Programme
des Nations Unies
pour l'environnement

Distribution
RESTREINTE
UNEP/WG.16/INF.6
21 avril 1978
FRANCAIS
Original: FRANCAIS

Réunion d'experts sur la gestion
des ressources en eau douce dans
la région méditerranéenne

Cannes. France, 25-29 avril 1978

convoquée par le PNUE en
collaboration avec le CEFIGRE

INVENTAIRE PROVISOIRE DES

EAUX SUPERFICIELLES DE LA REGION MEDITERRANEENNE

(préparé par l'Unesco)

Inventaire provisoire des eaux
superficielles de la région méditerranéenne

SOMMAIRE

1. Les projets concernant la Méditerranée ..... p. 3

2. Les apports en eau fluviatile à la Méditerranée ..... p. 4

   2.1. Bilan global
   2.2. Les principaux fleuves alimentant la Méditerranée

3. Etude de la qualité des eaux des rivières méditerranéennes p. 9

   3.1. Programme général de surveillance de la qualité des eaux
   3.2. Etat actuel des contrôles de qualité
   3.3. Niveau actuel de la qualité des eaux
   3.4. Charge polluante dissoute parvenant à la Méditerranée

4. La contamination de la Méditerranée par les matières en suspension ... p. 15

   4.1. Rôle joué par la pollution particulaire
   4.2. Niveau actuel de la contamination des suspensions des rivières du Bassin Méditerranéen

5. Conclusions générales sur les apports des rivières à la Méditerranée ... p. 17

   5.1. Les principaux résultats
   5.2. Les limites actuelles à notre connaissance des rivières

Références Bibliographiques ..... p. 20

Annexes (tableaux 8 à 11)

LISTE DES TABLEAUX

1. Bilan hydrique de la Méditerranée ..... p. 6

2. Bilan approché des apports en eaux de surface à la Méditerranée ..... p. 7

3. Importance relative des apports d'eaux continentales dans chaque sous-bassin méditerranéen ..... p. 8

4. Caractéristiques hydrologiques des principales rivières méditerranéennes ..... p. 8

5. Liste des polluants à mesurer dans les rivières méditerranéennes ..... p. 10

6. Rivières sélectionnées pour l'estimation des apports polluants des rivières à la Méditerranée. p. 12

7. Bilan estimé des apports des rivières en polluants dissous ..... p. 15

(Annexe) 8. Caractères hydrologiques des rivières méditerranéennes et état des programmes de surveillance de la qualité de l'eau

(Annexe) 9. Exemples-types du niveau de pollution des rivières méditerranéennes

(Annexe) 10. Contribution des polluants particulaires à la pollution totale apportée par certaines rivières méditerranéennes comparée à celle de quelques rivières du monde

(Annexe) 11. Teneurs en métaux lourds dans les sédiments en suspension ou déposés de quelques rivières méditerranéennes

LISTE DES FIGURES

1. Division de la Méditerranée en sous-bassins ..... p. 5

Données provisoires d'inventaire des eaux superficielles de la Région Méditerranéenne

En 1976-77, la Division des Sciences de l'Eau de l'Unesco s'est vu confier par le PNUE l'évaluation des apports polluants transportés par les rivières depuis leurs sources terrestres jusqu'à la Méditerranée. Les informations recueillies lors de ces études se sont ajoutées aux données portant sur les débits, collectées lors des programmes précédents supervisés pour la plupart par le PHI. L'objet du présent rapport est de rassembler les informations recueillies lors de ces différents projets et de présenter notamment:

- un catalogue des principales rivières se jetant dans la Méditerranée;
- une première estimation des apports en eau à la Méditerranée par les 10 sous-bassins hydrographiques;
- l'état actuel de la surveillance de la qualité des rivières dans les pays riverains de la Méditerranée;
- un inventaire des polluants dissous dans les rivières et rejetés dans la Méditerranée;
- la qualité des matières en suspension dans les rivières du Bassin méditerranéen et l'importance relative de la pollution apportée par ces suspensions.

Un rapport rassemblant les données complétées et mises à jour sera préparé avec des annexes détaillées pour la réunion interrégionale du PHI réunissant les comités nationaux des pays méditerranéens (Rome, octobre 1978).

1. Les projets concernant la Méditerranée

A la suite de la réunion intergouvernementale sur la Protection de la Méditerranée (Barcelone, 1975), deux projets furent consacrés à la qualité des eaux des rivières méditerranéennes:

(i) le projet MED-IX. Le rôle de la sédimentation dans la pollution de la Méditerranée.

Les objectifs à court terme impartis à ce projet étaient les suivants:

- déterminer le rôle joué par les sédiments des rivières dans le transfert des polluants;
- faire le point des connaissances actuelles sur l'importance des apports particulaires des rivières à la Méditerranée et sur leur qualité;

- coordonner les actions entreprises par les pays méditerranéens, aider à la surveillance des charges polluantes transportées par les suspensions des rivières.

(ii) le projet MED-X. Les polluants de la Méditerranée d'origine tellurique. L'Unesco a été chargé de la partie concernant l'apport par les rivières en polluants dissous, ce qui a conduit entre autres:

- à préparer un catalogue des sources de pollution terrestre;

- à faire un inventaire qualitatif et quantitatif des polluants rejetés dans la Méditerranée par les principales rivières.

Les informations sur les rivières méditerranéennes proviennent également du "Catalogue Mondial des apports des fleuves à l'Océan" (projet WORRI subventionné par le PNUE) qui a produit un catalogue des principales rivières mondiales (dépassant 300 m^3/s ou 100.000 km^2) consignant la qualité des eaux avec une mention spéciale sur les substances les plus toxiques. Prenant en compte également un critère démographique (plus de deux millions d'habitants sur le bassin versant), le projet WORRI a étudié dix rivières méditerranéennes.

Le document publié par le DHI "Débit de certains cours d'eau du monde" a été une autre source importante de données sur les rivières méditerranéennes, ainsi que les annuaires nationaux hydrologiques et les revues scientifiques de divers pays.

2. Les apports en eau fluviatile à la Méditerranée

2.1 Bilan global

Les apports en eau des rivières constituent l'une des principales contributions d'eau douce à la Méditerranée, ils sont généralement estimés à 30% des apports totaux en eau douce (précipitations directes et rivières). Quoi qu'il en soit cette valeur repose sur d'anciennes mesures de débit quelque peu dépassées. C'est ainsi que le débit du Nil, autrefois estimé à 3000 m^3/s, a été réduit radicalement par l'évaporation du lac Nasser et des champs irrigués du delta. Pour ces raisons, il est important de réviser le débit des rivières et d'évaluer la diminution de celui du Nil, principale source d'eau douce dans la partie orientale de la Méditerranée.

Le tableau suivant présente quelques bilans récents de la Méditerranée, il montre dès à présent l'importance des rivières. Toutefois les apports varient nettement entre les côtes sud et sud-est, et la côte nord-ouest.

I	mer d'A. oran	VI	mer Ionienne
II	Bassin Nord-Ouest	VII	Bassin central
III	Bassin Sud-Ouest	VIII	mer Egée
IV	mer Tyrrhénienne	IX	Bassin Levantin Nord
V	mer Adriatique	X	Bassin Levantin Sud

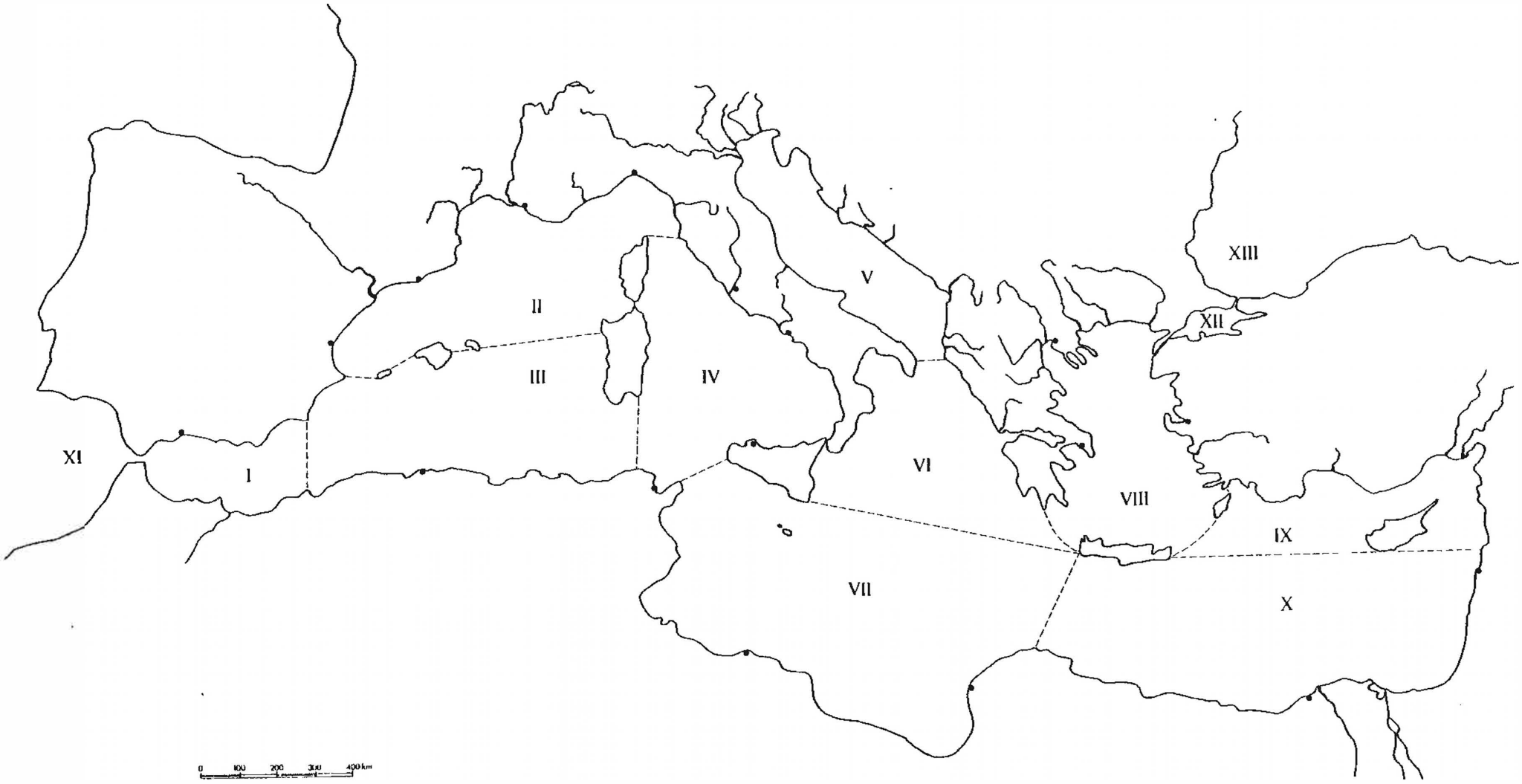

FIGURE 1: DIVISION DE LA MEDITERRANEE EN SOUS-BASSINS

Tableau 1 - Bilan hydrique de la Méditerranée
(10^3 m^3/s)

	McGill (1969)	Tixeront (1970)	Lacombe et Tchernia (1972)
évaporation	92	95	-
précipitation	33	28	-
rivières	14	16	-
entrées par:			
les Dardanelles	6	6	6
Gibraltar	40	45	54,4

La mer méditerranée est habituellement partagée en bassin oriental et en bassin occidental, séparés par le seuil siculo-tunisien prolongé par le seuil de Messine. Pour faciliter l'étude des apports par les rivières, ces bassins ont été subdivisés en compartiments définis à partir de leur structure morphologique et de leurs caractéristiques hydrologiques. Dix compartiments ont été retenus (figure 1): I mer d'Alboran, II Bassin Nord-Ouest, III Bassin Sud-Ouest, IV mer Tyrrhénienne, V mer Adriatique, VI mer Ionienne, VII Bassin central, VIII mer Egée, IX Bassin Levantin Nord, X Bassin Levantin Sud. Pour chaque sous-bassin, une évaluation des débits des rivières a été réalisée comme ceci:

(i) tout bilan hydrologique existant a été utilisé notamment pour l'Espagne (R. Heras, 1970) et l'Italie (Anonyme, 1967);

(ii) tout débit de rivière connu est intégré (ex. Rhône, Evros, Ebre...);

(iii) lorsqu'aucun renseignement sur le débit d'une rivière n'est accessible et/ou sur la surface de ruissellement direct vers la mer située entre deux rivières jaugées, une estimation régionale du débit spécifique par unité de surface a été établie sur la base des résultats (i) et (ii). Ce débit spécifique par unité de surface a été alors multiplié par la surface de drainage;

(iv) l'estimation du débit du Nil a posé un problème délicat en raison de l'existence de deux bras principaux, de canaux d'irrigation dans le delta, et d'apports directs à partir des lacs côtiers. Si l'on se base sur les diverses mesures effectuées par les autorités égyptiennes, le débit du Nil ne serait à présent que de 550 m^3/s, ce qui est très nettement inférieur au débit naturel (2830 m^3/s).

En raison de la diversité des informations hydrologiques, l'évaluation des apports de chaque sous-bassin (tableau 2, p. 7) présente une précision de 20 à 30%.

TABLE 2
Tentative budget of surface water input to the Mediterranean
Bilan approché des apports en eau de surface à la Méditerranée

Regions	total area	total disch.	specific discharge
	10^3 km^2	m^3.s^{-1}	l.s^{-1}.km^{-2}
I. ALBORAN			
Spain	18.4	70	3.8
Morocco	63	107	1.5
Algeria	20.5	20	1
Total	101.9	197	1.9
II. NORTH-WESTERN			
Spain	145	701	4.8
France (+ Corsica)	125	2080	16.5
Italy	7.4	232	31.4
Total	277.4	3013	10.9
III. SOUTH-WESTERN			
Algeria	79	118	1.5
Tunisia	2.2	4	1.5
Italy (Sardinia)	14.9	140	9.4
Spain	18.6	28.5	1.5
Total	114.7	290	2.5
IV. TYRRHENIAN			
France (Corsica)	6.4	96	15
Italy (Sardinia)	9.2	86	9.3
Italy (Mainland)	66.7	1013	15.2
Italy (Sicilia)	5	30	6
Total	87.3	1225	14.0
V. ADRIATIC			
Italy	154.3	3116	20.2
Yugoslavia	55	1462	26.6
Albania (1)	21.3	617	29
Total	230	5195	22.6
VI. IONIAN			
Italy (Mainland)	23	287	12.5
Italy (Sicilia)	7	35	5
Albania (1)	9.1	263	29
Greece	32.6	518	15.9
Total	71.7	1103	15.4
VII. CENTRAL			
Tunisia	32.2	32	1.0
Italy (Sicilia)	13.7	73	5.3
Total	45.9	105	2.3
VIII. AEGEAN			
Greece (Mainland)	146	980	6.7
Greece (Crete)	9.1	45	5
Turkey (2)	60.3	458	7.6
Total	215	1463	6.9
IX. NORTH-LEVANTIN			
Turkey (2)	93.4	710	7.6
Cyprus	9.1	45	5.0
Syria	5.7	23	4
Total	108.2	778	7.2
X. SOUTH-LEVANTIN			
Lebanon	7.8	24	3
Israel	10.3	10	1
Greece (Crete)	3.3	16	5
Egypt (Nile in 1977) (3)	2900	500	0.17
Total	2920	550	0.19
Total Region I to X.			
Nile in 1950	4172	16249	3.9
Nile in 1977	4172	13919	3.3
(1) Total ALBANIA	30.4	872	28.7
(2) Total TURKEY	154	1170	7.6

(3) Estimate for 1977 (Rosetta Branch - Delta Lakes).

Tableau 3 - Importance relative des apports d'eau continentale à la Méditerranée par sous-bassins

	% total superficie de drainage(1)	% total débit total actuel
Mer d'Alboran	2,4	1,4
Sous-Bassin Nord-Ouest	6,5	21,6
Sous-Bassin Sud-Ouest	2,9	2,1
Mer Tyrrhénienne	2,7	8,8
Mer Adriatique	5,5	37,3
Mer Ionienne	1,7	7,9
Sous-Bassin Central	1,1	0,75
Mer Egée	5,1	10,5
Sous-Bassin Levantin Nord	2,6	5,6
Sous-Bassin Levantin Sud(1)	69,9	4,0

(1) en incluant le bassin versant du Nil dans son entier

Il apparaît clairement dans le tableau 3 qu'en dépit d'une très vaste surface de drainage, une des plus grandes du monde, le Nil ne joue plus de rôle important dans le bilan hydrique de la Méditerranée. Environ 60% des eaux fluviatiles entrent dans la mer par le bassin nord-ouest et par la mer Adriatique; elles ne correspondent qu'à 12% de la surface totale de drainage. Le bassin levantin sud est un sujet d'intérêt majeur, car si notre estimation du débit actuel du Nil est exacte, les apports en eaux continentales y seraient réduits de 80%.

2.2 Les principaux fleuves alimentant la Méditerranée

Dans la phase préliminaire des projets MED-IX et MED-X, près de 500 rivières ont été prises en considération. Un catalogue complet est actuellement en préparation; une première liste des débits et des aires de drainage est présentée dans le tableau 8 (voir en annexe).

Tableau 4 - Principales rivières méditerranéennes classées selon leur débit actuel

Rivière	superficie du bassin (km^2)	débit (m^3/s)	débit spécifique ($l.s^{-1}\ km^{-2}$)
Rhône (France)	95 600	1712	17,9
Pô (Italie)	70 000	1550	22,2
Ebre (Espagne)	84 000	570	6,8
Nil (Egypte)	2960 000	≃550	0,19
Neretva (Yougoslavie)	-	378	-
Drini (Albanie)	12 400	342	27,6
Evros (Grèce)	55 000	311	5,65
Tevere (Italie)	16 500	234	14,2
Adige (Italie)	12 000	231	19,25
Ceyhan (Turquie)	20 000	215	10,75

Les 10 principales rivières méditerranéennes (tableau 4) ne représentent maintenant que 44% des débits venant du continent. Comme nous le verrons plus loin, la qualité des eaux de ces rivières n'est pas encore parfaitement surveillée, aussi la prise en compte de ces seules rivières ne peut pas donner un aperçu complet des polluants introduits par les cours d'eau à la Méditerranée.

3. Etude de la qualité des eaux des rivières méditerranéennes

3.1 Programme général de surveillance de la qualité des eaux

Plusieurs réunions d'experts ont conduit à sélectionner deux types de paramètres de qualité: des substances hautement toxiques portées sur une liste noire, et des substances parfois nuisibles à l'homme et à l'environnement portées sur une liste grise. A celles-ci s'ajoutent les paramètres physico-chimiques indicateurs de la qualité de l'eau. La liste complète se trouve tableau 5, p. 10.

Comme nous l'avons signalé ci-dessus, les principales rivières ne correspondent qu'à 45% du débit total et ne peuvent suffire à l'évaluation des polluants d'origine continentale, c'est pourquoi ont été sélectionnées 60 rivières couvrant l'ensemble des régimes des rivières, des types d'occupation du sol (agricoles et humaines), etc. dans le Bassin Méditerranéen (tableau 6, p. 12).

3.2 Etat actuel des contrôles de qualité

Au moins neuf des 17 pays riverains de la Méditerranée ont organisé des contrôles réguliers de la qualité des eaux de rivière. Le Liban n'a pas encore sélectionné de rivières, tandis qu'aucune information précise n'a été obtenue de l'Albanie, de l'Algérie et de la Turquie, Malte, Monaco et la Libye ne possédant pas de rivières significatives. Tous les renseignements sur les contrôles, notamment sur la fréquence des mesures de chaque paramètre de qualité sur les 60 rivières sélectionnées, sont notés dans le tableau 8 (voir en annexe). Celui-ci montre que les types de contrôle des rivières varient beaucoup d'un pays à l'autre. Les rivières de Chypre, France, Italie et Espagne sont habituellement échantillonnées tous les mois tandis que les autres rivières ne sont suivies que quelques mois par an. Les principales informations manquantes portent sur les rivières suivantes:

Albanie: Drini, Semani, Vjöge - aucune information sur la qualité des eaux;

Egypte: Nil - évaluation difficile de la qualité moyenne de l'eau arrivant à la mer (delta à nombreux bras, canaux, lacs côtiers);

Grèce: Akhelos, Aliakmon, Axios, Evros, Ionos - analyses limitées (quelques paramètres de la liste grise);

Turquie: Ceyhan, Manavgat, Seyhan, Sussurluk - aucune information sur la qualité;

TABLE 5: List of pollutants to be monitored in Mediterranean rivers.
Liste des polluants à mesurer dans les rivières méditerranéennes.

	dissolved pollutants polluants dissous	particulate pollutants polluants particulaires
Black List Liste Noire	As Hg Pb Cd PCB other chlorinated organic compounds autres composés organo-chlorés	As Hg Pb Cd PCB other chlorinated organic compounds autres composés organo-chlorés
Grey List Liste Grise	Cu Cr Ni Zn BOD; COD or TOC phenols, detergents, mineral oils huiles minérales organophosphorous compounds composés organophosphorés total P; total Kjeldahl N; nitrates; ammonia ammoniaque total suspended solids; matière totale en suspension total volatile solids matière organique en suspension.	Cu Cr Ni Zn

Yougoslavie: Aucune information n'a jusqu'à présent été transmise à l'Unesco.

Il faut noter que quelques pays (Chypre, Israël, Espagne) ont profondément modifié le contrôle de leurs rivières afin de souscrire à la demande du projet MED-X. L'Espagne, en particulier, a commencé sur ses six principaux cours d'eau le contrôle mensuel de toutes les substances citées dans les listes noire et grise. Mais en dépit de ces efforts et des contrôles pré-existants au Plan d'Action sur la Méditerranée, notamment en Italie et en France, il demeure de nombreuses lacunes dans notre connaissance de la qualité des eaux.

Sur la plupart des rivières sélectionnées, sont surveillées régulièrement les principaux paramètres de la qualité des eaux (pH, conductivité, oxygène dissous). Parmi les substances de la liste grise sont le plus couramment mesurés les DBO et DCO, puis les nitrates, l'ammoniaque et le phosphore total; de nombreuses analyses de Cu, Cr et Zn sont effectuées. Cependant les éléments suivants sont encore très rarement suivis: azote total, phénol, détergents, presqu'aucune information n'existe sauf pour les rivières espagnoles, sur le Ni, les composés organo-phosphorés, le C.O.T. et les huiles minérales. Les substances de la liste noire sont encore moins souvent étudiées. Quelques renseignements concernant As, Pb et Cd sont disponibles, de rares analyses de Hg existent, et presque rien n'est connu sur les composés organo-chlorés si ce n'est pour les rivières espagnoles.

Ceci met clairement en évidence la nécessité de développer immédiatement le contrôle des substances les plus toxiques, ainsi que celui des métaux lourds, de As et des composés organiques toxiques. La surveillance des éléments nutritifs devrait également être renforcée. Ces lacunes ont déjà été signalées à l'échelle mondiale lors du projet WORRI; elles ont pour cause essentielle des problèmes techniques et financiers rendant impossible l'analyse en routine de tels paramètres (absence de matériel, manque de techniciens compétents, problèmes techniques d'échantillonnage et de conservation).

3.3 Niveau actuel de la qualité des eaux

Il ne rentre pas dans l'objet du présent rapport d'examiner chaque rivière méditerranéenne. D'ailleurs les données sur la qualité sont fort variables, et le plus souvent absentes lorsqu'il s'agit des rivières de la côte sud et est. Parmi les rivières régulièrement contrôlées, certaines peuvent être considérées comme non polluées, tandis que d'autres semblent servir d'égouts (voir le tableau 9 en annexe).

Des pollutions évidentes atteignent quelques-unes des principales rivières méditerranéennes (Rhône, Pô, Llobregat), cependant en raison de leur fort débit spécifique les concentrations y sont rarement supérieures à celles des normes de potabilité.

Localement certaines petites rivières sont extrêmement polluées, particulièrement par les rejets industriels. La surveillance de la qualité de telles rivières devrait se rapprocher de celle des égouts urbains ou industriels.

TABLE 6: Rivers to be surveyed for the assessment of the pollutant input from land-based sources to the Mediterranean.
Rivières sélectionnées pour l'estimation des apports polluants des rivières à la Méditerranée.

	polluants dissous dissolved pollutants	polluants particulaires particulate pollutants
Albania	not determined	not determined
Algeria	Cheliff, Harrach, Macta, Mazafran, Seybousse, Soummam, Isser	Cheliff, Seybousse
Cyprus	Vassilikos	no rivers selected
Egypt	Nile (several stations)	Nile; coastal lakes
France	Argens, Aude, Gepeau, Hérault, Onb, Rhône, Tech, Tet, Var	Aude, Hérault, Rhône
Greece	Akheloos, Aliakmon, Axios, Evnos, Nestos, Pinios, Strimon	Evros
Israel	Hadera, Qishon	no rivers selected
Italy	Adige, Brenta, Pescara, Piave, Po, Tevere	Adige, Arno, Po, Pescara, Tevere
Lebanon	not determined	not determined
Libya	no rivers selected	no rivers selected
Malta	"	"
Monaco	"	"
Morocco	Kiss, Laou, Moulouya, Nekor, Rhis	Moulouya
Spain	Besos, Ebro, Fluvia, Guadalhorce, Jucar, Llobregat, Mijares, Segura, Ter, Tordera, Fluvia	Ebro, Llobregat
Tunisia	Medjerda	Medjerda
Turkey	Seyhan, Ceyhan, Buyuk-Menderes, Manavgat	Seyhan, Ceyhan, Buyuk-Menderes
Yugoslavia	Cetina, Krka, Neretva, Zrmanja	Neretva

3.4 Charge polluante dissoute parvenant à la Méditerranée

En raison du petit nombre de données se rapportant à la qualité des eaux, il est très difficile d'estimer la charge polluante totale arrivant dans la Méditerranée. Le projet MED-X est chargé d'évaluer la pollution en substances des listes noire et grise apportée par les rivières de chaque sous-bassin. Ainsi dans les régions où la qualité de l'eau était mal connue, ont été utilisés tantôt des interpolations, tantôt des calculs théoriques lorsqu'aucune donnée ne pouvait permettre une extrapolation.

Trois grandes classes de rivières ont été établies à partir de l'évaluation de leur apport polluant à la mer (tableau 9 en annexe). Les rivières de la première classe présentent des teneurs considérées comme naturelles dans une région méditerranéenne non polluée; leurs teneurs théoriques proviennent pour l'essentiel des teneurs observées sur des rivières espagnoles et d'articles traitant des concentrations naturelles. Les teneurs de la deuxième classe correspondent à la moyenne des concentrations respectives du Rhône, du Pô, du Llobregat et de l'Ebre; cette classe regrouperait les rivières drainant des régions fortement peuplées et industrialisées. La troisième classe serait représentative des rivières hautement polluées; ainsi qu'il a été dit précédemment, ces rivières se rapprocheraient davantage des égouts urbains et/ou industriels; elles ne sont citées qu'à titre d'exemple de détérioration extrême de la qualité d'une rivière par l'homme.

Le bilan des pollutions de chaque sous-bassin a été réalisé ainsi:

(i) <u>Les rivières contrôlées</u>

Les charges polluantes de chaque rivière ont été obtenues, en première estimation, en multipliant par les débits moyens annuels les teneurs moyennes des différents éléments physico-chimiques. Cette méthode est manifestement biaisée puisque la moyenne des teneurs en solution n'est pas pondérée par le débit, cependant en raison de l'espacement des prélèvements (au plus une fois par mois sur la majorité des rivières), il n'a pas semblé nécessaire de pondérer les moyennes.

(ii) <u>Les rivières non contrôlées et les interfluves</u>

- situés dans une région où existe une surveillance régulière de la qualité des eaux: la qualité moyenne régionale a été estimée à partir des analyses existantes et extrapolée aux rivières non contrôlées. Cette méthode a été appliquée pour l'Italie, la France et l'Espagne.

- situés dans une région où la surveillance de la qualité des eaux est irrégulière: le calcul de la charge polluante repose entièrement sur des calculs théoriques prenant en compte le débit spécifique tel qu'il apparaît dans le tableau 2 et la qualité des eaux correspondant à une double situation de rivières méditerranéennes non polluées et de rivières traversant des régions industrialisées (tableau 9 en annexe). Pour cette raison sont données respectivement des teneurs maximales et des teneurs minimales.

Le bilan des polluants dissous apportés par les fleuves (table 7) jusqu'à la Méditerranée est bien évidemment une estimation grossière. En ce qui concerne la plupart des substances de la liste noire, ce bilan ne donne qu'un ordre de grandeur. De plus certains de ces éléments (particulièrement Hg et Pb) présentent des problèmes analytiques, car les matières particulaires des rivières sont parfois prises en compte dans la teneur en solution; ces éléments sont, en outre, sensibles aux contaminations susceptibles de survenir lors des prélèvements et des analyses. De ceci peut découler une surestimation des teneurs en éléments dissous.

Cette première estimation met en évidence l'importance de la charge polluante qui se déverse dans le bassin nord-ouest ainsi que dans les mers Tyrrhénienne et Adriatique. Si l'on ne prend en considération que les quatre bilans les plus sûrs (DBO, DCO, N total, P total), il apparaît que ces trois sous-bassins recoivent environ 70% de la pollution totale rejetée dans la Méditerranée. Ce phénomène provient de l'effet combiné d'un fort débit et d'un taux élevé de contamination des rivières de ces régions.

4. La contamination de la Méditerranée par les matières en suspension

4.1 Rôle joué par la pollution particulaire

La possibilité de quantifier le flux de polluants présents dans l'écosystème aquatique dépend de l'identification des différents réservoirs potentiels de substances chimiques. Il existe trois principaux réservoirs: le réservoir liquide (eau et matière dissoute), le réservoir particulaire (matières en suspension et sédiments) et le réservoir biologique (plancton, benthos, necton...).

L'approche du comportement des polluants dans ces différents réservoirs, le flux de matière passant de l'un à l'autre, enfin les conditions aux limites du système sont les préalables indispensables à une connaissance globale du cheminement des polluants dans l'environnement aquatique. De plus, cette étude devrait aider à mettre en oeuvre un programme de surveillance et à établir une base de prévention et de contrôle de pollution.

A cet égard, le réservoir particulaire est un sous-système très important du milieu aquatique auquel devrait être porté une grande attention. Les teneurs en métaux lourds et polluants organiques sont de 100 à 1000 fois plus élevées dans la phase particulaire que dans la phase dissoute.

Table 7

TENTATIVE BUDGET OF DISSOLVED POLLUTANTS CARRIED BY RIVERS TO THE MEDITERRANEAN ($t.year^{-1}$)
BILAN ESTIME DES APPORTS DES RIVIERES EN POLLUANTS DISSOUS A LA MEDITERRANEE (t/an)

Regions	I. ALBORAN min.	I. ALBORAN max.	II. NORTH WESTERN min.	II. NORTH WESTERN max.	III. SOUTH WESTERN min.	III. SOUTH WESTERN max.	IV. TYRRHENIAN min.	IV. TYRRHENIAN max.	V. ADRIATIC min.	V. ADRIATIC max.	VI. IONIAN min.	VI. IONIAN max.
WATER DISCHARGE $km^3.year^{-1}$	6.2		95		9.1		38		163		35	
BOD	17000	41000	450000		19000	52000	130000	227000	365000	753000	64000	192000
COD	7000	73000	1100000		19000	103000	190000	770000	735000	1150000	64000	384000
Total P	700	6000	115000		950	8600	5000	27500	35600	123000	3200	32000
Total N	8000	20000	340000		5400	22400	20000	70000	155000	350000	16000	80000
Detergent	27	1200	2000	14000	11	1700	2600	7600	4000	23000	< 32	6400
Phenols	< 6	30	180	300	< 8	40	< 32	160	100	600	< 32	160
Hg	0.6	3	9.5	50	0.85	4.2	3.2	16	90	130	3.2	16
Pb	30	45	800		42	76	160	290	1080	1480	160	290
Cr	6	60	280	800	8.5	85	32	320	15	150	32	320
Zn	180	360	2400		255	510	960	1900	6300	9500	960	1900

	VII. CENTRAL min.	VII. CENTRAL max.	VIII. AEGEAN min.	VIII. AEGEAN max.	IX. NORTH LEVANTIN min.	IX. NORTH LEVANTIN max.	X. SOUTH LEVANTIN min.	X. SOUTH LEVANTIN max.	TOTAL MEDITERRANEAN $10^3.year^{-1}$ min.	TOTAL MEDITERRANEAN $10^3.year^{-1}$ max.	accuracy level of budget niveau de fiabilité du bilan
WATER DISCHARGE $km^3.year^{-1}$	3.3		46		24.5		17.3(1)		438 (1)		
BOD	10000	30000	92000	275000	50000	150000	42000	112000	1250	2300	xxx
COD	10000	60000	92000	550000	50000	300000	47000	222000	2300	4700	xxx
Total P	500	5000	4600	46000	2450	24500	3000	30000	170	400	xx
Total N	2500	12500	23000	115000	12000	60000	12000	47000	700	1100	xx
Detergents	< 5	1000	< 46	9200	< 25	5000	200	3650	9	75	0
Phenols	< 5	25	< 46	230	< 25	120	16	100	0.45	1.8	x
Hg	0.5	2.5	4.6	23	2.5	12	1.7	8.5	0.04	0.2	0
Pb	25	45	230	415	120	220	90	155	2.7	3.8	x
Cr	5	50	46	460	25	250	17	170	0.5	2.7	x
Zn	150	300	1400	2800	750	1500	535	1050	14	22	x

(1) included Nile discharge in 1977
xxx good; xx sufficient; x poor; 0 very poor
xxx bon; xx moyen; x insuffisant; 0 très insuffisant

L'importance des particules solides est évidente si l'on compare les quantités respectives de polluants en solution et en suspension présents dans les rivières.

Le comportement chimique des polluants liés à la phase particulaire et leur disponibilité biologique dépendent des processus d'association entre polluant et particules: adsorption sur de très fines particules (argiles, colloïdes...) et sur la matière organique; coprécipitation avec des oxydes et hydroxydes sur les plus grosses particules formant un encroûtement des grains de sable; composés organiques insolubles; et incorporation à la matière minérale.

Tout changement dans la composition chimique ou dans les paramètres physiques d'une eau risque de provoquer une libération du polluant depuis les particules. Parmi les variations des paramètres chimiques susceptibles d'affecter l'association polluant-particule, celles du pH jouent un rôle significatif. Les diagrammes de solubilité des métaux en fonction du pH indiquent que dans les eaux acides, les hydroxydes, les carbonates et les sulfures deviennent instables, que les métaux sont alors susceptibles de passer sous la forme ionique. De telles variations de pH peuvent être provoquées dans les rivières par la décomposition bactérienne de la matière organique ou par des rejets d'effluents industriels acides.

Une autre possibilité de dissolution de polluants particulaires se situe dans les sédiments de fond où l'on constate un accroissement fréquent des concentrations en éléments dissous dans les eaux interstitielles; ces concentrations accrues proviennent d'un processus de solubilisation qui donne naissance à un flux ascendant de polluants à travers l'interface eau-sédiment et/ou d'une remise en suspension des sédiments de fond provoquée soit par des phénomènes naturels telles les crues et la bioturbation, soit par une action anthropogénique comme les dragages.

Enfin, quand la rivière atteint l'océan par l'intermédiaire de son estuaire, les nouvelles conditions géochimiques de l'eau peuvent modifier à nouveau les équilibres des polluants dissous et particulaires. Ces processus réduisent parfois de 50% les éléments dissous apportés aux océans. Inversement certains polluants peuvent repasser de la phase particulaire à la phase dissoute ce qui a pour effet d'augmenter les apports réels en solution aux océans. Les récentes études sur la matière particulaire fait apparaître qu'en rivières, les suspensions servaient de principal mode de transport des polluants. La part des substances des listes noire et grise véhiculées par la matière particulaire des principales rivières mondiales, dont quelques rivières méditerranéennes, figure sur le tableau 10 (en annexe). En général, plus de 70% des différents métaux sont transportés par les suspensions.

Toutefois l'étude de la matière particulaire présente encore des difficultés au niveau des méthodes de séparation des phases particulaires et dissoutes, de l'estimation des concentrations naturelles en métaux lourds, et du traitement des échantillons permettant de connaître la part des polluants facilement mobilisable par les organismes.

4.2 Niveau actuel de la contamination des suspensions des rivières du Bassin Méditerranéen

4.2.1 Origine des données

Les réunions d'experts tenues à Rome et à Paris ont sélectionné dans le cadre du projet MED-IX les rivières à échantillonner et les paramètres à contrôler dans l'étude des matières particulaires des rivières (tableaux 5 et 6, pp. 10 et 12). Mais jusqu'à présent bien peu de rivières ont été étudiées. Des données publiées existent sur le Rhône et l'Aude (France) ainsi que sur plusieurs rivières israéliennes. De plus quelques rivières ont été échantillonnées et leurs sédiments analysés selon les recommandations émises par le projet MED-IX sur les échantillonnages et les procédures de pré-traitement mises au point conjointement par le Laboratoire International de Radioactivité Marine (AIEA, Monaco) et par la Division des Sciences de l'Eau de l'Unesco. Il s'agit de la Medjerda (Tunisie), de l'Ebre et du Llobregat (Espagne), et des rivières A et B (pays non identifiés). Certains de ces résultats sont reportés sur le tableau 11 (en annexe). Il faut remarquer que les traitements chimiques de la matière particulaire diffèrent; le lessivage recommandé, avec un acide dilué, libérerait essentiellement la fraction facilement mobilisable mais également une partie de la matrice cristalline.

4.2.2 Premiers résultats

Quatre des principales rivières méditerranéennes (Pô, Adige, Rhône, Aude) ne paraissent pas fortement polluées en comparaison du Rhin, mais les rivières suivantes montrent une nette contamination: Adige (Zinc), Pô (Zinc), Rhône (Zinc, Plomb, et localement Cuivre, Chrome, Mercure), Aude (Chrome). La Gadura, en Israël, semble hautement contaminée. Toutefois aucune de ces rivières ne présente les concentrations extrêmes en métaux lourds trouvées dans certaines rivières américaines et européennes recevant les résidus miniers et les eaux usées industrielles.

Il est clair que la matière particulaire des rivières méditerranéennes joue un rôle important dans le transport des polluants, mais en raison de la rareté des données, il n'est pas encore possible d'estimer le bilan global des polluants rejetés en mer.

5. Conclusions générales sur les apports des rivières à la Méditerranée

5.1 Les principaux résultats

Les apports en eau: à la suite de la considérable diminution des débits du Nil qui a réduit de 80% les apports en eau du Bassin Levantin Sud, les plus gros apports en eau en Méditerranée (60%) proviennent du Bassin Nord-Ouest et de la mer Adriatique dont les surfaces de drainage ne couvrent que 12% de l'ensemble.

Contrôle de la qualité des eaux: les polluants dissous sont surveillés régulièrement dans neuf pays méditerranéens; mais seuls Chypre, la France, Israël, l'Italie et l'Espagne analysent intensivement la plupart des substances des listes noire et grise qui permettent une évaluation fiable des charges polluantes.

Les paramètres de base (pH, conductivité, oxygène dissous) sont ordinairement mesurés tandis que les substances de la liste noire sont généralement ignorées, particulièrement les composés organochlorés.

Niveau de la qualité des eaux: on retrouve toute la gamme de la qualité des eaux dans le pourtour de la Méditerranée, depuis les rivières aux eaux très pures, non polluées, jusqu'aux rivières très gravement polluées. La qualité de ces dernières se rapproche de celle des égouts urbains et industriels. La plupart des rivières, bien que déjà contaminées, ne montrent pas les hauts niveaux de pollution trouvés dans la Seine ou le Rhin.

Les apports en polluants dissous ont été évalués à partir des concentrations mesurées dans de nombreux pays et d'extrapolations pour d'autres, à partir de calculs théoriques. Il en ressort qu'une charge très importante est rejetée dans les trois bassins nord-ouest (Bassin Nord-Ouest s.s., mer Tyrrhénienne et mer Adriatique); elle s'élève à 70% de la charge totale estimée. Ce pourcentage a été calculé à partir des DBO, DCO, N total et P total, mais peut très probablement être extrapolé aux autres paramètres de la qualité de l'eau.

La contamination des matières particulaires des rivières: son étude ne fait que commencer dans le Bassin Méditerranéen, cependant son importance en tant que support des polluants est évidente. Les premiers résultats donnent les mêmes caractéristiques que pour les polluants dissous: il existe une gamme étendue de contamination, le plus grand nombre de rivières est déjà légèrement contaminé mais leur niveau de contamination ne paraît pas alarmant.

5.2 Les limites à notre connaissance actuelle des apports des rivières

Notre connaissance des débits des rivières a grandement progressé ces dix dernières années, en partie grâce à l'action coordonnée des DHI et PHI. Le débit actuel du Nil reste encore un problème et des recherches attentives devraient être faites dans le delta; son débit est maintenant d'importance secondaire pour l'ensemble du bassin, mais reste le seul apport en eau du Bassin Sud Levantin.

La qualité des eaux des rivières devrait être surveillée en routine dans les secteurs est et sud. Dans les pays nord-méditerranéens, les contrôles devraient être étendus à 24 échantillons par an, ou plus; cette fréquence est absolument nécessaire à l'observation d'une évolution dans la qualité des eaux au cours de ces prochaines années. Néanmoins, il n'est pas utile d'augmenter la fréquence des prélèvements tant que la fiabilité des données concernant la qualité des eaux n'a pas été améliorée; pour de nombreux paramètres, les résultats varient d'un laboratoire a l'autre, aussi est-il de première urgence de procéder à des tests comparatifs sur les méthodes d'échantillonnage, de stockage et de

prétraitement. De gros efforts devraient être poursuivis dans tout le Bassin Méditerranéen dans la surveillance des substances les plus toxiques encore peu connues: composés organochlorés, Hg, mais aussi Pb, Cd et As.

En ce qui concerne les polluants des suspensions, il est urgent d'établir des contrôles réguliers au moins sur les principales rivières méditerranéennes. Dans un premier temps, quatre prélèvements par an serait un minimum à respecter. Le devenir des polluants particulaires et dissous lors de leur entrée dans l'océan devrait être étudié dans le milieu méditerranéen; un projet pilote pourrait être mis en place dans un estuaire pollué.

Cette première évaluation des polluants dissous et particulaires rejetés par les rivières dans la Méditerranée ne donne qu'un ordre de grandeur des principaux paramètres. Aucune amélioration de la qualité des eaux ne pourra être appréhendée si les contrôles ne sont pas multipliés très rapidement.

-References -

ANONIMOUS(1967) : Standard average values of monthly and yearly flows of Italian rivers. In Water for Peace, Washington, vol. 4, 399 - 406.

ANONIMOUS: Discharge of selected rivers of the World, vol I, II, III, IV. Studies and Reports in Hydrology. Unesco Press.

BOTHNER M.H., CARPENTER R. (1973): Sorption-desorption reactions of mercury with suspended matter in the Columbia river, in "Radioactive Contamination of the Marine Environment" I.A.E.A., Vienne.

CRANSTON R.E., BUCKLEY D.E. (1972): Mercury pathway in a river and estuary. Environ. Sci. Technol. 6, 274-278.

DE GROOT A.J. et al. (1976): Processes affecting heavy metals in estuarine sediments, in Estuarine Chemistry, J.D. BURTON, P. LISS Ed., Academic Press.

FÖRSTNER U. MULLER G.(1974): Schwermetalle in Flüssen und Seen. 225 pp. Springer Verlag, Berlin.

GIBBS R, (1973) Mechanisms of trace metal transport in rivers. Science, N.Y., 180, 71-73.

MCGILL D.A. (1969) A budget for dissolved nutrient salts in the Mediterranean sea - Cahiers Oceanographiques 21, 6 543-554.

HERAS, R.(1970) Données pour l'étude du bilan hydrique en Espagne. In World Water Balance, Proc. Reading Symposium. Unesco Press, 332-342.

KRONFELD J., NAVROT J.,(1975). Aspect of trace metal contamination in the coastal rivers of Israel., Water Poll. 4, 1, March 1975.

LACOMBE H., TCHERNIA P (1972). Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In D.J. Stanley (ed) The Mediterranean Sea, Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, 25-36.

MARTIN, J.M. Contribution à l'étude des apports terrigènes d'oligo-éléments stables et radioactifs à l'océan. Doct. ès Sciences, Paris 1971.

MARTIN, J.M. MEYBECK, M.(1977). Elemental Mass Balance of material carried by world major rivers, Submitted to Marine Chemistry .

MEISCH H.U., REINLEW, BIELIG H.J.(1978). Schwermetalle in Sedimenten der Saar. Deutsche gewäss. Mitt. 22, 1, 2-8.

MONACO A. Géochimie des milieux d'estuaires: comparaison entre les suspensions fluviatiles et les dépôts pro-deltaïques de l'Aude(Languedoc), Chemical Geology 20 (1977), 45-55.

TIXERONT J. (1970) Le bilan hydrologique de la Mer Noire et de la Mer Mediterranée. Cahiers Oceanographiques 22 (3) 227 - 237.

TREFRY J.M., PRESLEY B.J. Heavy metals transport from the Mississippi river to the Gulf of Mexico. In Marine Pollutant transfer H.L. WINDOM, R.A. DUCE ed. Lexington Books, Lexington, Massachussetts.

SMITH J.D. et al. (1971) Mercury in sediments from the Thames estuary. Environ. Pollut. 4, 153-157.

VERNET, J.M., SCOLARI G., RAPIN F. (1976). Teneur en métaux lourds dans les sédiments des rivières suisses du Rhône français et de ses affluents, Bul. BRGM, Section III, No. 1, 2.

WINDOM M.L. et al. (1971) Transport of trace metals to the atlantic ocean by three south eastern rivers. S. East Geol. 12, 169-181.

Table 8 Selected Mediterranean rivers, with hydrological characteristics and their state of river water quality surveys (dissolved substances).

A: drainage area (10^3 km^2) and Q: water discharge (m^3/s)

⊗ unknown frequency; + 1-5 samples per year; ++ 6-11 samples per year; +++ ≥ 12 samples per year.

Caractères hydrologiques des rivières méditerranéennes et état des programmes de surveillance de la qualité des eaux

A: superficie du bassin (10^3 km^2) Q: débit (m^3/s)

⊗ frequence inconnue; + 1-5 échantillons par an; ++ 6-11 échantillons par an; +++ ≥ 12 echantillons par an.

			BLACK LIST						GREY LIST																			
	Q	A	As	Hg	Pb	Cd	PCB	DDT	P_t	N_t	N-NO3	N-NH4	Cu	Cr	Ni	Zn	org P	Phen	BOD	COD	TOC	det	oils	coli	T	SM	DO	PH	Cond.
ALBANIA																													
Drini	342	12.4	No information on water quality so far																										
Mati	91	2.4																											
Semani	113	5.3																											
Vjöse	182	5.2																											
ALGERIA																													
Cheliff	40	43.7						will be monitored																					
Harrach								monitored (?)																					
Macta	2.7	4.0		⊗						⊗									⊗	⊗									
Mazafran	13.8	1.9						will be monitored																					
Seybousse	13.4	5.9						will be monitored																					
Soummam	24.9	8.4						will be monitored																					
Isser																													
CYPRUS																													
Vassilikos	0.12	0.15	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++				+++	+++			+++	+++	+++
EGYPT																													
Nile	948	2960							+++		+++	+++								+++				+++				+++	+++
Roseta B.	(?)	–	⊗					⊗	⊗	⊗	⊗	⊗							⊗				⊗				⊗		
Damietta B.	202	–	No information so far																										
Delta Lakes	380	–	No information so far																										
FRANCE																													
Argens	16	2,53	+++		+++	+++			+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++		+++	+++			+++		+	+++		+++	+++	+++
Aude	66.0	1.79	+		+	+			+++	+++	+++	+++	+	+		+		+++	+++			+++		+	+++		+++	+++	+++
Hérault	53.4	2,5	+++		+++	+++			+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++		+++	+++			+++		+	+++		+++	+++	+++
Orb	31.9	1,1	+		+	+			+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++		+++	+++			+++		+++	+++		+++	+++	+++
Rhône	1712	95,6	+++		+++	+++			+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++		+++	+++			+++		++	+++		+++	+++	+++

TABLE 8

	Q	A	BLACK LIST						GREY LIST																			
			As	Hg	Pb	Cd	PCB	DDT	P_t	N_t	N-NO3	N-NH4	Cu	Cr	Ni	Zn	org P	Phen	BOD	COD	TOC	det	oils	coli	T	SM	DO	pH	Cond
Tet	13.7		+		+	+			+++	+++	+++	+++	+	+		+		+++	+++			+++		+	+++		+++	+++	+++
Var	65.4	1.83	+++		+++	+++			+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++		+++	+++			+++		+	+++		+++	+++	+++
GREECE																													
Acheloos	167		No information on monitoring																										
Aliakmon	133				Ø									Ø				Ø	Ø								Ø	Ø	Ø
Axios	134	23.0			Ø							+++		Ø				Ø	+++	+++	+++						Ø	+++	+++
Evros	311																		Ø								Ø		
Nestos	33	3.6																						+				+++	+++
Pinios	102		will be monitored																										
Strimon	73	1.5																										+++	+++
ISRAEL																													
Kishon	0.46	0.68	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	++	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Hadera	0.3-0.6	0.52	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
ITALY																													
Adige	231	11.93	+	+	+++	+	+	+	+++		+++	+++	+++	+++					+++	+++		+					+++		
Brenta	73	1.50																	Ø	Ø							Ø		
Pescara	54	3.12																	Ø	Ø							Ø		
Piave	88	3.38							++	++	++	++							++	++							+++		
Po	1550	70	+	++	++			++	+++	+++	+++	+++	++		++	++		+++	+++	+++		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Tevere	234	16.5						+	+++		+++	+++					+		+++	+++		+++		+++	+++	+++	+++	+++	+++
LEBANON			No river selected so far																										
MOROCCO		No information on water quality																											
Kiss	19.6																												
Laou	28	0.94																											

TABLE 8 PART 2

	Q	A	BLACK LIST						GREY LIST																			
			As	Hg	Pb	Cd	PCB	DDT	P_t	N_t	N-NO3	N-NH4	Cu	Cr	Ni	Zn	org P	Phen	BOD	COD	TOC	det	oils	coli	T	SM	DO	pH	Cond.
Moulouya	50	52																											
Nekor	2.2	0.63																											
Rhis	7,5																												
MALTA								no	selected	river																			
MONACO								no	selected	river																			
LYBIA								no	selected	river																			
SPAIN																													
Besos	1.3	1.0							+		+	+		+				+	+++	+++		+			+++	+++	+++	+++	+++
Ebro	550	84	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Fluvia	6.8	1.0							+		+	+		+				+	+++	+++		+			+++	+++	+++	+++	+++
Guadalhorce	8,5	2,85	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	+	+++	+++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Jucar	40	21.5	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
Llobrega	22	4.9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+++	++	+	+	+		+++	+++	+++	+++	+++
Mijares	11,3	2.5							+			+	+	+		+	+	+	++	++					+++	+++	+++	+++	+++
Segura	7.3	14,9	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+++	+++	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+++
Ter	14.5	1.8							+		+	+		+				+	+++	+++		+			+++	+++	+++	+++	+++
Tordera	3.8	0.8							+		+	+		+				+	+++	++		+			+++	+++	+++	+++	+++
Turia	14.6	6.3	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
TUNISIA																													
Medjerdah	31	22.1																	+							+++		+++	+++

TABLE 8 PART 3

	Q	A	BLACK LIST						GREY LIST																			
			As	Hg	Pb	Cd	PCB	DDT	P_t	N_t	N-NO3	N-NH4	Cu	Cr	Ni	Zn	org P	Phen	BOD	COD	TOC	det	oils	coli	T	SM	DO	pH	Cond
TURKEY			No information on water quality so far																										
Buyuk Menderes	100	23,8																											
Ceyhan	230	19,8																											
Manavgat	129	0.93																											
Seyhan	188																												
Susurluk	132																												
YUGOSLAVIA																													
Cetina	69								●		●								●	●				●	●	●	●	●	●
Krka	51																												
Neretva	355								●		●								●	●				●	●	●	●	●	●
Zrmanja	40																												

Q discharge ($m3.s^{-1}$); débit
A drainage area (10^3 km^2); superficie du bassin
Pt total Phosphorus; phosphore total
Nt total Nitrogen ; azote total
org P organo-phosphorous compounds; composés organophosphorés
phen phenols
det detergents
T temperature
SM suspended matter; matières en suspension
DO dissolved oxygen; oxygène dissous
cond. conductivity; conductivité

TABLE 8 PART 4

Table 9 . Examples of three types of river from the Mediterranean countries according to their pollution level. Dissolved contents in $\mu g/l$.
Exemples-types du niveau de pollution des rivières Méditerranéennes - (teneurs en solution en $\mu g/l$).

	unpolluted river (1) rivière non-polluée (1)	river in industrial region (2) région industrielle (2)	heavily polluted river rivière très polluée
As	1	2	-
Hg	0.1	0.5	0.4
Pb	5	9	45
Cd	0.5*	5	10
Pt	100	1000	8000
N. min. tot.	500	2500	45000
Cu	10	45	70
Cr	1	10	15
Ni	2	20*	80
Zn	30	60	220
phenol	0.0	5	150
BOD	2000	6000	100000
COD	2000	12000	200000
TOC	5000*	25000*	-
detergent	0.0	200	2000
min. oil	0.0	1000	20000

* estimates

(1) unpolluted rivers in Spain and world averages of natural dissolved content.

(2) average of dissolved contents of the Rhône, Po, Llobregat and Ebro rivers.

(3) average of dissolved contents of the Besos, Hadera and Kishon.

* estimation

(1) rivières non-polluées d'Espagne, et moyennes mondiales des teneurs naturelles en solution.

(2) moyenne des teneurs en solution du Rhône, Po, Llobregat et Ebro.

(3) moyenne des teneurs en solution du Besos, Hadera et Kishon.

Table 10. Ratio (in percent) of the river particulate pollutant load over the total pollutant load in some world rivers compared to Mediterranean rivers.
Participation (en pourcent) des polluants particulaires à la pollution totale apportée par certaines rivières Méditerranéennes comparée à celle de quelques rivières du monde.

River	BLACK LIST LISTE NOIRE				GREY LIST LISTE GRISE			
	Pb	As	Hg	Cd	Zn	Ni	Cr	Cu
Rhine (The Netherlands(1)	72	56	56	44	37	23	70	64
Rhine (Germany)(2)	83	-	61	28	44	24	80	50
Thames (3)	-	-	92	-	-	-	-	-
Southeastern rivers (U.S.A.) (4)	-	-	-	-	87	82	92	53
Amazon (5)	-	-	-	-	-	97	90	93
Yukon (5)	-	-	-	-	-	98	87	97
Columbia (6)	-	-	52	-	-	-	-	-
Mississipi (7)	99.2	70.2	-	88.9	90.1	94.7	98.5	91.5
Saar (8)	97		64	78	36	25	60	70
Adige (9)	90	-	-	-	-	-	80	86
Po (9)	83	-	-	-	91	-	-	47
Rhône (10)	70	-	-	-	64	-	61	68
Llobregat (11)	43	6	-	24	15	-	13	7
Ebro (11)	44	7	-	4	4	-	3	1

(1) De Groot, Allersma and Van Driel (1973).
(2) Förstner and Müller (1974);
(3) Smith et al.(1971)
(4) Windom et al (1971)
(5) Gibbs (1973)
(6) Bothner and Carpenter (1973)
(7) Trefry, Presley (1976)
(8) Meisch, Reinle,Bielig (1977)
(9) CNR Italy average of 3 and 6 analyses
(10) from J.M. Martin (1971) and J.P. Vernet et al (1977)
(11) Centro de Estudios Hidrográficos, Spain, first estimate based on a single analysis.

Table 11 Contents of heavy metals in suspended and deposited sediments from mediterranean rivers ($10^{-6}g.g^{-1}$)
Teneurs en métaux lourds dans les sédiments en suspension ou déposés de quelques rivières méditerranéennes ($10^{-6}g.g^{-1}$)

River / pollutant	FRANCE (c)		IAEA (a)		ISRAEL (3) (b)						World average(5)
	Rhône(1)	Aude(4)	river A (2)	river B (2)	YARGON	AYYALON	ALEXANDER	MADERA	QISHON	GADURA	Moyenne mondiale
Arsenic			-	-	-	-	-	-	-	-	5
Mercury	0.5-1.5	1.2	1.7	0.8	n.d	n.d	.15(.07-.30)	.56	(0-0.1)	(0-0.3)	-
Lead	270		60	8	28(20-48)	81(12-266)	13(7-22)	14(5-25)	29(9-72)	158(93-275)	150
Cadmium			2.3	0.4	n.d.	7.9(.1-16)	n.d.	n.d.	(0-4)	55(7-123)	1
Copper	93	112	50	8	2.8(1.6-3.3)	6.7(2.3-16)	1.7(2.1-3.0)	7(3-13)	14(3-48)	17(6-43)	100
Chromium	76	112	20	4	2.8(1.9)	35(12-124)	13(11-17)	14(12-17)	18(3-56)	294(62-610)	100
Nickel			30	6	1.0(1-4)	17(8-60)	6.3(6-7)	9(6-12)	15(11-19)	22(17-31)	90
Zinc	1310	2100	180	40	52(12-83)	196(49-323)	45(48-72)	87(42-176)	130(20-325)	931(365-1500)	350

(1) MARTIN J.M. (1971), VERNET et al. (1977).
(2) I.A.E.A. Monaco Laboratory, average of 3 analysis, Northwestern Mediterranean Rivers, leached suspended matter.
Laboratoire de Monaco de l'AIEA, moyenne de trois analyses après attaque ménagée de suspensions de deux rivières se jetant dans le Sous-Bassin Nord-Ouest.
(3) KRONFELD J. and NAVROT J. (1975) average of 3-9 analysis.
(4) MONACO A. (1977).
(5) MARTIN J.M., MEYBECK M. (1978).
(a) suspended sediment, leaching with diluted HCl acid.
matière en suspension, attaque ménagée par HCl dilué.
(b) deposited bank sediment (< .17 mm, leaching with hydroxylamine-hydrochloride in 25% acetic acid).
sédiment déposé sur les rives (< 0,17 mm) attaque ménagée par hydroxylamine en milieu acétique.
(c) total content of the particulate matter.
teneur totale dans la matière en suspension.