997. Publ. CNR/IREM, il Mulino, pp. 31-52, Bologna.
- Margat, J., 1998. Sécheresses et ressources en eau en Méditerranée. Rapp. à la conférence sur la politique de l'eau en Méditerranée, Valencia Espagne 16-18 av., session « Gestion des sécheresses ». C.R. édités par le Réseau Méditerranéen de l'Eau, 43 p., Madrid.
- Margat, J., 1998. Water in the Mediterranean : background and trends. Plenary lecture, Conf. on Quality and Quantity of Mediterranean Water Resources, "Water in the Mediterranean

- Area”, Cagliari 11-18 oct., Soc. Chimica italiana & Joint Research Center of E.C., Conf. Proceed. 16 p. Ispra.
- Margat, J., 1998. Cours à la Universidad internacional Menéndez Pelayo, Valencia Espagne, 12 nov. : « Eau et Développement durable en région méditerranéenne. Perspective du Plan Bleu », 27 p., doc. Plan Bleu.
- Margat, J., 1998. Les eaux souterraines dans le bassin méditerranéen. Ressources et utilisations. Ed. Plan Bleu et BRGM, Documents du BRGM, 282, 110 p. Orléans.
- Margat, J., Vallée, D., 1999. Water and sustainable development. Conf. on Water security in the Third Millenium. Mediterranean countries towards a regional vision, 12-15 april, Como.
- Margat, J., 1999. Ressources en eau, sécheresses et risques de pénurie en Méditerranée. International Conference Euromed-Safe, Naples, 27-29 octobre, 11 p.
- Margat, J., Vallée D., 1999. The Mediterranean in figures. Water Resources and Uses in the Mediterranean Countries. Figures and Facts. Plan Bleu, 223 p., Sophia-Antipolis.
- Margat, J., Vallée, D., 1999. Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XX<sup>ème</sup> siècle / Mediterranean Vision for Water, Population and the Environment in the 21st Century. Plan Bleu. MEDTAC, document pour le forum mondial de La Haye, Global Water Partnership, Conseil Mondial de l'Eau. 62 p., Sophia-Antipolis.
- Margat, J., 1999. Quelles données hydrologiques pertinentes pour évaluer les ressources en eau des pays méditerranéens? Sémin. Intern. Hydrologie des régions méditerranéennes, IRD, Montpellier, 11-13 octobre 2000. Publ. UNESCO, PHIV, Doc. Tech. In Hydrologie, n°51, pp. 327-330, Paris 2001.
- Margat, J., 2000. Abondance et rareté de l'eau dans le bassin méditerranéen : tendances contemporaines et projections. Emergence des nouvelles ressources Colloque du Club Français des Membranes « Nouvelles Ressources en eau par le recyclage dans les zones méditerranéennes », Nîmes, 7-8 déc. 2000, 11 p. et annexes.
- Margat, J., 2001. Les politiques de l'eau en Méditerranée, contraintes et tendances contemporaines ». Colloque « Les ressources en eau et le développement dans le bassin méditerranéen », Naples, 26-27 octobre, 21 p., Publ. 2002.
- Margat, J., 2002. Tendances contemporaines et perspectives d'évolution des demandes en eau dans les pays méditerranéens. Plan Bleu/CMDD, Forum « Avancées de la gestion de la demande en eau en Méditerranée », Fiuggi, Italie, 3-5 oct., 10 p., Sophia-Antipolis.
- Margat, J., 2002. Variété des conditions hydrographiques de la gestion des eaux par bassin dans la région méditerranéenne. Conf. intern. des Organisations de bassins, Madrid, 4-6 nov., 6 p.
- Marié, M. coord., 1999. Cultures, usages et stratégies de l'eau en Méditerranée occidentale, L'Harmattan, Paris.
- Martin J.E. coord., 1991. L'eau et la ville dans les pays du bassin méditerranéen et de la Mer Noire. Urbama, n°23, 1991, 313 p.
- Menéndez, M., Estrela, T., 2000. Proposed Methodology on the calculation of freshwater resources. Pilot Study : selection of precipitation, inflow and outflow networks in Spain. EC/Eurostat, Working Group “Statistics of the Environment – Water statistics”, 19-20 june 2000, in “Proposals for water quantity definitions and calculation recommendations for the Eurostat/OECD joint questionnaire 2002”.
- Papadopoulos, I., 1995. Non conventional water resources : present situation and perspective use for irrigation, Economic aspects of water management in the Mediterranean area, CIHEAM, Marrakech, 17-19 mai.
- Papayannis, Th., Salathé, T. 1999. Les zones humides méditerranéennes à l'aube du 21<sup>ème</sup> siècle Ramsar / Medwet, La Tour du Valat, 136 p., Arles.

- Pearce, F., Crivelli, A., 1994. Characteristics of Mediterranean Wetlands, La Tour du Valat, Arles.
- Pearce, J.J., 1996. L'enjeu de l'eau – Conservations des zones humides méditerranéennes, MEDWET, éd. La Tour du Valat, 82 p., Arles.
- PNUE / PAM., 1997. Recommandations de la Commission Méditerranéenne du Développement Durable – Gestion de la demande en eau / Gestion durable des régions côtières – Plan Bleu, Sophia-Antipolis.
- PNUE / PAM /PAP., 1999. Cadre conceptuel et directives pour la gestion intégrée du littoral et des bassins fluviaux. Split, Programme d'actions prioritaires.
- Tekinel, O., Doorensbos, J., 1995. Disengagement of the state in water resource management in "Economic aspects of water resource management in the Mediterranean area", UNEP-MAP Athens.
- Tiercelin, J.R., 2002. L'irrigation : enjeu capital pour les pays du Sud de la Méditerranée. Méditerranée en marche », Agence Française de Développement, pp. 109-120, Marseille.
- World Water Commission., 2000. A Water Secure World, Vision for Water, Life and the Environment. World Water Council, publ. Thanet Press, UK, 70 p.
- Collectif, 1989. Les ressources en eau et le tourisme dans les îles de Méditerranée, Bussutil S. & al. eds, Centre Européen de Coordination de Recherche et de Documentation en Sciences Sociales, Malte.
- Collectif, 1990. Actes du Séminaire Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens. Alger, mai. CCE / Gouvernement algérien / CEFIGRE.
- Collectif, 1992. Gestion de la demande en eau dans les pays méditerranéens Colloque Institut Méditerranéen de l'eau, 3-5 décembre, Stes Maries de la Mer.
- Collectif, 1994. Application of integrated approach to development, management and use of water resources. National reports. PAM / PAP, IME, Workshop, Marseille 24-26 nov..
- Collectif, 1995. Gestion de l'eau en Méditerranée – Etudes de cas. Institut méditerranéen de l'eau, Medwan, 2 vol. 73 + 103 p., Marseille.
- Collectif, Drain, M., 1996. Les conflits pour l'eau en Europe méditerranéenne « Espace rural », 36, janvier, Université Paul Valéry, Laboratoire de géographie rurale & CNRS, U.R.A. 906, 265 p., Montpellier.
- Collectif, Drain, M., 1998. Régulation de l'eau en milieu méditerranéen. Risques et tensions, Territoires en mutation, Montpellier III, n°3, 1998, 262 p., Montpellier.
- Collectif, 1998. Water in the Mediterranean. Area Proceeding Conference on Quality and Quantity of Mediterranean Water Resources, Soc. Chimica Italiana / Joint Research Center of European Community, Chia Laguna-Cagliari, 11-18 octobre, Ispra.
- Collectif, Ferragina, E., 1998. L'acqua nei paesi mediterranei – Problemi di gestione di una risorsa scarsa. Atti de Convegno Internazionale, Napoli, CNR, 4-5 dicembre 1997, ed. Il Mulino, 558 p. Bologna.
- Collectif, Réseau Méditerranéen de l'Eau, 1998. La politique de l'eau en Méditerranée : construire sur l'expérience acquise Actes de la Conférence Technique du RME / MWN, Ministerio Medio Ambiente de España, Generalitat Valenciana, Valencia 16-18 Abril.
- Collectif, 1999. Water Security in the Third Millenium : Mediterranean Countries Towards a Regional Vision Forum. UNESCO International School of Science for Peace, Lndau Network – Centro Volta, 12-15 April, Como.
- Collectif, Tocino, I. & al., 1999. Politique de l'eau dans la Méditerranée. Third Euromediterranean Conference, Stuttgart, 15-16 avril. Madrid, Dialogo Mediterraneo, « 2010 Mediterranean Free Trade Zone Magazine » n°13, Mai. pp. 20-42.

- Collectif, Reiffers, J-L., 2000. Méditerranée : vingt ans pour réussir. Institut de la Méditerranée, Marseille. Economica, 415 p., Paris.
- Collectif, 2000. Multi-usages et gestion de l'eau en Méditerranée. Revue de l'économie méridionale, vol. 48, n°191 Spécial, 388 p. Montpellier.
- Collectif, 2001. Les petits barrages dans le monde méditerranéen. Séminaire internat., Tunis, 28-31 mai.
- Collectif, Vidal, A. 2001. Case studies on water conservation in the mediterranean region. (FAO, IPTRID secretariat, 9p. Rome).
- Collectif, Servat, E., Albergel, J., 2001. Hydrologie des régions méditerranéennes. Sémin. Internat. Montpellier, 11-13 oct 2000, UNESCO/PHI V, Doc. Tech. En Hydrologie n°51, 396 p., Paris.
- Collectif, 2001. Politique de l'eau et développement local. De la réflexion à l'action en milieu méditerranéen. Montagnes méditerranéennes, n°14, déc. 2001, 193 p., Grenoble.
- UNEP-MAP, Plan Bleu, 2003. Avancées de la gestion de la demande en eau en Région Méditerranée. Actes du forum CMDDD / Plan Bleu, GWP Mediterranean, Fiuggi, Italie, 3-5 oct. 2002. MAP Technical Reports Series n°138.
- Collectif, 2002. Mediterranean Roundtable Discussions « Water, Wetlands and Climate Change ». Mediterranean Water Weeks, Athens, 10-15 dec., IUCN Centre for Mediterranean Cooperation / GWP Mediterranean.
- Anonyme., 1993. Water Resources : Development and Management in Mediterranean Countries. Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 1, n°1, CIHEAM/DG1.

## RÉFÉRENCES RÉGIONALES

### EUROPE MÉDITERRANÉENNE

- Barraqué, B., 1995. Les politiques de l'eau en Europe. Paris, Ed. La Découverte, Coll. Recherches, 303 p.
- Davy, L., 1989. L'eau, atout ou limite au développement. La CEE méditerranéenne, SEDES, pp. 93-139, Paris.
- Eurostat., 1998. Water in Europe. Part 1. Renewable Water Resources. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- Estrela, T. & al./ CEDEX., 2000. Las aguas continentales en los países mediterráneos de la unión europea. Minist. de Fomento & de Medio Ambiente, Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas, oct. 293 p., Madrid.
- Margat, J., 1995. L'eau dans les pays balkaniques Albanie, Bulgarie, Grèce, Turquie d'Europe, ex-Yougoslavie. In : The European Community and the Balkans. Hellenic Centre for European Studies / CEE, Conférence à Corfou, 2-5 juillet 1993.
- Margat, J., 2002. Are water shortage a long range outlook in Mediterranean Europe ? Workshop "Environmental Challenge in the Mediterranean 2000-2050", Valencia, Spain, sept. Publ. Klower acad. Publ., A. Marquina ed., Dordrecht..
- Maury, R.G., 1990. L'eau dans les pays méditerranéens de l'Europe communautaire. « Etudes méditerranéennes », Fasc.15, Centre Interuniversitaire d'Etudes Méditerranéennes », 363 p., Poitiers.
- Sekulic, B., Vertacnik, A., 1996. Balance of Average annual Freshwater Inflow into the Adriatic Sea. Water Resource Development, Vol.12, n°1, pp. 89-97.

### MAGHREB

- Agoumi, A., 1998. Changements climatiques et ressources en eau dans les pays du Maghreb, Rapport établi dans le cadre du projet RAB/G31, PNUD, FEM ; Mokssit, Ouldbba, Benabdelfadel, Bensaid, Changements climatiques et ressources en eau au Maroc.
- Cote, M., 1998. « Eau, environnement et développement au Maghreb », Economies du Maghreb, l'impératif de Barcelone, dir. Abdelkader Sid Ahmed, CNRS, pp. 103-114.
- Ferragina, E. 1997. L'acqua, fattore strategico della crescita economica nel Maghreb. In Caruso I. & Petroncelli E. eds. "Maghreb, Algeria, Morocco, Tunisia, verso uno sviluppo sostenibile", Edizioni Scientifiche Italiana, Napoli.
- Jellali, M., Jebali, A., 1994. Water resource development in the Maghreb countries, in „Water in the Arab World”, Rogers P. and Lydon P. Eds, 147-170, Harvard University, US, 1994.
- Kettab, A., 2003. L'eau en Afrique du Nord : quelles stratégies ? Quelles solutions ? Quelles perspectives ? (Hydrotop 2003, pp. 121-126).
- Margat, J., OSS, UNESCO, 1995. Les ressources en eau des pays de l'O.S.S. : évaluation, utilisation et gestion. Paris : UNESCO, 80 p.
- Pérennès, J.J., 1993. L'eau et les hommes au Maghreb, contribution à une politique de l'eau en Méditerranée. Khartala, 646 p, Paris.
- Thorweihe, U., Heini, M., 1996. Groundwater Resources of the Nubian Aquifer System. OSS/Technical University of Berlin, February, 95 p., Berlin.
- Troin J.-F., 1987. « L'eau : atout et limite pour le développement », Le Maghreb, hommes et espaces, Colin A., coll. U, pp. 84-116.

Anonyme., 1998. Projet maghrébin sur les changements climatiques, projet du FEM réalisé par le PNUD, changements climatiques et ressources en eau dans les pays du Maghreb, Algérie, Maroc et Tunisie, Enjeux et Perspectives, juin, pp.5.

Collectif, 1999. Middle-East and North African Vision on Water for Food and Rural Development, Bari 27-29 may. Countries paper and Synthesis, Renault D. coord.

### **PROCHE – ORIENT MÉDITERRANÉEN**

Ayeb H., 1998. L'eau au Proche-Orient. La guerre n'aura pas lieu, Karthala-CEDEJ, 231 p.

Banque Mondiale., 1995. From scarcity to security : Averting a water crisis in the Middle-East and North Africa, The World Bank, Washington D.C.

Berkoff, J., Banque Mondiale., 1994, 1995. Une stratégie pour la gestion de l'eau au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, Banque Mondiale, Série Le développement en marche, 86 p., Washington.

Beschorner, N., 1992. Le rôle de l'eau dans la politique régionale de la Turquie. Monde arabe Maghreb/Machrek, n°138, oct-déc.

FAO., 1996. Proceedings of the expert consultation on national water policy reform in the Near-East, Beirut, december 1996.

FAO., 1997. Irrigation in the Near East Region in Figures, Water Report n°9, Rome.

Isaac, J., Shuval, H. ed., 1994. Water and peace in the Middle East, Elsevier Scientific B.V., Amsterdam.

Khoury, J., 1990. Arab Water Security : a regional strategy, horizon 2030. Séminaire Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai 1990, ASCAD / CEE / Gouvernement algérien / CEFIGRE, 68 p.

Maghreb – Machreq, 1992. La question de l'eau au Moyen-Orient. Discours et réalités, Documentation française, n°138, 143 p, Paris.

Mutin, G., 2000. L'eau dans le monde arabe, Ellipses, 153 p., Paris.

Shahin, M., IWRA., 1989. Review and Assessment of Water Resources in the Arab Region. Water International n°14, pp. 206-219.

World Bank., 1995. Middle East and North Africa Environmental Strategy Towards Sustainable Development. Report n°13601 – MENA, Washington, February 17, 77 p.

Collectif, 1988, 1993. Water Resources Assessment in the Arab Region; UNESCO-ROSTAS/The Arab Center for the Studies of Arid Zones & Dry Lands – ACSAD/International Institute Hydraulic and Environmental Engineering – IIHEE, Delft. Arabic ed. 1988, English ed. 1993, 396 p.

Collectif, 1999. Water for the Future. The West Bank and Gaza Strip, Israël, and Jordan. Comm. on Sustainable Water Supplies for the Middle East, Nat. Academy Press, 226 p., Washington.

Collectif, 1999. Middle East and North African Vision on Water for Food and Rural Development, Bari 27 – 29 May. Countries paper and Synthesis, Renault D. coord.

Collectif, Abu-Zeid M. & Hamdy A., 2002. Water Vision for the twenty-first Century in the Arab World. World Water Council, 3rd World Water Forum, 97 p. Marseille.

Anonyme/ANTEA, BRL., 1995. Schéma directeur indicatif de gestion des ressources en eau du bassin du Jourdain. Fonds Français pour l'Environnement Mondial. Rapport inédit, ANTEA-BRL Ingénieur, CIT0019-Doc. Mars.

**RÉFÉRENCES NATIONALES****ALBANIE**

Anonyme/BCEOM., 1997. National Water Strategy for Albania. C.E.U. – Gov. Rep. Albania, BCEOM, PHARE cont., Final Report, Montpellier.

CCE/CEFIGRE., 1990. Ministère de l'Équipement, Algérie – 1990. Rapport national Albanie. Actes du Séminaire Stratégies de Gestion des Eaux dans les Pays Méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai.

Sara, F., 1994. Report on integrated water resources management in Albania. PAM/PAP. IME, Workshop on application of integrated approach to development, management and use of water resources, Marseilles, November 24-26, National Report, PAP-3/1994/W1.

Selenica, A., 1998. Water resources and water use in the framework of national water strategy for Albania. UNESCO, Intern. Conf. On World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, "Water : a looming crisis?", juin, Paris; Proceed. Tech. Doc. In Hydrology n°18.

Anonyme/NEA., 1999. State of Environment Report, 1997-1998. Rep. of Albania, Nat. Environmental Agency, oct, Tirana.

**ALGÉRIE**

Amzert, M., 1997. "L'eau gérée par la pénurie", Peuples méditerranéens, n°70/71, pp. 135-171.

Amzert, M., 1995. Les politiques de l'eau en Algérie depuis l'indépendance, de l'usage agricole à l'usage urbain. Paris, Monde Arabe Maghreb-Machrek n°149, juillet septembre, pp. 33-35.

Arrus, R., 1985. L'eau en Algérie. De l'impérialisme au développement 1830-1962. Alger, Grenoble, Office des Publications Universitaires/ Presses Universitaires de Grenoble, 388.

Benblidia, M., 1995. Quelques aspects de la gestion de l'eau en Algérie. Actes de la journée Mondiale de l'eau, 22 mars. Pp. 31-33. Paris.

Bengueddach, B., 1999. Potentialités des ressources en eau et leurs affectations. Edil inf-Eau, n°21, janv., pp. 8-12, Alger.

Boumad, B., 1995. Le problème de l'eau en Algérie, la grande bataille du IIIème millénaire, in « La maîtrise de l'eau en Languedoc ». Université de Montpellier, Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, Fascicule 1-2, pp. 185-190.

Chikhr Saïdi, F., 1997. La crise de l'eau à Alger : une gestion difficile, l'Harmattan, 254 p. Paris.

FAO., 1997. Algeria, in « Irrigation in the Near East Region in Figures ». FAO, Water Reports, n°9, pp. 55-61, Roma.

Garadi, A., 1992. Université Pierre Mendès-France, Grenoble. Centre de Recherche en Informatique appliquée aux sciences Sociales. Prospective des besoins en eau et anticipation de la demande. MADH2O : Modèle Automatisé de la Demande en Eau. Application à l'Algérie. Thèse Doctorat ès Sciences Economiques, option gestion et planification de l'eau. Grenoble, 269 p.

Hadji, T., 1991. Ressources en Eau et Demande à Long Terme en Algérie. VIIème Congrès Mondial des Ressources en eau, Rabat, 13-18 mai.

Hadji, T. Zeghlaches S., 1992. Rapport national d'Algérie. 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre 1992, CCE/Gouvernement italien, 14 p.



- Kassoul, M. & al., 1997. Caractérisation de la sédimentation des barrages en Algérie. *Revue des Sciences de l'eau*, 3, pp. 339-358.
- Kettab, A., 2001. L'eau en Algérie : enjeux, stratégies, perspectives et vision. *Hydrotop 2001*, colloque scient. et tech., 24-26 avril, Marseille.
- Khelladi, M., 1999. gestion, économie et partage de l'eau dans les milieux semi-arides, contribution à une politique durable de l'eau, illustration à travers le cas de l'Algérie du Nord Ouest et de l'Espagne du Sud Est. Thèse de doctorat, Paris I, Panthéon-Sorbonne.
- Mechebbek, M.A. CIHEAM, 1993. Ressources en eau, irrigation et production alimentaire. Présentation sommaire du cas de l'Algérie. In : *Ressources en eau : développement et gestion dans les pays méditerranéens*. Cahiers Options méditerranéennes, vol. 1, pp. 17.1-17.17.
- Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, Algérie, DGAIH, Saïdi, A. 1994. Ressources en eau de surface et état de la mobilisation. Algérie du Nord, Rapport de synthèse, août, Alger.
- Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, 1995. Conférence nationale sur la nouvelle politique de l'eau, document de référence, vol. II, A.N.E.P., Alger.
- Anonyme, Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, 2001. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2000, Alger.
- Salem, A., 1990. Rapport national de l'Algérie. Séminaire Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai, CCE/Gouvernement algérien/CEFIGRE, 29 p. + annexes.
- Salem, A., 2000. Quel avenir pour une gestion intégrée de l'eau en Algérie, notamment dans la zone littorale ? *Revue de l'économie méridionale*, vol. 48, 3, n°191, pp. 319-327, Montpellier.
- Zaouche, S., 1994. La gestion des ressources en eau en Algérie. Workshop on application of integrated approach to development, management and use of water resources, Marseille, November 24-26, 1994, PAM-PAP/IME. National Report PAP-3/1994/W.1.

### **BOSNIE-HERZÉGOVINE**

- Ceric, A., Zamurovic., 1992. Possible consequences of the European Directive implementation in the Republic of Bosnia & Herzegovina. *Hydrotop*, Colloque La Ville et l'eau, Marseille, 8-10 avril, vol. 1, pp. 368-381.
- Anonyme/ICID., 2000. Bosnia and Herzegovina, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for food and Rural Development, country position papers, 8 p.

### **CHYPRE**

- Konteatis, C.A.C., 1997. Collection of data concerning water resources and management in Cyprus, IPTS, Sevilla, july.
- Lytras, C., Tsiourtis, N., 1990. National report on medium and long term water management strategies, Cyprus. *Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010*, Alger, 28-30 mai, 1990, CCE/Gouvernement algérien.CEFIGRE, 20 p.
- Papasolomontos, A., 1997. A framework for the development of a water policy review for Cyprus. Le Caire, FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10 december, 1996, Appendix 4, pp. 47-60.
- Anonyme/CCE/Gouvernement italien., 1992. Rapport national de Chypre. 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre 1992, 17 p.
- Anonyme/Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of Cyprus., 1998. Water Problems and Policy in Cyprus. Third Mediterranean Agricultural Forum "Water use in

Agriculture : Problems and Prospective”, Europ. Parlem., Comm. Agricultural and Development, Nicosia, 26-27 october, 14 p.

## **CROATIE**

Gereš, D., 1998. Water resources in Croatia. Intern. Symp. On Water Management and Hydraulic Engineering, Dubrovnik, 14-19 september.

Hrvatska Vodoprivreda, Ministry of Water Resources Management of Croatia. 1996. Comm. Inéd., Zagreb, Estimations 1991.

Margeta, J., 1999. Urban water management in Croatia. Rap. à l'Atelier régional sur la planification intégrée des systèmes d'eaux urbaines dans les zones côtières méditerranéennes, Luqa, Malta, Niv., PAM/PAP, pp. 11-14.

Anonyme/ICID., 2000. Croatia, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for Food and Rural Development, Country position papers, 12 p.

## **EGYPTE**

Abu Zeid, M., Rady, M.A., 1991. Egypt Water Resources Management and Policies. Comprehensive Water Resources Management. Policy Workshop, Washington D.C. : World Bank.

Abu Zeid, M., 1991. Water Strategies of Egypt. VIIIth World Congress Water Resources, Rabat, May, IWRA. Sess.sp.n°1.

Abu Zeid, M., Rady, M.A., 1992. Water Resources Management and Policies in Egypt. In : Le Moigne G. & al. eds. Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental issues. Washington D.C. : World Bank.

Abu Zeid, M., 1997. Egypt's Water Policy for the 21st century. IWRA, IXth World Water Congress, Montreal, sept. "Water Resources outlook for the 21st century. Conflicts and opportunities", 7 p.

Amer M.H., 1999. Egypt's water vision for the 21st century – World Water Council/GWP, Worlds Water Vision - water for food, contribution of experts, Bari, 27-29 may. Ministry of Public Works and Water Resources, Egypt, 31 p.

Attia, F.A.R., 1993. Environmentally sound Management of Egypt Groundwater Resources. Symp. Techniques of Groundwater Management in the Arab Region, 20-23 december, 1993.

Attia, B.B., 1998. A framework for the development of Egypt's national water policy. Le Caire, FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10 december, 1996. Appendix 8, pp. 49-67.

Ayeb, H., 1990. La nécessaire révolution hydraulique en Egypte, Tiers Monde, tome XXX, n°121, pp. 73-90.

Ayeb, H., 1998. L'eau et les politiques d'aménagement du territoire en Egypte, Monde Arabe Maghreb Machrek, n°162, pp. 69-83, Paris.

Ayeb, H., 2000. L'Egypte : eaux, agriculture et territoire. Revue de l'économie méridionale, v.48, 3/2000, n°191, pp. 283-301, Montpellier.

Awadala, R.M., Shalaby, A.M.M., 1990. The National Report of the Arab Republic of Egypt. Séminaire Stratégies Régionales de Gestion des Eaux dans les Pays Méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai, CCE/Gouvernement algérien/CEFIGRE, 10 p.

El Gindy, S., 1985. Egypt : reuse of drainage water in irrigation. Proceedings of interreg. Seminar "Non conventional water resources use in developing countries", Willemstad, Curacao, Netherlands Antilles. Natur. Res., Water Series, 22, pp. 504-510, UN/New York.

- Elwan, H.S., El Kassabgy, A., 1992. Water Resources Planning in Egypt and its institutional framework. Hydrotop 1992, colloque La ville et l'eau, 8-10 avril, Marseille, vol. 2, pp. 510-523.
- Ezzat, N., 1995. Water resources development. Country Report, Egypt. The Nile 2002 Conference, Khartoum.
- FAO, 1997. Egypt, in Irrigation in the Near East Region in figures. FAO, Water Reports 9, pp. 87-97, Roma.
- Kerisel, J., 2000. Le Nil : l'espoir et la colère. De la sagesse à la démesure. Presses de l'ENPC, Paris.
- Megahed, M.M., Mekhemar, S.S., 1991. Desalination in the Egyptian Context. IAEA 1st Regional Meeting on Nuclear Desalination, Cairo, 4-7 May.
- Ministry of water resources and irrigation, Attia, B., Tawfiq, M., 2000. Adopted measures to face major challenges in the Egyptian water sector. Report "From the Hague 2000 2nd World Water Forum to Kyoto 2003 3rd World Water Forum, 99 p., sept., Cairo.
- Said, R., 1993. The River Nile – Geology, Hydrology and Utilization. Pergamon Press, 320 p., Oxford.
- Shahin, M., 1991. Assessment of Groundwater resources in Egypt. IHE Rep. Ser. 23, Delft, 71 p.
- Shawky, M. A., 2001. Water Demand Management : Approach, experience and application to Egypt. Thèse doct., Delft Univ. Technology, 6 juin.
- Anonyme/CCE/Gouvernement italien, 1992. Egypt's National report. 2e Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre, 13 p.
- Anonyme/ICID, 2000. Egypt, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for Food and Rural Development, Country position papers, pp.97-111.

## **ESPAGNE**

- Arrojo, P., Candela, L., Guíasante, C., Moratilla, F., Llamas, R., Menendes, M., 1998. Spain, Towards a sustainable :strategic management of water resources : evaluation of present policies and orientations for the future, DGXVI, IPTS, Seville, 28-29 septembre
- Avendano, Salas C. & al., 1997. Capacity situation in spanish reservoirs. Comm. Intern. des Grands Barrages, XIXe Congr., Florence.
- Custodio, E., 1996. Synthèse globale sur l'utilisation des ressources en eau en Espagne. Eur. Water Pollut. Control, 6, n°5, pp. 68-83.
- Del Moral & al, 2000. L'évolution des modalités d'allocation de la ressource en eau en Espagne. Revue de l'économie méridionale, vol 48, 3/2000, n°191, pp. 235-248, Montpellier.
- Drain, M., 1996. L'Espagne à l'heure des choix pour le partage de l'eau. Université de Provence et Conseil Régional Provence Alpes Côte d'Azur, Méditerranée, n°1-2, Tome 83, pp. 69-77.
- Drain, M., 2001. L'évolution des politiques de l'eau dans la péninsule ibérique. Hydrotop 2001, colloque scient. et tech., 24-26 avril, Marseille.
- Ibanez, C. & al., 1995. Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the Lower Ebro river and its estuary. Wiley & Sons. Regulated Rivers : Research and Management, 10.
- Naredo Perez, J.-M. & al., 1995. La economía del agua en España, colección economía y naturaleza, Fundación Argentario-Visor Distribuciones, Madrid.

- Naredo Perez, J.-M., 1997. "Spanish Water Accounts", in San Juan C., Montaivo A. dir., Environmental Economics in the European Union. Mundiprensa/Universidad Carlos III, Madrid, pp. 369-433.
- Collectif, 1995. La aguas subterraneeas en la ley de aguas española : un decenio de experiencia. Asociacion Internacional de Hidrogeologos/ Grupo español. Actos Jornadas en Murcia, 2 vol, pp. 384 & 253, Madrid.
- Anonyme, Ministerio de Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente, Direccion General de Obras Hydraulicas, España, 1993. Plan Hidrologico Nacional. Memoria. Madrid, MOPTS, 253 p.
- Anonyme, 1994. Libro Blanco de las aguas subterraneeas. Ministerios Industria y Energia, Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente, 135 p., Madrid.
- Anonyme, MIMAM, 1998. El Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Anonyme, ICID, 2000. Spain, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for Food and Rural Development, Country position papers, 11 p.
- Anonyme, Ministerio de Medio Ambiente, 2000. Plan Hidrológico Nacional, sept., Madrid.

## FRANCE

- Agence de l'eau Adour Garonne, France, 1996. Source citée par Hurand P., Préfol B./CACG, 1996. Lacs réservoirs et estimation des besoins à long terme. Responsabilité et Environnement, Annales des Mines, avril, n°2, pp. 67-74, Paris.
- Babillot, P., IFEN, 1998. L'eau potable ne coule pas que de source. IFEN, Les données de l'environnement, n°36, 4 p., Orléans.
- Bravard, J.-P., Peiry, J.-L., 1993. La disparition du tressage fluvial dans les Alpes françaises sous l'effet de l'aménagement des cours d'eau 19ème – 20ème siècle, Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl.-Bd 88, pp. 67-79.
- Collectif, 1987. 40 ans de politique de l'eau en France, Economica, Paris.
- Crouzet, P. & al., 1999. Les comptes de la qualité des cours d'eau. (Institut français de l'environnement/ BETURE/CEREC, Eurostat, Etudes et travaux IFEN n°25, 71 p., Orléans).
- IFEN, 1999. L'environnement en France. IFEN/La Découverte, 480 p., Paris.
- Margat, J., 1990. Poids des eaux souterraines comme source d'approvisionnement en eau de la France. Données statistiques. Coll. « L'eau souterraine, un patrimoine à gérer en commun », BRGM, 6-7 novembre, Paris. Doc. BRGM, n°195, pp. 313-337, Orléans.
- Margat, J., 1991. France, in Groundwater in Western and Southern Europe, UN, DTCD, ST/TCD/12, New York.
- Monfort, O., 1996. Les prélèvements et consommations d'eau en France de 1981 à 1994, par bassins, usages et origines. Minist. Environnement, Dir. Eau, 62 p., Octobre, Paris.
- Mussot, R., Béneche, C., 1995. L'influence des interventions humaines sur l'écoulement des eaux et sur les transports solides. L'exemple des Pyrénées-Orientales, France. Ann. Géo., Colin, n°581-582, pp. 105-118, Paris.
- Paoli, D., Rieu, T., 1992. La situation de l'eau en France, Economie et Statistiques, n°258-259, octobre-novembre.
- Planistat-Europe, 1997. Long range Study on Water Supply and Demand in Europe. CCE, Final Report, January, 41 p.+ annexes, Paris. Source : Office International de l'Eau, Paris.
- Redaud, J.-L. & al., 2002. Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France. Mission interminist. Effet de serre, IUCN Centre For Mediterranean

Cooperation/GWP Mediterranean. Mediterranean Roundtable on Water, Wetlands and Climate Change, Athens, 10-11 dec., 41 p.

Rieu, T., 1998. Note sur l'eau agricole en France, Towards a sustainable/strategic management of water resources : evaluation of present policies and orientations for the future, DGXVI, IPTS, Seville, 28-29 septembre.

Roux, A., Mérillon, Y., 1993. Problématique actuelle de l'irrigation en France. La Houille Blanche, n°2/3.

Valiron, F., 1990. La politique de l'eau en France de 1945 à nos jours, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Collectif, IFEN, 2000. L'environnement en France. Institut Français de l'Environnement, La Découverte, 602 p., 1. Les eaux continentales.

Anonyme, 1998. La gestion de l'eau en France. Une démarche reconnue. Minist. Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 6 p., Paris.

## **GRÈCE**

Coumantakis, J., 1990. Les causes du déficit en eau des îles de la Grèce. Méthodes d'exploitation et de gestion. Mém. 22nd Congress of IAH, vol. XXII, Part 2, pp. 1043-1050, Lausanne.

Kounis, G.D., 1994. Integrated water resources management in Greece. PAM/PAP, IME, Workshop on application of integrated approach to development, management and use of water resources, Marseille, 24-26 novembre, 13 p.

Marinos, P., Diamandis, J., 1992. The risk of overexploitation of a multi-layer heterogenous aquifer system. Hydrogeological considerations in major greek basins. Selected papers on aquifer overexploitation : Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain, April 15-19, 1991, International Association of Hydrogeologists. Ian Simmers ed. Hannover, Heise, 1992, pp. 61-66.

Megremis, M., 1992. Rapport national de Grèce. 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre, CCE/Gouvernement italien. 13pRS.

Scoullou, M.J., Mantzara, M., 1996. Greece/ICWS, Final Report, 54 p., Athens, in "Long range study on Water Supply and Demand in Europe", CCE/Planistat-Europe, Final Report, janvier 1997, Paris.

Sivignon, M., 1990. L'eau en Grèce, réalités et perspectives, en Los conflictos territoriales por el agua en los estados norte-mediterráneos, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Valencia, del 17 al 21 de septiembre.

Zalidis, G., Mantzavelas, A. eds., 1994. Inventory of Greek wetlands as natural resources. In, Hecker, N. & Thomas Vives, P., IWRB, Portugal. Instituto de Conservação da Natureza, 1995. The Status of Wetlands Inventories in the Mediterranean Region. Slimbridge, 146 p., IWRB Publication n°38.

Anonyme, 1990. Greece, in "Groundwater in Eastern and Northern Europe", UN, DTCD, ST/TCD/11, New York.

Anonyme, 2000. In OCDE- Examen des performances environnementales- Grèce. 2/Gestion de l'eau, pp. 53-72.

## **ISRAËL**

Arlosoroff, S., 1997. Une étude de cas sur l'utilisation de l'eau – EAWAD News, n°43, nov., pp. 8-11.

Bar-Or, Y., 1994. Integrated water resources management in Israël. Workshop on application of integrated approach to development, management and use of water resources, Marseille, novembre 24-26, 1994, PAM-PAP/IME. National Report, PAP-3/1994/W.1.

- Dery, D., Salomon, I., 1997. After me, The Deluge : Uncertainty and Water Policy in Israël. Oxford, Water Resources Development, vol. 13, n°1, pp. 93-110.
- Gabbay, S., Ministry of the Environment, Israël, 1994. The Environment in Israël. Jerusalem : Ministry of the Environment, 255 p.
- Goren, Y., Inbar, Y & al., 2000. Water crisis : 2000. Israël Environment Bull., n°2, pp. 5-23, Tel-Aviv.
- Hamberg, D., 1989. The role of groundwater in Israël's integrated water system. IAHS, Proceed. Benidorm Symposium, Spain, oct. "Groundwater Management : Quantity and Quality", IAHS, publ. N°188, Wallingford.
- Mintzker, N., 1987. Water in Israël. Towards the Future. Tahal, contribution aux scénarios du Plan Bleu, juillet.
- Schwartz, J., 1992. Israël Water Sector Review : Past Achievements, Current problems, and Future options. In: Le Moigne & al. eds.. Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues. Washington D.C., World Bank Technical Paper, n°175.
- Shevah, Y., Tahal, 1999. Israël Agriculture Sector Policy issues. MENA Reg. Meeting Water for Food and Rural Development, Bari, May.
- Shuval, H.I., 1992. Environmental management of transboundary groundwater systems : a case study of the mountain aquifer shared by Israël and the Palestinians in the occupied territories. Workshop on environmentally sound management of international water systems, Sophia-Antipolis, 28-30 april. UNEP/International office for water.
- Shuval, H.I., 1992. Le problème du partage de l'eau entre Israël et les Palestiniens : à la recherche d'une solution équitable, Monde Arabe, Maghreb Machrek, n°162.
- TAHAL, 1990. Israël Water Sector Review. The World Bank, TAHAL Cons. Eng. Ltd, Dec., Tel-aviv.
- Yair, A., Gvirtzman, H., 1995. Bilan d'eau d'Israël : situation présente et perspectives d'avenir, Sécheresse, vol.6, n°1, pp. 59-65, Paris.
- Anonyme, 1999. Israël, vision for the future. MENA, Consultation meeting on water for food and rural development, Bari, 27-29 may.
- Anonyme, ICID, 2000. Israël in ICID Strategy for implementing sector vision. Water for food and rural development, country position papers.
- Anonyme, 2002. The Environment in Israël 2002/Water, pp. 73-99.
- Anonyme, Water Commission, 2002. Transitional Master Plan for Water Sector Development in the Period 2002 – 2010. Minist. of National infrastructures, Water Commission, june.
- Anonyme, Water Commission, 2002, Water in Israël. Consumption and Production 2001. Minist. of National infrastructures, Water Commission, 52 p., Dec.

## ITALIE

- Benedini, M., 1987. I problemi attuali delle acque in Italia. Ed. Edagricole, Bologna, 51p.
- Benedini, M., 1997. Some remarks on a sustainable management of water resources in Italy. IPTS, Sevilla, 15 p.
- Beretta, G.P. & al., 1992. Aquifer overexploitation in the Po Plain : Hydrogeological, geotechnical and hydrochemical aspects.
- Selected papers on aquifer overexploitation : Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain, April 15-19, 1991, International Association of Hydrogeologists. Ian Simmers...ed.. Heise, 1992, pp. 115-130, Hannover.

- Drusiani, R., 1998. Water Management and Conservation Including Water Losses Control. National Report, Italy, Eureau Conf., Venice.
- Medici, G., 199...L'irrigazione in Italia. Dati e commenti. Edagricole, Roma, 58 p.
- Planistat Europe, 1997. Long range study on water supply and demand in Europe. CCE, Final Report, January, 41 p. + annexes, Paris. Source : Benedini M., Roma, 1996.
- Anonyme, 1991. Rapport italien sur les ressources en eau douce. Conf. internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janvier, country paper, 39 p.
- Anonyme, 1990. I Problemi delle Acque in Italia. Aggiornamento 1989, Conf. Nazion. Delle aque. Minist. Delle'Agricoltura e delle Foreste. Ed. Agricole, Roma.
- Anonyme, 1992. Relazione sullo stato dell'ambiente. Ministero dell'Ambiente, mars, Roma.
- Anonyme, 1999. L'eau en Italie. Comm. Interminist. pour la politique de l'eau en Méditerranée. Doc. Pour la Conférence Ministérielle Euro-Méditerranéenne sur la gestion locale de l'eau, Turin, 18-19 octobre.
- Anonyme, ICID, 2000. Italy, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for Food and Rural Development, Country position papers, 12 p.
- Anonyme, 2001. Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001. Le acque interne. Minist. dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma.

## LIBAN

- FAO, World Bank, 1994. Lebanon, Prepar. Report, irrigation, rehabilitation and modernisation project, January.
- FAO, 1997. Lebanon, in Irrigation in the Near-East Region in figures. FAO, Water Reports 9, pp. 135-143, Roma.
- Geadah, A., 1996. Contributions récentes à la planification et l'évaluation des ressources et des demandes en eau dans le cadre de la mise en valeur hydroagricole au Liban, Conférence nationale sur les systèmes des données des ressources en eau, Beyrouth, 29-30 octobre 1996.
- Geadah, A., 1997. Irrigation in the Near East in figures, Lebanon, FAO, Rome. Consultable aussi sur <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/lebanon.htm>.
- Jaber, B., 1993. Water resources in Lebanon. UN-ESCWA/WHO'EMROC, Reg. Sympos. on Water use and conservation. 28 november – 2 december, 1993, Amman, Jordan. Country paper.
- Jaber, B., 1996. La problématique de l'eau au Liban, Conférence nationale sur les systèmes des données des ressources en eau, Beyrouth, 29-30 octobre.
- Kolars, J., 1992. Les ressources en eau du Liban : le Litani dans son cadre régional. Monde arabe Maghreb-Machrek, n°138, oct-déc., Doc. Fr., Paris, pp. 11-26.
- Kouyoumjian, H.H. & Rabbat, A., 1994. Lebanon Report on Integrated Water resources Management. In, IME/PNUF, PAM. Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources, Marseille, 24-26 nov., pp. 47-51.
- Moudallal, S. ed D., 1997. Les ressources en eau du Liban, Editions Dazr el Fakr el Aarabi, Beyrouth, 111 p. en arabe.
- Nimah, M., Hajjar, Z., 1995. Water laws, water institutions and water supply economics in the Arab Republic of Syria and the Republic of Lebanon, Editions J.M. Trollalden, CESAR Oslo Norway, Chapitres I, II, III.

Anonyme, CCE/Gouvernement Italien, 1992. Rapport national du Liban. 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre, 23 p.

## **LIBYE**

Allan, J.A., 1989. Water Resources Evaluation and Development in Libya. *Libyan Studies*, n°20, pp. 235-242.

El Asswad, R.M., 1995. Agricultural Prospects and Water Resources in Libya. *Ambio*, vol. 24, n°6, September, pp. 324-327.

El-Gheriani, A.M., 2002. The Great Manmade River Project. *Soc. Hydrot. de France*, coll. Eau et Economie, Paris, sept., pp. 241-244.

FAO, 1997. Libya, in *Irrigation in the Near East Region in figures*. FAO, Water Reports 9, pp. 145-150, Roma.

Pallas, Ph., 1980. Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya, in *The Geology of Libya, II, Part 4, Hydrogeology*. 2<sup>nd</sup> Sympos. Geol. Libya, Tripoli, September 1978, Ed. Al Fateh Univ. Tripoli & London Acad. Press Inc. London, pp. 539-594. Sources : Groundwater Authority, 1978.

Pallas, Ph., Salem, O., 1999. Water Resources Utilisation and Management of the Socialist People Arab Jamahiriya. *Intern. Conf. "Regions Aquifer Systems in Arid zones-Managing Non Renewable Resources"*, Tripoli, nov., 65 p., UNESCO.

Salem, O., 1992. The Great Manmade River Project. A partial solution to Libya's future water supply. *Water Resources Development*, 8, n°4, December, Oxford, pp. 270-278.

Salem, O., 1997. National Water Policy Review and Management of Water Scarcity in Libya. *FAO/2<sup>nd</sup> Expert Consultation on Water Reform in the Near East Region*. Cairo, 24-25 nov., pp. 61-24.

Salem, O., 2001. La politique de l'eau en Libye. *Hydrotop 2001, Colloque scient. et tech.*, 24-26 avril, pp. C005-1-6, 2001, Marseille.

Anonyme, 1988, 1993. Libya, in *Water Resources Assessment in the Arab Region; UNESCO-ROSTAS/The Arab Center for the Studies of Arid Zones & Dry Lands – ACSAD/International Institute Hydraulic and Environmental Engineering – IIHEE, Delft*. Arabic ed. 1988, English ed. 1993, 396 p.

Anonyme, 1992. La recherche de l'autosuffisance : la grande rivière artificielle en Libye. *Economie du monde arabe et musulman*, mars, éditions Emam, Paris.

Anonyme, Technical Committee for the Study of Water Resources in Libya, 1999. *Water Resources Study – National Strategy for Water Resources Management 2000. 2025, Final Report*, Tripoli.

## **MALTE**

FAO, 1997. Malta, in *Irrigation in the Near East Region*, FAO, Water Report n°9, pp. 151-159, Rome.

Gutierrez, A., 1994. Evaluation des ressources en eau souterraine de l'île de Malte. Thèse doct. Univ. Paris VI, Paris, 326 p. + annexes.

Mangion, J., 1994. Application of integrated approach to development, management and use of water in Malta. Pam, PAP, PNUE, Rapports nationaux, Split, novembre.

Peplow, G., 1989. The effects on water production in islands with high population and tourist densities : the case of Malta. In, *Les ressources en eau et le tourisme dans les îles de Méditerranée*, Centre Européen de Coordination de Recherches et de Documentation en Sciences Sociales, Malta, pp. 171-180.



- Riolo, A., 1990. Medium and long term water management strategies in the Maltese islands. Séminaire stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, CCE/Gouvern. Algér./CEFIGRE mai, Alger, 7 p.
- Riolo, A. & al., 1992. Les ressources en eau de l'île de Malte. Passé, présent, futur. Soc. Hydrot. de France, 22ème journ. Hydraulique, septembre, Q.3, Paris, 8 p.
- Riolo, A., 1992. Country Report developments in the Water Sector in the Maltese Islands + addition. Inform. Water Serv. Corp., Ministry for the Environment. CCE/gouver. Italien, 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre, 30 p. + 16 fig.
- Riolo, A. & al., 1992. Les ressources en eau de l'île de Malte. Passé, présent, futur. Hydrogéologie, n°4, pp. 187-192, éd. BRGM, Orléans.
- Riolo, A., 1996. Expériences de dessalement à Malte = Experiences with desalination in the Maltese Islands. Conférence euro-méditerranéenne sur la gestion de l'eau, Marseille FRA, 25-26 novembre, Ministère de l'Environnement, France/Ministère des Affaires Etrangères, France / OIE / Commission Européenne.
- Riolo, A., 1999. Sea Water Desalination in Malta. Conf. Réseau Méditerranéen de l'Eau, Malte, juil., 12 p.
- Anonyme, Water Services Corporation Malta, 1999. Annual Report, 1998-99, 42 p.

## MAROC

- Badraoui, A., Hajji, A., 2001. Envasement des retenues de barrages, Maroc, Soc. Hydrot. de France, Com. Tech., juin.
- Bouderbala, N., Pascon, P. & al., 1984. La question hydraulique. 1. Petite et Moyenne Hydraulique au Maroc. Inst. agron. et vétér. Hassan II Pub., 397 p.
- Bzioui, M., 2000. Politique et stratégie de développement des ressources en eau du Maroc. Acad. du Royaume du Maroc, 6 novembre.
- El Alaoui, M., 2000. Pour une « bonne » administration des eaux en vue d'un développement durable, cas du Maroc. Acad. de l'eau, Colloque intern. L'eau, l'Aménagement du Territoire et le Développement Durable, Paris, Sénat, 10-11 février, pp. 27-36.
- FAO, 1997. Morocco, in Irrigation in the Near East Region in figures. FAO, Water Reports 9, pp. 169-176, Roma.
- Jellali, M., 1995. Développement des ressources en eau au Maroc. CIHEAM, Séminaire, Aspects économiques de la gestion de l'eau dans le Bassin méditerranéen, Marrakech, 17-19 mai, 17 p.
- Jellali, M., 1997. Développement des ressources en eau au Maroc. Situation actuelle et perspectives. Le Caire, FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East. Beirut, 9-10 december 1996. Appendix, pp. 147-163.
- Lahlou, A., 1994. Envasement des barrages au Maroc. Ed. Wallada, 286 p., Rabat.
- Mahfoud, J., 2002. Politique et stratégie de développement des ressources en eau au Maroc. Colloque sur l'eau, Tétouan, 24-25 oct., Inst. Français de Tanger-Tétouan, Agence du bassin hydraulique du Loukkos, 29 p.
- Sbihi, M., 1991. Etude du pré-plan directeur des eaux du Maroc. IWRA, VII<sup>ème</sup> Congrès mondial des ressources en eau, Rabat, 13-18 mai. Pp A2-97-A2-99.
- Tahri, K., 2001. Gestion de l'eau et perspectives du dessalement au Maroc. Colloque Maroc-Français, ONEP/Com. Fr. Membranes, Rabat, 13-14 nov., 8 p.
- Yacoubi Soussane, M., 1998. Les ressources en eau et en sols au Maroc. Rapp. Consult. FAO, oct.

Anonyme, 1992. Conférence internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janvier. Développement des Ressources en eau. Rapport national du Maroc. 19 p. Country paper.

Anonyme, 1992. CCE/Gouvernement italien. Rapport national du Maroc. 2<sup>ème</sup> Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre 1992.

Anonyme, Ministère des Travaux Publics, Maroc, 1997. Développement des Ressources en eau du Maroc. 1<sup>er</sup> Forum mondial de l'eau, L'eau, patrimoine de l'humanité, Marrakech, 20-25 mars 1997, 28 p.

Anonyme, 1999. L'hydraulique en chiffres. Minist. Equipement, Dir. Gén. Hydraulique, 6 p., Rabat.

Anonyme, 2001. Rapport sur l'état de l'environnement du Maroc. Minist. Aménagement du Territoire, Urbanisme, Habitat et Environnement, oct., 82 p., Rabat.

### **TERRITOIRES PALESTINIENS GAZA - CISJORDANIE**

Al-Jamal, K. & al., 1996. Gestion des ressources en eau dans la bande de Gaza. Conf. euro-médit. sur la gestion de l'eau, Marseille, 25-26 nov., Atelier 2, pp. 21-43.

Al-Jamal, K. & al., 1997. Non conventional Water Resources in Palestine Gaza Governorates. Palestinian Water Authority, oct., 17 p., Ramallah.

Al-Jamal, K. & al., 2001. Prospects for Desalination in Gaza. Watermark, 14, nov., pp. 1-2, Muscat, Oman.

Asa, A., 2001. Palestinian water sector aspirations and policies. Hydrotop 2001, colloque scient. et tech., 24-26 avril, Marseille.

Daibes Murad, F., 1998. Towards sustainable Development in the Water Sector. Perspective from Palestine. Medit. Water Policy Conf., Valencia, 16-18 Ap.

Rabi, A., Karmi, N., 2001. Integrated Water Resources Management in the West Bank and Gaza. Sémin. Internat. Hydrologie des Régions Méditerranéennes, Montpellier, 11-13 oct., pp. 259-265.

Sabbah, W., Isaac, J., 1995. Towards a Palestinian Water Policy. CEDARE, proceed. Regional Seminar on Options and Strategies for freshwater development and utilisation in related Arab countries, Amman, Jordan, 26-28 June, publ. 1997.

Anonyme, 1986. Palestine – Proceed. Symposium Water Resources and their utilization in the Arab World, Kuwait, 17-20 feb., en arabe.

Anonyme, 1998. Water Resources Management strategy Palestinian Water Authority, Aug., 17p.

### **SERBIE-MONTÉNÉGR0**

Mijatovic, B., 1987. Yugoslavia, in Groundwater in Eastern and Northern Europe, UN, DTCD, ST/TCD/11, New York 1990, pp. 245-273.

### **SLOVÉNIE**

Collectif, 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca slovenije/Surface streams and water balance of Slovenia. Hydrometeorološki Zavod Republike Slovenije, 90 p., Ljubljana.

Anonyme, 1997. Environmental Performance review. Slovenia. ECE/UN.

Anonyme, Ministry of Environmental and Regional Planning, Nature Protection Authority, Slovenia, 1997. Motion of the drinking Water Exploitation and Protection. 1997, 9 p.

Anonyme/ICID, 2000. Slovenia, in ICID Strategy for implementing Sector Vision. Water for Food and Rural Development, Country position papers, 12 p.

**SYRIE**

Amer, World Bank, 1987. Water : The Middle East Imperative. Syria : Political, Economic and Strategic Analysis.

Cousseran, 1996. Document de synthèse sur la situation de l'eau en Syrie, Conférence Euro-Méditerranée Gestion de l'eau, 25-26 novembre, Marseille.

FAO, 1997. Syria, in Irrigation in the Near East Region in Figures. FAO, Water Reports, n°9, pp. 227-235, Roma.

Hadid, B., 1990. Rapport national syrien. Séminaire stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, mai, CCE/Gouvern. Algér. /CEFIGRE, 15 p.

Hannoyer, J., 1985. Grands projets hydrauliques en Syrie, Monde Arabe Maghreb-Machrek, Paris : La Documentation Française, n°109, juillet-septembre, pp. 24-42.

Jamaledin, J., 1997. Country Case Study : Syria, Actes de la conférence Expert Consultation on National Water Policy Reform in the Near East, Liban, 9-10 décembre 1996, FAO, Regional Office for the Near East, Le Caire, pp. 165-205.

Khoury, J., 1998. The Development of Water Legislation in Arid and Semi-arid Zones, A Country Case Study : Syria, Rapport de la table ronde, Water Legislation Enforcement in Mediterranean Countries METAP/AIE, Académie Internationale de l'Environnement, Genève, 15-17 février, pp. 76-90.

Naff, T., AMER, 1987. Syria : political, economic and strategic analysis. Water : The Middle East Research, 140 p., AMER, Water Project, Report n°23.

Varela-Ortega, C. & al., 2001. The Utilization of Water Resources for Agriculture : Analysis of the Current Regime and Policy. FAO/Italian gov. coop-programme, Rep., june, Damascus.

Wakil, M., 1993. Analysis of Future Water Needs for Different Sectors in Syria. Water International, IWRA, vol. 18, n°1, march, pp. 18-22.

Anonyme, 1988, 1993. Syria, in Water Resources Assessment in the Arab Region; UNESCO-ROSTAS/The Arab Center for the Studies of Arid Zones & Dry Lands – ACSAD/International Institute Hydraulic and Environmental Engineering – IIHEE, Delft. Arabic ed. 1988, English ed. 1993, 396 p., pp. 197-205.

Anonyme, 2001. Syrian Arab Republic, Irrigation Sector Report. The World Bank Report, August 6.

**TUNISIE**

Alouini, A., 1999. Long run agriculture Water Strategy in Tunisia. MENA Reg. Water for Food and Rural Development, Bari, May.

Bacha, M., 2000. Le secteur de l'eau en Tunisie, 2000-2030. Académie de l'eau / Institut du Monde Arabe, Conf. L'eau et le Monde Arabe, 25 mai, 25 p., Paris.

Chérif, A., 1999. Croissance urbaine et transferts de l'eau dans les pays de la Méditerranée : cas de la Tunisie, Faculté des Lettres, Manouba, 11 p., Tunis.

Chérif, A., Kassah, A. & al., 1995. L'eau et l'agriculture irriguée en Tunisie, Publications, Faculté des Lettres, Manouba, 210 p. en français et 77 p. en arabe.

El Bech, H.E., 1994. La gestion intégrée de ressources en eau, Tunisie. Workshop on application of integrated approach to development, management and use of water resources, Marseille, November 24-26, PAM-PAP/IME. National Report PAP-3/1994/W.1.

Ennabli, N., 1995. L'irrigation en Tunisie. Inst. Nat. Agronomique, 469 p., Tunis.

Ennabli, M., 2000. Analyse des stratégies et prospective de l'eau en Tunisie. Plan Bleu/CMDD, juin, 37 p., Tunis.

- FAO, 1997. Tunisia, in Irrigation in the Near East Region in Figures, Water Report n°9, FAO, pp. 243-249, Roma.
- Hamdane, A., 1994. La gestion de l'eau en Tunisie. Ministère de l'Agriculture, DG Génie Rural. Rapport de synthèse, Tunis, 24 p.
- Hamdane, A., 1999. The Tunisia Case Study. The MENA/MED Water Initiative, 2nd Reg. Seminar on Policy Reform in Water Resources Management, Amman, may 8-11, 13 p.
- Hamza, M., Khanfir, R., 1991. Evaluation du potentiel de l'exploitation des ressources en eau souterraine de la Tunisie. Min. Agric. DGRE, Tunis.
- Horchani, A., 1979 – Le potentiel hydraulique utilisable de la Tunisie. Revue Tunisienne de l'Equipement, n°1, janvier, pp. 12-16, Tunis.
- Khanfir, R., 1996. Les perspectives de développement des ressources en eau en Tunisie. Symposium international de Gestion de l'eau dans le Bassin méditerranéen, Tunis, 13-14 mars, 18 p.
- Laroussi, C., Habaieb, H./CIHEAM, 1993. Gestion des ressources en eau en conditions d'aridité. Cas de la Tunisie. In : Ressources en eau : développement et gestion dans les pays méditerranéens. Cahiers Options Méditerranéennes, vol 1, n°1, pp. 6.1-6.16.
- Louati, M.H. & al., 1999. Guide pratique de gestion de la sécheresse en Tunisie. Approche méthodologique. Minist. Agriculture, sept., Tunis.
- Mabrouk, A., 2003. La stratégie tunisienne en matière d'économie de l'eau potable (Hydrotop 2003, pp. 127-130, Marseille).
- Mamou, A., 1990. Caractéristiques et évaluation des ressources en eau du Sud Tunisien. Thèse, Université de Paris-Sud, 425 p., Orsay.
- Mamou, A., 1998. Développement des ressources en eau en Tunisie : situation actuelle et perspectives. Le Caire, FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10 december, 1996, Appendix 10, pp. 151-182.
- Mamou, A., Kassah, A., 2000. Les nouveaux défis de la gestion de l'eau en Tunisie. Revue de l'économie méridionale, vol. 48, 3/2000, n°191, pp. 303-317, Montpellier.
- Mamou, A., Kassah, A., 2002. Eau et développement dans le Sud Tunisien. Cahiers du C.E.R.E.S., Série Géographique, n°23, Tunis.
- Mouelhi, M., Louati, M.H., 2001. Approche de gestion de la sécheresse en Tunisie, Hydrotop 2001, Marseille, 20 p.
- Sethom, H., 1991. Les dangers de la priorité absolue aux villes dans la répartition des eaux disponibles en Tunisie. In, L'eau et la ville dans les pays du bassin méditerranéen et de de la Mer Noire, Urbama, pp. 105-118, Tours.
- SONEDE, Service Statistique, Tunisie, 1993. Indicateurs de l'eau : SONEDE, 482 p., Tunis.
- Treyer, S., 2001. La planification stratégique à long terme de l'eau en Tunisie. Revue Tiers Monde, T.XLII, n°166, avril-juin.
- Treyer, S., 2002. Analyse des stratégies et prospectives de l'eau en Tunisie. Plan Bleu/Ministère Ecologie et Développement Durable, Direction de l'eau, 31+53 p. + Annexes. Novembre, Sophia-Antipolis.
- Anonyme, Ministère de l'Agriculture, Tunisie, 1995. Economie d'eau 2000. Groupement AHT/GKW/Coyne et Bellier/CNEA, Rapport final, septembre, Tunis.
- Anonyme, 2000. Rapport national. L'Etat de l'environnement 2000. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Tunis.

**TURQUIE**

- Altinbilek, D., Kulga, D., Tanriverdi, M./DSI, 1998. Present Status of Water Resources Assessment in Turkey. International Conference on Water and Sustainable Development, 19-21 march, Paris, Experts Workshop I, 6 p.
- Anac, S., 1999. Irrigation development in Turkey : Potentials and Prospects. MENA Reg. Meeting Water for Food and Rural Development, Bari, May.
- Bayazit, M., Avci, I., 1997. Water Resources of Turkey : Potential, Planning, Development and Management. Water Resources Development, vol. 13, n°4, pp. 443-452.
- Bilen, O., 1997. Turkey and water issues in the Middle East, Ankara.
- FAO, 1997. Turkey, in Irrigation in the Near East Region in Figures, Water Report n°9, FAO, pp. 251-258, Roma.
- Ilbeyi, A., Sommez, B., 1995. Country paper. Water Management and Irrigation Practices in Turkey. Region. Workshop on Water Management Technologies in Arid Climates, March, Giza, Egypt.
- Kulga, D., Adanali, K., 1990. Country Report on Water Resources Development in Turkey. Séminaire Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger, 28-30 mai 1990, CCE/Gouvernement algérien/CEFIGRE, 19 p.
- Kulga, D., Kukeli, S., Bas, Z., 1992. Turkish national report on water. 2ème Conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 octobre 1992, CCE/Gouvernement italien.
- Tekinel, O., Kanber, R., Ozekici, B., CIHEAM, 1993. Water resources planning and development in Turkey. In : Ressources en eau : développement et gestion dans les pays méditerranéens. Cahiers Options méditerranéennes, vol. 1, n°1, pp. 5.1-5.16.
- Tekinel, O., Doorenbos, J., 1995. Disengagement of the state in water resource management, in Economic aspects of water resource management in the Mediterranean area, Athens, UNEP-MAP.
- Yavuz, H., Cakmak, E.H., 1997. Water Policy Reform in Turkey. Le Caire, FAO, Proceed of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10 december, 1996, Appendix 13, pp. 215-257.
- Anonyme, 1992. Conférence internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janvier. Turkey country report, 11 p., Country paper.
- Anonyme, 1995. Havza Istatistikeleri 1995/Environmental statistics, river basin Statistics, 1995. State Institute of Statistics, Turkey, Ankara.
- Anonyme, OCDE 1999. Turquie, in Examens des performances environnementales, OCDE, Eau : pp. 51-71, Paris.

## Principaux sigles et acronymes

AIRE. Association Internationale des Ressources en Eau (=IWRA)

AIRH. Association Internationale des Recherches Hydrauliques

AISH. Association Internationale des Sciences Hydrologiques

AMHY. Alpine and Mediterranean Area Hydrology (FRIEND)

CAR-PB Centre d'activités régionales du Plan Bleu

CCE. Commission des Communautés Européennes

CEDARE. Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe

CEFIGRE. Centre de Formation International à la Gestion des Ressources en Eau (France)

CIHEAM. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes

CIID. Commission Internationale des Irrigations et du Drainage

CMDD. Commission Méditerranéenne du Développement Durable (PAM)

ECOMED. Agency for the sustainable development of Mediterranean

EEA. European Environment Agency

EMWIS. Euro-Mediterranean Information System on the know-how in the water sector

FAO. Food and Agriculture Organization (ONU) / Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

GWP. Global Water Partnership

IAHS. International Association of Hydrological Sciences

ICID. International Commission Irrigation and Drainage

IME. Institut Méditerranéen de l'eau (France)

IPTS. Institut de Prospective Technologique

IWMI. International Water Management Institute

IWRA. International Water Resources Association

MAP. Mediterranean Action Plan

MED-HYCOS. Mediterranean Hydrological Cycle Observing System/WHYCOS

MEDTAC. Mediterranean Technical Advisory Committee (GWP)

MEDWAN. Mediterranean Water Network

MENA. Middle East and North Africa

METAP. Mediterranean Environment Technical Assistance Programme

OSS. Observatoire du Sahara et du Sahel

PAM. Plan d'Action pour la Méditerranée

PAP. Programme d'Actions Prioritaires (PAM)

PHI. Programme Hydrologique International (UNESCO)

RME Réseau Méditerranéen de l'Eau

SEMIDE. Système euroméditerranéen d'information sur les savoir-faire dans le domaine de l'eau

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (ONU) / Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

# **ANNEXES**

- Déclaration de Marseille, 1996
- Recommandations pour la gestion des demandes en eau, CMDD, Tunis 1997
- Déclaration de Turin, 1999
- Recommandations de Fiuggi, 2002





## DÉCLARATION DE MARSEILLE, 1996

Les ministres et chefs de délégations participant à la Conférence euro-méditerranéenne de Marseille sur la gestion locale de l'eau:

- réaffirment les principes figurant dans la déclaration et le programme de travail adopté à Barcelone le 28 novembre 1995, dans toutes ses composantes : politique, économique, culturelle et sociale ;
  - reconnaissent que les ressources en eau sont limitées, qu'elles deviennent rares et que les coûts de développement deviennent prohibitifs;
  - reconnaissent que l'eau n'est pas seulement un bien de valeur économique, mais aussi un élément important de tous les écosystèmes à protéger;
  - sont conscients de la nécessité de définir un ensemble de principes communs dont l'application fera de l'eau un facteur de coopération;
  - soulignent l'importance des enjeux liés à l'eau dans la construction d'une zone de solidarité Euro-Méditerranéenne en vue de réaliser les objectifs du partenariat lancé à Barcelone;
  - sont désireux de donner une impulsion nouvelle à la coopération Euro-Méditerranéenne dans le domaine de la gestion de l'eau et d'établir les lignes directrices d'une coopération dans ce secteur;
  - prennent note des recommandations et du relevé des conclusions techniques des ateliers d'experts du Caire du 21 et 22 Octobre et de Marseille du 25 novembre 1996;
  - confirment et complètent les principes de la charte de Rome en date du 23 octobre 1992. Ils conviennent de respecter, chacun en ce qui les concerne, les principes et les modalités d'action présentées ci-dessous.
1. La gestion rationnelle de l'eau, sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels et des droits des générations futures, revêtent un intérêt majeur.
  2. La gestion de l'eau devrait contribuer à développer la solidarité entre les différents usagers. Les participants s'efforceront de répondre aux besoins de leur population dans le respect de l'intérêt général et des exigences d'une gestion équilibrée.
  3. Le développement économique et social exige des politiques de gestion de l'eau durable. Aussi, les politiques de développement économique et social doivent-elles prendre en compte les politiques de gestion de l'eau.
  4. Les politiques de gestion des usages et des ressources en eau doivent s'appuyer sur des schémas de développement à court, moyen et long terme tenant compte de critères sociaux, économiques et environnementaux.
  5. L'eau doit être gérée dans son cadre naturel. Les participants s'efforceront d'organiser leur politique de l'eau dans le cadre d'une approche globale et intégrée. Ces politiques seront coordonnées avec celles relatives à la gestion et la préservation des sols ainsi qu'à l'aménagement du territoire.
  6. L'eau demande une gestion concertée. La multiplicité des usages de l'eau implique des mécanismes institutionnels, juridiques, adaptés au contexte social, culturel, physique et économique, associant de manière directe ou indirecte les différentes catégories d'usagers. Cette gestion concertée est l'un des éléments de prévention des conflits. Elle doit être assurée à tous les niveaux appropriés.

7. L'eau doit être économisée. Les participants chercheront à promouvoir des politiques de gestion de la demande et d'économies d'eau ainsi que des initiatives visant à combattre les pénuries d'eau.
8. La qualité de l'eau doit être gérée. Les participants chercheront à promouvoir la mise en place de normes de qualité pour l'approvisionnement en eau de bonne qualité et le rejet des eaux usées assorties des moyens de détection et de contrôle. Ils considèrent comme important de mener une politique soutenue d'investissement dans ce domaine.
9. L'eau a une valeur socio-économique. Les participants conviennent de la nécessité d'apprécier cette valeur. Ils entreprendront les analyses économiques et développeront les dispositifs de mesure permettant d'estimer le coût des prestations nécessaires à la mobilisation de l'eau, à sa distribution, à sa mise à disposition et à la garantie de sa qualité. Le prix de ces prestations, mis à la charge des usagers de façon appropriée, tiendra compte de ces coûts. A cet égard, il faudrait assurer efficacement un accès à l'eau potable pour les plus pauvres dans les zones rurales et urbaines.
10. La gestion de l'eau nécessite des informations suffisantes et accessibles. Les participants s'efforceront de développer et harmoniser les méthodes d'administration (collecte, stockage, traitement, vérification, actualisation,...) des données concernant aussi bien la qualité, la quantité, les demandes, la ressource, la prévision des catastrophes et d'établir des échanges d'informations sur les politiques menées. Les participants conviennent d'améliorer l'accès à ces informations.
11. Les cultures des riverains de la Méditerranée ont de tout temps accordé une place particulièrement importante à l'eau. Aujourd'hui, les programmes pédagogiques doivent, à tous les niveaux de l'éducation, mettre l'accent sur la valeur de l'eau. De plus, les participants poursuivront l'effort engagé en matière d'information et de sensibilisation à l'eau en Méditerranée.
12. La gestion de l'eau nécessite des compétences. Les participants s'efforceront de soutenir l'élaboration ou la poursuite de programmes de formation aux métiers de l'eau, notamment ceux d'exécution, en y intégrant des aspects socio-économiques et environnementaux.
13. Le décalage croissant entre les potentialités et les demandes prévisibles nécessite d'engager un effort important d'innovation. Les participants encourageront les recherches dans le domaine de l'eau sur différents thèmes (techniques, culturels, sociaux...). Ils poursuivront notamment leurs efforts scientifiques et techniques sur le développement de l'utilisation de nouvelles ressources en eau (recyclage, dessalement...).
14. Les enjeux de la gestion future de l'eau sont primordiaux. En conséquence, les participants mettront en commun leurs savoir-faire et renforceront, dans la mesure du possible, leur coopération dans le domaine de la gestion de l'eau.

**RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION DES DEMANDES EN EAU FORMULÉES PAR LA COMMISSION MÉDITERRANÉENNE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ADOPTÉES PAR LES PARTIES CONTRACTANTES DE LA CONVENTION DE BARCELONE EN 1997 À TUNIS**

**ORIENTATIONS POUR L'ACTION**

- 1. Intégrer effectivement la gestion des demandes en eau dans les stratégies nationales de l'eau, les politiques de développement et les politiques de l'environnement.**
  - Favoriser une réelle intégration des objectifs de régulation des demandes dans les politiques de planification de l'eau et dans l'ensemble des politiques sectorielles de développement et de conservation de l'environnement ayant un impact sur les besoins en eau.
    - *S'efforcer de fixer des horizons de temps pour de tels objectifs*
  - Entreprendre des études de faisabilité des économies d'eau possible (économies possibles, moyens, coûts, délais, conditions juridiques, financières et de contrôle,... etc.).
    - *évaluer plus précisément la faisabilité des opérations de maîtrise de demandes (volumes d'eau économisables, à coût compétitif) dans différents cas de figure et différentes conditions socio-économiques et culturelles..*
  - Privilégier les investissements développant des activités utilisant l'eau avec une forte efficience (en particulier en agriculture) et dans l'industrie.
    - *faire précéder les investissements (construction de nouveaux réseaux ou réhabilitation, procédés d'utilisation, choix cultureux) d'études de faisabilité sur des scénarios qui intègrent également des comparaisons sur l'incidence sur les demandes.*
    - *veiller à ce que les efforts de recyclage par l'industrie doivent être rentables pour celles-ci.*
- 2. Développer, chez le grand public, les opérateurs économiques, les gestionnaires et les décideurs. la prise de conscience de l'importance des pertes et gaspillages, tant en valeur économique qu'en volumes d'eau et responsabiliser les usagers en vue d'une meilleure gestion des demandes en eau.**
  - Mettre en œuvre des campagnes de sensibilisation à tous les niveaux.
    - *Responsabiliser chaque usager, les économies d'eau réalisables en luttant contre le gaspillage par des comportements simples illustrés par des exemples concrets.*
    - *sensibiliser sur la valeur de l'eau et les risques de pénurie avec une continuité dans l'action sur le moyen et le long terme.*
    - *s'appuyer sur les milieux associatifs, et sur l'ensemble des moyens de communication audio-visuelle, des matériaux et actions éducatives (« classes d'eau ») adaptés à chaque pays.*
  - Faciliter l'accès à l'information sur les demandes en eau.
    - *incluant des informations sur les prix et les tarifs,*
    - *s'appuyant sur la participation active des réseaux experts de l'eau en Méditerranée et sur la possibilité d'échanges plus aisés avec le développement du système euro-méditerranéen d'information sur les savoir-faire dans le domaine de l'eau adopté lors de la Conférence euro-méditerranéenne sur la gestion de l'eau (Marseille, novembre 1996).*

**3. Améliorer, dans le grand public, chez les opérateurs économiques, les gestionnaires et les décideurs, la connaissance et l'évaluation des gains possibles grâce à une gestion plus économe de la demande en eau en insistant sur la nécessité d'une transparence totale.**

- Mettre en œuvre des dispositifs de recueil de données pour une meilleure appréhension de l'efficacité des réseaux et des systèmes d'utilisation, y compris par :
  - *des efforts de métrologie (mise en place d'équipement de mesure des débits, qualités d'eau,...), la maîtrise et la maintenance du système de comptage à tous les niveaux : production, distribution, consommation, est un préalable à toute approche d'économies d'eau. Cela passe par une politique de suivi et d'entretien rigoureuse, et un équipement adéquat ;*
  - *des efforts de connaissance plus complète, plus précise et plus régionalisée des utilisations d'eau présentes dans chaque secteur (quantités et variabilité, besoins réels et rendements d'usage, mais aussi qualités, modes d'approvisionnement, rôles des intermédiaires, prise en charge des coûts, flexibilité, élasticité aux prix, etc.),*
  - *des renforcement institutionnels permettant régulièrement d'analyser les mesures et les données pertinentes pour fournir aux décideurs des éléments objectifs de décision et d'évaluation, et au public une information en transparence.*
- Mettre au point et prise en compte d'objectifs et de normes d'usage indicatives en quantité et qualité par grands types d'utilisations.
  - *les normes permettent de définir les besoins réels et de servir de références pour estimer les gaspillages.*
  - *stimuler la recherche dans ce domaine.*

**4. Entreprendre des opérations concrètes de régulation des demandes**

- Entreprendre la réalisation de projets pilotes d'amélioration de l'efficacité des systèmes d'utilisations (réseaux, procédés etc.)
  - *en particulier, viser à une réelle capitalisation et valorisation des résultats pour le développement de ces procédés.*
- Améliorer les rendements des réseaux de distribution et d'usages tout en insistant sur la maintenance :
  - *développer la régulation des distributions d'eau (débit, pression) notamment dans la commande par l'aval (eau potable, irrigation)*
  - *envisager la privatisation des services de distribution de l'eau avec prudence, de façon progressive et transparente lorsqu'elle peut concourir à améliorer les réseaux de distribution.*
  - *fixer des objectifs quantifiés de bonne gestion d'intérêt général aux organismes de distribution, par exemple au moyen de contrats établis lors de l'allocation de ressources par l'Etat.*
  - *développer des procédés d'irrigation plus économes (micro-aspersion, goutte à goutte) en les encourageant par des mesures économiques (dont les prix agricoles),*
  - *favoriser l'extension d'utilisation d'eau de faible qualité (eaux salées, saumâtres ou de mer et eaux usées urbaines et industrielles traitées), à la place de l'eau potable, lorsque c'est possible et à coûts raisonnables.*
  - *Améliorer la récupération des eaux pluviales et la recharge de nappes.*
- Développer des systèmes de tarification ou de charges élaborés, et progressifs.
  - *ce qui passe par une amélioration de la transparence dans la connaissance des coûts réels de production, distribution, traitements de l'eau, c'est à dire par la mise en place d'une comptabilité claire dans les organismes de gestion, qui permettra*

*de mieux apprécier l'écart entre le coût et le prix de l'eau, et donc l'incidence de différentes options politiques de tarification.*

- *avec prise en compte réelle des objectifs de gestion des demandes (selon les divers types d'usages, les modes de prélèvements, la qualité de l'eau,...). Cette tarification doit être claire pour être comprise, maniable pour être appliquée, réaliste pour être acceptée. Une tarification progressive au volume à la fois en agriculture et dans le secteur de l'eau potable est jugée préférable.*
- Faire comprendre très directement aux usagers le sens et l'objectif des incitations financières dans le sens pénalisant (taxes, redevances...) ou encourageant (primes...). Ils peuvent constituer d'autres instruments d'orientation de la consommation.
- Favoriser une meilleure intégration des impératifs de gestion de l'eau et des demandes dans l'ensemble des politiques sectorielles de développement nécessaires pour infléchir les demandes.
  - *meilleure compréhension des interactions entre les stratégies de gestion de l'eau et les politiques de développement sectorielles ayant un impact sur la demande en eau dans chaque pays*
  - *renforcement du rôle des institutions de coordination à l'échelle nationale vis à de la demande en eau (régime d'autorisation sur les prélèvements d'eau etc.).*
  - *institutionnalisation de la participation des usagers aux décisions (associations d'irriguants etc.)*
  - *police des eaux effective en lui fournissant des moyens humains, financiers quand il y a un régime d'autorisation.*

#### **5. Favoriser la coopération entre les groupes de pays qui ont les mêmes problèmes de gestion des demandes et de pénuries à venir.**

- favoriser les transferts de savoir-faire par et pour les gestionnaires
  - *transfert de technologies et formation pour une appropriation réelle des technologies efficaces d'économies d'eau,*
  - *échanges d'expériences entre pays qui ont une communauté de problèmes et des stratégies variées et complémentaires.*
  - *faire de la gestion des demandes en eau une matière de formation aussi importante que la gestion des ressources pour les cadres techniques d'aménagement et d'utilisation des eaux.*
- Mettre en œuvre une coopération économique et technique dans le domaine de l'eau en cohérence avec les objectifs de gestion des demandes en eau.
  - *favoriser les actions de coopération qui entraînent des économies d'eau*
  - *veiller à ce que le renforcement du partenariat économique, par la mise en place d'une zone de libre échange à l'horizon 2010 et par la coopération financière, ne détermine pas une aggravation environnementale dans la gestion des ressources naturelles, dont l'eau, et assure la sécurité alimentaire des pays les plus vulnérables. Ce sont deux conditions essentielles pour que se mettent en place, dans une approche systémique raisonnée, les composantes d'un développement durable.*



**DÉCLARATION DE LA CONFÉRENCE MINISTÉRIELLE  
EURO-MÉDITERRANÉENNE SUR LA GESTION LOCALE DE L'EAU  
TURIN, 18-19 OCTOBRE 1999**

LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE, LA COMMISSION EUROPÉENNE, LA FINLANDE, L'ALGÉRIE, L'ALLEMAGNE, L'AUTRICHE, LA BELGIQUE, CHYPRE, LE DANEMARK, L'ÉGYPTE, L'ESPAGNE, LA FRANCE, LA GRÈCE, L'IRLANDE, ISRAËL, L'ITALIE, LA JORDANIE, LE LIBAN, LE LUXEMBOURG, MALTE, LE MAROC, LES PAYS BAS, LE PORTUGAL, LE ROYAUME UNI, LA SUÈDE, LA SYRIE, LA TUNISIE, LA TURQUIE ET L'AUTORITÉ PALESTINIENNE,

participants de la Conférence ministérielle euro-méditerranéenne sur la gestion locale de l'eau de Turin, 18-19 octobre 1999,

- rappelant l'adoption, en mai 1990, de la déclaration d'Alger, qui a affirmé l'importance d'une stratégie commune pour la gestion de l'eau, et rappelant l'adoption, à Rome en 1992, de la Charte méditerranéenne de l'eau, qui a consacré le principe de coopération régionale et internationale dans le domaine de l'eau;
- soulignant le caractère prioritaire que revêt l'eau dans la déclaration adoptée à Barcelone en novembre 1995 et considérant les principes de la coopération euro-méditerranéenne adoptés lors de la première conférence ministérielle sur l'eau, tenue à Marseille en novembre 1996;
- considérant les conclusions du Président de la conférence des ministres des affaires étrangères tenue à Stuttgart en avril 1999; en particulier, l'eau a été confirmée comme l'un des six secteurs prioritaires de la coopération économique dans la région euro-méditerranéenne et il a été demandé que la conférence de Turin donne lieu à des recommandations pour des activités opérationnelles au niveau régional;
- considérant la nécessité d'identifier et d'analyser les changements éventuellement entraînés dans la demande en eau et dans l'utilisation de l'eau par l'évolution des modes de production et par la restructuration des secteurs économiques, dans la perspective de l'établissement de la zone euro-méditerranéenne de libre-échange;
- rappelant que la gestion intégrée de l'eau est une des cinq priorités du Programme d'actions prioritaires à court et moyen terme en matière d'environnement (SMAP) adopté lors de la conférence euro-méditerranéenne des ministres de l'environnement, tenue à Helsinki en novembre 1997;
- considérant les recommandations relatives à la gestion de la demande en eau en Méditerranée, formulées par la Commission méditerranéenne du développement durable (CMDDD) et adoptées à Tunis en novembre 1997 par les parties contractantes de la convention de Barcelone;
- considérant les documents établis sous l'égide du Partenariat mondial pour l'eau et du Conseil mondial de l'eau concernant les projets mondiaux et méditerranéens pour l'eau, la population et l'environnement à l'aube du 21ème siècle, dans la perspective du forum mondial de l'eau et de la conférence ministérielle qui aura lieu en 2000 à La Haye;
- considérant également les contributions suggérées par le plan d'action adopté par l'assemblée générale du Réseau méditerranéen de l'eau réunie à Malte en 1999;
- constatant que la consommation d'eau a augmenté de 60% en Méditerranée au cours du dernier quart de siècle et qu'elle continue d'augmenter; parallèlement, les ressources en eau disponibles deviennent de plus en plus limitées, menacées et

fragiles et les conséquences que cela entraîne pour la population et l'environnement sont déjà importantes;

- considérant qu'il est donc nécessaire de prévoir et de promouvoir des stratégies et des politiques de gestion de l'eau qui soient mieux intégrées;

**sont convenus de:**

- réaffirmer et compléter les principes et les domaines d'action de la Charte méditerranéenne de l'eau adoptée à Rome en 1992 et de la déclaration adoptée à Marseille en novembre 1996 par les points suivants:
  1. l'importance que revêtent les ressources en eau des points de vue social, économique et environnemental doit être reconnue à tous les niveaux et intégrée dans des politiques de développement durable;
  2. les décideurs, les institutions, les gestionnaires et les usagers de l'eau doivent être conscients de l'interaction et de la complémentarité de leurs rôles et favoriser le développement d'une culture de l'eau qui vise à changer les comportements, l'objectif étant de parvenir à une gestion durable de l'eau;
  3. il est indispensable d'assurer une bonne coordination, la complémentarité et la synergie des organisations et activités existant dans ce domaine;
  4. il convient d'encourager une approche participative faisant intervenir la société civile, notamment les usagers de l'eau et les institutions aux niveaux local, régional, infranational et national;
  5. il convient d'accorder une plus grande priorité à la gestion durable de la demande en eau dans le cadre d'une politique intégrée de l'eau;
  6. le recours aux ressources non conventionnelles, comme la réutilisation des eaux usées, le dessalement ou des méthodes durables de stimulation de la pluie, lorsqu'il est justifié, pourrait permettre d'atténuer le problème de la pénurie d'eau;
  7. l'amélioration de la gestion de l'eau dans les zones urbaines et rurales, notamment dans les zones défavorisées, doit être privilégiée afin de donner accès à une eau propre et d'éviter une utilisation inefficace;
- approuver les orientations stratégiques générales du plan d'action joint en annexe. Ce plan d'action propose, dans un premier temps, les six priorités suivantes:
  1. gestion intégrée de l'approvisionnement local d'eau potable, de l'assainissement et du traitement des eaux usées;
  2. gestion locale des ressources et de la demande en eau (quantité et qualité) à l'échelle des bassins hydrographiques et des îles;
  3. prévention et atténuation des effets négatifs de la sécheresse et gestion équitable de la pénurie d'eau;
  4. gestion de l'eau pour l'irrigation;
  5. utilisation des ressources en eau non conventionnelles;
  6. élaboration de scénarios nationaux et locaux à l'horizon 2025 permettant de fixer des objectifs précis et de prendre des mesures en vue d'une gestion durable de l'eau;
- envisager d'entreprendre les actions ci-après lors de la mise en œuvre des six priorités:
  1. renforcement des capacités institutionnelles et de la formation;
  2. échange d'informations et de connaissances d'une manière cohérente;
  3. transfert de savoir-faire et de technologie;



4. actions visant à sensibiliser, à mobiliser et à susciter l'engagement par tous les bénéficiaires;
- s'employer à mettre en œuvre les thèmes et les actions prioritaires de ce plan d'action en tirant parti de la complémentarité des organisations et structures existant dans la région et dans chaque pays. Le plan d'action devrait mobiliser les autorités compétentes, les acteurs locaux, les ONG, les organisations professionnelles et les partenaires socio-économiques;
  - s'employer à dégager les ressources financières et les autres moyens nécessaires à la mise en œuvre d'une politique de l'eau rationnelle et durable en Méditerranée, en tenant compte de la valeur vitale de l'eau et de l'importance d'une gestion économiquement équilibrée et de ses aspects sociaux.

Dans le cadre de ce plan d'action, il convient d'avoir recours au volet régional du programme MEDA, dans le cadre duquel un appel à propositions pour des projets régionaux significatifs devrait être lancé dès que possible après la conférence du Turin. L'objectif est de mettre en œuvre, en l'an 2000, un ensemble cohérent de projets opérationnels découlant des priorités du plan d'action.

Dans ce contexte, le rôle des Etats membres de l'UE, ainsi que de la Commission européenne, sera essentiel pour assurer une mise en œuvre cohérente et efficace du plan dans le cadre du partenariat euro-méditerranéen.

Pour sa part, la Banque européenne d'investissement (BEI) devrait poursuivre sa mobilisation des fonds d'investissement publics et privés pour des projets d'intérêt régional ou national dans le cadre des infrastructures pour la gestion des ressources en eau et la protection de l'environnement.

Par ailleurs, le plan d'action constituera aussi un document de référence vis-à-vis d'autres bailleurs de fond et investisseurs;

- confier aux directeurs euro-méditerranéens de l'eau et à la Commission, eu égard à son rôle de coordination, le soin d'assurer l'orientation, le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre du plan d'action. Pour ce faire, ils auront recours au Réseau méditerranéen de l'eau, au Système euro-méditerranéen d'information sur le savoir-faire dans le domaine de l'eau (SEMIDE) et à d'autres structures compétentes. Ils auront également à tenir compte des programmes existants, notamment du SMAP;
- souligner l'importance que revêt le SEMIDE en tant qu'instrument stratégique de l'échange d'informations et de connaissances dans la région euro-méditerranéenne et consolider ce système dans le cadre du mandat qui lui a été donné. La participation au SEMIDE devrait être élargie au plus grand nombre possible de partenaires euro-méditerranéens et les points focaux nationaux devraient être assistés en permanence dans leur tâche, et notamment pouvoir disposer de toutes les données nécessaires d'une manière cohérente.



## RÉSUMÉ DES RECOMMANDATIONS DE FIUGGI 2002

1. Mettre en œuvre des stratégies nationales et des dispositifs institutionnels pour la gestion de la demande en eau avec des objectifs ambitieux mais réalistes à moyen et long terme, en assurant l'implication de l'ensemble des partenaires à des échelles géographiques appropriées au travers de partenariats public – privé – société civile, ce dans le cadre de plans d'action accompagnés de mécanismes de suivi et d'évaluation.
2. Assurer une meilleure mobilisation des progrès techniques, technologiques et scientifiques et des capitaux, le renforcement des capacités dans les pays, et la mise en œuvre d'un système approprié de suivi et d'évaluation des progrès de la GDE.
3. Encourager une mobilisation plus efficace et mieux articulée en faveur de la GDE dans la région Méditerranée.
4. Développer des mécanismes de financement mieux adaptés à la GDE et à la diversité des situations.
5. Mettre en place des jeux d'indicateurs et des systèmes de rapports pour le suivi des progrès dans ce domaine en Méditerranée.
6. Développer des conditions politiques et institutionnelles pour que les acteurs professionnels et locaux s'approprient et mettent en œuvre des stratégies et actions de GDE.
7. Les Parties Contractantes (Etats riverains, Communauté européenne) s'attacheront à donner la meilleure considération aux résultats des travaux de la CMDD-Plan Bleu sur l'eau, à examiner les résultats de la mise en œuvre des recommandations et préciser les suites concrètes à leur donner. Elles assureront une large diffusion des résultats des fora de Fiuggi 2001 et Fiuggi 2002, informations et analyses sur la GDE, feront connaître la dynamique méditerranéenne pour la GDE à l'échelle internationale et locale.
8. Le CIHEAM doit faire connaître et débattre des résultats des activités CMDD-Plan Bleu sur la GDE au niveau de son Conseil d'administration et des réunions des ministres de l'agriculture ainsi que prendre en compte la GDE dans ses offres de formation.

Le Plan Bleu et la CMDD s'engagent vers un nouveau forum sur la GDE en 2007 en s'appuyant sur un suivi rapproché de la mise en œuvre de ces recommandations.



## **LIST OF MAP TECHNICAL SERIES REPORTS (MTS)**

MTS Reports are available from our web site at [www.unepmap.org](http://www.unepmap.org) in the Documents section.

**MTS 157.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean coastal cities – (II).** No. 157, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Stations d'épuration des eaux usées municipales dans les villes côtières de la Méditerranée – (II)**

**MTS 156.** UNEP/MAP/MED POL: **Inventories of PCBs and nine pesticides.** No. 156, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French)

**Inventaire des PCB et de neuf pesticides**

**MTS 155.** UNEP/MAP/MED POL: **Plan for the management PCBs waste and nine pesticides for the Mediterranean Region.** No. 155, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Plan de gestion des déchets dangereux, y compris un inventaire des déchets dangereux dans la région méditerranéenne (MED POL)**

**MTS 154.** UNEP/MAP/MED POL: **Guidelines for the development of ecological status and stress reduction indicators for the Mediterranean Region.** No. 154, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices pour l'élaboration d'indicateurs d'état écologique et de réduction du stress**

**MTS 153.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines for the management of industrial wastewater for the Mediterranean Region.** No. 153, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices pour la gestion des eaux usées industrielles dans la région méditerranéenne**

**MTS 152.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on sewage treatment and disposals for the Mediterranean Region.** No. 152, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices sur le traitement et l'élimination des eaux usées dans la région méditerranéenne (OMS/MED POL)**

**MTS 151.** UNEP/MAP/MED POL: **Guidelines for river (including estuaries) pollution monitoring programme for the Mediterranean Region.** No. 151, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices pour un programme de surveillance continue de la pollution fluviale (estuarienne y comprise) dans la région méditerranéenne (MED POL)**

**MTS 150.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Reference handbook on environmental compliance and enforcement in the Mediterranean region.** No. 150, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Manuel de référence sur le respect et l'application effective des dispositions environnementales dans la région méditerranéenne (OMS/MED POL)**

**MTS 149.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on environmental inspection systems for the Mediterranean region.** No. 149, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices sur les systèmes d'inspection environnementale pour la région méditerranéenne (OMS/MED POL)**

**MTS 148.** UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on management of coastal litter for the Mediterranean region.** No. 148, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices sur la gestion des débris côtiers pour la région méditerranéenne (OMS/MED POL)**

**MTS 147.** UNEP/MAP/MED POL: **Plan for the management of hazardous waste, including inventory of hazardous waste in the Mediterranean region.** No. 147, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Plan de gestion des déchets dangereux, y compris un inventaire des déchets dangereux dans la région méditerranéenne (MED POL)**

**MTS 146.** UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Available Techniques (BATs), Best Environmental Practices (BEPs) and Cleaner Technologies (CTs) in industries of the Mediterranean countries.** No. 146, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Lignes directrices sur l'application des meilleures techniques disponibles (MTD), des meilleures pratiques environnementales (MPE) et des technologies plus propres dans les industries des pays méditerranéens (CAR/PP)**

**MTS 145.** UNEP/MAP/RAC/CP: **Plan for the reduction by 20% by 2010 of the generation of hazardous wastes from industrial installations for the Mediterranean region.** No. 145 UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

**Plan de réduction de 20%, d'ici à 2010, de la génération de déchets dangereux provenant des installations industrielles dans la région méditerranéenne**

- MTS 144.** UNEP/MAP/MED POL: **Plan on reduction of input of BOD by 50% by 2010 from industrial sources for the Mediterranean region.** No. 144, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French, Arabic).  
**Plan de réduction de 50%, d'ici à 2010, des apports de DBO d'origine industrielle dans la région méditerranéenne (MED POL)**
- MTS 143.** UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Environmental Practices (BEPs) for the rational use of fertilisers and the reduction of nutrient loss from agriculture for the Mediterranean region.** No. 143, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French, Arabic).  
**Lignes directrices sur l'application des meilleures pratiques environnementales (MPE) pour l'utilisation des engrais et la réduction des pertes d'éléments nutritifs dans l'agriculture en région méditerranéenne (CAR/PP)**
- MTS 142.** UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Available Techniques (BATs) and Best Available Practices (BEPs) in industrial sources of BOD, nutrients and suspended solids for the Mediterranean region.** No. 142, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).  
**Lignes directrices sur l'application des meilleures techniques disponibles (MTD) et des meilleures pratiques environnementales (MPE) aux sources industrielles de DBO, d'éléments nutritifs et de matières en suspension pour la région méditerranéenne (CAR/PP)**
- MTS 141.** UNEP/MAP/MED POL: **Riverine transport of water, sediments and pollutants to the Mediterranean Sea.** No. 141, UNEP/MAP, Athens, 2003. (English)
- MTS 140.** UNEP/MAP/MED POL: **Mariculture in the Mediterranean.** No. 140, UNEP/MAP, Athens, 2004.
- MTS 139.** UNEP/MAP/MED POL: **Sea Water Desalination in the Mediterranean: Assessment and Guidelines.** No. 139, UNEP/MAP, Athens, 2003. (English and French)  
**Dessalement de l'eau de mer en méditerranée: évaluation et lignes directrices**
- MTS 138.** UNEP/MAP/PAP : **MAP CAMP Project "Malta": Final Integrated Project Document and Selected Thematic Documents.** MAP Technical Report Series No. 138, UNEP/MAP, Athens, 2002. (English).
- MTS 137.** UNEP/MAP/BLUE PLAN : **Free Trade and the Environment in the Euro-Mediterranean Context, Montpellier/Mèze, France, 5 – 8 October 2000:** Volume I: Technical Report of the Workshop; Volume II: Regional and International Studies; Volume III: National Studies; Volume IV: Environmental Aspects of Association Agreements. MAP Technical Report Series No. 137, (4 Vols), UNEP/MAP, Athens, 2002. **Libre-échange et environnement dans le contexte euro-méditerranéen : Montpellier/Mèze, France, 5 – 8 octobre 2000** (Parts in English & French).
- MTS 136.** UNEP/MAP/MED POL: **Guidelines for the management of fish waste or organic materials resulting from the processing of fish and other marine organisms.** MAP Technical Report Series No. 136, UNEP/MAP, Athens, 2002. (English, French, Spanish & Arabic).
- MTS 135.** PNUE/PAM: **PAC DU PAM "Zone côtière de Sfax": Synthèse des études du projet, rapport de la réunion de clôture et autres documents choisis.** No. 135 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE/PAM, Athènes, 2001. (French).
- MTS 134.** UNEP/MAP/PAP: **MAP CAMP Project "Israel": Final Integrated Report and Selected Documents.** No. 134, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 133.** UNEP/MAP: **Atmospheric Transport and Deposition of Pollutants into the Mediterranean Sea: Final Reports on Research Projects.** No. 133, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 132.** UNEP/MAP/WHO: **Remedial Actions for Pollution Mitigation and Rehabilitation in Cases of Non-compliance with Established Criteria.** No. 132, UNEP/MAP, Athens 2001. (English).
- MTS 131.** UNEP/MAP: **MAP CAMP Project "Fuka-Matrouh", Egypt: Final Integrated Report and Selected Documents.** No. 131, (2 Vols.), UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 130.** UNEP/MAP/WMO: **Atmospheric Input of Persistent Organic Pollutants to the Mediterranean Sea.** No. 130, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 129.** UNEP/MED POL: **Guidelines for the Management of Dredged Material.** No. 129, UNEP, Athens 2000. (English, French, Spanish and Arabic). PNUE/MED POL: **Lignes Directrices pour la gestion des matériaux de dragage.** (Anglais, français, espagnol et arabe).
- MTS 128.** UNEP/MED POL/WHO: **Municipal Wastewater Treatment Plants in Mediterranean Coastal Cities.** MTS no. 128, UNEP, Athens 2000 (English and French). PNUE/MED POL/OMS: **Les Stations d'épuration des eaux usées municipales dans les villes cotiers de la Méditerranée.** (Anglais et français).

**MTS 127.** UNEP/BLUE PLAN: **Minutes of the Seminar, Territorial Prospective in the Mediterranean and the Approach by Actors**, Sophia Antipolis, France, 7-9 November 1996. MTS No. 127, UNEP, Athens 2000. PNUE: **Actes du séminaire, La prospective territoriale en Méditerranée et l'approche par acteurs**, Sophia Antipolis, 7-9 novembre 1996. (In French with English introduction and 1 paper).

**MTS 126.** UNEP/MCSD/Blue Plan: **Report of the Workshop on Tourism and Sustainable Development in the Mediterranean**, Antalya, Turkey, 17-19 September 1998. No. 126, UNEP, Athens 1999. (English and French). PNUE/CMDD/Plan Bleu: **Rapport de l'atelier sur le tourisme et le développement durable en Méditerranée**, Antalya, Turquie, 17-19 septembre 1998. (Anglais et français).

**MTS 125.** UNEP: **Proceedings of the Workshop on Invasive *Caulerpa* Species in the Mediterranean**, Heraklion, Crete, Greece, 18-20 March 1998. No. 125, UNEP, Athens 1999. (317 pgs). (English and French). PNUE: **Actes de l'atelier sur les especes *Caulerpa* invasives en Méditerranée**, Heraklion, Crète, Grèce, 18-20 mars 1998. (Anglais et français).

**MTS 124.** UNEP/WHO: **Identification of Priority Hot Spots and Sensitive Areas in the Mediterranean**. No. 124. UNEP, Athens, 1999. PNUE/OMS: **Identification des "Points Chauds" et "Zones Sensibles" de pollution prioritaire en Méditerranée**.

**MTS 123.** UNEP/WMO: **MED POL Manual on Sampling and Analysis of Aerosols and Precipitation for Major Ions and Trace Elements**. No. 123. UNEP, Athens, 1998.

**MTS 122.** UNEP/WMO: **Atmospheric Input of Mercury to the Mediterranean Sea**. No. 122. Athens, 1998, (78 pages).

**MTS 121.** PNUE: **MED POL Phase III. Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région Méditerranéenne (1996-2005)**. No. 121. Athens 1998, (123 pgs). (In publication)

**MTS 120.** UNEP: **MED POL Phase III. Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (1996-2005)**. No. 120. UNEP, Athens, 1998, (120 pgs).

**MTS 119.** UNEP: **Strategic Action Programme to Address Pollution from Land-Based Activities**. No. 119. UNEP, Athens, 1998, (178 pgs) (English and French) PNUE: **Programme d'Actions Stratégiques visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre**. (Français et anglais)

**MTS 118.** UNEP/WMO: **The Input of Anthropogenic Airborne Nitrogen to the Mediterranean Sea through its Watershed**. No. 118. UNEP, Athens, 1997 (95 pgs.) (English).

**MTS 117.** UNEP: **La Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et le développement durable**. No. 117. UNEP, Athens, 1997 (97 pgs.) (Français seulement).

**MTS 116.** UNEP/IAEA: **Data Quality Review for MED POL (1994-1995), Evaluation of the analytical performance of MED POL laboratories during 1994-1995 in IAEA/UNEP laboratory performance studies for the determination of trace elements and trace organic contaminants in marine biological and sediment samples**. No. 116. UNEP, Athens, 1997 (126 pgs.) (English).

**MTS 115.** UNEP/BP **Methodes et outils pour les études systémiques et prospectives en Méditerranée, PB/RAC, Sophia Antipolis, 1996**. No. 115. UNEP/BP, Athens, 1996 (117 pgs.) (français seulement).

**MTS 114.** UNEP: **Workshop on policies for sustainable development of Mediterranean coastal areas, Santorini Island, 26-27 April 1996. Presentation by a group of experts**. No. 114. UNEP, Athens, 1996 (184 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Journées d'étude sur les politiques de développement durable des zones côtières méditerranéennes, Ile de Santorin, 26-27 avril 1996. Communications par un groupe d'experts**. (Parties en anglais ou français seulement).

**MTS 113.** UNEP/IOC: **Final reports of research projects on transport and dispersion (Research Area II) - Modelling of eutrophication and algal blooms in the Thermaikos Gulf (Greece) and along the Emilia Romagna Coast (Italy)**. No. 113. UNEP, Athens, 1996 (118 pgs.) (English).

**MTS 112.** UNEP/WHO: **Guidelines for submarine outfall structures for Mediterranean small and medium-sized coastal communities**. No. 112. UNEP, Athens, 1996 (98 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Lignes directrices pour les émissaires de collectivités côtières de petite et moyenne taille en Méditerranée**.

**MTS 111.** UNEP/WHO: **Guidelines for treatment of effluents prior to discharge into the Mediterranean Sea**. No. 111. UNEP, Athens, 1996 (247 pgs.) (English).

**MTS 110.** UNEP/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by anionic detergents**. No. 110. UNEP, Athens, 1996 (260 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les détergents anioniques**.

**MTS 109.** UNEP/WHO: **Survey of pollutants from land-based sources in the Mediterranean.** No. 109. UNEP, Athens, 1996 (188 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'enquête sur les polluants d'origine tellurique en Méditerranée (MED X BIS).**

**MTS 108.** UNEP/WHO: **Assessment of the state of microbiological pollution of the Mediterranean Sea.** No. 108. UNEP, Athens, 1996 (270 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution microbiologique de la mer Méditerranée.**

**MTS 107.** UNEP/WHO: **Guidelines for authorization for the discharge of liquid wastes into the Mediterranean Sea.** No. 107. UNEP, Athens, 1996 (200 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Lignes directrices concernant les autorisations de rejet de déchets liquides en mer Méditerranée.** No. 107. UNEP, Athens, 1996 (200 pgs.).

**MTS 106.** UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea.** No. 106. UNEP, Athens, 1996 (456 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée.**

**MTS 105.** UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by zinc, copper and their compounds.** No. 105. UNEP, Athens, 1996 (288 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le zinc, le cuivre et leurs composés.**

**MTS 104.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication and heavy metal accumulation.** No. 104. UNEP, Athens, 1996 (156 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche relatifs à l'eutrophisation et à l'accumulation des métaux lourds.**

**MTS 103.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with biological effects (Research Area III).** No. 103. UNEP, Athens, 1996 (128 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche relatifs aux effets biologiques (Domaine de Recherche III).**

**MTS 102.** UNEP: **Implications of Climate Change for the Coastal Area of Fuka-Matrouh (Egypt).** No. 102. UNEP, Athens, 1996 (238 pgs.) (English).

**MTS 101.** PNUE: **État du milieu marin et du littoral de la région méditerranéenne.** No. 101. UNEP, Athens, 1996 (148 pgs.) (français seulement).

**MTS 100.** UNEP: **State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region.** No. 100. UNEP, Athens, 1996 (142 pgs.) (English).

**MTS 99.** UNEP: **Implications of Climate Change for the Sfax Coastal Area (Tunisia).** No. 99. UNEP, Athens, 1996 (326 pgs.) (English and French). PNUE: **Implications des changements climatiques sur la zone côtière de Sfax.**

**MTS 98.** UNEP: **Implications of Climate Change for the Albanian Coast.** No. 98. UNEP, Athens, 1996 (179 pgs.) (English).

**MTS 97.** UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on marine communities.** No. 97. UNEP, Athens, 1996 (141 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux des projets de recherche sur les effets (Domaine de recherche III) - Effets de la pollution sur les communautés marines.**

**MTS 96.** UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on plankton composition and spatial distribution, near the sewage outfall of Athens (Saronikos Gulf, Greece).** No. 96. UNEP, Athens, 1996 (121 pgs.) (English).

**MTS 95.** UNEP: **Common measures for the control of pollution adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution.** No. MTS 95. UNEP, Athens, 1995 (69 pgs.) (English and French). PNUE: **Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.**

**MTS 94.** UNEP: **Proceedings of the Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources.** No. 94. UNEP, Athens, 1995 (214 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Actes de l'Atelier sur l'application d'une approche intégrée au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 93.** UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to the environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms.** No. 93. UNEP, Athens, 1995 (118 pgs.) (English).

**MTS 92.** UNEP/WHO: **Assessment of the State of Pollution in the Mediterranean Sea by Carcinogenic, Mutagenic and Teratogenic Substances.** No. 92. UNEP, Athens, 1995 (238 pgs.) (English).



**MTS 91.** PNUE: **Une contribution de l'écologie à la prospective. Problèmes et acquis.** No. 91. Sophia Antipolis, 1994 (162 pgs.) (français seulement).

**MTS 90.** UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume II. Systemic and Prospective Analysis.** Sophia Antipolis, 1994 (142 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 89.** UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume I. Environmental Management within the Context of Environment-Development.** No. 89. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (144 pgs.) (English).

**MTS 88.** UNEP: **Proceedings of the Seminar on Mediterranean Prospective.** No. 88. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Actes du Séminaire débat sur la prospective méditerranéenne.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 87.** UNEP/WHO: **Identification of microbiological components and measurement development and testing of methodologies of specified contaminants (Area I) - Final reports on selected microbiological projects.** No. 87. UNEP, Athens, 1994 (136 pgs.) (English).

**MTS 86.** UNEP: **Monitoring Programme of the Eastern Adriatic Coastal Area - Report for 1983-1991.** No. 86. Athens, 1994 (311 pgs.) (English).

**MTS 85.** UNEP/WMO: **Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991.** Athens, 1994 (304 pgs.) (English).

**MTS 84.** UNEP: **Integrated Management Study for the Area of Izmir.** No. 84. UNEP, Regional Activity Centre for Priority Actions Programme, Split, 1994 (130 pgs.) (English).

**MTS 83.** PNUE/UICN: **Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente.** No. 83. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pgs) (français seulement).

**MTS 82.** UNEP/IUCN: **Technical report on the State of Cetaceans in the Mediterranean.** No. 82. UNEP, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, 1994 (37 pgs.) (English).

**MTS 81.** UNEP/IAEA: **Data quality review for MED POL: Nineteen years of progress.** No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pgs.) (English).

**MTS 80.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with the effects of pollutants on marine organisms and communities.** No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pgs.) (English).

**MTS 79.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with toxicity of pollutants on marine organisms.** No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la toxicité des polluants sur les organismes marins.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 78.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication problems.** No. 78. UNEP, Athens, 1994 (139 pgs.) (English).

**MTS 77.** UNEP/FAO/IAEA: **Designing of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms.** No. 77. UNEP, Athens, 1993 (236 pgs.) (English).

**MTS 76.** UNEP/WHO: **Biogeochemical Cycles of Specific Pollutants (Activity K): Survival of Pathogens.** No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Survie des pathogènes.**

**MTS 75.** UNEP/WHO: **Development and Testing of Sampling and Analytical Techniques for Monitoring of Marine Pollutants (Activity A).** No. 75. UNEP, Athens, 1993 (90 pgs.) (English).

**MTS 74.** UNEP/FIS: **Report of the Training Workshop on Aspects of Marine Documentation in the Mediterranean.** No. 74. UNEP, Athens, 1993 (38 pgs.) (English).

**MTS 73.** UNEP/FAO: **Final Reports on Research Projects Dealing with the Effects of Pollutants on Marine Communities and Organisms.** No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets de polluants sur les communautés et les organismes marins.**

**MTS 72.** UNEP: **Costs and Benefits of Measures for the Reduction of Degradation of the Environment from Land-based Sources of Pollution in Coastal Areas. A - Case Study of the Bay of Izmir. B - Case Study of the Island of Rhodes.** No. 72. UNEP, Athens, 1993 (64 pgs.) (English).

**MTS 71.** UNEP/FAO/IOC: **Selected techniques for monitoring biological effects of pollutants in marine organisms.** No. 71. UNEP, Athens, 1993 (189 pgs.) (English).

**MTS 70.** UNEP/IAEA/IOC/FAO: **Organohalogen Compounds in the Marine Environment: A Review.** No. 70. UNEP, Athens, 1992 (49 pgs.) (English).

**MTS 69.** UNEP/FAO/IOC: **Proceedings of the FAO/UNEP/IOC Workshop on the Biological Effects of Pollutants on Marine Organisms (Malta, 10-14 September 1991), edited by G.P. Gabrielides.** No. 69. UNEP, Athens, 1992 (287 pgs.) (English).

**MTS 68.** UNEP/FAO/IOC: **Evaluation of the Training Workshops on the Statistical Treatment and Interpretation of Marine Community Data.** No. 68. UNEP, Athens, 1992 (221 pgs.) (English).

**MTS 67.** UNEP/IOC: **Applicability of Remote Sensing for Survey of Water Quality Parameters in the Mediterranean. Final Report of the Research Project.** No. 67. UNEP, Athens, 1992 (142 pgs.) (English).

**MTS 66.** UNEP/CRU: **Regional Changes in Climate in the Mediterranean Basin Due to Global Greenhouse Gas Warming.** No. 66. UNEP, Athens, 1992 (172 pgs.) (English).

**MTS 65.** UNEP: **Directory of Mediterranean Marine Environmental Centres.** No. 65, UNEP, Athens, 1992 (351 pgs.) (English and French). PNUE: **Répertoire des centres relatifs au milieu marin en Méditerranée.**

**MTS 64.** UNEP/WMO: **Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/UNEP Workshop.** No. 64. UNEP, Athens, 1992 (246 pgs.) (English).

**MTS 63.** PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K) - Survie des pathogènes - Rapports finaux sur les projets de recherche (1989-1991).** No. 63. UNEP, Athens, 1992 (86 pgs.) (français seulement).

**MTS 62.** UNEP/IAEA: **Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Radioactive Substances.** No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pgs.) (English and French). PNUE/AIEA: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances radioactives.**

**MTS 61.** UNEP: **Integrated Planning and Management of the Mediterranean Coastal Zones. Documents produced in the first and second stage of the Priority Action (1985-1986).** No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Planification intégrée et gestion des zones côtières méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première et de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 60.** UNEP/WHO: **Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects (1987-1990).** No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/OMS: **Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique (1987-1990).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 59.** UNEP/FAO/IAEA: **Proceedings of the FAO/UNEP/IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990), edited by G.P. Gabrielides.** No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pgs.) (English).

**MTS 58.** UNEP/FAO/WHO/IAEA: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organophosphorus compounds.** No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS/AIEA: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les composés organophosphorés.**

**MTS 57.** UNEP/WHO: **Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G): Final reports on projects dealing with carcinogenicity and mutagenicity.** No. 57. UNEP, Athens, 1991 (59 pgs.) (English).

**MTS 56.** UNEP/IOC/FAO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials, which may float, sink or remain in suspension.** No. 56. UNEP, Athens, 1991 (113 pgs.) (English and French). PNUE/COI/FAO: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension.**

- MTS 55.** UNEP/WHO: **Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K): Final report on project on survival of pathogenic organisms in seawater.** No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pgs.) (English).
- MTS 54.** UNEP/WHO: **Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects.** No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pgs.) (English).
- MTS 53.** UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on epidemiological study on bathers from selected beaches in Malaga, Spain (1988-1989).** No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pgs.) (English).
- MTS 52.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with bioaccumulation and toxicity of chemical pollutants.** No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la bioaccumulation et de la toxicité des polluants chimiques.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 51.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with mercury, toxicity and analytical techniques.** No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant du mercure, de la toxicité et des techniques analytiques.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 50.** UNEP: **Bibliography on marine litter.** No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pgs.) (English).
- MTS 49.** UNEP/WHO: **Biogeochemical cycles of specific pollutants. Survival of pathogens. Final reports on research projects (Activity K).** No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques. Survie des Pathogènes. Rapports finaux sur les projets de recherche (activité K).** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 48.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects (Activity G).** No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche (Activité G).** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 47.** UNEP: **Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea.** No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Les prolifération's de medusas en Méditerranée. Actes des IIèmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 46.** UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and rotavirus-induced gastro-enteritis among bathers (1986-88).** No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pgs.) (English).
- MTS 45.** UNEP/IAEA: **Transport of pollutants by sedimentation: Collected papers from the first Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987).** No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pgs.) (English).
- MTS 44.** UNEP: **Bibliography on aquatic pollution by organophosphorus compounds.** No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pgs.) (English).
- MTS 43.** PNUE/UICN/GIS **Posidonie: Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée.** No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pgs.) (français seulement).
- MTS 42.** UNEP/IUCN: **Report on the status of Mediterranean marine turtles.** No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pgs.) (English and French). PNUE/UICN: **Rapport sur le statut des tortues marines de Méditerranée.** No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pgs.).
- MTS 41.** UNEP: **Wastewater reuse for irrigation in the Mediterranean region.** No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pgs.) (English and French). PNUE: **Réutilisation agricole des eaux usées dans la région méditerranéenne.**
- MTS 40.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects (Activities H, I and J).** No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche (Activités H, I et J).** No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pgs.).
- MTS 39.** UNEP/FAO/WHO/IAEA: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organohalogen compounds.** No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS/AIEA: **Evaluation de l'état de la pollution par les composés organohalogénés.**

**MTS 38.** UNEP: **Common measures adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution.** No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pgs.) (English, French, Spanish and Arabic). PNUE: **Mesures communes adoptées par les Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.** PNUE: **Medidas comunes adoptadas por las Partes Contratantes en el convenio para la Protección del Mar Mediterraneo contra la Contaminación.**

**MTS 37.** UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication and plankton blooms (Activity H).** No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 36.** PNUE/UICN: **Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique.** No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pgs.) (français seulement).

**MTS 35.** UNEP: **Bibliography on marine pollution by organotin compounds.** No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pgs.) (English).

**MTS 34.** UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by cadmium and cadmium compounds.** No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le cadmium et les composés de cadmium.**

**MTS 33.** UNEP/FAO/WHO/IAEA: **Assessment of organotin compounds as marine pollutants in the Mediterranean.** No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS/AIEA: **Evaluation des composés organostanniques en tant que polluants du milieu marin en Méditerranée.**

**MTS 32.** UNEP/FAO: **Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K).** No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 31.** UNEP/WMO: **Airborne pollution of the Mediterranean Sea. Report and proceedings of a WMO/UNEP Workshop.** No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/OMM: **Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 30.** UNEP: **Meteorological and climatological data from surface and upper measurements for the assessment of atmospheric transport and deposition of pollutants in the Mediterranean Basin: A review.** No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pgs.) (English).

**MTS 29.** UNEP: **Bibliography on effects of climatic change and related topics.** No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pgs.) (English).

**MTS 28.** UNEP: **State of the Mediterranean marine environment.** No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pgs.) (English).

**MTS 27.** UNEP: **Implications of expected climate changes in the Mediterranean Region: An overview.** No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pgs.) (English).

**MTS 26.** UNEP/IUCN: **Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean Region. Part I - Sites of biological and ecological value.** No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pgs.) (English).

**MTS 25.** UNEP: **The Mediterranean Action Plan in a functional perspective: A quest for law and policy.** No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pgs.) (English).

**MTS 24.** UNEP/FAO: **Toxicity, persistence and bioaccumulation of selected substances to marine organisms (Activity G).** No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Toxicité, persistance et bioaccumulation de certaines substances vis-à-vis des organismes marins (Activité G).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 23.** UNEP: **National monitoring programme of Yugoslavia, Report for 1983-1986.** No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pgs.) (English).

**MTS 22.** UNEP/FAO: **Study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I).** No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des polluants (Activité I).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 21.** UNEP/UNESCO/FAO: **Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving capacity and monitoring of long-term effects.** No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/UNESCO/FAO: **Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme.** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 20.** (\*) UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and health effects (1983-86).** No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pgs.) (English).

**MTS 19.** (\*) UNEP/IOC: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by petroleum hydrocarbons.** No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pgs.) (English and French). PNUE/COI: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole.**

**MTS 18.** (\*) UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by mercury and mercury compounds.** No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels.**

**MTS 17.** (\*) UNEP: **Seismic risk reduction in the Mediterranean region. Selected studies and documents (1985-1987).** No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Réduction des risques sismiques dans la région méditerranéenne. Documents et études sélectionnés (1985-1987).**

**MTS 16.** (\*) UNEP: **Promotion of soil protection as an essential component of environmental protection in Mediterranean coastal zones. Selected documents (1985-1987).** No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Promotion de la protection des sols comme élément essentiel de la protection de l'environnement dans les zones côtières méditerranéennes. Documents sélectionnés (1985-1987).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 15.** (\*) UNEP: **Environmental aspects of aquaculture development in the Mediterranean region. Documents produced in the period 1985-1987.** No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pgs.) (English).

**MTS 14.** (\*) UNEP: **Experience of Mediterranean historic towns in the integrated process of rehabilitation of urban and architectural heritage. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1986).** No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pgs.) (Parts in English or French only)

**MTS 13.** (\*) UNEP: **Specific topics related to water resources development of large Mediterranean islands. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1985-1986).** No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Thèmes spécifiques concernant le développement des ressources en eau des grandes îles méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 12.** (\*) UNEP: **Water resources development of small Mediterranean islands and isolated coastal areas. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985).** No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Développement des ressources en eau des petites îles et des zones côtières isolées méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 11.** (\*) UNEP: **Rehabilitation and reconstruction of Mediterranean historic settlements. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985).** No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Réhabilitation et reconstruction des établissements historiques méditerranéens. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 10.** (\*) UNEP: **Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G). Final reports on projects dealing with toxicity (1983-85).** No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pgs.) (English).

**MTS 9.** (\*) UNEP: **Co-ordinated Mediterranean pollution monitoring and research programme (MED POL - PHASE I). Final report, 1975-1980.** No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pgs.) (English).

**MTS 8. Add.** (\*) UNEP: **Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). Addendum, Greek Oceanographic Cruise 1980.** No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pgs.) (English).

**MTS 8. (\*) UNEP/IAEA/IOC: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII).** No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/AIEA/COI: **Études biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII).** (parties en anglais ou français seulement).

**MTS 7. (\*) UNEP/WHO: Coastal water quality control (MED POL VII).** No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/OMS: **Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII).** (Parties en anglais ou français seulement).

**MTS 6. (\*) UNEP/IOC: Problems of coastal transport of pollutants (MED POL VI).** No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pgs.) (English).

**MTS 5. (\*) UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine communities and ecosystems (MED POL V).** No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V).** (Parties en anglais ou français seulement).

**MTS 4. (\*) UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine organisms and their populations (MED POL IV).** No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). PNUE/FAO: **Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV).** (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

**MTS 3. (\*) UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of DDT, PCBs and other chlorinated hydrocarbons in marine organisms (MED POL III).** No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). PNUE/FAO: **Études de base et surveillance continue du DDT, des PCB et des autres hydrocarbures chlorés contenus dans les organismes marins (MED POL III).** (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

**MTS 2. (\*) UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of metals, particularly mercury and cadmium, in marine organisms (MED POL II).** No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). PNUE/FAO: **Études de base et surveillance continue des métaux, notamment du mercure et du cadmium, dans les organismes marins (MED POL II).** (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

**MTS 1. (\*) UNEP/IOC/WMO: Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters (MED POL I).** No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). PNUE/COI/OMM: **Études de base et surveillance continue du pétrole et des hydrocarbures contenus dans les eaux de la mer (MED POL I).** (parties en anglais, français ou espagnol seulement).