

Programme
des Nations Unies
pour l'environnement

UNEP/WG.160/11
20 février 1987

FRANCAIS
Original: ANGLAIS

PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE

Cinquième réunion du Groupe de travail
sur la coopération scientifique et
technique pour le programme MED POL

Athènes, 6-10 Avril 1987

EVALUATION DE L'ETAT ACTUEL DE LA POLLUTION DE LA MER
MEDITERRANEE PAR LES HYDROCARBURES DE PETROLE

En coopération avec



OMI



COI

PNUE
Athènes, 1987

PREFACE

Le présent document a pour objet de récapituler les renseignements concernant les sources d'apport et les observations de niveaux d'hydrocarbures de pétrole en Méditerranée, les effets biologiques de la contamination et les dispositions juridiques, administratives et techniques existantes pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution par les hydrocarbures.

La combinaison de ces aspects scientifiques, techniques et juridiques fournira une base solide pour l'élaboration des propositions de mesures antipollution.

Il est admis qu'il existe des différences considérables dans la base scientifique et le cadre opérationnel tant pour les aspects scientifiques d'une part que pour les aspects juridiques et techniques de la lutte antipollution d'autre part. Plusieurs conventions sont en vigueur pour régir ces derniers aspects, et notamment la Convention de Barcelone, alors que la base scientifique et relevant de l'observation est fournie dans le cadre des recherches menées par des particuliers et de la composante "surveillance continue et recherche" du programme MED POL.

En raison de ces différences et en vue de faciliter les mises au point ultérieures, le présent document est divisé en deux parties distinctes:

- l'état actuel de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole (Partie A);
- les dispositions juridiques, administratives et techniques pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution par les hydrocarbures (Partie B).

Il est toutefois évident qu'il faut envisager ces deux parties dans la perspective de l'élaboration ultérieure des meilleures mesures possibles de lutte, de protection et de prévention antipollution qui constituent l'objectif ultime de ce travail.

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
<u>PARTIE A</u>	
ETAT ACTUEL DE LA POLLUTION DE LA MER MEDITERRANEE PAR LES HYDROCARBURES DE PETROLE	
RESUME	1
INTRODUCTION	3
1. SOURCES ET APPORT DE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES DE PETROLE EN MEDITERRANEE	6
2. PROCESSUS INFLUANT SUR LE COMPORTEMENT DES HYDROCARBURES DE PETROLE	12
3. CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES DE PETROLE DANS LA MEDITERRANEE	18
4. REPARTITION DES HYDROCARBURES DE PETROLE DANS LES COMPARTIMENTS DE L'ECOSYSTEME MEDITERRANEEN ET EVALUATION PROVISoire DU BILAN MATIERE	45
5. EFFETS DES HYDROCARBURES DE PETROLE	52
6. EVALUATION DE LA BASE DE DONNEES DISPONIBLE ET ETAT DES CONNAISSANCES	58
7. REFERENCES	59
<u>PARTIE B</u>	
DISPOSITIONS JURIDIQUES, ADMINISTRATIVES ET TECHNIQUES POUR LA PROTECTION DE LA MER MEDITERRANEE CONTRE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES	
INTRODUCTION	68
1. STATUT JURIDIQUE DE LA ZONE DE LA MER MEDITERRANEE	69
2. INSTALLATIONS DE RECEPTION	76
3. PROBLEMES D'ELIMINATION POSES PAR LES MATIERES RECUES DANS LES INSTALLATIONS	85
4. ALERTES ET ACCIDENTS	86
5. ROLE DU ROCC DANS LA COOPERATION REGIONALE	88
6. ETABLISSEMENT DE PLANS NATIONAUX D'URGENCE DANS LA ZONE DE LA MER MEDITERRANEE	90
7. FORMATION	98
8. ECHANGES D'INFORMATIONS ET COMMUNICATIONS	100
RECOMMANDATIONS	102
REFERENCES	103

P A R T I E A

ETAT ACTUEL DE LA POLLUTION DE LA MER MEDITERRANEE PAR
LES HYDROCARBURES DE PETROLE

RESUME

On ne dispose encore à l'heure actuelle que de renseignements restreints sur les apports d'hydrocarbures de pétrole et sur les sources de pollution en Méditerranée. Les estimations globales des sources et apports tournent autour d'une quantité de 0,6 millions de tonnes d'hydrocarbures introduite chaque année dans la Méditerranée.

Une évaluation des flux et destinées des hydrocarbures de pétrole est réalisée sur la base des apports estimés, bien qu'on manque de données détaillées sur certains des principaux éléments, notamment sur le devenir biologique (biodégradation, etc.) dans la région.

Les données recueillies sur les taux de concentration des hydrocarbures de pétrole dans l'écosystème méditerranéen se sont accrues au cours des dernières années, spécialement en ce qui concerne les concentrations dans l'eau et sur les plages. Toutefois, on ne possède encore qu'une connaissance médiocre des quantités d'hydrocarbures contenues dans les organismes marins et dans les sédiments de la région. Les données disponibles ont surtout trait à la zone littorale, de sorte que l'on est moins bien renseigné sur la contamination des eaux du large.

En vue d'obtenir une uniformité dans les données communiquées à propos des concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments, les biotes et l'eau, il a été réalisé plusieurs exercices d'inter-étalonnage qui portaient sur l'échantillonnage et les techniques d'analyse, et les progrès accomplis dans ce domaine sont patents.

Les résultats indiquent que les concentrations d'hydrocarbures dissous/dispersés dans l'eau varient considérablement dans l'ensemble de la région, probablement en raison de l'inégale répartition des sources d'apport. Les concentrations varient généralement entre 0 et 5 µg/l, bien qu'un faible nombre de valeurs relevées dépassent 10 µg/l.

Les observations portant sur les goudrons effectuées en mer Méditerranée au cours de la période 1969-1985 révèlent que les concentrations moyennes de

goudrons pélagiques s'échelonnent de 0,2 à 130 mg/m² et que les quantités moyennes enregistrées sur les plages vont de 0,2 à 4.388 g/m. On a donc relevé des variations considérables. Cependant, les dosages de goudrons pratiqués en haute mer et sur les plages après 1980 donnent à penser qu'il s'est produit une diminution de ces substances pendant les dernières années, notamment dans les zones de la Méditerranée orientale.

Les hydrocarbures de pétrole ont été mesurés à plusieurs reprises en mer Méditerranée au cours des dernières années. Mais il faudrait obtenir un nombre plus important de données pour la Méditerranée orientale. Il ressort des résultats que la teneur en hydrocarbures des sédiments s'est accrue par rapport à celle de l'eau, ce qui autorise à penser que, dans certaines zones de la mer Méditerranée, les sédiments accumulent des hydrocarbures.

Rares sont les études qui ont porté sur la fixation d'hydrocarbures par les organismes marins de la Méditerranée et sur les taux relevés dans ces derniers. Aussi ces études n'offrent-elles pas de données suffisantes sur l'état de pollution de l'écosystème méditerranéen envisagé dans son ensemble.

Sur la base des données disponibles ayant trait à la répartition des hydrocarbures de pétrole dans les différents compartiments de l'écosystème, on procède à l'estimation du bilan matière. La toute première estimation réalisée évoque un apport d'hydrocarbures de l'ordre de 716×10^3 tonnes/an. Cette quantité est à mettre en rapport avec l'estimation de l'apport annuel, à savoir 635×10^3 tonnes/an, ce qui paraît indiquer qu'il se produirait une accumulation d'hydrocarbures dans l'écosystème méditerranéen. Mais la marge d'incertitude entachant le bilan matière est telle qu'on ne peut tirer de conclusions solides; elle permet seulement d'affirmer qu'il faudrait davantage de données pour affiner le bilan matière.

On ne dispose pratiquement pas d'observations concernant les effets que les hydrocarbures de pétrole exercent sur les organismes marins en Méditerranée, et on ne peut donc à cet égard formuler de conclusions pour la région.

Les principales lacunes de nos connaissances concernent les apports et les niveaux d'hydrocarbures le long de certaines parties du littoral sud de la Méditerranée. On ne possède également que peu de données sur les niveaux dans les sédiments de mer profonde et dans les eaux du large, notamment en Méditerranée orientale; enfin, il faudrait absolument, pour l'ensemble de la Méditerranée, obtenir des renseignements quant aux effets occasionnés aux organismes marins par l'apport prolongé de contaminants à faible taux.

INTRODUCTION

La Méditerranée, une mer semi-fermée d'une superficie de 2,96 millions de km², est environnée de montagnes, excepté sur le littoral sud-est qui est désertique. Les plaines côtières sont étroites et peu étendues par comparaison avec les traits généraux qui caractérisent les bords de l'océan Atlantique. De vastes plaines alluviales occupent les deltas de grands fleuves comme l'Ebre, le Rhône et le Pô. En outre, le delta du Nil constitue un élément essentiel de l'environnement en Méditerranée orientale, bien que la construction du barrage d'Assouan ait modifié son importance hydrographique. La figure 1 représente la Méditerranée et ses mers régionales.

La Méditerranée a une profondeur moyenne de 1500 m, avec des maxima de 5000 m. Elle occupe un volume de 3,7 millions de km³, et sa période de renouvellement des eaux est de 80 ans. Il existe trois seuils importants en Méditerranée: le détroit de Gibraltar (365 m de profondeur), le détroit de Sicile (350 m) et les Dardanelles (100 m). Le premier, d'une largeur de 15 km, sépare la Méditerranée de l'océan Atlantique et fait de celle-ci une mer presque fermée; le second la divise en un bassin occidental et un bassin oriental; quant au détroit des Dardanelles, il la sépare de la mer de Marmara et de la mer Noire.

Le taux d'évaporation est extrêmement élevé, si bien que la circulation de surface entraîne un apport net d'eaux de surface provenant de l'Atlantique Nord et de la mer Noire. Ce taux est variable sur toute l'étendue de la zone. Dans la mer Egée, la mer Adriatique et la mer Ligurienne (Fig. 1), le bilan de l'évaporation est égal à zéro, alors qu'on décèle un taux d'évaporation élevé dans la Méditerranée orientale, dans le golfe de Syrte et au centre de la Méditerranée occidentale. La Méditerranée a une salinité moyenne de 38 ‰ contre 35 ‰ pour l'océan Atlantique.

La Méditerranée est bordée par 18 pays dont certains sont parmi les plus industrialisés du monde. Plus de 200 millions d'habitants vivent le long de ses côtes et dans les régions drainées par les cours d'eau qui se jettent dans cette mer.

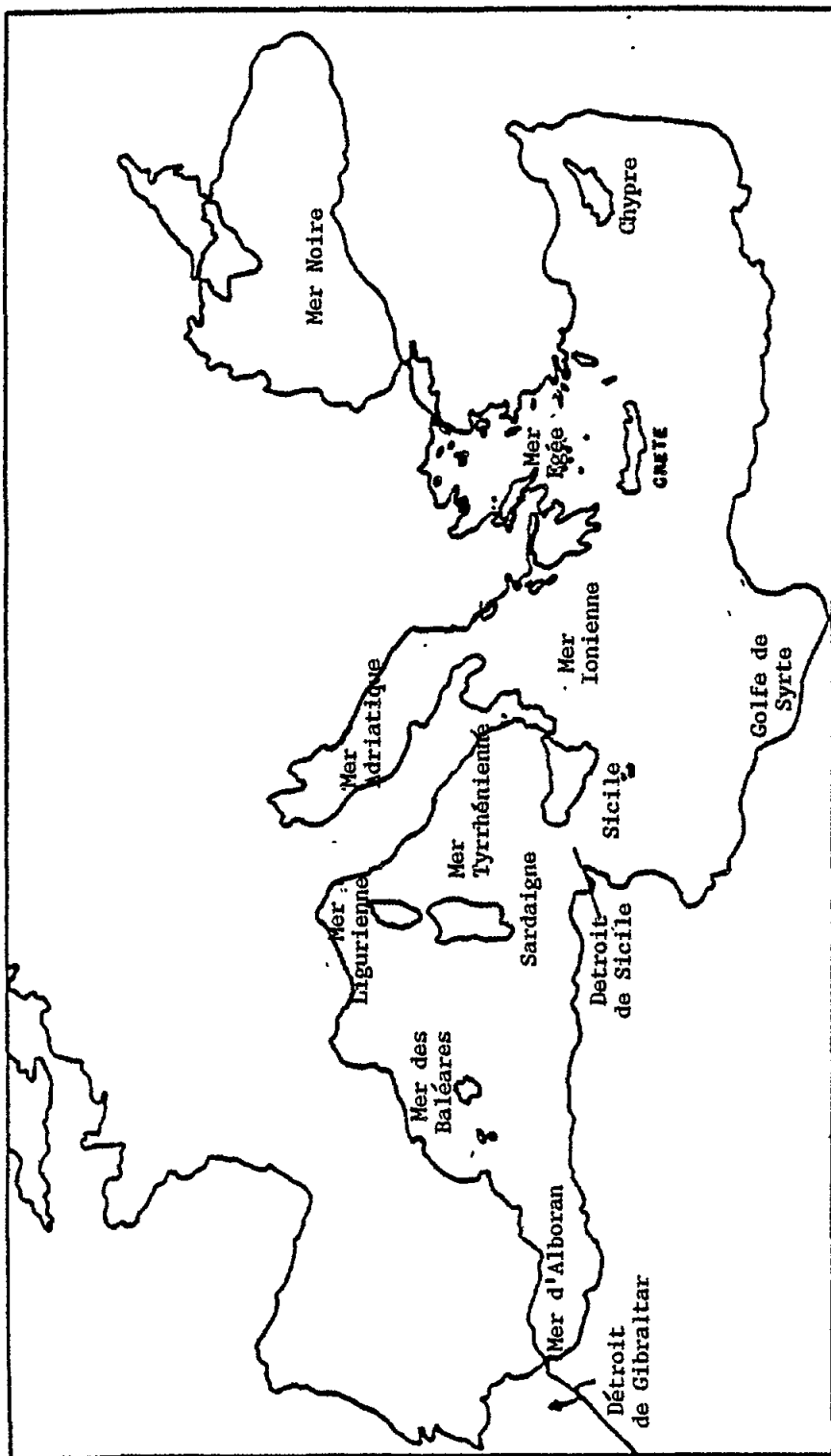


Figure 1 : La Méditerranée et ses mers régionales

La pollution par les hydrocarbures n'est pas un phénomène nouveau en Méditerranée. Des suintements naturels se sont produits au cours des temps géologiques, particulièrement dans les parties nord-est. Cependant, la pollution par les hydrocarbures résultant des activités humaines est importante, et l'on en observe fréquemment des quantités considérables, principalement sous forme de masses goudroneuses déversées sur les rivages ou au large, conjointement à une pellicule contaminante de surface. De fait, on estime que la Méditerranée est relativement plus polluée par les hydrocarbures que toute autre mer pour laquelle on dispose de données (NAS, 1975; PNUE, 1980).

Jusqu'à présent, la Méditerranée a été épargnée par les déversements massifs de pétrole. Toutefois, un nombre important de déversements mineurs accidentels ou délibérés se produisent chaque année dans le cadre des activités de transport d'hydrocarbures au sein de la région. La pollution s'observe le long des voies suivies par les navires-citernes, notamment dans la partie orientale de la mer (COI, 1981). En outre, des quantités considérables d'hydrocarbures sont déversées par les zones urbaines et industrielles du littoral (PNUE, 1977).

Un certain nombre d'activités de surveillance continue ont été menées par des centres de recherche méditerranéens en vue d'évaluer la pollution par les hydrocarbures dans la région. Ces études ont, pour la plupart, été réalisées dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée. Bien qu'on manque encore de notions dans un certain nombre de domaines, des aspects du problème ont été étudiés au cours de la décennie écoulée, par exemple l'évaluation quantitative et qualitative des hydrocarbures dissous/dispersés dans l'eau et du goudron sur les rivages et dans les eaux de surface. Plus récemment, on s'est attaché à étudier d'autres éléments, notamment les milieux benthique et atmosphérique marins ainsi que les biotes marins, ce qui a permis d'obtenir les premières estimations approximatives des flux et du bilan matière pour les hydrocarbures en Méditerranée.

1. SOURCES ET APPORT DE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES DE PETROLE EN MEDITERRANEE

1.1. L'introduction des hydrocarbures de pétrole dans le milieu marin peut aller des apports chroniques diffus (ruissellement terrestre et suintements naturels) jusqu'aux déversements localisés massifs (par exemple, par des navires-citernes). Les déversements délibérés d'hydrocarbures dans les océans mondiaux lors d'opérations maritimes ou d'activités terrestres sont des sources de pollution relativement plus importantes que les accidents occasionnant des apports massifs isolés (tableau 1). Bien que l'on dispose de fort peu de données sur l'importance respective des diverses sources de pollution en Méditerranée, il est admis que la pollution chronique intentionnelle par les hydrocarbures est beaucoup plus importante que la pollution due aux accidents (Jeffery, 1974; Le Lourd, 1977).

1.2. En 1979, Le Lourd a estimé que la quantité d'hydrocarbures déversée en Méditerranée se situait entre 0,5 et 1 million de tonnes par an, la moitié correspondant aux déversements provenant du littoral et l'autre moitié à ceux opérés au large. Cette quantité qui représente environ le cinquième de la quantité globale déversée dans toutes les mers (approximativement 4 millions de tonnes) est émise dans une région qui n'occupe pas plus de 1% de la superficie des océans mondiaux. D'autres auteurs (Longé, 1980) ont évalué cette quantité à 1,7 million de tonnes, mais il s'agit vraisemblablement d'une surestimation.

1.3. L'estimation de Le Lourd se fondait sur les pratiques des navires-citernes dans la région et elle demeure un chiffre plausible. La quantité d'hydrocarbures transportée sur les océans mondiaux s'est considérablement accrue (tableau 2), mais, en dépit de cette évolution, on a enregistré une réduction importante de la quantité d'hydrocarbures déversée en Méditerranée au cours du transport par suite de l'entrée en vigueur de la Convention MARPOL. Si l'on se base sur ces estimations et sur les 35 millions de tonnes d'hydrocarbures transitant chaque année en mer Méditerranée (Smith, 1975), on peut admettre que la quantité d'hydrocarbures introduite en Méditerranée par ces pratiques tourne autour de 330×10^3 tonnes. L'OMI a même jugé qu'un chiffre de 500×10^3 tonnes n'était pas extravagant (PNUE, 1985). On doit considérer que, à la fin 1978, sur les 19 terminaux de chargement existant en Méditerranée, 10 n'étaient pas dotés d'installations de déballastage

alors qu'ils traitaient plus de 190 millions de tonnes du trafic pétrolier (tableau 3). Sur la base des données publiées, il n'apparaît pas justifié de fournir une estimation quantitative de l'apport dû au manque d'installations de réception des eaux de ballast des navires-citernes ou des boues et eaux de cale provenant de tous les navires, bien qu'on ne s'attende pas à ce que l'apport en question soit considérable.

1.4. Il est possible d'affiner les estimations des apports d'autres sources si l'on y inclut les décharges des installations industrielles, telles qu'elles ont été récapitulées par Helmer (1977). Plus de 60 raffineries de pétrole sont situées le long des côtes de la Méditerranée. L'apport d'hydrocarbures dû à ces sources en Méditerranée a été estimé, au bas mot, à 20.000 tonnes par an (Rout, 1975). Ces hydrocarbures proviennent en majeure partie de raffineries anciennes dont la conception n'avait pas intégré en priorité l'hydrotraitement (tableau 4). Leur consommation d'eau est élevée et leurs effluents font rarement l'objet d'une séparation. Leurs eaux usées ne sont souvent soumises qu'à un traitement primaire. Ces raffineries ont un débit supérieur d'eaux usées et une charge polluante beaucoup plus élevée par tonne de pétrole brut traité, par comparaison avec les raffineries récentes. Ces dernières utilisent un système de refroidissement par air ou par eau recyclée qui permet de réduire au minimum les quantités d'eaux usées (tableau 5).

1.5. On ne dispose pas de chiffres ou d'estimations concernant les quantités d'hydrocarbures de pétrole apportées en Méditerranée soit directement par le ruissellement terrestre soit indirectement par les cours d'eau. Comme la charge polluante et les modalités de la pollution varient énormément selon les cours d'eau, il semble impossible de transposer les résultats des analyses détaillées opérées pour d'autres cours d'eau que ceux de la région sans y apporter des rectifications importantes. Cependant, comme plusieurs des pays bordant la mer Méditerranée sont parmi les plus industrialisés du monde, il paraît extrêmement probable que des quantités considérables d'hydrocarbures sont apportées dans cette mer par le ruissellement terrestre. On estime à 110.000 tonnes l'apport global dû aux diverses sources industrielles.

1.6. S'agissant des apports d'origine urbaine, ils peuvent être calculés à partir des estimations de Eganhouse et Kaplan (1981), soit 1.014 g/habitant/an pour les zones urbaines et 398 g/habitant/an pour les zones rurales. Si l'on prend en compte la répartition de la population méditerranéenne fournie par Henry (1977), on obtient un apport total de 160.000 tonnes d'hydrocarbures par an.

1.7. Enfin, très rares sont les études visant à quantifier les apports d'hydrocarbures dus aux retombées atmosphériques en Méditerranée. Cependant, il est à prévoir que des quantités considérables y pénètrent par voie atmosphérique puisque plusieurs des pays méditerranéens sont fortement industrialisés et brûlent par conséquent de grandes quantités d'hydrocarbures.

1.8. Les produits de combustion sont estimés, à partir des flux atmosphériques communiqués par Ho et Coll. (1983), à environ 35.000 tonnes par an, dépôts secs et humides compris. Bien que ces flux aient été calculés d'après les relevés de bord le long de deux transversales du bassin occidental qui constitue probablement la zone la plus touchée par ce type de pollution, cette estimation ne représente qu'une contribution d'environ 10% sur le total de l'apport à l'échelle mondiale (tableau 1).

1.9. La valeur résultante de 0,6 million de tonnes (tableau 6) se situe dans les estimations de Le Lourd.

Tableau 1. Apports d'hydrocarbures de pétrole dans le milieu marin
(en millions de tonnes métriques par an)
(d'après l'OMCI, 1981; et Baker, 1983; USNAS, 1985)

	Meilleure estimation	Intervalle probable des variations	US. Nat. Acad. of Sc. 1985
Transport	1,49	1,00-2,60	1,47
Opérations des navires-citernes	0,71	0,44-1,45	0,7
Lavage des cales	0,03	0,02-0,05	0,03
Terminaux maritimes	0,02	0,01-0,03	0,02
Eaux et résidus huileux des cales	0,32	0,16-0,60	0,3
Accidents des navires-citernes	0,39	0,35-0,43	0,4
Accidents d'autres navires	0,02	0,02-0,04	0,02
Plates-formes de production	0,05	0,04-0,07	0,05
Retombées atmosphériques	0,30	0,05-0,50	0,3
Eaux usées industrielles et municipales, ruissellement	1,40	0,70-2,80	1,18
Suintements naturels/érosion	0,03	0,03-2,60	0,25
Total	3,27	1,82-8,57	3,25

Tableau 2. Quantités du trafic pétrolier maritime et taille des flottes commerciale et pétrolière mondiales en 1970 et 1980
(d'après l'OMCI, 1981)

	1970	1980	Rapport 1980/70
Trafic pétrolier maritime (millions de tonnes)			
Pétrole brut	1,100	1,319,3	1,20
Pétrole traité	255	268,9	1,05
Total	1,355	1,588,2	1,17
Flotte commerciale mondiale			
Nombre de bâtiments	55,041	73,832	1,34
Charge totale en lourd (tonnes)	247,202,634	419,910,651	1,70
Flotte pétrolière mondiale			
Nombre de bâtiments	6,292	7,112	1,13
Charge totale en lourd (tonnes)	169,354,743	339,801,719	2,00
Charge moyenne en lourd (tonnes)	36,900	47,800	1,78

Tableau 4. Volume moyen pondéré d'effluents liquides déversés (m³) par tonne de pétrole brut traité pour les raffineries européennes (CONCAWE, 1977)

	Raffineries construites		
	avant 1960	1960-1969	depuis 1969
Résultats 1969	10,45	2,17	
Résultats 1974	6,37	0,92	0,38

Tableau 5. Teneur moyenne pondérée en hydrocarbures des effluents des raffineries européennes exprimée en kg d'hydrocarbures d'effluent par 1000 tonnes de pétrole brut traité (CONCAWE, 1977)

Emplacement des raffineries	avant 1960	1960-1969	depuis 1969
Côte	80	10,6	1,82
Intérieur	56	4,1	0,92

Tableau 6. Apports d'hydrocarbures de pétrole en Méditerranée (10³ tonnes par an)

Source	Estimation
- Hydrocarbures déversés par les navires-citernes, les opérations de ballastage et de chargement, le lavage des cales et des citernes	330
- Décharges d'origine tellurique, ruissellement:	
Eaux usées municipales	160
Eaux usées industrielles	110
- Dépôt des retombées atmosphériques	35
	—
Total	635

2. PROCESSUS INFLUANT SUR LE COMPORTEMENT DES HYDROCARBURES DE PETROLE

2.1. Tout apport d'hydrocarbures dans le milieu marin qui est dû aux activités humaines, une fois qu'il a pénétré dans la masse d'eau réceptrice, est soumis à toute une série de processus physiques, chimiques et biologiques qui déterminent le cycle biogéochimique des hydrocarbures en mer. La compréhension du cheminement et du sort de ces apports revêt une importance capitale pour interpréter leurs incidences sur l'environnement et notamment pour évaluer la capacité des eaux réceptrices à absorber des déchets sans qu'il en résulte d'effets préjudiciables.

2.2. Ce sont en premier lieu des facteurs et des processus physiques qui exercent l'effet le plus important sur les hydrocarbures déversés dans le milieu marin. Des facteurs tels que la diffusion, la dispersion, l'évaporation, la dissolution et la formation d'aérosols, l'émulsification, la sorption en matières particulaires et la sédimentation des hydrocarbures modifient l'impact potentiel sur les ressources marines vivantes. Dans l'intervalle, des processus dynamiques tels que les courants, les vagues, les mouvements de la marée exercent aussi des effets marqués sur la pollution du milieu marin puisque, conjointement aux vents, ils régissent l'advection et la dispersion des hydrocarbures dans la mer. Talbot (1972), Weidemann et Sendner (1972), entre autres, ont étudié de manière approfondie les effets de ces facteurs et processus. Toutefois, on s'attachera davantage ici aux processus de transfert des polluants pétroliers dans la mer Méditerranée, dans la mesure où ils influent sur la distribution et le sort des hydrocarbures dans le milieu marin, autrement dit des facteurs principalement dus aux vents et aux courants de surface sont les agents majeurs d'advection influant sur ces polluants.

2.3. D'une manière générale, la circulation de la Méditerranée est soumise à l'influence de plusieurs facteurs: la distribution de la densité interne, la vitesse du vent en surface, la force de Coriolis, et les caractères topographiques du fond marin. Le courant de la marée joue un rôle négligeable dans la circulation générale de la mer Méditerranée. Hormis quelques zones restreintes telles que le détroit de Gibraltar, le détroit de Messine, le golfe de Gabès, le nord de l'Adriatique, le Bosphore et les Dardanelles, les amplitudes des marées sont faibles par rapport aux normes des océans mondiaux. Ces données, conjointement à l'existence de plateformes

continentales étroites, aboutissent à une amplification très faible de la marée le long des côtes. Ainsi, si l'on s'en tient à la circulation résultante finale (ou circulation nette), les mouvements des marées n'engendrent par eux-mêmes que très peu de mouvements finaux, et on ne considère pas qu'ils contribuent à la circulation nette. Parmi les régions peu soumises à des flux circulants, on peut notamment citer le nord de l'Adriatique et le golfe Saronique.

2.4. Les modalités de la circulation méditerranéenne comportent quelques caractères généraux stationnaires, mais avec des variations saisonnières notables. On a pu préciser les modalités hivernales de la circulation grâce aux calculs géostrophiques effectués par Ovchinnikov (1966) et à un modèle numérique mis au point par Gerges (1976, 1977). Les principaux caractères de la circulation hivernale, tels qu'ils ont été établis par ces deux auteurs ainsi que par d'autres chercheurs avant eux en se fondant sur la distribution des propriétés hydrographiques des diverses masses d'eau (par exemple: Nielsen, 1912; Lacombe et Tchernia, 1960 et 1972; Wüst, 1961, etc.) indiquent qu'il existe une tendance à un flux général vers l'est le long des côtes de l'Afrique du Nord, puis qui remonte le littoral de l'Asie Mineure en mer Egée pour revenir en Méditerranée occidentale sous forme d'un flux général dirigé vers l'ouest. Les modalités estivales sont indiquées sur la figure II. Selon Gerges (1977), les vitesses des courants de surface varient de 15 à 30 cm/seconde, et ces courants ont une direction générale cyclonique. Etant donné l'étroitesse du détroit de Gibraltar, les vitesses des courants de surface dans cette région sont plus faibles (5-10 cm/seconde). On relève des vitesses plus élevées en mer Ionienne où les valeurs dépassent 35 cm/seconde.

2.5. En outre, il a été confirmé que les zones situées à la jonction entre les bassins comportent certains caractères propres, comme par exemple des caractères cycloniques entre Chypre et la Crète ainsi qu'entre la Crète et la Cyrénaïque. On observe un autre caractère cyclonique au nord de la mer Ionienne, tandis qu'au sud, dans le golfe de Syrte, on note un caractère anticyclonique qui, sur le plan dynamique, évoque l'anticyclone de la mer d'Alboran (Hopkins, 1983a). Ces manifestations de mouvements giratoires revêtent une importance particulière puisque, dans certaines autres zones océaniques, comme dans la mer des Sargasses, les tourbillons de la circulation de surface ont tendance à entraîner l'accumulation de goudrons flottants (COI, 1981). Ainsi, on peut escompter que des concentrations plus élevées d'hydrocarbures soient observées dans les zones où les tourbillons constituent généralement des manifestations prédominantes.

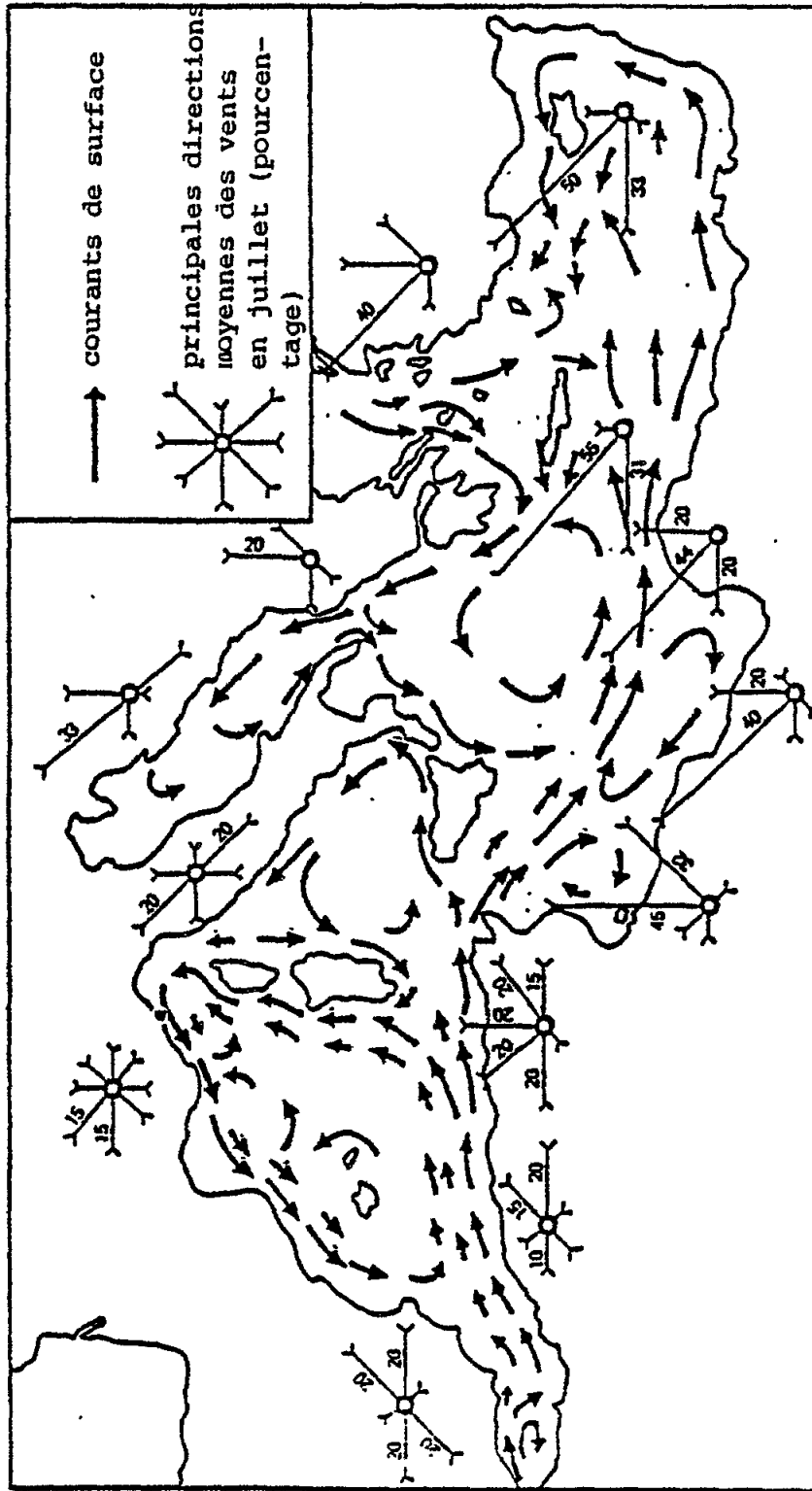


Fig. II. Courants de surface et principaux vents en Méditerranée pendant l'été.
D'après Lacombe et Tchernia (1972)

2.6. Cette circulation générale de surface de la mer Méditerranée présente en fait des modalités plus détaillées, notamment dans les zones côtières. En outre, il est notoire que le courant de surface estival est plus complexe en raison des régimes de vents plus divers et à plus faible échelle. La complexité accrue au cours de la saison d'été se manifeste souvent sous forme d'éléments plus restreints de courants de nature giratoire; par exemple, la mer Tyrrhénienne peut présenter plusieurs caractères de surface cycloniques par opposition à un cyclone d'hiver à l'échelon du bassin (Hopkins, 1983b). Néanmoins, les principaux caractères de la circulation de surface en Méditerranée tels qu'ils ont été décrits par Ovchinnikov (1966) et Gerges (1976, 1977) sont généralement persistants.

2.7. Des systèmes de dispersion, tels que ceux examinés, n'éliminent pas les polluants du milieu marin mais les redistribuent simplement dans les divers réservoirs ou compartiments. Il y a notamment lieu de souligner ici que, au cours de son cheminement, le pétrole peut faire l'objet d'un fractionnement chimique par suite de sa répartition dans l'atmosphère, la microcouche de surface, la colonne d'eau (phases dissoute et particulaire), le sédiment et le biote, en fonction des propriétés de volatilité, de solubilité et d'adsorption de ses constituants.

2.8. Des modifications sélectives de la composition chimique des hydrocarbures peuvent également se produire au cours des intempéries, par suite aussi bien de la dégradation microbologique que de l'oxydation atmosphérique. A la fin des années 1960, on pensait que la question du sort ultime des hydrocarbures déversés en mer était essentiellement liée aux processus de dégradation. Mais il a été démontré par la suite que ces derniers agissent plus lentement que la disparition des hydrocarbures à la surface de la mer, bien que les deux mécanismes soient en rapport étroit.

2.9. Il est difficile d'évaluer l'importance relative des processus ci-dessus dans le devenir ultime des hydrocarbures de pétrole en Méditerranée, mais quelques estimations sont données sur le tableau 7.

2.10. L'évaporation élimine les fractions les plus volatiles des hydrocarbures déversés et qui contiennent une proportion importante d'hydrocarbures aromatiques à toxicité aiguë. Ces fractions constituent 20 à 50% de la plupart des pétroles bruts et 10% ou moins des fuel-oils résiduels. Plusieurs modèles mathématiques ont été mis au point pour donner une description quantitative de

ce processus (Butler, 1975). On peut estimer qu'il se produit une déperdition moyenne dans l'atmosphère de 30% des apports d'hydrocarbures déversés et de 10% des résidus d'origine tellurique, en tenant compte des conditions hydrogéographiques particulières de la Méditerranée. Il ressort d'études récentes que la voie d'échange à l'interface air/mer constitue la seule voie importante pour les hydrocarbures volatiles se trouvant dans l'eau de mer, par rapport à d'autres moyens d'évacuation possibles tels que l'adsorption sur particules et la sédimentation (Gschwend et coll., 1982).

2.11. On a estimé que la formation de goudrons à partir de résidus d'hydrocarbures, suivie de leur rejet sur les rivages, survenait pour 30% environ des hydrocarbures déversés en Méditerranée (NAS, 1975). Ce taux est plus élevé que celui prévu dans les conditions prévalant au large des océans du fait que les goudrons en suspension ont une probabilité plus forte d'atteindre les rivages dans une mer fermée.

Tableau 7. Quantités d'hydrocarbures éliminées en Méditerranée
(10³ tonnes par an)

Processus	Estimation
Evaporation	125
Formation et rejet de goudrons sur les rivages	100
Sédimentation	230
Biodégradation et fixation biologique	180
	—
TOTAL	635

2.12. Néanmoins, bien que des goudrons de pétrole soient couramment décelés sur les plages, on n'a pas signalé leurs concentrations par accumulation à long terme, ce qui indique qu'il se produit une certaine dégradation des goudrons échoués ou que le rejet sur les côtes n'est pas le seul mécanisme d'élimination des résidus pélagiques. Blumer et coll. (1973) ont constaté que, sous les climats tempérés, les hydrocarbures subsistant sur une plage renfermaient encore, au bout d'une année, presque l'ensemble des hydrocarbures

originels au-dessus de n-C₂₂ (point d'ébullition supérieur à 320° C). Il reste à déterminer si le sort ultime des résidus de pétrole consiste en leur biodégradation dans l'eau et le sédiment ou dans leur enfouissement par sédimentation.

2.13. Les vitesses de sédimentation ont été estimées d'après une expérience à long terme de "piège" sédimentaire menée au large de Monaco, dans le bassin occidental (Burns et Villeneuve, 1983). Les valeurs obtenues traduisent la situation prévalant dans les eaux côtières mais sont probablement des sous-estimations pour les estuaires où la sédimentation est accrue et où l'on a relevé une accumulation importante d'hydrocarbures dans les sédiments (Albaigés et coll., 1985). Les processus survenant au cours de la sédimentation, notamment la médiation des matières fécales biologiques, ont également été étudiés mais seront examinés dans une autre section.

2.14. Etant donné qu'on ne possède pas de preuves concluantes d'une accumulation à vaste échelle des hydrocarbures en Méditerranée, excepté dans les zones où leurs apports sont importants, la disparition des résidus restants devrait s'expliquer par le processus de la biodégradation. D'après les estimations figurant sur le tableau 7, il s'agit là de l'une des principales voies d'élimination.

2.15. La Méditerranée est une mer chaude, et les températures des eaux du fond y sont supérieures à 10° C, même en hiver (Lacombe et Tchernia, 1972). En raison de ces conditions favorables, les micro-organismes doivent assurer la dégradation de 50% ou davantage du pétrole brut (Bayona et coll., 1986). La dégradation microbienne dépend dans une large mesure du degré de dispersion des hydrocarbures dans l'eau, et il s'ensuit donc que la biodégradation est le processus par lequel les hydrocarbures dissous sont de préférence éliminés de la mer (Button, 1976).

2.16. L'élimination vers des masses d'eau contiguës est jugée négligeable pour le calcul des flux puisqu'il est probable que les teneurs en résidus pétroliers sont faibles dans les eaux situées sous la surface (Ho et coll., 1982) qui sont généralement échangées avec ces masses d'eau précitées.

3. CONCENTRATIONS D'HYDROCARBURES DE PETROLE DANS LA MEDITERRANEE

3.1. Le nombre des données communiquées sur les concentrations d'hydrocarbures dans l'eau et sur les plages n'a cessé de croître au cours des dix dernières années, surtout par suite des activités entreprises dans le cadre des projets MED POL I (Etudes de base et surveillance continue du pétrole et des hydrocarbures contenus dans les eaux de la mer, PNUE) et MAP MOPP (Projet pilote IGOSS COI/OMS de surveillance continue de la pollution du milieu marin). A cet égard, la disponibilité de méthodes de référence (UNESCO, 1983) et les moyens de formation fournis par les laboratoires participants ont joué un rôle très important. La Phase II du programme MED POL permet actuellement de recueillir les données communiquées par les laboratoires qui ont participé aux exercices d'inter-étalonnage et ont recours aux méthodes de référence pour l'échantillonnage et l'analyse.

3.2. On possède, comparativement, peu de données sur les concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments benthiques, vraisemblablement parce qu'une méthode de référence a été publiée plus tardivement et que la détermination de ces concentrations est plus complexe. On dispose de renseignements encore plus restreints concernant les niveaux dans les échantillons biologiques marins, et il n'a pas encore été adopté de méthode de référence à ce sujet.

3.3. Les premières études importantes ont été consacrées à l'évaluation des goudrons pélagiques et des hydrocarbures dissous/dispersés dans les eaux du large. Après la croisière du navire de recherche Atlantis II en 1969, (Horn et coll., 1970), la région a été étudiée en 1975 par le Westward (Morris et coll., 1975; Zsolnay, 1979), en 1975 et 1977 par le Cornide de Saavedra (Faraco et Ros, 1979; Ros et Faraco 1979) et en 1978 par le Meteor (Ehrhardt, données non publiées). Malheureusement, la vaste étude entreprise par le Calypso en 1977-1978 (Cousteau, 1979) n'était centrée que sur les métaux et les composés organochlorés.

3.4. Depuis lors, des projets de surveillance continue sont en cours dans plusieurs zones, principalement côtières, et portent notamment sur les hydrocarbures dissous/dispersés, de même que sont réalisées des études concernant les goudrons sur les plages et les hydrocarbures de pétrole dans les sédiments et les biotes marins. Le bassin occidental de la Méditerranée a été plus largement étudié que le bassin oriental. Les côtes de la Méditerranée occidentale sont potentiellement plus atteintes par la pollution en raison de

l'importante concentration de populations urbaines, d'activités industrielles et de déversements de cours d'eau en bordure de ce bassin (Helmer, 1977).

3.5. Les données disponibles figurent sur les tableaux 8 à 12.

Techniques d'analyse et études de contrôle de la qualité des données

3.6. Le grand nombre de mesures analytiques réalisées lors d'un programme régional de surveillance continue et la participation de plusieurs laboratoires nécessitent l'existence d'une base commune permettant de comparer les données et de les intégrer dans un ensemble cohérent. A l'heure actuelle, on se heurte à des difficultés de plusieurs ordres, les unes étant liées aux méthodologies d'analyse proprement dites, les autres aux notions restreintes sur la comparabilité des données relatives aux hydrocarbures parmi les laboratoires de la région.

3.7. Sur le plan méthodologique, il convient de considérer que le pétrole se compose d'une vaste gamme de types moléculaires d'hydrocarbures (à savoir: hydrocarbures saturés et non saturés, aliphatiques, aromatiques et hétéroaromatiques) qui nécessitent des protocoles complexes pour leur isolement et leur analyse. Les hydrocarbures proviennent également d'autres sources, comme les goudrons de houille et les produits de combustion, et chacun d'eux contribue à la pollution par des composés ou mélange de composés caractéristiques. Enfin, le milieu marin renferme toute une série d'hydrocarbures biogènes liés à la production du secteur primaire et particulièrement abondants dans les eaux superficielles des zones côtières. Il est donc pratiquement impossible de retenir une technique particulière qui conviendrait à l'analyse de tous les types d'hydrocarbures dans toutes les matrices. Il a été publié à ce sujet d'excellentes synthèses qui permettent aux laboratoires de choisir les méthodes les plus appropriées (Farrington et coll., 1980; Clark et Brown, 1977). Mais à cet égard, la question de savoir quelle méthodologie devait être adoptée pour évaluer la contamination par les hydrocarbures a suscité des controverses. Certains chercheurs réclament des méthodes simples, rapides et moins distinctives pour la surveillance continue de type courant (par exemple, la fluorescence aux UV), alors que d'autres préconisent des méthodes très élaborées et plus spécifiques permettant de doser une série de composés indicateurs (technique COM-GC-MS, par exemple), bien qu'en général ces études soient assujetties à des considérations d'ordre financier et à la disponibilité d'un personnel qualifié.

3.8. Une autre difficulté tient à la diversité des méthodes de quantification. Bien qu'on dispose d'un état descriptif des techniques recommandées pour doser les hydrocarbures dans l'eau et les plages (UNESCO, 1983), les résultats obtenus pour les goudrons des plages, par exemple, sont tantôt exprimés en unités de poids/superficie et tantôt en poids/mètre de bordure de plage. Les concentrations d'hydrocarbures déterminées par la fluorescence aux UV sont souvent communiquées en équivalents chrysène ou en unités de pétrole brut. Les sédiments et les tissus biologiques peuvent être analysés à l'état frais ou sec, et il s'ensuit que les résultats sont exprimés en poids frais ou en poids sec. Quand on a recours à la technique d'analyse GC, il existe une gamme étendue de paramètres pour rendre compte de la pollution par les hydrocarbures (n-alcanes, pristane, phytane, UCM, PAH, etc.).

3.9. D'autre part, la distribution de la fréquence de tout ensemble de données pour une zone déterminée est très variable. On devrait veiller à ne pas publier les données avant qu'un nombre suffisamment élevé d'échantillons autorise une analyse statistique valable pour l'évaluation des variations spatiales et temporelles.

3.10. Le problème du contrôle de la qualité des données doit être envisagé avec rigueur. Une méthode permettant d'accroître la qualité des données consiste à faire participer des laboratoires à des exercices d'intercomparaison. Théoriquement, un exercice d'intercomparaison devrait se dérouler selon une méthode bien spécifiée appliquée à un matériel de référence dont on a vérifié qu'il renferme une quantité connue de constituants étudiés. Un tel matériel n'est pas disponible pour les hydrocarbures de pétrole en raison de la complexité qu'impliquent la détermination et la quantification des éléments analysés.

3.11. On peut également réaliser des exercices de comparaison inter-laboratoires en recourant à des échantillons prélevés sur le terrain (homogénats sédimentaires ou tissulaires) qui ont été recueillis en quantité suffisante pour permettre une large distribution et qui ont été homogénéisés le mieux possible. En outre, la réunion d'analystes qui, lors d'un exercice commun, comparent leurs méthodes individuelles et examinent les différences décelées dans leurs analyses en vue d'en rechercher l'origine, garantira la validation des données sur une base régionale. Il s'agit là d'une nécessité absolue quand l'élément à analyser est de l'eau de mer du fait des difficultés soulevées par la distribution des échantillons.

3.12. Tout récemment, plusieurs laboratoires de la région ont eu l'occasion de participer à divers exercices concernant les hydrocarbures dans l'eau (DDPH), dans les sédiments et dans les biotes.

3.13. En novembre 1984, un exercice d'inter-étalonnage relatif au pétrole et aux hydrocarbures de pétrole s'est déroulé à Barcelone (COI/CSIC/PNUE/MED CAL I) à la suite d'une recommandation du Groupe de travail de la coopération scientifique et technique pour le MED POL (Athènes, 21-25 novembre 1983), et les participants provenaient de 9 pays.

3.14. Chaque groupe de laboratoires a procédé à une analyse des DDPH dans des échantillons d'eau prélevés dans une zone assez polluée, selon la procédure préconisée dans le document M/G no 13 (UNESCO, 1983). Les dosages ont fourni des concentrations de 1,65 µg/l d'équivalents chrysène (après qu'on ait éliminé deux résultats trop divergents) avec un écart type relatif (ETR) de 33% jugé satisfaisant pour ce niveau de concentrations. Lors d'un exercice similaire qui s'est tenu aux Bermudes (décembre 1984), on a obtenu un ETR de 60% pour des dosages à des niveaux beaucoup plus faibles (0,057 µg/l). La méthode est vraiment très sensible, si bien que le problème des échantillons témoins doit faire l'objet d'une vérification soigneuse. En 1986, un exercice analogue s'est à nouveau déroulé à Barcelone, avec 11 participants, et il a également permis d'obtenir des résultats satisfaisants.

3.15. Bien que, avec les échantillons prélevés au large des océans, la signification des dosages prête à discussion puisque la fluorescence n'est pas seulement liée à la présence d'hydrocarbures de pétrole mais aussi à celle d'autres composés biogènes, la méthode convient pour les déterminations effectuées dans des "sites critiques". En outre, l'examen sur toute l'étendue du spectre selon le procédé normal ou synchrone permet d'obtenir des renseignements utiles sur les sources d'hydrocarbures (Solanas et coll., 1982).

3.16. Au cours de l'exercice COI-CSIC-PNUE, un échantillon sédimentaire lyophilisé et tamisé (< 250 µm) a également été analysé selon la procédure décrite dans le document M/G no. 11 (UNESCO, 1983). Les n-alcanes totaux et le mélange complexe non résolu (UCM, "unresolved complex mixture") ont été calculés par la technique GC, et les hydrocarbures aromatiques par la fluorescence aux UV. La précision des résultats s'est améliorée, depuis les n-alcanes totaux (ETR = 70%) jusqu'à l'UCM (ETR = 45%) et aux hydrocarbures

aromatiques totaux (ETR = 26%), ce qui concorde avec le degré de difficulté dans la manipulation et l'analyse des échantillons. Manifestement, l'analyse par la technique GC, notamment sur colonnes capillaires, permet de quantifier des composés simples connus et d'éviter ainsi bon nombre des ambiguïtés résultant de la fluorescence aux UV, bien que ce soit au détriment de la précision. On doit toutefois remarquer que, même si la méthode comporte une séparation chromatographique, la précision des résultats obtenus pour les hydrocarbures aromatiques en recourant à la fluorescence aux UV est du même ordre de grandeur que pour les hydrocarbures contenus dans l'eau de mer.

3.17. Enfin, douze laboratoires (6 de France, 3 d'Espagne, de Monaco, de Malte et de Chypre) ont participé en 1984 à l'exercice CIEM/COI d'intercomparaison pour les hydrocarbures contenus dans un tissu biologique, réalisé sur un homogénat de moules lyophilisé adressé à chaque laboratoire par la Station biologique des Bermudes.

3.18. Ce nombre de participants est plutôt faible si l'on considère que l'on avait contacté 129 laboratoires tout à fait aptes à mener des investigations de chimie analytique. Il y a lieu de noter qu'aucun des laboratoires n'a eu recours à la technique GC-MS. Bien qu'en l'occurrence aucune méthode particulière n'eût été suggérée, les résultats communiqués avaient des limites de confiance d'environ 80%, ce qui ne différait guère de celles signalées par d'autres groupes régionaux participants.

3.19. Cependant, ces coefficients de variation devraient mettre en garde contre une interprétation abusive des valeurs relevées, lors de la conception de tout programme futur de surveillance continue de la pollution et de l'évaluation de ses résultats.

3.20. Un manque d'uniformité des données communiquées, des différences dans les fréquences d'échantillonnage selon les zones et le contrôle de la qualité des données obtenues dans le cadre des divers programmes de surveillance continue, tels sont certains des problèmes qui réclament une attention plus soutenue. Enfin, un vif effort s'impose en matière de formation, dans la région méditerranéenne, afin d'assurer une ample participation des laboratoires à un programme de surveillance des hydrocarbures.

Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (DDPH)

Résultats du projet MAPMOPP en mer Méditerranée

3.21. Les résultats du projet MAPMOPP ont été communiqués dans le rapport COI intitulé "Pollution mondiale par les hydrocarbures" (COI, 1981). La base de données consistait en 465 valeurs principalement relevées dans les bassins oriental et central. Dans l'ensemble, les concentrations étaient comprises entre 0 et 5 µg/l, bien qu'un nombre restreint de valeurs dépassât 10 µg/l. La moyenne arithmétique globale s'établissait à 2,0 µg/l, mais elle ne constitue pas un indicateur de la tendance dominante quand on a affaire, comme c'est le cas ici, à des ensembles d'unités très asymétriques. La distribution de la fréquence, après transformation logarithmique des données, a donné à penser qu'il existait deux groupes différents, l'un comprenant des échantillons dont les concentrations étaient inférieures à 0,4 µg/l, et l'autre présentant des concentrations supérieures. Les moyennes géométriques, à savoir 0,04 et 2,0 µg/l, ont fourni des estimations acceptables de la tendance dominante pour ces deux groupes (tableau 8).

3.22. Selon une interprétation plausible, les valeurs inférieures représenteraient le niveau de base des DDPH dans la région, tandis que le groupe des valeurs supérieures indiquerait des apports récents d'hydrocarbures qui ne se sont pas encore diffusés. Il se peut également qu'on ait affaire à un artéfact dû aux procédures utilisées pour recueillir les données. Cependant, la situation géographique des échantillons plus fortement pollués correspondait à la région orientale, le long des voies sillonnées par les navires-citernes (tableau 8). En Méditerranée occidentale, les niveaux de contamination étaient plus faibles, bien que le nombre des échantillons fût insuffisant pour permettre une analyse statistique valable. En dépit de la répartition inégale des échantillonnages sur l'ensemble de la région, il apparaît que les niveaux décelés en Méditerranée étaient significativement plus élevés que ceux communiqués pour d'autres régions océaniques (tableau 8). Avec l'entrée en vigueur de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (1973), modifiée par le Protocole y relatif de 1978 (MARPOL 1973/78), il est probable que ce tableau va s'améliorer progressivement.

3.23. La section suivante offre une liste importante de données relatives aux DDPH, notamment pour des zones qui n'avaient pas bien été étudiées dans le cadre du projet MAPMOPP. On peut néanmoins procéder à une évaluation préliminaire des concentrations communiquées jusqu'à ce jour.

Si l'on retient les postulats suivants pour la Méditerranée:

- (1) une surface de $2,96 \times 10^6$ kilomètres carrés
- (2) un apport annuel de 0,6 million de tonnes d'hydrocarbures de pétrole (tableau 6)
- (3) la majeure partie de l'apport survenant dans les zones proches du littoral
- (4) un délai moyen d'une année pour le séjour des hydrocarbures de 0 à 100 mètres de profondeur (Burns et coll., 1985),

on obtient alors une estimation de l'ordre de 0,2 µg/l de composés totaux du pétrole à prévoir de 0 à 100 mètres de profondeur au large de la Méditerranée.

3.24. Il est extrêmement peu probable que ces postulats soient entachés d'erreurs telles qu'elles modifieraient l'estimation ci-dessus d'un ordre de grandeur; c'est pourquoi les valeurs dépassant ce niveau dans les zones du large sont à considérer avec prudence et il y a de fortes chances qu'elles traduisent soit une contamination lors de la manipulation des échantillons soit une contribution de composés biogènes fluorescents lors du dosage.

Tableau 8. Concentrations de résidus pétroliers dissous/dispersés en Méditerranée (n = nombre de valeurs; c = moyenne arithmétique; s = écart type; MG = moyenne géométrique)
Toutes les valeurs sont données en µg/l (COI, 1981)

Région	Statistiques normales			Données log-transformées	
	n	c	s	n	MG
Méditerranéenne	465	2,0	5,0	462	0,33
< 0,4 µg/l	219	0,07	0,08	215	0,04
> 0,4 µg/l	247	3,7	6,4	247	2,0
Mer Egée	134	1,3	0,79	134	1,1
Région orientale	133	5,5	8,3	131	1,5
< 0,4 µg/l	29	0,04	0,06	27	0,03
> 0,4 µg/l	104	7,0	8,8	104	4,0
Région centrale	176	0,17	0,42	175	0,06
< 0,4 µg/l	156	0,07	0,07	155	0,05
> 0,4 µg/l	20	1,0	0,86	20	0,77
Région occidentale	22	0,02	0,01	22	0,02
Baie de Baffin	104	0,11	0,12	93	0,09
Océan indien	45	60,1	92,7	36	8,9
Japon	1666	0,31	1,21	1640	0,13
Côte est Amérique Nord	80	0,11	0,10	71	0,09
Mer du Nord	90	0,02	0,12	9	0,15
Mer de Chine méridionale	272	0,20	0,28	256	0,10
Détroit de Malacca	14	0,11	0,12	10	0,13

Méditerranée occidentale

3.25. Les concentrations d'hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés dans cette partie de la Méditerranée ont été obtenues dans le cadre d'un certain nombre de croisières (figure V). Des échantillons recueillis au voisinage du littoral révèlent fréquemment des teneurs supérieures à 10 µg/l, particulièrement s'ils sont prélevés à proximité de zones industrielles ou d'embouchures de cours d'eau (tableau 9).

3.26. On a communiqué les résultats correspondant à la portion de la côte espagnole comprise entre Castellon et Carthagène à partir d'échantillonnages effectués le long de neuf transversales (de Leon, 1984). Cette étude a permis d'enregistrer des concentrations se situant entre 0,06 et 8,26 ppb et représentant les valeurs moyennes à chaque station. Dans le Mar Piccolo, Tarente, Italie, on a signalé des concentrations variant de 0,1 à 36 µg/l (Strusi, 1984). Les valeurs moyennes s'établissent respectivement à 3,26, 7,42 et 7,98 µg/l pour trois circonstances d'échantillonnage. Des déterminations plus précises (GC) ont été effectuées lors des croisières PHYCEMED (Ho et coll., 1982; Sicre et coll., 1984). Les concentrations d'hydrocarbures pétrogènes variaient de 1,1 à 4,5 µg/l pour la fraction aliphatique, et de 0,1 à 0,8 µg/l pour la fraction aromatique. Durant ces croisières, on a recueilli des données pertinentes sur l'accumulation des hydrocarbures à l'interface air/eau de mer. On a relevé dans la microcouche de surface un accroissement des teneurs en hydrocarbures par un facteur atteignant jusqu'à 50 (Sicre et coll., 1984), mais cet effet était plus manifeste pour les hydrocarbures biogènes. Le tableau 10 récapitule les données obtenues lors de cette étude et qui peuvent être comparées avec celles reproduites sur le tableau 9 pour la même zone. Pour les pays situés le long de la côte de l'Afrique du Nord, les données sont rares ou manquent totalement.

Adriatique

3.27. Les résultats de l'analyse d'échantillons d'eau sont consignés sur le tableau 9. La plupart de ces études ont trait au secteur de la baie de Rijeka, mais des données ont été récemment obtenues pour Sibenik et Split. Les concentrations relevées dans ces zones varient de 0,1 µg/l ou moins pour les sites non pollués à 50 µg/l pour les sites pollués.

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée occidentale (large)				
Partie nord	1973	10-2200 (surface) (moyenne: 448) 3-37 (10m) (moyenne: 15)	Fluorescence	Monaghan et coll., 1974
	1975/77	2-6 (surface) (moyenne: 3,3)	"	Faraco et Ros, 1978
Partie centrale	1981	1,5-21,1 (surface) 3,5-4,6 (surface) 0,5-0,8 (eq.chr.)	GC-n-alkanes GC-UCM Fluorescence	Ho et coll., 1982 " "
	1983	1,9 (surface) 1,3 (surface)	GC-n-alkanes GC-UCM	Sicre et coll., 1984 "
	1981	0,33 (eq.chr.)	Fluorescence	Ho et coll., 1982
	1983	0,68 (surface) 1,37 (surface)	GC-n-alkanes GC-UCM	Sicre et coll., 1984 "

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (suite)

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée occidentale (large)				
Partie sud	1973	2-17 (surface) (moyenne: 8,5) 2-7 (10m) (moyenne: 4,3)	Fluorescence	Monaghan et coll, 1974
	1974-75	moy. 6,9 (surface)	"	Zsolnay, 1979
	1975-77	1-123,5 (surface) (moyenne: 17,5)	"	Faraco et Ros, 1978
Mer d'Alboran	1981	0,23 (surface) 0,81 (surface) 0,07-0,2 (eq.chr.)	GC-n-alcane GC-UCM Fluorescence	Ho et coll., 1982 " "
	1983	0,31 (surface) 0,15 (surface)	GC-n-alcane GC-UCM	Sicre et coll., 1984 "
	1975/77	4,3-14,6 (surface) (moyenne: 7,9)	Fluorescence	Faraco et Ros, 1978
Mer Tyrrhénienne	1981	0,2 (eq. chr.)	"	Ho et coll., 1982
	1973	8-614 (surface) (moyenne: 180) 3-19 (10m) (moyenne: 7)	"	Monaghan et coll, 1974
	1974-75	moyenne 4,8	"	Zsolnay, 1979
1975-77	1,9-20,5 (surface) (moyenne 7,4)	"	Faraco et Ros, 1978	

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (suite)

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée occidentale (proximité du littoral)				
Côte française Banyuls-sur-Mer	1975-78	50-5.000 (moyenne: 580)	Infrarouges	PNUE 1980
Estuaire du Var	1981	0,4-1,0	GC-UCM	Burns et Villeneuve 1982
Côte espagnole				
Castellon	"	1,36-2,40 (max. 4,7)		de Leon 1984
Sagunto	"	0,06-3,40 (max. 6,5)		"
Valence	"	0,63-4,35 (max. 7,6)		"
Côte espagnole				
Cullera	"	0,06-3,10 (max. 4,0)		de Leon, comm. pers.
Benidorm	"	0,68-1,80 (max. 2,9)		"
Alicante	"	0,85-8,26 (max. 4,0)		"
Guardamar	"	1,15-3,15 (max. 5,8)		"
Portman	"	0,26-6,50 (max. 2,1)		"
Carthagène	"	0,26-3,22 (max. 4,7)		"
Côte italienne				
Tarente, Mar Piccolo	"	0,2-11,6 (moyenne: 3,26)	GC	Strusi, comm. pers.
"	"	0,5-23,0 (moyenne: 7,42)	"	"
"	"	0,1-36,0 (moyenne: 7,98)	"	"

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (suite)

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée centrale				
Sud de la mer Ionienne	1973	3-423 (surface) (moyenne: 58) 2-120 (10 m) (moyenne: 16)	Fluorescence	Monaghan et coll. 1974
			"	"
	1974-75	moyenne 14,9 (surface)	"	Zsolnay, 1979
Malte, eaux côtières	1977-78	0,02-0,29	"	PNUE, 1980
	1984	0,03-1,70 (moy. 0,51)	"	PNUE, 1985
Côte libyenne Sedra O, port de Tripoli	1974-75	moy. 24,9 (surface)	"	Zsolnay, 1979
	1980	20-28	"	Gerges & Durgham 1982
Janzur, Brega E et O, Zawia, Khoms O Zlitan, Zwetina, Benghazi, Sirte E, Tajura Sabratha, Derna, Sidi Blal	"	12,5-19	"	"
	"	4,6-5,3	"	"
	"	0,6-2,9	"	"
	"	0,0-27,6 (moy. 3,6)	"	MFRC, Tripoli 1981
Côte libyenne 171 échantillons provenant de zones côtières				
Mer Adriatique				
Yugoslavie, Baie de Rijeka	1976-77	1-50 100-1.100 moins de 0,1	" Infrarouges GC	PNUE 1980
"		1-7 ("pollué")	Fluorescence	Ahel & Picer 1978
"	1976-78	0,2-0,5 ("non pollué")		Ahel 1984
Yugoslavie, zone de Sibenik	1984	0,2-16,4 (moy. 1,4)	"	PNUE, 1985, MED POL Phase II
Yugoslavie, zone de Split	"	moy. 24-9 (surface)	"	PNUE, 1985, MED POL Phase II

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (suite)

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée orientale				
Mer Egée	1974-1975	moy. 20,5	Fluorescence	Zsolnay, 1979
Grèce				
Eaux côtières		en dessous de 3	"	Mimicos 1980
Golfe Saronique	1980-81	1,6-5,6	"	Gabrielides et coll.1982
Mer Egée	"	2,9-13,7	"	"
Port de Thessalonique	1976-79	1.500	Infrarouges	UNEP 1980
Port de Cavala	"	2.600	"	"
Baie du Strymon	"	1.100	"	"
Golfe de Patras	1977-83	0,12-28,2	Fluorescence	Mimicos et coll.1984
Estuaire de l'Achelooos	"	1,3-4,5	"	"
Turquie				
Mersin-Akkuyu	1977-78	8,2-39,4	"	UNEP 1980
Côte sud	1980-82	0,5-3,5 (moy. 1,5)	"	Sunay et coll. 1982
Eaux du large entre la				
Turquie et Chypre	"	2,0-6,0	Fluorescence	"
Baie d'Iskenderum	"	0,7-7,0	"	"
Mer de Marmara	1983	0,88 (max. 8.07)	"	Sakarya et coll. 1984
Baie d'Izmit	"	0,75-5,0	"	"
Mer Egée	"	0,14-1,39	"	"
Eaux côtières de la	"	0,02-1,1	"	"
Méditerranée				
Baie d'Iskenderum	"	0,11-1,0	"	"
Baie de Candarli	1983-84	1,20-80,0	"	Topcu & Muezzinglou, 1984
Aliaga	"	0,53-7,30	"	"
Baie de Saros	1983	0,77	"	"
Baie d'Izmir	"	9,40	"	"
Côte sud de l'Egée	"	0,86	"	"

Tableau 9. Hydrocarbures de pétrole dissous/dispersés (suite)

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Méditerranée orientale				
Eaux du large au sud du Chypre				
Sud-est de la Crète	1975-76	10-40	Fluorescence	PNUE 1980
Israël				
Ashkelon	1975-76	9,4-19,4	"	"
Baie de Haifa	"	15,0-15,6	"	"
Plamachim	"	10,7-12,5	"	"
Lagune de Bardawil	"	20,6	"	"
Tel Shikmona	"	1,1-45,3	"	"
Egypte				
Alexandrie	1978-79	0,7-35,2	"	Aboul-Dahab & Halim 1980b
"	1979-80	(moyenne: 3.7) 6,6-41,4 (près des côtes)	"	Wahby & El Deeb 1980
Entrée du canal de Suez	1980-81	0,7-3,9 (au large) 0,5-14	"	" Samra et coll.1982
Chypre, baie de Limassol	1983	2,6-8,1	"	MED POL-Phase II
baie de Larnaca	1984	1,15-1,48	"	"
	1983	4,2-13,6	"	"
	1984	1,74-2,53	"	"

Tableau 10. Hydrocarbures dans la microcouche de surface

Région	Année	Concentrations (en µg/l)	Technique	Référence
Au large de Monaco	1981	6,0-11,4 (n-alcanes)	GC	Burns et Villeneuve, 1983
		23 - 61 (UCM)*	GC	
		4,3 - 4,9 (hydr. arom.)	GC	
Nord du bassin occidental	1981	1,0-13,48 (n-alcanes) 8,11-22,1 (UCM) 0,26-0,35 (hydr. arom.)	GC GC Fluor.UV	Ho et coll. 1982
	1983	0,55 (n-alcanes)	GC	Sicre et coll. 1984
Centre du bassin occidental	1981	0,69 (n-alcanes) 6,8 (UCM)* 0,70 (hydr. arom.)	GC GC Fluor.UV	Ho et coll. 1982
	1983	0,96 (n-alcanes)	GC	Sicre et coll. 1984
Sud du bassin occidental	1981	0,57 (n-alcanes) 0,25-5,15 (hydr. arom.)	GC Fluor.UV	Ho et coll. 1982
	1983	1,67-1,86 (n-alcanes)	GC	Sicre et coll. 1984
Mer d'Alboran	1983	1,4 (n-alcanes)	GC	Sicre et coll. 1984

* UCM = Unresolved Complex Mixture: Mélange complexe non résolu.

Méditerranée centrale

3.28. Les seules concentrations provenant d'échantillonnages effectués au large ont été communiquées par Monaghan et coll. (1974). Pour les zones situées au voisinage du littoral (côte libyenne), Gerges et Durgham (1982) signalent des teneurs comprises entre 0,6 et 28 µg/l. Les valeurs les plus élevées (10-28 µg/l) correspondent à des zones éloignées des principales activités industrielles. Des concentrations analogues variant de 0 (eaux non polluées) à 27,6 µg/l (eaux polluées) ont été communiquées dans le cadre d'une étude réalisée par le Centre de recherches des pêches marines de Tripoli (MFRC, 1981). Dans les eaux côtières du pourtour de Malte, on a relevé des concentrations de 0,02 à 0,29 µg/l (PNUE, 1980).

Méditerranée orientale

3.29. On signale des valeurs s'échelonnant de 0,1 à 2,6 µg/l pour les eaux côtières grecques (tableau 9), tandis que des concentrations variant de 1 à 2,6 µg/l ont été relevées dans les zones portuaires et déterminées par la spectroscopie aux infrarouges. Mais dans certaines études réalisées assez loin des grands centres industriels du continent, comme au large de la mer Egée, on enregistre des concentrations supérieures à 10 µg/l. Sakarya et coll., 1984, on fait état de valeurs comprises entre 0,14 et 1,39 µg/l en mer Egée.

3.30. Pour les eaux turques, les données communiquées varient de 0,02 à 40 µg/l (Sunay et coll., 1982; Sakarya et coll., 1984). Pour les eaux côtières au sud-ouest de Mersin, on signale des concentrations de l'ordre de 1,5 µg/l (Sunay et coll., 1982). Toutefois, les mêmes auteurs font état de concentrations de 2,0-6,0 µg/l pour les zones du large situées entre la Turquie et Chypre. Des concentrations atteignant 7,0 µg/l ont été communiquées pour la baie industrialisée d'Iskenderun (Sunay et coll., 1982). Sakarya et coll. (1984) ont relevé des valeurs oscillant entre 0,11 et 1,0 µg/l au large de la côte turque dans le nord-est de la Méditerranée.

3.31. En Israël, on a relevé des concentrations comprises entre 10 et 20 µg/l dans les zones situées à proximité de ports, de raffineries de pétrole, d'embouchures de cours d'eau, etc. Des teneurs élevées en hydrocarbures dissous ont été décelées au sud de Chypre (25-40 µg/l) et au sud-est de la Crète (de 10 à plus de 40 µg/l), encore que, plus récemment, on ait signalé des concentrations variant de 2,6 à 8,1 µg/l pour la baie de Limassol, Chypre,

et de 4,2 à 13,6 µg/l pour la baie de Larnaca, Chypre, (rapport adressé à la COI et non publié, 1984). Il s'agit là d'un autre exemple où a pu se produire une pollution du large due au trafic maritime.

3.32. On dispose de plusieurs rapports sur la contamination des eaux côtières d'Egypte par les hydrocarbures (Abou-Dahab et Halim, 1980; Wahby et El Deeb, 1980; Samra et coll., 1982). On a relevé des concentrations atteignant 30-40 µg/l dans des zones soumises aux effets de diverses activités industrielles (Abou-Dahab et Halim, 1980b; Wahby et El Deeb, 1980). Les mêmes auteurs font état de concentrations inférieures à 10 µg/l et généralement inférieures à 5 µg/l dans les eaux du large. Une étude portant sur la teneur en hydrocarbures des eaux atteignant la Méditerranée par le canal de Suez a été communiquée par Samra et coll. (1982). Elle indique que ces eaux contenaient de 0,5 à 14 µg/l d'hydrocarbures.

3.33. On peut procéder à certaines remarques qui méritent attention. Zsolnay et coll. (1978) signalent que les concentrations d'"hydrocarbures aromatiques" dans les eaux de la mer Baltique sont presque deux fois supérieures à celles de la Méditerranée, et presque dix fois supérieures à celles de l'Atlantique Nord, et notamment de la mer des Sargasses. En revanche, on relève en Méditerranée une pollution plus forte par les boules de goudron flottant en surface que dans la Baltique ou le nord-ouest de l'Atlantique (se reporter également au par. 3.35). Il semblerait qu'il y ait une corrélation faible ou nulle entre la quantité de goudrons provenant des déversements d'hydrocarbures (soit, par déduction, la quantité d'hydrocarbures déversés) et le degré de contamination par les hydrocarbures dissous/dispersés. De fait, ni Zsolnay et coll. (1978) ni Faraco et Ros (1978) n'ont décelé une telle corrélation dans un groupe d'échantillons prélevés dans l'ensemble de la Méditerranée. On peut l'expliquer en admettant que les hydrocarbures dissous proviennent des rejets d'eaux usées industrielles et municipales, alors que les goudrons pélagiques proviennent des ballasts des navires-citernes. Mais il se pourrait également que les hydrocarbures dissous subissent une lixivation lors du dépôt initial de matières goudroneuses dans le milieu marin et qu'ensuite leur accumulation et leur transfert dépendent d'autres facteurs. Ces facteurs comprennent les courants marins, la concentration d'autres substances avec lesquelles les matières interagissent. Les courants, en partie dirigés par les vents, constituent les principaux agents de transfert pour les matières contenues dans la couche superficielle.

Nappes de pétrole, goudrons flottants et goudrons des plages

3.34. Dans le cadre du MAPMOPP (Projet COI/OMM de surveillance continue de la pollution des mers), il a été effectué à bord de navires des observations visuelles des nappes de pétrole (COI, 1981). Chaque fois qu'une nappe était aperçue, on relevait ses coordonnées: position, dimensions, date, heure. Comme il est aussi important de connaître quelles zones ne sont pas polluées que celles qui le sont, un rapport était établi toutes les 24 heures, même lorsqu'aucune pollution n'avait été observée. En Méditerranée, des nappes de surface ont été relevées dans plus de 10% des observations, et pratiquement sur toute l'étendue de la région. Ces données, comparées avec les résultats du MAPMOPP communiqués pour d'autres régions, attestent qu'il existe une pollution de surface relativement étendue en Méditerranée.

3.35. Les données disponibles pour les goudrons pélagiques en Méditerranée (tableau 11) indiquent que, entre 1969 et 1983, les concentrations moyennes variaient de 0,5 à 130 mg/m² et que la mer Ionienne était la zone la plus polluée par les goudrons en mer Méditerranée. Les données permettent également d'estimer que les valeurs normales pour les zones du large s'établissent jusqu'à 5 mg/m², tandis que dans les eaux situées à proximité des côtes, les concentrations peuvent être très supérieures (10-100 mg/m²).

3.36. Les données autorisent également à penser que le bassin oriental était, comparativement, le plus fortement contaminé par cette source de pollution, bien que les indices recueillis au cours des dix dernières années évoquent une amélioration de la situation. On a pu obtenir (Albaiges, 1978) des preuves confirmant la nature et l'origine de ces goudrons flottants (eaux de déballastage des navires-citernes).

3.37. Les données disponibles sur les goudrons des plages en Méditerranée révèlent des variations considérables. Les quantités moyennes qui ont été décelées se situent entre 0,2 et 4,388 g/m (Grolik, 1986).

3.38. Si l'on se fonde sur la répartition géographique des données, il apparaît que les zones de la Méditerranée où, jusqu'en 1978, le déballastage d'eaux huileuses et le déversement de composés d'hydrocarbures dans la mer était autorisés constituaient des zones soumises à la contamination par les goudrons. Cependant, les mesures de goudrons pélagiques pratiquées à partir

de 1980 indiquent qu'on pourrait avoir affaire, ces dernières années, à une diminution de la quantité des goudrons, notamment en Méditerranée orientale.

3.39. Les mesures de goudrons pratiquées sur les plages de Chypre et d'Israël au cours d'une période de dix années (Golik, 1985; Demetropoulos, 1985) laissent également entrevoir une réduction analogue des quantités de goudrons en Méditerranée orientale. Les résultats de ces mesures indiquent une diminution spectaculaire de la quantité des goudrons sur les plages.

Tableau 11. Goudrons pélagiques dans la mer Méditerranée (mg/m²)
(Golik, 1986)

Zone	Période	Intervalle de variation	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Références
Mer d'Alboran					
	1969		6,5		Horn et coll., 1970*
	1974-75	0,35-45,11	11,0	4,4	Morris et coll., 1975
	1976	0,04-6,6	0,6	0,22	Ros et Faraco, 1979
	1981-82	0,01-25,6	0,8	0,17	De Armas, sous presse
Mer des Baléares					
	1969		2,4	2,2	Horn et coll., 1970*
	1972-73		3,1	2,5	Polikarpov et Benzhitsky, 1974*
nord	1974-75	0,1-27,9	0,5	0,4	Morris et coll., 1975
	1975-77	0-77,7	5,4	1,06	Ros et Faraco, 1979
sud	1975-77	0,05-26,8	3,9	1,18	Ros et Faraco, 1979
Mer Tyrrhénienne					
	1969		1,5		Horn et coll., 1970*
	1972-73		4,7		Polikarpov et Benzhitsky, 1974
	1974-75	0,2-14,7	3,2	1,4	Morris et coll., 1975
	1975-77	0-10	0,9	0,3	Ros et Faraco, 1979
Mer Ionienne					
	1969		130,0	60,0	Horn et coll., 1970*
	1974-75	0,9-109,9	16,0	5,0	Morris et coll., 1975
Est de la Méditerranée					
	1970-71	0-58,3	5		El Hehyawi, 1979
	1977-79	0,2-1,33**			Morris et coll., 1975
	1978-79	0-8,91	2,82		Aboul-Dahab & Halim, 1981a
N-E Méditerranée					
	1983-84	0-33,4			Saydam et coll., sous presse

* Les valeurs sont celles qui sont citées par Morris et coll., 1975

** mg/m³

Hydrocarbures de pétrole dans les sédiments

3.40. Ce n'est que récemment qu'on a entrepris, en Méditerranée, d'appliquer le concept selon lequel les sédiments constituent un réservoir d'évacuation pour certains polluants. Des études ont principalement été menées dans le bassin occidental, le long des côtes française (Mille et coll., 1982; Burns et Villeneuve, 1983) et espagnole (Albaiges et coll., 1982 et 1984) (tableau 12).

3.41. Pour le segment de la côte française compris entre Fos-sur-Mer et Monaco, Mille et coll. (1982) ont signalé des concentrations d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques variant entre 20 et 950 µg/g. Les plus fortes concentrations ont été décelées au large d'une raffinerie.

3.42. Albaiges et coll. (1982) ont fait part de résultats comparables pour des sédiments recueillis le long de la côte espagnole, au large de ports, de terminaux pétroliers et d'embouchures de cours d'eau (1-62 µg/g d'aliphatiques et 2-66 µg/g d'aromatiques). En vue d'acquérir des notions sur les sources de ces hydrocarbures, les prélèvements sédimentaires ont fait l'objet d'une analyse des constituants simples par la technique GC-MS; les niveaux des PAH de nature pyrolytique variaient de 0,3 à 2,3 µg/g de poids sec. Ces concentrations sont similaires à celles communiquées par Mille et coll. (1982), Burns et Villeneuve (1983) (0,6-0,7 µg/g) pour la côte française. Deux échantillons prélevés dans la partie centrale du bassin occidental ont permis d'obtenir des renseignements sur les niveaux de base des hydrocarbures pétrogènes dans la région (1,2 µg/g d'aliphatiques et 0,6 µg/g d'aromatiques).

3.43. Dans la Mar Piccolo, Tarente, Italie, on a enregistré dans 8 stations des concentrations moyennes de 14,7 µg/g d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques à des profondeurs de 1 à 10 m (Strusi, 1984). Des résultats analogues ont récemment été communiqués pour la côte yougoslave.

3.44. En ce qui concerne la Méditerranée orientale, on dispose de résultats pour Chypre et la Turquie. Les concentrations de 0,114 à 1,35 µg/g relevées à Chypre concernent des échantillons sédimentaires recueillis à 90 m de profondeur. Dans la baie d'Iskenderun, Turquie, Sunay et coll. (1982) ont relevé des concentrations moyennes de 0,24 µg/g dans les sédiments. Les échantillons avaient été prélevés à 10-90 m de profondeur et les limites de variation des concentrations étaient de 0,04-0,68 µg/g. Des mesures pratiquées récemment dans les eaux turques ont révélé des niveaux très faibles d'hydrocarbures de pétrole (tableau 12).

3.45. D'une façon générale, les concentrations d'hydrocarbures relevées dans la région indiquent une pollution modérée par rapport à d'autres sites ayant fait l'objet d'une évaluation de la contamination par les hydrocarbures (2-1200 µg/g pour la baie de New-York, 45-730 µg/g pour le golfe de Californie). Néanmoins, l'emploi des sédiments dans le cadre des programmes de surveillance continue des zones côtières s'annonce prometteur pour l'identification des sources polluantes telluriques et, notamment, des "sites critiques".

Hydrocarbures de pétrole dans les organismes

3.46. Peu d'études ont été réalisées sur la fixation des hydrocarbures de pétrole par les organismes de la Méditerranée. Pour la côte espagnole, les analyses d'échantillons de poissons et de mollusques provenant de l'embouchure du Ter et du sud du delta de l'Ebre ont été communiquées par Albaiges et coll. (1982); Ballester et coll. (1982); Albaiges et coll. (1984); Risebrough et coll. (1983).

3.47. Risebrough et coll. (1983) ont eu recours à la technique employée lors du projet de surveillance des moules dans leur étude des hydrocarbures de pétrole dans des mollusques provenant du delta de l'Ebre. Des moules (Mytilus galloprovincialis), des huîtres (Ostrea edulis) et des clams (Venus gallinae) ont été choisis comme organismes indicateurs. Les hydrocarbures de pétrole ont été dosés en se basant sur le mélange complexe non résolu (UCM) dans les chromatogrammes des fractions saturée et aromatique. On a en général enregistré des teneurs de l'ordre de 100 à 300 mg/g. Ces concentrations équivalaient à celles relevées dans des moules des ports et baies les plus pollués de la Californie.

3.48. Dans une autre étude réalisée par Albaiges et coll. (1982), ces auteurs ont relevé des concentrations relativement élevées d'hydrocarbures dans les bivalves provenant de la même zone précitée (190-215 µg/g de poids sec) (tableau 13). Chez des poissons pélagiques, on a constaté des teneurs plus faibles des échantillons tissulaires (moins de 10 µg/g). Une étude de Ballester et coll. (1982) portant sur des moules provenant d'une plate-forme de forage du delta de l'Ebre a révélé des concentrations atteignant 20-30 µg/g de n-alcanes.

Tableau 12. Hydrocarbures de pétrole dans les sédiments benthiques

Région	Concentrations (en µg/g)	Références
<u>Côte française</u> (de Fos-sur-Mer à Monaco) (1979)		Mille et coll., 1982
Côte Bleu	13-952 aliphatiques + aromatiques	
Les Embiez	69-93 aliphatiques + aromatiques	
Monaco	51-77 aliphatiques + aromatiques	
<u>Côte espagnole</u> (1980-82) large de Valence 3-10m (0-5cm)	0.6-2 (p.s.*) C ₁₄ -C ₂₀ (GC)	J.A.García-Regueiro et coll., 1983
Large d'Alicante	0,1-5,8 (p.s.) C ₁₄ -C ₂₄ (GC)	
Large du delta de l'Ebre	0,3-1,1 (p.s.) C ₁₅ -C ₂₄ (GC)	
Large d'autres cours d'eau catalans	0,07-0,56 (p.s.)	Sanchez-Pardo et Rovira, 1985
Embouchures de cours d'eau et villes:		
Embouchure du Ter (10-60 m) (3 échantillons)	0,5-1,9 (p.s.) n-alcanes (GC) 1,8-9,8 UCM 5,1-10,1 aromatiques	Albaiges et coll., 1982 et 1984
Large de Barcelone (10-80 m) (9 échantillons)	1,3-17,0 24,5-52,8 3,1-66,8	" " "
Large de Tarragone (17-95 m) (6 échantillons)	0,9-5,8 4,8-77,1 7,8-21,2	" " "
Delta de l'Ebre (10-100 m) (5 échantillons)	0,4-3,2 1,3-12,9 0,6-15,2	" " "
Large de Valence (10-100 m) (5 échantillons)	0,8-1,0 3,8-12,3 4,8-26,0	" " "

* poids sec

Tableau 12. Hydrocarbures de pétrole dans les sédiments benthiques (suite)

Région	Concentrations	Références
<u>Côte espagnole (suite)</u>		
Large de Benidorm (10-100 m) (2 échantillons)	0,8-0,9 (p.s.) aromatiques 1,9-4,0 " 2,8-5,5	"
Méditerranée occidentale (1000 m)	1,2-1,6 UCM 0,6-2,3 aromatiques	
Italie, Tarente, Mar Piccolo, 1983 8 stations (1-10m profond.)	1,3-45 (p.s.) moyenne: 14,73	(Strusi, comm. personnelle)
<u>Yougoslavie, Split, 1984</u>	1,0-18,9 (p.s.)	PNUE 1985, MED POL-PHASE II
<u>Chypre</u>		
Baie de Larnaca, 1983 (90 m)	0,114-0,135 (4. éch.) 0,442-1,301 "	" "
Baie de Limassol 1984 (18-90 m)	0,308-0,417 (2 éch.)	"
Turquie, baie d'Iskenderun 1980-82, 10-90 m de profondeur	0,04-0,68 (PAH) (GC) (moyenne: 0,24)	Sunay et coll., 1982
<u>Turquie</u>		
Baie de Candarli, 1983-84 Aliaga, 1983-84	0,0043-0,375 (p.f.*), fluorescence 0,0175-0,025 (p.f.), 1,0 (p.f.),	Topcu & Muezzinoglu, 1984 " "
Baie de Saros, 1983 Baie d'Izmir, 1983 Sud de la côte égéenne 1983	0,047 (p.f.), 0,1575 (p.f.),	" " "

* p.f. = poids frais

3.49. Albaiges et coll. (1984) ont fait part des concentrations d'hydrocarbures dans les tissus de trois espèces de poisson (Mullus barbatus, Merluccius merluccius, Trachurus trachurus). Cette étude a montré que les taux de base dans les tissus musculaires pour la zone comprise entre Barcelone et la frontière française étaient respectivement de 1,5-12 µg/g et de 1,7-8,4 µg/g (poids sec) pour les hydrocarbures saturés et aromatiques. On a décelé des concentrations plus élevées dans le poisson provenant du large de Barcelone et de l'Ebre. Les résultats sont récapitulés sur le tableau 13. Dans cette étude, on a également constaté une forte accumulation des hydrocarbures dans le foie et chez les espèces adultes.

3.50. On ne peut conclure des données disponibles que la plus forte concentration d'hydrocarbures de pétrole relevée en Méditerranée par rapport aux autres régions océaniques ait un effet biologique sur les poissons pélagiques. Il est cependant souhaitable que soit exercée une surveillance continue de certaines espèces.

3.51. Pour les autres parties de la Méditerranée, il existe peu d'études sur la contamination des organismes marins par les hydrocarbures de pétrole. Pour la côte turque, notamment la baie d'Iskenderun, il a été réalisé une étude sur la teneur du poisson en PAH (Sunay et coll., 1982). Les concentrations moyennes dans le muscle et le foie étaient respectivement de 0,13 et 0,79 µg/g.

3.52. Pour la Mar Piccolo, Tarente, Italie, on a communiqué une étude sur les teneurs des moules en hydrocarbures (Strusi, 1984). Les résultats qui sont exprimés en concentrations par poids frais, varient de 0,5 à 10,1 µg/g, soit une moyenne de 2,7 µg/g. Si ces concentrations étaient converties en valeurs par poids sec, on obtiendrait des chiffres environ dix fois plus élevés.

Tableau 13. Hydrocarbures dans des échantillons de biotes provenant de la côte méditerranéenne d'Espagne (en µg/g poids sec)
(Albaiges et coll., 1982 et 1984)

Espèce		Région	Fraction saturée (UCM)	Fraction aromatique (eq. pétr. brut)
Esp. <u>Mytilus</u>	(10 éch.)	Palamos	106-190	-
		Barcelone	500-3200	-
		Delta de l'Ebre	8-216	-
Esp. <u>Mullus</u> (muscle)	(14 éch.)	Palamos	12,6	4,4
		Barcelone	22,2	9,3
		Delta de l'Ebre	5,8	11,1
Esp. <u>Merluccius</u> (muscle)	(14 éch.)	Palamos	1,5	1,7
		Barcelone	0,2	3,9
		Delta de l'Ebre	0,2	2,4
Esp. <u>Trachurus</u> (muscle)	(14 éch.)	Palamos	11,2	4,2
		Barcelone	1,4	10,9
		Delta de l'Ebre	5,4	3,7
Esp. <u>Engraulis</u> (muscle)	(19 éch.)	Barcelone	7,7	7,8

4. REPARTITION DES HYDROCARBURES DE PETROLE DANS LES COMPARTIMENTS
DES ECOSYSTEMES MEDITERRANEENS ET EVALUATION PROVISoire DU BILAN MATIERE

4.1. On dispose d'une masse considérable de données sur la répartition des hydrocarbures dans certains éléments du milieu méditerranéen. Lors de tout programme de surveillance continue à long terme, un problème crucial est celui posé par la gestion et l'interprétation des données recueillies. La surveillance continue n'est pas une activité consistant simplement à accumuler des données (Albaiges et Frei, 1982) mais elle devraait être conçue pour répondre à des questions spécifiques et, ce qui importe encore davantage, elle devrait être associée à des recherches concomitantes et adaptée à mesure que de nouvelles données deviennent disponibles.

4.2. Une évaluation de l'information disponible exige une connaissance suffisante des processus biogéochimiques régissant le transfert et la destinée des résidus pétroliers introduits dans la mer. C'est pourquoi, plus récemment, l'attention a été centrée sur l'investigation de ces processus. Ainsi, en 1981 et 1983, les croisières PHYCEMED ont eu pour mission d'évaluer l'apport atmosphérique d'hydrocarbures en Méditerranée occidentale et d'étudier les mécanismes d'échange de ces matières à travers l'interface air/eau de mer (Ho et coll., 1982 and 1982; Sicre et coll., 1984).

4.3. L'importance relative de ces échanges, dans la mesure où il s'agit des dépôts atmosphériques, est évaluée sur le tableau 14. Mais, comme on l'a admis, le compartiment atmosphérique n'est pas seulement une source d'apport d'hydrocarbures, dont la plupart proviennent de la combustion, il est également un réservoir d'évacuation pour ceux qui sont volatilisés à partir du pétrole déversé en mer. Ce flux à double sens à travers la limite air/mer est difficile à mesurer, mais il réclame une poursuite des investigations.

4.4. En outre, des "pièges" semi-permanents ont été installés par le laboratoire de radio-activité marine de Monaco (à 100 m de profondeur dans une colonne d'eau de 250 m située à 2 km au large du littoral monégasque) pour obtenir des renseignements sur le flux descendant des substances provenant des activités humaines dans la mer Ligurienne, et notamment sur les principaux processus régissant le transfert et la rétention des hydrocarbures dans le réservoir sédimentaire. Ces processus comprennent la fixation biologique et la production concomitante de matières fécales, la dégradation biologique/chimique et la répartition physique/chimique entre les compartiments marins (Burns et coll., 1983 et 1985).

Tableau 14. Estimation de l'apport annuel d'hydrocarbures par voie atmosphérique en Méditerranée occidentale (Ho et Coll., 1982)

Transversale (fig. VI)	Hydrocarbures	dépôts (mg/m ² /an)	
		humides	secs
a-b	aromatiques	0,04-0,44	0,025-0,25
	totaux	1,67-16,70	0,94-9,4
b-c	aromatiques	0,05-0,5	0,03-0,3
	totaux	0,84-8,4	0,47-4,7

Tableau 15. Flux d'hydrocarbures à la station "piège" de Monaco (Burns et coll., 1983 et 1985)

Flux	Hydrocarbures (ug/cm ² /an)	
	Pétrole	Mélange non résolu
Sur les matières fécales du zooplancton	8,2-9,0	-
A 100 m (a)	0,8-1,0	0,6-0,9
Au niveau des sédiments (b)	0,9	0,8

- a) estimé d'après le matériel du piège sédimentaire
b) estimé d'après la vitesse de sédimentation et les concentrations moyennes dans les sédiments

4.5. Pour estimer l'importance quantitative des matières fécales du zooplancton dans le transfert jusqu'aux sédiments des contaminants organiques, et notamment des hydrocarbures, Burns et coll. (1985) ont calculé les flux de polluants en se basant sur les analyses des résidus contenus dans les matières fécales, sur les estimations des taux de production de grains fécaux et sur celles de la biomasse moyenne du zooplancton au large de Monaco. Les flux moyens obtenus (tableau 15) à cet emplacement étaient six fois supérieurs à ceux estimés pour la mer des Sargasses (Sleeter et Butler, 1982).

4.6. D'autre part, le tableau 14 met en évidence le fait suivant: bien que le pétrole soit relativement non soluble et rapidement transféré en profondeur sur le site par la médiation des matières fécales, seuls 10% de la quantité tombant à travers la colonne d'eau subsistent assez longtemps pour être incorporés dans les sédiments. Cette disparité donne à penser qu'il se produit une biodégradation rapide de la plupart des hydrocarbures de pétrole qui sont évacués jusqu'aux sédiments. De cette façon, les sédiments incorporent les constituants les plus réfractaires, et ces derniers peuvent donc servir de marqueurs pour l'évaluation des flux et du bilan matière.

4.7. La caractérisation chimique des différents compartiments marins (état dissous, particulaire, sédimentaire), grâce à l'application du concept des marqueurs moléculaires, a été effectuée pour tenter d'élucider les sources des apports polluants et la destinée de ceux-ci dans la mer (Albaiges et coll., 1984; Grimalt et coll., 1984). Les apports d'hydrocarbures dus aux eaux usées domestiques, aux huiles usées, à la combustion des goudrons de houille et de fossiles, ont été identifiés, apportant la preuve que le ruissellement urbain constitue le principal apport d'hydrocarbures dans les zones côtières. Les PAH sont particulièrement abondants dans les sédiments; ils sont ainsi des marqueurs utiles pour établir des associations entre les apports de surface, le transfert sur particules et l'incorporation dans les sédiments.

4.8. Les délais de séjour des hydrocarbures dans les eaux de surface ont été calculés (par Burns et coll., 1985) selon des modèles récents de répartition et comparés avec les délais obtenus d'après les flux des particules en cours de sédimentation et les données relatives aux sédiments (tableau 16). Comme les vitesses de flux calculées d'après les matières fécales et les matières retenues dans les "pièges" sédimentaires concordent, on peut en inférer qu'un délai de séjour d'environ un an est une estimation plausible. L'écart

Tableau 16. Estimation des délais de séjour des résidus d'hydrocarbures entre 0 et 100 m de profondeur de la colonne d'eau en Méditerranée (Burns et coll., 1985)

Base de données	Hydrocarbures (années)
Teneurs de l'eau de mer et des particules de surface	0,6
Matériel de piège sédimentaire	1,0
Teneurs de l'eau de mer et des sédiments	10,5

Tableau 17. Répartition des hydrocarbures dans les compartiments de l'écosystème (en 10³ tonnes/an)

Goudrons de plage	100
Microcouche de surface	0,018
Goudrons flottants	8,8
Eaux de surface (0-5 m)	30
Eaux situées sous la surface	72
Couche flocculeuse sédimentaire	230
Sédiments	120
Biomasse	0,220
Atmosphère	155
	—
TOTAL	716

enregistré avec les calculs reposant sur les concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments démontre une fois de plus qu'on a affaire à un rythme rapide de biodégradation à l'interface mer/sédiment.

4.9. Ces calculs autorisent à penser que des modifications importantes de l'apport de polluants organiques en Méditerranée devraient être décelables dans un délai d'un an par des changements dans les concentrations des eaux de surface.

Evaluation provisoire du bilan matière

4.10. A partir de ces investigations sur les flux effectuées par Burns et coll. (1985) ainsi que des données obtenues dans le cadre des activités de surveillance continue (tableaux 8 à 13), on peut procéder à une estimation brute de la quantité d'hydrocarbures de pétrole associée aux différents compartiments de l'écosystème et aux flux en jeu.

4.11. A l'aide des estimations précitées et en adoptant le principe de base établi par le Programme GIPME (COI, 1984) pour les calculs du bilan matière selon lequel les inventaires équivalent aux apports se produisant sur une base annuelle, et en admettant ainsi que, dans chaque compartiment, les apports remplacent continuellement les résidus à mesure que ces derniers sont ôtés par les processus d'élimination, nous obtenons les résultats reproduits sur le tableau 17. Ces estimations représentent une mise à jour des calculs effectués antérieurement par le GEMSI et le Groupe spécial de travail en vue d'identifier les lacunes existant dans les données sur les rapports bilan matière/type de flux pour les polluants des océans (GEMSI, Paris, 1983). Ces estimations ont été effectuées en retenant pour la Méditerranée une surface de $2,96 \times 10^{12} \text{ m}^2$ et un volume de $3,6 \times 10^{15} \text{ m}^3$. Il va de soi que ce bilan matière est très approximatif.

4.12. Les goudrons des plages peuvent être évalués à 30% des apports d'hydrocarbures déversés, comme on l'a vu précédemment à propos des quantités éliminées. Cette estimation pourrait être vérifiée si des données recueillies dans le cadre d'une surveillance à vaste échelle étaient publiées aux fins de comparaison.

4.13. Les concentrations relevées dans la microcouche de surface sont recensées sur le tableau 10. Des valeurs corrigées pour tenir compte de l'épaisseur de la microcouche échantillonnée selon chaque technique (0,44 mm pour Ho et coll. et Sicre et coll.; 0,11 mm pour Burns et Villeneuve) ont donné une moyenne de $6 \mu\text{g}/\text{m}^2$ d'hydrocarbures pétrogènes dans la microcouche. On peut estimer les goudrons pélagiques en faisant la moyenne des dosages fournis sur le tableau 11, soit $3,0 \text{ mg}/\text{m}^2$.

4.14. De nombreux auteurs ont fait part des concentrations d'hydrocarbures de pétrole relevées dans les eaux de mer superficielles (tableau 8), et les niveaux varient de 0,05 à 423 $\mu\text{g}/\text{l}$, avec des moyennes comprises entre 1 et 20 $\mu\text{g}/\text{l}$. L'estimation inscrite au tableau repose sur une moyenne de 2 $\mu\text{g}/\text{l}$ entre 0 et 5 m de profondeur, d'après les résultats du projet MAPMOPP (tableau 9). Mais les mesures des niveaux d'hydrocarbures dans les eaux de mer sont entachées d'une marge importante d'incertitude et on doit considérer que cette estimation fournit tout au plus l'ordre de grandeur. Les concentrations enregistrées dans les eaux situées sous la surface sont entachées d'une marge encore plus grande d'incertitude. Les quelques valeurs communiquées indiquent des niveaux inférieurs d'au moins un ordre de grandeur à ceux relevés dans les eaux de surface. Pour ce compartiment, on a établi l'estimation en postulant une concentration moyenne de 0,02 $\mu\text{g}/\text{l}$.

4.15. Les données ne permettent pas d'estimer les quantités contenues dans la couche flocculeuse du sédiment. Toutefois, si l'on admet que la quantité qui sédimente à travers la colonne d'eau, telle qu'elle a été mesurée dans l'expérience de piège réalisée à Monaco (8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), fournit un ordre de grandeur de la valeur, on peut, par extrapolation, obtenir une estimation approximative pour la Méditerranée (tableau 15). La teneur des sédiments côtiers peut être estimée à 0,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{an}$ d'après le flux calculé pour les sédiments situés en dessous des pièges sédimentaires. En intégrant ce chiffre sur une profondeur de 2 cm et sur plus de 20% de la superficie totale, on obtient la valeur indiquée sur le tableau 18. La charge des sédiments du large peut être calculée en admettant que ces sédiments reçoivent des dépôts à raison de 10% du flux côtier par an. Les rares données communiquées sur les teneurs des sédiments corroborent dans l'ensemble cette différence d'un ordre de grandeur entre les concentrations des sédiments côtiers et celles des sédiments du large (Albaiges et coll., 1982).

4.16. La charge de la biomasse dans le bassin occidental peut être calculée en retenant une concentration moyenne d'hydrocarbures de 225 µg/g de poids sec et une réserve permanente de la biomasse du zooplancton de 1 g/m² quand elle est intégrée sur une profondeur de 0 à 100 m de la colonne d'eau (Burns et coll., 1985). Comme on l'a déjà mentionné, on a pu admettre que l'atmosphère constitue à la fois un réservoir d'évacuation pour les hydrocarbures volatiles déversés à la surface de la mer et une source d'apport de produits de combustion. L'apport total d'hydrocarbures de pétrole par voie atmosphérique a été établi à partir des tableaux 6 et 7.

4.17. Grâce à l'établissement du bilan matière, on peut évaluer les taux de disparition des apports polluants et déterminer quels sont les éléments de l'écosystème qui sont les plus altérés. Les niveaux ambiants de polluants pétroliers dans les eaux superficielles occasionnent des teneurs relativement élevées des organismes et de leurs fèces en hydrocarbures. Des valeurs dépassant 6000 µg/g de poids sec ont été relevées dans des fèces fraîchement émises par le zooplancton de surface (Burns et Villeneuve, 1983). Ces constatations, ajoutées à d'autres preuves indirectes, autorisent à penser que l'interface mer/sédiment contient des niveaux élevés d'hydrocarbures de pétrole, même dans les zones où les teneurs des sédiments sous-jacents peuvent être faibles et induire ainsi en erreur. Il incombe de mener au plus vite des investigations sur les sédiments pélagiques et leurs couches flocculeuses associées. D'autres réservoirs critiques sont constitués par la microcouche superficielle et les eaux situées sous la surface puisqu'elles déterminent la charge polluante dans les biotes.

4.18. La marge d'incertitude dont sont entachés les dosages des hydrocarbures en traces dans l'eau de mer restreint l'utilité de ces données pour établir les tendances à long terme dans les principaux compartiments de l'écosystème.

4.19. Les principales lacunes du bilan matière paraissent concerner les sédiments profonds, l'ampleur des flux atmosphériques et les teneurs des biotes et des particules pélagiques. On devrait s'attacher davantage à déterminer ces parties du bilan matière. En évaluant la marge d'incertitude inhérente aux dosages chimiques et en identifiant les compartiments critiques de l'écosystème, on devrait être en mesure de concevoir des stratégies plus efficaces de surveillance continue.

5. EFFETS DES HYDROCARBURES DE PETROLE

5.1. La pollution des produits comestibles de la mer par les hydrocarbures a fait, de temps à autre, l'objet de communications relatives aux diverses zones de la mer Méditerranée. C'est ainsi que l'on a fait part d'Espagne, de France, d'Italie et de Yougoslavie de quelques études portant sur le goût de pétrole relevé dans les poissons et les moules (Le Lourd, 1977). Une dégradation du milieu due à la pollution par les hydrocarbures a également été signalée pour la mer de Marmara et la baie d'Izmir en Turquie, ainsi que pour le golfe de Naples et celui de Cagliari, les lagunes de Venise et la baie de Muggia en Italie (Le Lourd, 1977). Dans tous ces cas, la reproduction des poissons et des mollusques a été affectée, ce qui a été préjudiciable aux pêches. A part ces données, on ne dispose pas d'études sur les effets de la pollution par les hydrocarbures sur les écosystèmes méditerranéens.

5.2. Dans d'autres régions, on a mené des investigations qui ont mis en évidence le spectre complet des effets des déversements d'hydrocarbures sur diverses parties des écosystèmes. Parmi ces études, on citera celles qui ont suivi les déversements accidentels des navires suivants: Torrey Canyon, Cornouailles, Angleterre, 1967 (Southward et Southward, 1978); Florida, West Falmouth, Massachusetts, USA, 1969 (Sanders, 1978); Amoco Cadiz, Bretagne, France, 1978 (Laubier, 1980); Argo Merchant, banc de Georges, nord-ouest de l'océan Atlantique, 1976 (Université de Rhode Island, 1978); et Tsesis, mer Baltique, 1977 (Linden et coll., 1979). Tous ces déversements accidentels sont survenus dans des zones de climat tempéré. Il est possible que, en raison de la température plus élevée de la Méditerranée, l'impact dans cette région soit légèrement différent. Ainsi, les effets aigus pourraient être un peu plus marqués, alors qu'à long terme il est possible qu'il se produise une reconstitution plus rapide. Toutefois, il y a tout lieu de penser que les conclusions générales susceptibles d'être tirées de ces études sont également applicables à des déversements accidentels survenant en Méditerranée. Par conséquent, on donne ci-après une récapitulation succincte des conclusions générales déduites des déversements accidentels précités.

5.3. La reconstitution des écosystèmes altérés par la pollution pétrolière varie considérablement. Dans certains cas, des déversements massifs n'ont entraîné que des effets mineurs, alors que dans d'autres cas des quantités de pétrole très réduites ont occasionné des effets graves et même à long terme

sur des parties importantes de l'écosystème marin. Des facteurs à la fois abiotiques et biotiques régissent le degré d'ampleur des conséquences biologiques de chaque déversement d'hydrocarbures, et ce sont l'interaction et la contribution respective de chacun de ces facteurs qui sont déterminantes.

5.4. Un paramètre abiotique important pour le degré d'ampleur des dommages biologiques et le délai nécessaire à une reconstitution complète consiste dans la capacité de la zone d'eau polluée à être diluée à des concentrations trop faibles pour qu'il en résulte des effets létaux ou sublétaux prononcés. Sur ce point, il est manifeste que la quantité de pétrole déversée ainsi que la morphologie et l'hydrographie de la zone atteinte sont importantes. Il apparaît donc à l'évidence que des déversements pétroliers uniques dans des aires du large où les eaux ont une profondeur considérable provoquent moins de dommages biologiques que le pétrole déchargé à proximité de la côte ou dans des masses d'eau peu profondes et confinées. Les effets sur les populations d'oiseaux de mer peuvent toutefois être graves dans l'un ou l'autre de ces cas. Les conséquences de l'accident de l'Argo Merchant semblent offrir l'exemple d'un déversement occasionnant des dommages relativement réduits aux écosystèmes de la région concernée, alors que celui du Florida, à West Flamouth, Massachusetts, illustre un déversement proche du littoral où la concentration d'hydrocarbures au sein de la masse d'eau confinée a atteint rapidement des niveaux toxiques. Cependant, le type d'hydrocarbures en cause a également joué un rôle important dans ces deux cas (voir plus bas).

5.5. De plus, les déversements survenant à proximité d'un littoral dégagé (c'est-à-dire des terrains plats ou des marais non soumis à la marée) dans des zones comportant des marées de vaste amplitude et des échanges d'eau satisfaisants semblent provoquer des dommages considérablement moindres que les déversements se produisant dans des baies sans marée et des archipels où les vents et les courants ne peuvent diluer le pétrole. Bien que localement étendus, les dommages causés par les quantités massives de pétrole rejetées par le Torrey Canyon n'ont pas semblé comporter d'effets à très long terme. Mais il n'en va pas de même dans les zones où l'on a fait un usage étendu de dispersants pour éliminer le pétrole. Si l'on tient compte de la quantité énorme de pétrole qui a été libérée, les conséquences restreintes qu'a eues jusqu'à ce jour le naufrage de l'Amoco Cadiz donnent également à penser qu'il se produit une reconstitution assez rapide, du moins dans les sites exposés. En revanche, le déversement accidentel du Tsesis a occasionné des dommages comparativement plus durables dans un archipel fermé et à faibles turbulences.

5.6. La plupart des études concernant les déversements accidentels qui ont révélé des effets à long terme sur les communautés marines avaient trait à des cas où le pétrole s'est accumulé dans des sédiments à fines particules dans la zone intertidale ou la zone sous-tidale où la dégradation et l'évaporation des hydrocarbures sont lentes, voire quasi inexistantes. L'action à long terme des hydrocarbures aromatiques à poids moléculaire élevé devient plus marquée en pareilles circonstances. Les accidents du Florida (West Falmouth), de l'Arrow et du Tsesis illustrent des déversements où les hydrocarbures se sont accumulés dans les sédiments, ce qui a ainsi prolongé les effets.

5.7. Un autre facteur abiotique de grande importance pour l'ampleur des dommages consiste dans la composition des hydrocarbures déversés. Les produits raffinés légers comme le fuel No 2 ou des dérivés similaires renfermant une forte proportion d'hydrocarbures aromatiques légers, aisément solubles, sont considérablement plus toxiques que les pétroles bruts courants ou les huiles raffinées lourdes. En outre, les produits raffinés légers sont d'ordinaire plus facilement émulsifiés sous l'action des vagues au sein de la masse d'eau. Le déversement accidentel du Florida (West Falmouth) concernait justement un gas-oil léger qui a entraîné des effets à long terme très marqués sur les communautés voisines du littoral. Le déversement du Tsesis qui est également survenu à proximité de la côte et concernait approximativement la même quantité de produits raffinés lourds (fuel No 5) a entraîné un impact moindre sur l'écosystème côtier.

L'ampleur des dommages causés à diverses communautés

5.8. Il existe peu d'études portant sur les effets de déversements uniques d'hydrocarbures sur les communautés planctoniques. Certains effets ont été observés sur le phytoplancton à la suite des accidents pétroliers du Torrey Canyon, du Santa Barbara (Straughan, 1971) et du Tsesis. Ces effets ont cependant été mineurs. On a observé quelques répercussions sur le zooplancton à la suite du déversement du Torrey Canyon, bien que ces effets aient vraisemblablement été en relation avec la toxicité des dispersants plutôt qu'avec les hydrocarbures proprement dits. L'accident de l'Amoco Cadiz a, semble-t-il, entraîné des effets sur le zooplancton sur une période de quelques mois consécutive au déversement dans des zones du large. Après l'incident de l'Argo Merchant, on a observé certains effets sur le zooplancton dans la zone contaminée par le pétrole, mais il ne paraissent pas avoir été très sévères. Après le déversement du Tsesis, le zooplancton n'a été sérieusement atteint qu'aussitôt après l'accident et dans les proches parages de l'épave.

5.9. En se fondant sur ces observations, on peut en déduire que les effets des déversements pétroliers sur les communautés planctoniques n'ont pas un caractère durable. Les échanges d'eau et les turbulences dans les zones du large diluent rapidement les hydrocarbures et remplacent les communautés atteintes. Il paraît probable que le délai nécessaire à la reconstitution des communautés planctoniques altérées par des déversements uniques se pose en termes de semaines plutôt que de mois.

5.10. On a mené plus fréquemment des études dans la zone littorale. Des dommages étendus et durables ont été occasionnés aux communautés littorales à la suite des déversements accidentels du Tampico Maru, du Florida, de l'Arrow et du Tsesis. Ces accidents se sont produits dans des baies et des estuaires où les hydrocarbures répandus ne se sont pas suffisamment dilués. Dans plusieurs cas, les hydrocarbures se sont accumulés et ont été retenus dans les sédiments. Lors des accidents du Tampico Maru et du Florida, les déversements contenaient des produits extrêmement toxiques. Dans le cas de l'Amoco Cadiz, ces produits ont provoqué des effets aigus graves le long du littoral de la Bretagne. Mais, à l'exception des estuaires, le déversement ne semble pas avoir entraîné d'impact à très long terme dans la zone littorale. Il ressort de ces études que les répercussions sur les communautés littorales peuvent être sévères et durables en fonction de l'intervention d'un certain nombre de facteurs. La reconstitution des communautés littorales atteintes est habituellement une question de plusieurs années. Dans les cas les plus graves, le délai nécessaire à une reconstitution complète peut prendre une ou plusieurs décennies.

5.11. On ne dispose que de quelques études concernant l'impact de déversements massifs d'hydrocarbures sur les communautés benthiques situées dans les zones sous-littorale et sous-tidale. Les études effectuées à la suite des accidents du Florida et du Tsesis indiquent toutefois que l'impact peut être prononcé et durer éventuellement plus longtemps que dans toute autre partie de l'écosystème. L'accident du Tsesis a occasionné des effets sur les communautés de la zone sous-littorale à fonds mous; ces effets ont duré plus longtemps que dans la zone littorale. Les hydrocarbures se sont incorporés au sein des sédiments et des organismes, et comme les échanges d'eau étaient restreints et que la température et la teneur en oxygène étaient faibles, ces hydrocarbures ont persisté plus longtemps que dans la zone littorale.

5.12. Les effets immédiats de déversements catastrophiques d'hydrocarbures peuvent être manifestes, bien que leurs conséquences à long terme soient difficiles à quantifier puisque l'abondance de la faune et de la flore à chaque site fluctuent naturellement d'une année à l'autre, que les captures varient selon l'ampleur des activités de pêche, et ainsi de suite.

5.13. Il est encore plus malaisé d'évaluer l'impact de la pollution chronique - la plus courante en Méditerranée - car elle n'occasionne pas un accroissement appréciable de la mortalité et d'autres formes de pollution sont le plus souvent associées. En gardant à l'esprit ces facteurs de limitation, il est toutefois possible de procéder à certaines généralisations concernant les effets biologiques d'un faible niveau à long terme de pollution des habitats marins par les hydrocarbures.

5.14. Au sein d'une même espèce, on note que les individus jeunes sont plus sensibles que les adultes, tandis que certaines espèces sont plus sensibles que d'autres à n'importe quel stade, comme il a été exposé dans des études très détaillées (Nelson-Smith, 1975; IMCO (OMCI) et coll., 1977). On en fournit ci-après des exemples évocateurs.

5.15. Comme on a pu nettement l'établir, même des concentrations de 1 mg/l d'hydrocarbures dispersés dans l'eau de mer ou de 1 ug/l de constituants pétroliers hydrosolubles peuvent léser des organismes sensibles. Par exemple, il s'est avéré que ces concentrations ne permettent pas le développement de larves saines à partir des oeufs de poisson. De même, des quantités en traces de constituants pétroliers retentissent sur le comportement sexuel des animaux marins et peuvent avoir des incidences sur l'orientation chimique des organismes marins. Le frai des saumons, par exemple, évite des concentrations d'hydrocarbures aussi faibles que 1,6 mg/l qui doivent fréquemment se produire dans une embouchure de cours d'eau et perturberaient son mode de migration. L'exposition à des hydrocarbures à faible point d'ébullition, à raison de 12 mg/l, réduit de moitié le taux auquel les moules peuvent assimiler la nourriture; cet effet est renforcé par de faibles salinités ou des températures élevées au point que les bivalves résidant dans des estuaires ou des baies où ces conditions prévalent peuvent ne pas être capables de se nourrir au printemps. Des effets synergiques, notamment entre les hydrocarbures aromatiques et les métaux en trace, se manifestent également dans les milieux naturels.

5.16. Evidemment, certains organismes tolèrent mieux que d'autres la pollution chronique. Des effets sublétaux peuvent éliminer précocément des groupes particuliers, et les groupes qui survivent sont alors susceptibles de profiter du supplément d'espace et de nourriture dont ils disposent, si bien qu'on n'enregistrera pas une réduction de la biomasse globale mais de la variété des espèces. Si les organismes qui sont éliminés jouent un rôle écologique déterminant, la nature de la communauté peut en être fortement modifiée. On a pu vérifier ce phénomène sur des rivages parcourus par des effluents de raffinerie (Crapp, 1971).

5.17. Ces perturbations des écosystèmes peuvent entraîner des effets imprévus sur les populations de poissons et d'oiseaux, du simple fait de la limitation de leur nourriture.

5.18. En considérant l'importance des apports polluants chroniques dans certaines zones côtières de la Méditerranée où sont déversés de nombreux effluents sans qu'ils aient été soumis à un traitement ou à une réglementation coercitive, on peut s'attendre à des effets chroniques, bien qu'on possède peu ou pratiquement pas de données à ce sujet.

6. EVALUATION DE LA BASE DE DONNEES ET ETAT DES CONNAISSANCES

6.1. L'examen de la base de données disponible sur les niveaux d'hydrocarbures en mer Méditerranée montre que la plupart des données proviennent des zones côtières ou proches du rivage, alors que l'on manque de données sur la haute mer. La plupart des données ne sont pas comparables dans la mesure où elles n'ont pas été obtenues par des méthodes inter-étalonnées. On dispose de fort peu de renseignements sur les effets biologiques de la pollution par les hydrocarbures de pétrole en mer Méditerranée. On ne peut, sur la base des données existantes, procéder avec une marge de confiance raisonnable à une évaluation scientifique fiable de l'état de pollution et des effets biologiques qui lui sont éventuellement associés.

6.2. Afin d'améliorer l'évaluation de la pollution, il incombe d'avoir des données couvrant les diverses parties de la mer Méditerranée et qui auront été obtenues grâce à des méthodes de référence ayant préalablement fait l'objet d'un inter-étalonnage. On pourra y parvenir en réalisant une ou plusieurs études de base qui permettront de couvrir la plus grande partie possible de la mer Méditerranée.

6.3. Il incombe également de mener des investigations des écosystèmes, de la faune et de la flore côtières sur les bordures littorales exposées aux hydrocarbures afin de déterminer leur vulnérabilité respective aux déversements accidentels d'hydrocarbures; ces renseignements pourraient fournir une base pour définir les priorités dans la lutte contre les déversements accidentels et pour aider à choisir des méthodes de protection et de nettoyage dans les zones exposées aux hydrocarbures.

6.4. Il incombe de réaliser des études sur les effets biologiques éventuels de la pollution chronique par les hydrocarbures de pétrole.

6.5. Enfin, il incombe de poursuivre les études sur le sort des hydrocarbures de pétrole dans le milieu marin de la Méditerranée.

7. REFERENCES

- Aboul-Dahab, O. and Halim, Y., (1980a). - Oil pollution of the marine environment in the area of Alexandria. Ves Jour. Etud. Poll. CIESM,, Cagliari, pp. 201-208.
- Aboul-Dahab, O. and Halim, Y., (1980b). - Relationship between dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons and floating tar in Alexandria coastal water. Ves Jour. Etud. Poll., CIESM, Cagliari, pp. 209-214
- Ahel, M. and Picer, M., (1978). - Monitoring of dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons in Rijeka Bay. IVes Jour. Etud. Poll., CIESM, Antalya.
- Ahel, M., (1984). - Petroleum hydrocarbon pollution in the Rijeka bay determined by fluorescence spectroscopy and gas chromatography. VIIes Jour. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Albaiges, J., Algaba, J., Bayona, J.M. and Grimalt, J., (1982). New perspective in the evaluation of anthropogenic inputs of hydrocarbons in the western Mediterranean coast. Vies Jour. Etud. Poll., CIESM, Cannes.
- Albaiges, J. and Frei, R.W. (1982) - Chemistry and analysis of environmental hydrocarbons. Proceedings of a Workshop. Gordon and Breach, London, 314 pp
- Albaiges, J., Farran, A., Martin P. and Soler, M., (1984). - Petroleum and chlorinated hydrocarbons in biota samples from Western Mediterranean. II fish samples. VIIes Jour. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Albaiges, J., Grimalt, J., Bayona, J.M., Risebrough, R., de Lappe, B. and Walker II, W. (1984). - Dissolved, particulate and sedimentary hydrocarbons in a deltaic environment. Organic Geochem., 6, 236-248.
- Albaiges, J., Aubert, M. and Aubert, J. (1985). - The footprint of life and of man. In Western Mediterranean (Ed. R. Margalef), pp. 317-351. Pergamon Press. Oxford.
- Atlas, R.M. and Bartha, R. (1972). - Biodegradation of petroleum in sea water at low temperatures. Can. J. Microbiol., 18, 1851-1855.
- Baker, J.M., (1983). - Impact of oil pollution on living resources. The Environmentalist 3, Suppl. No. 4.

- Ballester, A., Sanchez-Pardo, J., Garcia-Regueira, J.A., Modamia, X. and Julia, A., (1982) -Heavy metals, aliphatic hydrocarbons and organo-chlorinated pesticides in mussels from a pillar of the drilling platform "Amposta". The Ebro river delta. Thalassia, Jugoslavia 18 (1-4).
- Barbier, M., Joly, D., Saliat, A. and Tourres, D., (1973). - Hydrocarbons from sea-water. Deep Sea res., 20, 305-314.
- Bayona, J.M., Albaiges, J., Solanas, A.M., Parès, R., Garrigues, P. and Ewald, M. (1986). - Selective aerobic degradation of methyl-substituted polyaromatic hydrocarbons in petroleum by pure microbial cultures. Int. J. Env. Anal. Chem., 23, 289-304.
- Blumer, M., Ehrhardt, M. and Jones, J.H. (1973). - The environmental fate of stranded crude oil. Deep-Sea Res., 20, 239-259
- Burns, K.A. and Villeneuve, J.P. (1983). Biogeochemical processes affecting the distribution and vertical transport of hydrocarbon residues in the coastal Mediterranean. Geochim. Cosmochim. Acta, 47, 995-1006.
- Burns, K.A., Villeneuve, J.P. and Fowler, S.W. (1985). - Fluxes and residence times of hydrocarbons in the coastal Mediterranean : How important are the biota ?. Est. Coastal Shelf Science, 20, 313-330.
- Butler, J.N. (1975). Evaporative weathering of petroleum residues, the age of pelagic tar. Mar. Chem., 3, 9-21.
- Button, D.K. (1986). - The influence of clay and bacteria on the concentration of dissolved hydrocarbons in saline solution. Geochim. Cosmochim. Acta, 40, 435-440.
- Clark, R.C. and Brown, D.W. (1977). - Petroleum properties and analyses in biotic and abiotic systems. In Effects of Petroleum on Arctic and Subarctic Marine Environments and Organisms. (Ed. D.C. Malins), pp. 1-90, Academic Press, New York.
- CNEXO, (1983). - Pollution du Littoral Français par les Macrodechets. Vol. II Analyses chimiques de résidues pétroliers.
- CONCAWE, (1977). - Emissions and Effluents from European Refineries. CONCAWE

- Crapp, G.B. (1971) - Marine pollution and sea life (Ed. M. Ruivo)
pp. 187-203. FAO/Fishing New Books, London.
- Cousteau, J-Y. (1978). - Rapport préliminaire de l'expédition CIESM.
IV Journées Etud. Poll., CIESM, Antalya, pp. 21-31.
- De Armas, J.D. - Pelagic tar in the Western Mediterranean 1981-82.
VIIes Jour. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Demetropoulos, A. (1985). Long Term Programme for Pollution Monitoring and
Research in the Mediterranean Sea. MED POL Phase II. 2nd. Ann. Rep.
- Eganhouse, R.P. and Kaplan, I.R. (1981). - Extractable organic matter in
urban stormwater runoff. Environ. Sci.Technol., 15, 310-315.
- El Samra, M.I., El-Deeb, K.Z. and Halim, Y., (1982). - Transport of pollutants
along the Suez Canal and its effects on the southeast Mediterranean.
Vies Jour. Etud. Poll., CIESM, Cannes.
- El-Hehyawi, M.L., (1978). - New data on the distribution of pollutants and
their effect on some hyponeustron constituents in the SE Mediterranean.
IVes Jour. Etud. Poll., CIESM, Antalya.
- Fallah, M.H. and Stark, M.R. (1976). Random model of evaporation of oil at
sea. The Science of Tot. Env., 5, 95-109.
- Farrington, J.W., Albaiges, J., Burns, K.A., Dunn, B.P., Eaton, P., Laseter, J.C.,
Parker, P.C. and Wise, S., (1980). - Fossile Fuels. In : National
Academy of Sciences, The International Mussel Watch, Washington, D.C.,
pp. 7-77.
- Faraco, F. et Ros, J., (1978). - Pollution par les hydrocarbures des eaux
superficielles de la Méditerranée Occidentale. 2: Hydrocarbures dissous.
IVes Jour. Etud. Poll., CIESM, Antalya.
- Gabrielides, G.P., Verykokakis, E. and Hadjigeorgiou, E., (1984). - Estimates
of Oil Concentrations in Aegean Waters. Mar. Poll. Bull., 15/6: 231-233.
- Garcia-Regueiro, J.A., Rovira, J. y Sanchez-Pardo, J., (1983). Micro-
contaminantes organicos en sedimentos de la plataforma continental
mediterranea espanola. In: Estudio Oceanografico de la Plataforma
Continental, (Ed. J. Castellvi, Cadiz), pp. 305-332.

- Gerges, M.A., (1976). - Preliminary results of a numerical model of circulation using the density field in the Eastern Mediterranean. Acta Adriatic, 18(10): 163-67.
- Gerges, M.A., (1977). - A numerical investigation of the circulation in the Mediterranean Sea. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 24(2): 25-30.
- Gerges, M.A. and Durgham, A., (1982). - Distribution and transport of oil pollutants along the Libyan Coast in relation to the physical factors and processes. Vies Jour. Etud. Poll., CIESM, Cannes.
- Golik, A., (1982). - The distribution and behaviour of tar belts along the Israeli coast. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 15/267-276.
- Golik, A., (1985). - Accumulation of tar balls on the beach. Israel Oceanogr. Limnol. Res. 3/85, pp. 10
- Golik, A., (1986). - Tar pollution in the Mediterranean Sea, IOC/UNEP - in press
- Grimalt, J., Bayona, J.M. and Albaiges, J. (1984). - Chemical markers for the characterization of pollutant inputs in the coastal zones. VII Journées Etud. Pollut., CIESM, Lucerne.
- Gschwend, P.M., Zafiriou, O.C., Mantoura, R.F.C., Schwarzenbach, R.P. and Gagosian, R.B. (1982). - Volatile organic compounds at a coastal site. 1. Seasonal variations. Envir. Sci. Technol. 16, 31-38.
- Henry, P.M. (1977). - The Mediterranean : A threatened microcosm. Ambio, 6, 300-307
- Ho, R., Marty, J.C. and Saliot, A. (1982). - Hydrocarbons in the Western Mediterranean Sea, 1981. Internat. J. Environ. Anal. Chem. 12, 81-98.
- Ho, R., Marty, J.C. and Saliot, A. (1982). - Les hydrocarbures à l'interface air-mer en Méditerranée Occidentale. VI Journées Etud. Poll. CIESM, Cannes, pp. 39-45.
- Hopkins, T.S., (1983b). - Physics of the Sea. In: Western Mediterranean, R. Margalef (Ed.), Chap. IV, Pergamon Press, Oxford.
- Hopkins, T.S., (1983a). - A discussion of the Ionian and Levantine Seas. Proceedings of a NATO Workshop on Atmospheric and Oceanic Circulation in the Mediterranean Basin, Santa Teresa, Italy, September, 1983.
- Horn, M.H., Teal, J.M. and Backus, R.H. (1970). - Petroleum lumps on the surface of the sea. Science, 168, 245-246.

- IOC, (1981). - Global oil pollution. The IGOSS Pilot Project on Marine Pollution (Petroleum) Monitoring. (Levy, E.M., Ehrhardt, M., Kohnke, D., Sobtchenko, E., Suzuoki, T., Tokuhiko, A.) Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris.
- IOC (1984). - A framework for the implementation of the Comprehensive Plan for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment IOC. Techn. Ser. 25 - UNESCO.
- IMCO, (1981). - Petroleum in the marine environment. Inputs of petroleum hydrocarbon in the ocean due to marine transportation activities. Intergovernmental Maritime Consultative Organization.
- IMCO/FAO/UNESCO/WHO/WMO/IAEA/UN (1977), Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Impact of Oil on the Marine Environment. Rep. Stud., 6, 250 pp.
- Jeffery, P.G., (1974). - Marine Pollution from ships : Sources, effects and preventive measures. In: Proceedings of the Interparliamentary Conference of Coastal States on the Control of Pollution in the Mediterranean Sea (Camera dei Deputati, Rome), p.5.
- Lacombe, H. and Tchernia, P., (1960). - Quelques traits généraux de l'hydrologie Méditerranéennes. Cahiers Océanogr., 12(8): 527-547.
- Lacombe, H and Tchernia, P., (1972). - Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. In: the Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory, D.J. Stanley (Ed.), Dowden, Hutchison and Ross, Inc. 765 pp.
- Laubier, L., (1980). - The Amoco Cadiz oil spill: An ecological impact study. Ambio, in press.
- Le Lourd, P., (1977). - Oil Pollution in the Mediterranean Sea. Ambio VI: 317-321.
- Linden, O., Elmgren, R. and Boehm, P., (1979). - the Tsesis oil spill. Its impact on the coastal ecosystem of the Baltic Sea. Ambio VIII; 244-253.
- Longé, J.P. (1980). - Installations de réception de mélanges d'hydrocarbures en Méditerranée. Progr. Wat. Techn. 12, 455-462.
- MFRC, Tripoli, (1981). - Dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons in Libyan coastal waters. Bulletin Marine Research Centre, No. 1

- Mimicos, N., (1980). - Pollution by petroleum hydrocarbons along several Greek Island coasts and harbours. Ves Jour. Etud. Poll., CIESM, Cagliari, 489-492.
- Mimicos, N., Stavrianoudakis, E. and Scoulios, M., (1984). - Petroleum aromatic hydrocarbons in the Patraikos Gulf and the estuary of Acheloos river, Greece. VIIes Jour. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Mille, G., Chen, Y.Y. and Dou, H., (1982). - Polycyclic aromatic hydrocarbons in Mediterranean coastal sediments. Intern. J. Environ. Anal. Chem., 11, 295-304.
- Monaghan, P.H., Brandon, D.E., Borne, R.A., Searl, T.D. and Elliott, J.J., (1974). - Measurement and interpretation of non-volatile hydrocarbons in the ocean. Part 1: Measurements in Atlantic, Mediterranean, Gulf of Mexico and Persian Gulf. Prepared by Exxon Research and Engineering Company and Exxon Production Research Company for US Department of Commerce, Maritime Administration, Washington D.C., AID IDJB 74 EPR 4EX.
- Morris, B.F., Butler, J.N. and Zsolnay, A. (1975). - Pelagic tar in the Mediterranean Sea. Environ. Conservat., 2, 275-281.
- NAS, (1975). - Pollution in the Mediterranean. IPRA-UNEP Seminar, Athens.
- NAS (1975). - Petroleum in the Marine Environment. Wash. D.C. 107 pp.
- Nelson-Smith, A (1975) - Effects of long-term, low level exposure to oil. In Petroleum and the Continental Shelf NW Europe (Ed. H.A. Cole), pp. 105-111, Applied Sc.
- Nielsen, J.N., (1912). - Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters. Report of the Danish Oceanographical Expedition, 1880-1910., Copenhagen.
- Ovchinnikov, I.M., (1966). - Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean. Oceanology, 6, 48-59.
- Risebrough, R.W., De Lappe, B.W., Walker, W., Simoneit, B.R., Grimalt, G. Albaiges, J., Garcia, J., Ballester, A. and Marino, M., (1983). - Applications of the Mussel Watch Concept in Studies of the Distribution of Hydrocarbons in the Coastal Zone of the Ebro Delta. Mar. Pollut. Bull., 14/181-187.
- Ros, J. et Faraco, F., (1978). - Pollution par les hydrocarbures des eaux superficielles de la Méditerranée Occidentale. 2: Hydrocarbures dissous. IVes Jour. Etud. Poll. CIESM, Antalaya.

- Rouit, C., (1975). - Pollution in the Mediterranean. IPRA-UNEP Seminar, Athens.
- Sakarya, M., Salihoglu, I. and Saydam, C., (1984). - Distribution of dissolved and dispersed polyaromatic hydrocarbons (PAHs) along the Turkish coast. VIIes Journ. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Sanchez-Pardo, J. and Rovira, J. (1985). - Hidrocarburos alifaticos, DDTs y PcBs, en sedimentos marinos de la zona catalano-balear (Mediterraneo Occidental). Inv. Pesq., 49, 521-536.
- Sanders, H.L., (1978). - Florida oil spill impact on the Buzzards Bay benthic fauna: West Falmouth. J. Fish. Res. Board. Can., 35/717-730.
- Saydam, C., Salinoglu, I., Sakarya, M. and Yilmaz, A., (1984). - Suspended sediment, plastic, pelagic tar and other litter in the northeastern Mediterranean. VIIes Jour. Etud. Poll., CIESM, Lucerne.
- Sicro, M.A., Hô, R., Marty, J.C., Scribe, P. and Saliot, A., (1984). Non-volatile hydrocarbons at the sea-air interface in the Western Mediterranean Sea in 1983. VIIes Jour. Etud. Poll. CIESM, Lucerne.
- Sleeter, T.D. and Butler, J.N. (1982). - Petroleum hydrocarbons in zooplankton fecal pellets from the Sargasso Sea. Mar. Poll. Bull., 13, 54-56.
- Smith, J.E., (1968). - Torrey Canyon pollution and marine life. Cambridge University Press, London, 196 p.
- Smith, J.W., (1975). - Oil spills from tankers. In: Proceedings of the Conference on Marine Ecology and Oil Pollution (IP and FSC, Avimore, Scotland).
- Solanas, A.M., Parès, R., Marfil, C. and Albaiges, J.(1982). - A comparative study of chemical and microbiological monitoring of pollutant hydrocarbons in urban aquatic environments. Internat. J. Env. Anal. Chem., 12, 141-151.
- Southward, A.J. and Southward, E.C., (1976). - Recolonization of rocky shores in Cornwall after use of toxic dispersants to clean up the Torrey Canyon spill. J. Fish Res. Board Can., 35/682-706.

- Sunay, M., Balkas, T.I., Gaines, A.F. and Abbot, J., (1982). - Distribution and source identification of petroleum pollutants, particularly PAH, in the northeastern Mediterranean. *Vies Journ. Etud. Poll.*, CIESM, Cannes.
- Talbot, J.W., (1972). - The influence of tides, waves and other factors on diffusion rates in marine and coastal situations. In: *Marine pollution and sea life*, edited by M. Ruivo. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd., P 122-30.
- Thomas, M.L.H., (1978). - Comparison of oiled and unoiled intertidal communities in the Chedabucto Bay. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 35/707-716.
- Topcu, N. and Muezzinoglu, A., (1984). - Dokuz Eylul Universitesi Report. Izmir 1984 (in Turkish).
- UNEP, (1977). - Preliminary report on the state of pollution of the Mediterranean Sea. UNEP/IG.11/INF.4
- UNEP, (1980). - Summary Reports on the Scientific Results of MED POL I. UNEP/IG.18/INF.3.
- UNEP, (1984). - UNEP/ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA : Pollutants from land-based sources in the Mediterranean. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 32.
- UNESCO, (1982). - The Determination of Petroleum Hydrocarbons in Sediments. IOC Manuals and Guides, No. 11.
- UNESCO, (1984). - Manual for Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbons in Marine Waters and on Beaches. IOC Manuals and Guides, No. 13.
- Univ. Rhode Island, (1978). - Proceedings of the Symposium "In the Wake of the Argo Merchant". Center for Ocean Management Studies, University of Rhode, Island.
- US National Academy of Science, (1985). - Oil in the sea, inputs, fates and effects. Nat. Acad. Press. Washington D.C. 1985.
- Valiron, F. (1980). - La pollution en Méditerranée. Situation actuelle, causes et remèdes. *Progr. Wat. Techn.*, 12, 427-440.

- Wahby, S.D., (1978). - Pollution by petroleum hydrocarbons along Alexandria coast. Ives Journ. Etud. Poll., CIESM, Antalya.
- Wahby, S.D. and El-Deeb, K.Z., (1980). - A study of the state of pollution by petroleum hydrocarbons along the Alexandria coast. Ves Jour. Etud. Poll., CIESM, Cagliari, pp. 257-262.
- Weidemann, H. and Sendner, H., (1972). - Dilution and dispersion of pollutant by physical processes. In: Marine pollution and sea life, edited by M. Ruivo. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd., p. 115-21. 1.2.
- Wüst, G., (1961). - On the vertical circulation of the Mediterranean Sea. J. Geophys. Res., 66(10): 3261-3271.
- Zsolnay, A. (1979). - Hydrocarbons in the Mediterranean Sea. Mar. Chem., 7, 343-352.

PARTIE B*

DISPOSITIONS JURIDIQUES, ADMINISTRATIVES ET TECHNIQUES POUR LA PROTECTION
DE LA MER MEDITERRANEE CONTRE LA POLLUTION PAR LES HYDROCARBURES

INTRODUCTION

Le présent rapport a été établi à la requête de l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée et s'intègre dans une série de documents préparés afin d'évaluer la pollution de la mer Méditerranée par les principales substances faisant l'objet d'une surveillance dans le cadre du programme MED POL - PHASE II. On y passe en revue la situation actuelle en ce qui concerne l'évaluation de la pollution due aux hydrocarbures et la lutte contre celle-ci, en centrant l'attention sur la pollution provenant des opérations effectuées à bord des navires et sur les rejets de matières qui en résultent. On y évalue également le travail accompli par le Centre régional de lutte contre la pollution par les hydrocarbures, à Malte, et on formule certaines recommandations dont on espère qu'elles contribueront à instaurer une mer Méditerranée exempte de pollution.

La pollution de la mer par les hydrocarbures de pétrole ne provient pas uniquement des opérations maritimes; seul un peu plus du tiers des hydrocarbures atteignant la mer émane en fait des opérations maritimes.

Le tableau 1 de la partie A, page 9, indique les quantités estimées d'hydrocarbures de pétrole pénétrant dans les océans. Le rapport de la National Academy of Sciences intitulé "Petroleum in the Marine Environment" (1975) a fourni une estimation de l'apport total égale à 6,1 millions de tonnes par an. On estime ainsi que la quantité totale d'hydrocarbures pénétrant dans les océans a chuté de 45% au cours de la décennie 1975-1985 et que la quantité d'hydrocarbures due au transport maritime a enregistré une baisse 33%.

Ces chiffres ont été publiés avant que n'entre en vigueur la Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, modifiée par le Protocole y relatif de 1978 (MARPOL 73/78); la mise en application de cette Convention permettra d'obtenir une diminution constante de la quantité des hydrocarbures introduits dans la mer par suite des opérations des pétroliers. Il est probable qu'à la fin 1983 la quantité totale d'hydrocarbures atteignant les océans a déjà dû tomber à moins d'un million de tonnes.

On estime qu'environ 35% des navires affectés au transport des hydrocarbures chargent, déchargent ou font route dans la zone de la mer Méditerranée. En retenant cette estimation, et en tenant compte du chiffre révisé de 1,44 million de tonnes de la National Academy of Sciences indiqué au tableau 1 de la partie A, page 9, comme montant total des hydrocarbures introduits dans les océans à partir des navires, il semble plausible d'admettre un chiffre d'un demi-million de tonnes pour la quantité pénétrant en mer Méditerranée à partir de cette même source. Toutefois, grâce à l'entrée en vigueur de la Convention MARPOL 78/78, assortie de la mise en place d'installations de réception suffisantes, on devrait assister à une baisse spectaculaire de ce chiffre.

* Remarque: Cette partie du présent document a été établie en 1983-1985 par un consultant de l'OMI, et à ce titre elle ne reflète pas nécessairement les vues du secrétariat. Elle n'a depuis fait l'objet que d'une mise à jour partielle.

D'autres sources réductibles de pollution de la mer comprennent les sources d'origine tellurique, la production de pétrole au large, et les opérations d'immersion effectuées dans les océans. S'agissant plus précisément de la mer Méditerranée, la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (1976) prévoit la réduction de la pollution due aux navires conformément aux normes admises sur le plan international, et deux de ses protocoles y relatifs traitent des opérations d'immersion effectuées en mer par les navires et aéronefs ainsi que de la pollution d'origine tellurique.

Certains des Etats riverains de la Méditerranée sont également membres de la Communauté économique européenne ou sont parties à des traités internationaux tels que la Convention de Paris. Les réglementations anti-pollution et les normes qui découlent de ces engagements sont mentionnées à la section suivante.

1. STATUT JURIDIQUE DE LA ZONE DE LA MER MEDITERRANEE

Conventions internationales en vigueur dans la zone de la mer Méditerranée

1.1. Le tableau 1 présente la situation des Etats méditerranéens (à l'exception de l'Albanie, non signataire de la Convention de Barcelone) à l'égard des conventions internationales relatives à la pollution de la mer par les hydrocarbures.

1.2. Il ressort du tableau que la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (ou "Convention de Barcelone", 1976) est entrée en vigueur pour l'ensemble de ses 17 Parties contractantes. En vertu de l'article 6, ces Parties ont donc l'obligation de:

"... prendre toutes mesures conformes au droit international pour prévenir, réduire et combattre la pollution de la zone de la mer Méditerranée causée par les rejets des navires et pour assurer la mise en oeuvre effective, dans cette zone, des règles généralement admises sur le plan international relatives à la lutte contre ce type de pollution".

Convention OILPOL de 1954, avec ses amendements de 1969

1.3. Tous les Etats pour lesquels la Convention de Barcelone est entrée en vigueur, à l'exception de la Turquie, sont parties à la Convention internationale pour la prévention de la pollution de la mer par les hydrocarbures (Convention OILPOL de 1954, amendée en 1962 et 1969).

1.4. Des dispositions relatives de ces derniers amendements interdisent le rejet en mer par les pétroliers d'hydrocarbures ou de mélanges d'hydrocarbures à moins de cinquante milles marins de la terre la plus proche. Au delà de cette limite de 50 milles marins, ces rejets doivent se limiter à un taux instantané de 60 litres de résidus d'hydrocarbures par mille marin alors que les navires font route, et ne pas dépasser une quantité totale déversée en mer représentant le quinze millièmes de la cargaison dont les résidus faisaient partie.

1.5. En raison de la configuration géographique de la zone de la mer Méditerranée, les amendements ont, de manière effective, interdit les rejets d'hydrocarbures ou de mélanges d'hydrocarbures dans la zone de la mer Méditerranée, à l'exception de deux zones réduites (l'une en Méditerranée orientale, l'autre à l'ouest de Malte) où les déversements sont autorisés à raison de 60 litres par mille marin.

Tableau 1. Date d'entrée en vigueur de Conventions relatives à la pollution de la mer

	Convention de Barcelone 1976	Convention MARPOL 73/78	Convention OILPOL 54/69*	Convention de Londres sur les immersions 1972	Convention sur la responsabilité civile 1969	Convention sur le Fonds d'indemnisation 1971	Convention sur l'inter-vention 1969	Protocole sur l'inter-vention 1973
DATE D'ENTREE EN VIGUEUR	12 fév. 1978	2 oct. 1983	20 jan. 1978*	30 août 1975	19 juin 1975	16 oct. 1978	6 mai 1975	30 mars 1983
<u>PAYS</u>								
Algerie	17 mars 1981		20 avr. 1964		19 juin 1975	16 oct. 1978		
Chypre	19 dec. 1979		10 sep. 1980					
Egypte	23 sep. 1978		22 juil. 1963					
Espagne	12 fév. 1978	6 oct. 1984	22 avr. 1964	30 août 1975	7 mars 1976	6 jan. 1982	6 mai 1975	
France	10 avr. 1978	2 oct. 1983	26 juil. 1958	5 mars 1977	19 juin 1975	16 oct. 1978	6 mai 1975	31 mars 1986
Grèce	2 fév. 1979	2 oct. 1983	28 juin 1967	9 sep. 1981	27 sep. 1976	16 mars 1987		
Israel	2 avr. 1978	2 oct. 1983	11 fév. 1966					
Italie	5 mar. 1979	2 oct. 1983	25 août 1984	30 mai 1984	28 mai 1979	28 mai 1979	28 mai 1979	30 mars 1983
Liban	12 fév. 1978	2 oct. 1983	31 août 1967		19 juin 1975		3 sep. 1975	
Libye	3 mar. 1979		18 mai 1972	22 déc. 1976				
Malte	12 fév. 1978		10 avr. 1975					
Naroc	14 fév. 1980		29 mai 1968	20 mar. 1977	19 juin 1975		6 mai 1975	
Monaco	12 fév. 1978		25 juin 1970	15 juin 1977	19 nov. 1975	21 nov. 1979	6 mai 1975	
Syrie	25 jan. 1979		24 mars 1969		19 juin 1975	16 oct. 1978	6 mai 1975	
Tunisie	12 fév. 1978	2 oct. 1983	11 sep. 1973	13 mai 1976	2 août 1976	16 oct. 1978	2 août 1976	30 mars 1983
Turquie	6 mai 1981							
Yugoslavie	12 fév. 1978	2 oct. 1983	11 juin 1974	25 juil. 1976	16 sep. 1976	16 oct. 1978	3 mai 1976	30 mars 1983

* Date d'entrée en vigueur des amendements de 1969.

1.6. La conformité à cette Convention est extrêmement difficile à surveiller et repose avant tout sur le déroulement correct des opérations effectuées par le navire et sur l'inspection à bord, par les autorités maritimes, du registre des hydrocarbures, puisqu'il est pratiquement impossible d'obtenir un échantillon représentatif du rejet émis par le navire.

1.7. Etant donné qu'une partie importante des hydrocarbures produits dans la zone de la mer Méditerranée est déchargée dans des ports de cette zone, il est difficile, avec les délais dont on dispose lors du voyage sur ballast, d'appliquer le procédé LOT ("Load-on-Top") conçu par les compagnies pétrolières et qui est nécessaire pour se conformer aux critères précités de 60 litres par mille marin et d'un quinze millième de la cargaison. Pour le navire qui appliquerait ce procédé, le coût du retard occasionné aboutirait à une hausse prohibitive du fret. En l'absence d'installations littorales de réception, les résidus sont, dans certains cas, déversés dans la mer, bien que la Convention OILPOL soit en vigueur pour les Etats riverains.

1.8. Néanmoins, il y a lieu d'observer qu'il s'agit pratiquement de la seule convention internationale sur la prévention de la pollution par les hydrocarbures à laquelle souscrivent, dans leur quasi totalité, les Etats méditerranéens.

Convention MARPOL (1973/1978)

1.9. La Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, modifiée par le Protocole y relatif de 1978 (MARPOL 73/78), est entrée en vigueur le 2 octobre 1983 et, à cette date, sept Etats de la zone y étaient parties - bien qu'un Etat (France) ait effectué l'importante déclaration suivante concernant les dispositions relatives à la zone spéciale de la Méditerranée:

"Dans la mesure où seule la zone de la Méditerranée est concernée, les dispositions de la Règle 10 (paragraphe 2) de l'annexe I de la Convention ne peuvent s'appliquer aux pétroliers effectuant des trajets en Méditerranée que si ces pétroliers se rendent dans un port doté des installations de réception prescrites par la Règle 12 de la Convention".

Pour un huitième Etat (Espagne), la Convention MARPOL 73/78 est entrée en vigueur le 6 octobre 1984.

1.10. Il convient de remarquer que la définition des termes "hydrocarbures" et "mélanges d'hydrocarbures" a été étendue par la Convention MARPOL 73/78 afin d'y inclure tous les hydrocarbures (à la fois "noirs" et "blancs"), alors que la Convention OILPOL ne traitait, dans ses amendements, que des produits pétroliers "noirs". Les hydrocarbures "blancs" étant des produits raffinés du pétrole brut, ils sont généralement plus volatils et donc moins persistants dans le milieu marin. Mais comme leur teneur en composés aromatiques est plus élevée, leur impact initial sur l'environnement peut être plus marqué.

1.11. La Convention MARPOL 73/78 énonce des critères de rejet pour tous les pétroliers d'une jauge brute égale ou supérieure à 150 tonneaux. Toutefois, les tableaux 3, 4 et 7 du présent rapport qui ont été établis à partir de données des compagnies pétrolières, ne concernent que les navires d'un port en lourd égal ou supérieur à 10.000 tonnes (soit d'une jauge brute de 6.000 tonneaux). Ils ne sont donc pas tout à fait complets; mais si l'on y faisait figurer les navires compris entre 150 tonneaux de jauge brute et 10.000 tonnes de port en lourd, il en résulterait une modification sensible de l'idée d'ensemble fournis par ces chiffres.

1.12. Il ressort du tableau 2 que les neuf Etats méditerranéens qui sont Parties contractantes à la Convention MARPOL 73/78 et à la Convention de Barcelone réunissent à eux tous sous leurs pavillons 449 pétroliers représentant 15,77% de la capacité de transport de la flotte mondiale.

1.13. Les huit autres Etats qui sont Parties contractantes à la Convention de Barcelone mais non à la Convention MARPOL 73/78 réunissent 99 pétroliers sous leurs pavillons, soit 2,86% de la flotte mondiale (tableau 3).

Définition de "zone spéciale"

1.14. En vertu de la règle 10 de l'Annexe I de MARPOL 73/78 (qui régleme la pollution par les hydrocarbures et les résidus d'hydrocarbures), la mer Méditerranée est déclarée une zone spéciale aux fins de cette Annexe. La règle 1 (10) de cette Annexe définit une zone spéciale en ces termes:

"...une zone maritime qui, pour des raisons techniques reconnues touchant sa situation géographique et écologique ainsi que le caractère particulier de son trafic, appelle l'adoption de méthodes obligatoires particulières pour prévenir la pollution des mers par les hydrocarbures. Au nombre des zones spéciales figurent celles énumérées à la règle 10 de la présente Annexe".

1.15. Aux termes de la règle 10, la mer Méditerranée est définie comme étant limitée à l'ouest, dans le détroit de Gibraltar, par le méridien 5°36'W, et la ligne de démarcation entre la mer Méditerranée et la mer Noire est définie comme étant le parallèle 41° N. La règle 10 (2) (a) de l'Annexe interdit tout rejet dans la mer d'hydrocarbures ou de mélanges d'hydrocarbures par tout pétrolier ou tout navire d'une jauge brute égale ou supérieure à 400 tonneaux s'il se trouve dans une zone spéciale.

1.16. Toutefois, la règle 10 (4) autorise le rejet de ballast propre ou séparé. Le ballast propre est défini comme devant provenir d'une citerne qui a été nettoyée en sorte que l'effluent qui en résulte ne laisse pas de traces visibles d'hydrocarbures à la surface de l'eau. La preuve que le ballast propre contenait moins de 15 ppm d'hydrocarbures constitue une justification valable si on décèle des traces visibles d'hydrocarbures. La règle (3) OMI pour la prévention de la pollution par les hydrocarbures (1986) stipule:

- (a) Les dispositions du paragraphe (2) de cette Règle ne s'appliquent pas au rejet de ballast propre ou séparé.
- (b) Les dispositions de l'alinéa (a) du paragraphe 2 de la présente Règle ne s'appliquent pas au rejet d'eau de cale traitées provenant de la tranche des machines, à condition que soient remplies toutes les conditions suivantes:
 - i) l'eau de cale ne provient des cales de la chambre des pompes à cargaison;
 - ii) l'eau de cale n'est pas mélangée avec des résidus de cargaison d'hydrocarbures;
 - iii) le navire fait route;
 - iv) la teneur de l'effluent en hydrocarbures sans dilution est inférieure à 100 parts par million;
 - v) le navire utilise un appareil de filtrage des hydrocarbures qui est en état de marche et répond à la Règle 16 (7) de la présente annexe; et
 - vi) le système de filtrage est muni d'un dispositif d'arrêt qui garantit que le rejet s'arrête automatiquement si la teneur en hydrocarbures de l'effluent dépasse 15 parts par million.

Tableau 2. Etats pour lesquels la Convention MARPOL 73/78 est entrée en vigueur, avec le nombre de pétroliers d'un port en lourd supérieur à 10.000 tonnes et le pourcentage de la flotte mondiale correspondant (en capacité de transport) au 31.12.1983

Etat	Nombre de pétroliers d'un port en lourd supérieur à 10.000 t	Pourcentage de la flotte mondiale au 31.12.1983
ETATS PARTIES A LA CONVENTION DE BARCELONE		
Egypte	5	0.05
Espagne*	55	2.34
France	58	3.67
Grèce	254	7.46
Israël	-	-
Italie	76	2.18
Liban	1	-
Tunisie	-	-
Yougoslavie	5	0.12
Sous-total pour ces Etats	454	15.82
AUTRES ETATS		
République démocratique allemande	2	0.03
République fédérale d'Allemagne	26	1.24
Bahamas	21	1.24
Belgique	9	0.18
Chine	50	0.55
Colombie	1	0.01
Danemark	48	1.60
Finlande	31	0.78
Gabon	1	0.05
Hollande et Antilles néerlandaises	33	1.00
Japon	193	9.30
Libéria	598	26.98
Norvège	147	6.67
Oman	-	-
Pérou	7	0.09
République de Corée*	15	0.56
Royaume-Uni	175	5.39
Saint Vincent et Grenadines	-	-
Suède	24	0.94
Tchécoslovaquie*	-	-
URSS	199	2.21
Uruguay	2	0.06
U.S.A.	289	5.82
Sous-total pour ces Etats	1,871	64.70
TOTAL	2,325	80.52
Nombre de pétroliers d'un port en lourd supérieur à 10.000 tonnes	3,160	
% pour les navires des Etats	82.84	

* Entrée en vigueur : octobre 1984

Tableau 3. Etats Parties à la Convention de Barcelone qui n'ont pas ratifié la Convention MARPOL 73/78 avec le nombre de pétroliers d'un port en lourd supérieur à 10.000 tonnes et le pourcentage de la flotte mondiale correspondant (en capacité de transport) au 31.12.1983

Etat	Nombre de pétroliers d'un port en lourd supérieur à 10.000 t	Pourcentage de la flotte mondiale au 31.12.83
Algérie	11	0.38
Chypre	44	1.28
Libye	13	0.52
Malte	-	-
Maroc	7	0.08
Monaco	-	-
Syrie	-	-
Turquie	19	0.55
TOTAL	94	2.81

Obligations des Etats riverains méditerranéens parties à MARPOL 73/78

1.17. Aux termes de la règle 10(7) de l'Annexe I, chaque Etat contractant à MARPOL 73/78 riverain d'une zone spéciale s'engage à faire mettre en place dans tous les terminaux de chargement d'hydrocarbures et dans tous les ports de radoub relevant de sa juridiction des installations capables de recevoir et de traiter le ballast pollué et toutes les eaux de nettoyage des citernes des pétroliers. En outre, l'Etat devra fournir des installations pour la réception des autres résidus et mélanges d'hydrocarbures de tous les navires. En vertu de la règle 19(7)(iv), les Parties contractantes à MARPOL 73/78 sont tenues de notifier à l'OMI, pour transmission aux autres Parties, tous les cas où les installations requises sont insuffisantes.

Obligations des Etats riverains méditerranéens qui sont également membres de la Communauté économique européenne

1.18. Trois Etats (France, Italie et Grèce) qui sont parties à la Convention de Barcelone (1976) sont également membres de la Communauté économique européenne (CEE). La CEE est une partie contractante à un instrument d'approbation en date de mars 1978.

1.19. Certaines directives de la Commission des communautés européennes ont trait à la pollution de la mer par les hydrocarbures, et les Etats membres sont tenus de s'y conformer. Ainsi, trois Etats et la CEE qui sont parties à l'un et l'autre instruments, ont des responsabilités particulières en plus de celles qui incombent aux Etats parties à la Convention de Barcelone.

1.20. Trois de ces directives concernent la pollution de la zone de la mer Méditerranée, dont deux se rapportent au transport des hydrocarbures par mer, la troisième traitant de l'élimination des résidus d'hydrocarbures (notamment des huiles lubrifiantes usées) - directive 75/439.

Quant aux directives ayant trait à la pollution due aux navires, elles comprennent:

1. "Décision en date du 3 décembre 1981 instituant un système d'information communautaire pour combattre et réduire la pollution occasionnée par les hydrocarbures déversés en mer"; et
2. "Décision en date du 27 septembre 1983 sur l'établissement de plans d'urgence afin de combattre les déversements accidentels d'hydrocarbures en mer".

Position actuelle et action future

1.21. Etant donné que huit Etats parties à la Convention de Barcelone ne le sont pas à MARPOL 73/78 et que l'on a signalé des installations insuffisantes dans les ports de certains Etats contractants, on doit admettre que les ports de la Méditerranée, dans leur ensemble, ne répondent pas aux conditions prescrites par MARPOL 73/78 pour les installations de réception dans les zones spéciales.

1.22. Cependant, si l'on se réfère à la seconde partie du tableau 2, on constate que les nations représentant plus de 80% de la capacité de transport et 75% du nombre de pétroliers de la flotte mondiale sont parties à MARPOL 73/78; il s'ensuit donc que, tous ces Etats acceptant de considérer la Méditerranée comme une zone spéciale, les navires qui battent leur pavillon et qui ne se conforment pas, dans toute la mesure du possible, aux clauses de la Convention, sont alors en infraction au regard de leur législation nationale.

1.23. On peut par conséquent faire valoir que, étant donné que des Etats contrôlant une proportion aussi importante de la flotte mondiale de pétroliers acceptent les dispositions de MARPOL 73/78, les règles de l'Annexe correspondent bien aux "... règles généralement admises sur le plan international relatives à la lutte contre ce type de pollution" dont il est fait mention à l'article 6 de la Convention de Barcelone.

1.24. Ainsi, neuf des dix-sept Etats qui sont à la fois parties à la Convention de Barcelone de 1976 et à MARPOL 73/78 ont l'obligation légale, en vertu de ces deux instruments, de garantir l'application effective des dispositions de l'Annexe I de MARPOL 73/78 concernant la zone méditerranéenne qui est reconnue, aux fins de cette Annexe, comme une "zone spéciale". Il serait certainement plus bénéfique pour la région que les huit Etats restants ratifient à leur tour la Convention MARPOL 73/78, bien qu'il apparaisse, à l'évidence que ces Etats, même en ne la ratifiant pas, sont implicitement tenus (tout comme les Parties contractantes à MARPOL 73/78) d'appliquer les règles de l'Annexe I en vertu de l'article 6 de la Convention de Barcelone où il est stipulé:

"Les Parties contractantes prennent toutes mesures conformes au droit international pour prévenir, réduire et combattre la pollution de la zone de la mer Méditerranée causée par les rejets des navires et pour assurer la mise en oeuvre effective, dans cette zone, des règles généralement admises sur le plan international relatives à la lutte contre ce type de pollution."

1.25. Pour les Etats qui ne sont pas parties aux trois autres conventions relatives à la pollution par les hydrocarbures et qui sont mentionnées au tableau 1, l'adhésion à ces conventions ne pourrait être que bénéfique. La Convention internationale de 1969 sur l'intervention en haute mer en cas d'accidents entraînant une pollution par les hydrocarbures (Convention sur l'intervention) offre les moyens, à un Etat exposé à la pollution occasionnée par un navire, de prendre toute mesure nécessaire en dehors de ses eaux territoriales en vue de protéger ses côtes; quant à la Convention internationale sur la responsabilité civile pour les dommages dûs à la pollution par les hydrocarbures (CLC 1969), tout comme la Convention internationale portant création d'un fonds international d'indemnisation pour les dommages dûs à la pollution par les hydrocarbures (IOPC FUND 1971), elles fournissent des indemnités pour les dommages subis du fait de la pollution par les hydrocarbures provenant de navires ainsi que pour les frais entraînés par les opérations de nettoyage des côtes.

2. INSTALLATIONS DE RECEPTION

Prescriptions de la Convention MARPOL 73/78

2.1. On a fait mention, à la section précédente, de l'obligation énoncée par les Parties contractantes à MARPOL 73/78 de fournir des installations de réception. La règle 19(7) de l'Annexe I traite de ces installations dans les zones spéciales, et il est précisé dans la section se rapportant à la zone de la mer Méditerranée:

"Les gouvernements des Parties à la Convention riverains d'une quelconque zone spéciale s'engagent à faire mettre en place le 1er janvier 1977 au plus tard, dans tous les terminaux de chargement d'hydrocarbures et dans tous les ports de réparation de la zone spéciale, des installations capables de recevoir et de traiter le ballast pollué et toutes les eaux de nettoyage des citernes des pétroliers. En outre, tous les ports de la zone spéciale sont munis d'installations suffisantes pour recevoir les autres résidus et mélanges d'hydrocarbures de tous les navires. La capacité de ces installations est suffisante pour satisfaire les besoins des navires qui les utilisent sans leur imposer de retards anormaux."

2.2. La règle 12 de la même Annexe définit de manière détaillée le type d'installations nécessaires:

Règle 12

INSTALLATIONS DE RECEPTION

1. Sous réserve des dispositions de la règle 10, les Gouvernements des Parties s'engagent à faire assurer la mise en place, dans les terminaux de chargement d'hydrocarbures, dans les ports de réparation et autres ports dans lesquels les navires ont à décharger des résidus d'hydrocarbures, d'installations capables de recevoir les résidus et les mélanges d'hydrocarbures que les pétroliers et les autres navires auraient encore à décharger et adaptées aux besoins des navires qui les utilisent, sans leur imposer de retards anormaux.

2. Les installations de réception visées au paragraphe 1 de la présente règle doivent être mises en place:

- a) dans tous les ports et terminaux utilisés pour le chargement de pétrole brut à bord de pétroliers, lorsque ces derniers ont effectué juste avant leur arrivée un voyage sur lest de 72 heures au plus ou de 1200 milles marins au plus;
- b) dans tous les ports ou terminaux où plus de 1000 tonnes d'hydrocarbures en vrac autres que du pétrole brut sont chargées en moyenne par jour;
- c) dans tous les ports ayant des chantiers de réparation de navires ou des installations de nettoyage des citernes;
- d) dans tous les ports et terminaux qui reçoivent des navires pourvus de citernes à résidus d'hydrocarbures (boues) prévues à la règle 17 de la présente Annexe;
- e) dans tous les ports, pour ce qui est des eaux de cale et autres résidus qui ne peuvent être rejetés conformément aux dispositions de la règle 9 de la présente Annexe; et
- f) dans tous les ports utilisés pour le chargement en vrac, pour ce qui est des résidus d'hydrocarbures provenant des transporteurs mixtes, qui ne peuvent être rejetés conformément aux dispositions de la règle 9 de la présente Annexe.

3. La capacité des installations de réception doit s'établir comme suit:

- a) Les terminaux utilisés pour le chargement de pétrole brut doivent avoir des installations de réception suffisantes pour recevoir les hydrocarbures et mélanges d'hydrocarbures que les pétroliers effectuant les voyages décrits au paragraphe 2, alinéa (a) de la présente règle ne peuvent rejeter conformément aux dispositions du paragraphe 1, alinéa (a) de la règle 9 de la présente Annexe.
- b) Les ports de chargement et terminaux visés au paragraphe 2, alinéa (b) de la présente règle doivent avoir des installations de réception suffisantes pour recevoir les hydrocarbures et mélanges d'hydrocarbures que les pétroliers chargeant des hydrocarbures en vrac autres que du pétrole brut ne peuvent rejeter conformément aux dispositions de la règle 9, paragraph 1, alinéa (a) de la présente Annexe.
- c) Tous les ports ayant des chantiers de réparation de navires ou des installations de nettoyage des citernes doivent avoir des installations de réception suffisantes pour recevoir tous les résidus et mélanges d'hydrocarbures restant à bord des navires qui entrent dans les dits chantiers ou installations.
- d) Les installations mises en place dans des ports ou terminaux en vertu du paragraphe 2, alinéa (d) de la présente règle doivent avoir une capacité suffisante pour recevoir tous les résidus conservés à bord, en vertu de la règle 17 de la présente Annexe, par les navires que l'on peut raisonnablement s'attendre à voir faire escale dans ces ports ou terminaux.

e) Toutes les installations mises en place dans les ports et terminaux en vertu des dispositions de la présente règle doivent avoir une capacité suffisante pour recevoir les eaux de cale contenant des hydrocarbures et autres résidus qui ne peuvent être rejetés conformément aux dispositions de la règle 9 de la présente Annexe.

f) Les installations mises en place dans les ports de chargement pour les cargaisons en vrac doivent tenir compte de façon appropriée des problèmes particuliers des transporteurs mixtes.

4. Les installations de réception prescrites aux paragraphes 2 et 3 de la présente règle doivent être en place un an au plus tard après l'entrée en vigueur de la présente Convention, ou au 1er janvier 1977 si cette date est postérieure.

5. Les Parties notifient à l'Organisation, pour transmission aux Parties intéressées, tous les cas où elles estiment insuffisantes les installations visées à la présente règle.

2.3. On fait notamment état, pour expliquer qu'un certain nombre d'Etats s'abstiennent de devenir parties à la Convention, des frais entraînés par la mise en place d'installations suffisantes de réception et de traitement, conformément aux prescriptions de MARPOL 73/78.

2.4. Toutefois, les Etats qui sont parties à la Convention MARPOL 73/78 attirent souvent l'attention sur la situation impossible dans laquelle se trouvent placés les navires battant leur pavillon quand ou leur ordonne de se rendre dans un port de chargement (souvent à bref délai) relevant d'un Etat qui n'est pas partie à MARPOL 73/78 ou ne possédant pas les installations de réception prescrites par cette Convention.

2.5. En pareil cas, si le port de chargement en question se trouve situé dans une zone spéciale, il peut s'avérer extrêmement difficile de se conformer aux dispositions de la règle 10(2)(b) qui interdisent le rejet dans la mer de mélanges d'hydrocarbures et stipulent que la totalité des boues et résidus d'hydrocarbures ainsi que toutes les eaux de ballast polluées et les eaux de nettoyage des citernes ne doivent être rejetées que dans des installations de réception. Face à une telle situation, le capitaine, propriétaire et /ou affréteur du navire sera confronté à un dilemme s'il veut se conformer aux dispositions de la Convention, et il pourra être tenté de rejeter ses résidus ou ses eaux de ballast polluées dans la mer.

Déficiences des installations de réception et de traitement dans la zone de la mer Méditerranée

2.6. Depuis que la Convention MARPOL 73/78 a été adoptée, il a été entrepris deux études importantes pour examiner la situation concernant les installations de réception dans la zone de la mer Méditerranée. La première étude a été réalisée par une équipe d'experts afin de répondre à une recommandation du Comité pour la protection du milieu marin de l'OMI, le PNUE y apportant son concours financier (Projet OMCI/PNUE FP/0503-78-01(1372)).

2.7. Cette équipe d'experts comprenait:

Capitaine G. Steinman, USCG (en retraite)
M.G.P. Guerin - Port Autonome de Marseille
M.J.P. Longe - " " " "
M.C.L. Monfort - " " " "

Ces experts ont établi un "Rapport sur une étude de faisabilité concernant les installations de réception pour certains ports d'une zone spéciale - méditerranéenne" - septembre 1979. La seconde étude a été réalisée par l'organisme italien SNAMP PROGETTI, dans le cadre d'un projet mixte Italie/CEE intitulé "Etude de faisabilité sur les installations de déballastage en mer Méditerranée" - février 1983.

2.8. Au tableau 4 figure un état récapitulatif des coûts d'exécution des recommandations formulées dans ces deux études; ces chiffres se fondent, dans l'un comme dans l'autre cas, sur des installations de traitement susceptibles de produire un effluent ne contenant pas plus de 10 ppm d'hydrocarbures.

2.9. Les différences de coût les plus importantes que l'on relève entre les deux rapports pour l'Italie et la Syrie sont dues à l'inclusion dans les chiffres de prévisions concernant des installations d'"infrastructure locale" dans le rapport Italie/CEE plutôt qu'à des extensions voisines d'installations existantes dans l'étude OMI/PNUE.

2.10. Les ordres de grandeur indiqués sur le tableau 4 peuvent, pour les Etats confrontés à des coûts aussi importants, avoir un effet dissuasif quant à la pleine mise en oeuvre des prescriptions de MARPOL 73/78.

2.11. Ces chiffres reflètent toutefois le coût des installations de réception tel qu'il a été évalué au moment de l'établissement des rapports et ils correspondent par conséquent à des conditions maximales sans tenir compte des progrès intervenus depuis et qui sont exposés aux paragraphes suivants. En outre, les visites effectuées par des experts de l'OMI à certains Etats lors de missions d'une nature plus générale et dans le cadre du projet OMI/PNUE RAB/79/015 - "Services consultatifs concernant les installations de réception portuaires dans la zone de la mer Méditerranée"-, ont conduit à formuler des suggestions qui permettraient d'obtenir des installations appropriées de réception à des coûts moindres que ceux indiqués sur le tableau. On peut en inférer que les dépenses entraînées par la mise en place d'installations adéquates de réception et de traitement pour répondre aux conditions actuelles ne doivent pas constituer un obstacle majeur à l'application des prescriptions de MARPOL 73/78.

Progrès susceptibles d'influer sur le volume des installations requises pour répondre aux prescriptions actuelles et futures

Pétroliers équipés de citernes à ballast séparé

2.12. Bien que la Convention MARPOL 73/78 ne soit pas entrée en vigueur avant octobre 1983, la quasi totalité des pétroliers d'un port en lourd égal ou supérieur à 70.000 tonnes commandés entre 1975 et 1979 ont été construits avec une capacité de citernes à ballast séparé, conformément à la règle 13 de l'Annexe I de MARPOL 73/78. Les pétroliers commandés depuis 1979, s'il s'agit de transporteurs de pétrole brut d'un port en lourd dépassant 20.000 tonnes ou de transporteurs de produits pétroliers d'un port en lourd dépassant 30.000 tonnes doivent être construits avec des citernes à ballast séparé, lesquelles doivent en outre être disposées de manière à garantir une exploitation en toute sécurité du navire.

Tableau 4. Estimations concernant le coût des installations
de réception et de traitement des hydrocarbures

Pays	Rapport Steinman	Rapport SNAM
	-septembre 79	PROGETTI-février 83
	\$ EU	\$ EU
Algérie	8.100.000	Non communiqué
Chypre	450.000	880.000
Egypte	840.000	2.740.000
Espagne	2.000.000	1.350.000
France	2.650.000	1.550.000
Grèce	2.150.000	6.150.000
Israël	1.100.000	550.000
Italie	4.500.000	47.400.000
Liban	Non communiqué	35.530.000
Libye	102.150.000	Non communiqué
Malte	3.700.000	Non communiqué
Maroc	300.000	1.220.000
Monaco	Non communiqué	Non communiqué
Syrie	13.950.000	33.950.000
Tunisie	1.400.000	Non communiqué
Turquie	1.680.000	1.300.000
Yougoslavie	5.650.000	Non communiqué
TOTAL	150.620.000	132.620.000
Nombre de pays	(15)	(11)
Norme retenue pour l'effluent	10 ppm	10 ppm

2.13 Ainsi, de plus en plus, la flotte mondiale de pétroliers va être équipée de manière à transporter une eau de ballast qui ne nécessitera plus d'installations de réception à terre pour son élimination. Néanmoins, il peut arriver, en cas de conditions météorologiques très défavorables, que des navires soient dans la nécessité de transporter une quantité supplémentaire de ballast dans leurs citernes; en pareil cas, et dans les zones spéciales, ces ballasts doivent être déversés dans des installations de réception.

Pétroliers équipés de citernes à ballast propre

2.14. D'ici octobre 1985, les transporteurs de pétrole brut existants d'un poids en lourd égal ou supérieur à 70.000 tonnes peuvent utiliser un procédé de ballast propre grâce auquel certaines citernes sont exclusivement réservées au ballast, mais celui-ci doit être rejeté par le système de cargaison du navire. D'ici octobre 1987, les transporteurs de pétrole brut existants d'un port en lourd compris entre 40.000 et 70.000 tonnes pourront également utiliser ce procédé. Au-delà de ces dates, les navires devront soit être équipés d'un système complet à ballast séparé, soit être dotés d'une installation de lavage des citernes au pétrole brut.

2.15. Les pétroliers opérant selon le procédé des citernes à ballast propre, conformément aux procédures prescrites, ne devraient pas utiliser les installations portuaires de réception, à moins que, en raison du mauvais temps, ils soient contraints de transporter une quantité de ballast supplémentaire dans leur citernes de cargaison.

Lavage au pétrole brut

2.16. Depuis l'entrée en vigueur de MARPOL 73/78, tous les transporteurs existants de pétrole brut d'un poids en lourd égal ou supérieur à 40.000 tonnes qui ne sont pas dotés de citernes à ballast séparé ou propre doivent être en mesure d'opérer le lavage au pétrole brut au cours du déchargement de la cargaison, conformément aux dispositions concernant cette opération. Toutefois, les effluents provenant des citernes lavées au pétrole brut qui sont ballastées avant l'appareillage du port de déchargement ("ballast d'appareillage") ne constituent pas un ballast propre et doivent être soumis à une décantation selon le procédé LOT avant le déchargement, conformément à la règle 9 de MARPOL 73/78, Annexe I. Les pétroliers équipés d'un système de lavage au pétrole opérant entièrement au sein d'une zone spéciale devraient déverser leur ballast d'appareillage dans des installations de réception.

Pétroliers pour lesquels des installations de réception seront exigées

2.17. Les pétroliers existants d'un port en lourd inférieur à 40.000 tonnes et les pétroliers neufs d'un port en lourd inférieur à 20.000 tonnes ne seront pas obligés d'opérer avec l'un quelconque des systèmes précités, mais ils devront encore appliquer le procédé de rétention à bord précédemment désigné comme système LOT. Les navires transportant des cargaisons de mazout ne sont pas impropres au lavage au pétrole brut et, lors du voyage sur ballast qui suit le déchargement, ils peuvent avoir à rejeter les eaux polluées des citernes dans des installations de réception avant de charger à bord la prochaine cargaison. Les cargos mixtes passant à une cargaison sèche peuvent également avoir besoin de rejeter leurs eaux polluées contenant des hydrocarbures de leur cargaison antérieure dans des installations de réception. Les navires effectuant de courts voyages (moins de 72 heures) qui ne sont pas en mesure de recourir efficacement au système LOT, s'ils sont d'un tonnage inférieur à ceux mentionnés ci-dessus, doivent déverser leurs eaux de ballast polluées à terre.

2.18. Pour pourvoir au service de ces navires, il est absolument indispensable que les ports de chargement offrent des installations de réception et de traitement suffisantes pour répondre aux besoins du nombre de navires susceptibles de nécessiter ce service, sans occasionner de retards excessifs.

Taille des pétroliers et volume des mouvements d'hydrocarbures

2.19. Lorsqu'on évalue le volume de citernage des installations de réception qui peut être requis, il incombe de mener une étude détaillée du trafic dont le port est l'objet. On doit considérer les volumes d'hydrocarbures destinés à être exportés, l'ampleur et la fréquence des chargements, la quantité des mouvements des voyages courts qui peuvent nécessiter des installations spéciales, et s'attacher également à préciser les tendances générales dans les mouvements globaux d'hydrocarbures. Il ressort du tableau 5 que la demande mondiale d'hydrocarbures a culminé en 1979 et que, depuis lors, elle a enregistré une baisse de plus de 10%. On doit surtout noter, pour le moment, la réduction des importations d'hydrocarbures par mer, ce qui indique qu'après avoir culminé en 1979 les importations totales d'hydrocarbures ont baissé de 30% et que les seuls mouvements de pétrole brut ont chuté de 37.5% entre 1979 et 1983.

2.20. Un autre facteur pertinent consiste dans la taille moyenne des pétroliers constituant la flotte mondiale et la taille moyenne des nouveaux bâtiments. Alors qu'en 1979, le pétrolier moyen atteignait presque un port en lourd de 100.000 tonnes, ce chiffre avait baissé à 91.000 tonnes à la fin 1983. La réduction de la taille moyenne est plus significative quand on se rapporte à la note du tableau 6 indiquant que la taille moyenne de pétroliers en opération (autrement dit, en excluant les pétroliers désarmés) a chuté à 81.000 tonnes de port en lourd, soit une réduction de presque 20% en cinq ans.

2.21. Une revue des nouveaux bâtiments commandés indique que, depuis la fin 1977, on enregistre une baisse d'au moins 50% de la taille moyenne de ceux-ci.

Facteurs environnementaux et économiques

2.22. Depuis l'adoption de MARPOL 73, il s'est produit une prise de conscience générale et sans cesse croissante des problèmes de l'environnement et de la nécessité de traduire dans les faits les espérances de ceux qui ont élaboré les dispositions de cette Convention en mettant en application ses normes plus contraignantes. Cette prise de conscience croissante des exigences écologiques s'est manifestée par l'adoption du Protocole de 1978 qui a été adjoint à la Convention de 1973 avant même que celle-ci ne soit entrée en vigueur et qui a encore renforcé les normes prescrites.

2.23. Coïncidant avec cette évolution, il s'est produit une augmentation rapide des prix du pétrole qui a fortement incité les propriétaires des cargaisons d'hydrocarbures à réduire, dans toute la mesure du possible, les pertes subies lors du transport. Ainsi, il est devenu économique d'installer des systèmes de lavage au pétrole brut et des dispositifs à gaz inerte qui ont spectaculairement réduit les pertes en cours de transport et ont eu des effets bénéfiques pour l'environnement. Autrement dit, les hydrocarbures et mélanges d'hydrocarbures qui étaient autrefois rejetés en mer ou dans les installations de réception sont désormais déchargés comme cargaison. Cette tendance ne fera que s'affirmer à l'avenir à mesure que de nouveaux navires à ballast séparé entreront en service, puisque leur introduction accroîtra les prix du fret et, partant, la valeur débarquée des hydrocarbures.

Tableau 5

CONSOMMATION MONDIALE D'HYDROCARBURES	
Année	Millions de tonnes
1977	2972,4
1978	3075,9
1979	3119,6
1980	3001,4
1981	2901,7
1982	2824,9
1983	2801,4
1984	2844,1

Source: BP Statistical review of world energy, juin 1985

IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE PETROLE BRUT/PRODUITS PETROLIERS

Année	Pétrole Brut	Produits pétroliers	Total (millions de tonnes)
1977	1458,6	265,4	1724,0
1978	1429,8	251,3	1681,1
1979	1494,7	256,9	1751,6
1980	1317,5	270,7	1588,2
1981	1164,4	258,7	1423,1
1982	998,4	271,4	1269,8
1983	935,9	270,2	1206,1
1984	933,8	296,1	1229,9

Source: BP Statistical review of world energy, juin 1985

Tableau 6. Flotte mondiale des pétroliers
d'un port en lourd supérieur à 100.000 tonnes

Année	Taille moyenne des pétroliers existant au 31 décembre	Taille moyenne des pétroliers en commande au 31 décembre
1977	94.984	104.278
1978	98.384	96.315
1979	99.876	60.990
1980	97.350	51.700
1981	95.051	45.256
1982	93.049	47.055
1983	91.006 (a)	50.463

Note: a) Au 31 décembre 1983, la répartition entre les pétroliers en opération et les pétroliers désarmés était la suivante:

	Nombre de navires	Tonnage moyen
Pétroliers en opération	2.693	80.950
Pétroliers désarmés	296	182.770
TOTAL	2.989	91.006

2.24. Au fil des ans, les conditions financières de l'aménagement de nouvelles installations de réception et de traitement pour les eaux de ballast des navires-citernes deviennent plus problématiques, en raison de plusieurs des facteurs précités. Dans un monde qui se dispute âprement les ressources disponibles, il n'est guère surprenant que certaines nations hésitent à engager leurs ressources restreintes dans de tels projets. Cependant, il est d'une importance vitale pour le milieu marin en général, et pour les zones spéciales notamment, que l'on puisse disposer d'installations susceptibles de répondre aux besoins persistants d'un nombre limité de navires. On ne saurait trop insister sur l'urgence qu'il y a à fournir de telles installations.

Installations de réception des boues et eaux de cale

2.25. L'aspect de loin le plus important de la fourniture d'installations de réception et de traitement destinées à éviter que les hydrocarbures et mélanges d'hydrocarbures ne soient déversés en mer réside dans le recueil des boues et eaux de cale de tous les bâtiments, pétroliers ou navires à cargaison solide. Si l'on se reporte au tableau 1, on constate qu'il s'agit là de la seconde source, par ordre d'importance, pour les hydrocarbures introduits en mer à partir des navires et qu'elle pourrait devenir la première à mesure que seront appliquées par les pétroliers les dispositions de MARPOL 73/78.

2.26. L'augmentation des prix de soute a entraîné d'importants changements dans les systèmes de propulsion de la flotte marchande mondiale. On a assisté à un essor rapide des moteurs diesel et la plupart de ceux-ci consomment désormais du fuel lourd. Pour permettre un bon rendement du fonctionnement de ces moteurs, il est nécessaire de centrifuger le fuel dans un épurateur. Ce procédé donne naissance à des boues qui ne peuvent être aisément brûlées et sont donc stockées dans une cuve à boues à bord du navire jusqu'à ce qu'elles puissent être pompées dans une station de réception, soit à flot soit à terre. Comme ces installations ne sont pas souvent disponibles, il n'est pas rare que ces matières soient rejetées dans la mer quand la cuve qui les contient est pleine. Le volume de matières pour lequel le navire nécessite un véhicule récepteur à un moment donné n'est pas très important, et l'un des procédés rationnels permettant de les évacuer consiste à faire accoster le navire par une embarcation qui recueille ces matières pendant que d'autres opérations se déroulent. L'embarcation ou la barge réceptrice peut alors aller recueillir les boues d'autres navires avant de vider sa charge dans une station de traitement.

3. PROBLEMES D'ELIMINATION POSES PAR LES MATIERES RECUES DANS LES INSTALLATIONS

3.1. L'élimination des matières reçues et traitées dans les installations de réception à terre peut être simple et économique ou poser des problèmes techniques sérieux selon les propriétés des dites matières.

3.2. Les mélanges d'eau et de pétroles bruts légers qui caractérisent une grande partie de la production du Moyen-Orient (36° API et plus) sont aisément séparés par gravité, ce qui permet de pomper une fraction importante de l'eau avec une teneur négligeable en hydrocarbures. La quantité d'hydrocarbures récupérée peut être brûlée comme combustible ou mélangée à du pétrole frais en cours de chargement. Mais il peut rester une certaine quantité d'eau/hydrocarbures sous forme d'émulsion qui nécessite un traitement plus poussé par des démulseurs ainsi qu'une filtration dans des installations de traitement secondaire ou même tertiaire avant que l'eau séparée puisse être rejetée en mer et que les hydrocarbures récupérés soient utilisés sur le plan commercial.

3.3. Des mélanges d'eau de pétroles bruts plus lourds ou de ceux qui ont une teneur plus élevée en paraffines ont une tendance plus marquée à former des émulsions et doivent normalement nécessiter un traitement secondaire ou même tertiaire dans certains cas, avant que l'eau ne soit rejetée.

3.4. Il y a également lieu d'examiner soigneusement, dans son ensemble, le problème de l'évacuation de l'eau des installations de réception à terre. Il ne s'agit pas seulement de tenir compte de la concentration en ppm de l'effluent, mais aussi de calculer la quantité totale d'hydrocarbures rejetée sur une période donnée et d'évaluer son potentiel de nocivité. La pollution chronique, même si elle reste d'un niveau faible, peut être plus dommageable à l'environnement immédiat qu'une nappe accidentelle. L'environnement se restaure habituellement assez vite après la survenue d'une nappe accidentelle, alors que ce processus peut être plus lent après des dommages écologiques occasionnés par des déversements continuels de faible ampleur.

3.5. L'élimination des boues provenant des dispositifs de centrifugation des navires à propulsion diesel et celle des résidus d'eaux de cale et de lavage des cuves de soute posent des problèmes plus sérieux que l'élimination des eaux de lavage des citernes de cargaison des pétroliers. Une bonne partie de ces matières n'est pas facilement combustible - et sa combustion peut du reste causer une pollution atmosphérique si on ne la pratique pas dans un appareillage spécial et sous des conditions rigoureuses de contrôle. Certains des procédés que l'on a adoptés pour l'élimination de ces boues servent au remblayage ou à la stabilisation des routes en mauvais état dans les régions reculées.

3.6. L'élimination des matières contenant des hydrocarbures altérés par les intempéries et des débris de forage pose également de graves problèmes aux Etats. En plus de la quantité d'hydrocarbures récupérable après traitement, il se forme des émulsions connues sous le terme de "mousse au chocolat" et une grande partie du mélange d'hydrocarbures sera contaminée par des débris et des épaves. La "mousse au chocolat" ne peut être brûlée et on l'utilise de préférence pour les remblais de route où elle finira par se dégrader. Dans certains cas, les hydrocarbures contaminés et les débris peuvent être éliminés par combustion sous contrôle. A cet égard, on signalera deux rapports du CONCAWE: "Sludge Farming: a technique for the disposal of oily wastes" (Utilisation des boues pour l'exploitation agricole: une technique d'élimination des déchets d'hydrocarbures") et "Disposal techniques for spilt oil" ("Techniques d'élimination des hydrocarbures rejetés") (vois annexe I, éléments 28 et 29).

4. ALERTES ET ACCIDENTS

Statistiques sur les déversements accidentels d'hydrocarbures en mer Méditerranée

4.1. Presque aussitôt après sa création en août 1977, le Centre régional de lutte contre la pollution par les hydrocarbures dans la mer Méditerranée (ROCC) a commencé à tenir soigneusement le registre des alertes et déversements accidentels qui lui étaient signalés. Il s'est avéré que les renseignements fournis par les Etats côtiers étaient incomplets, et, de ce fait, des contacts ont été établis avec toutes les autres sources possibles de renseignements, et notamment les compagnies d'assurance. Au 31 décembre 1985, 120 déversements avaient été signalés au ROCC; pour 35 d'entre eux, la cause en restait inélucidée. Ces accidents sont récapitulés sur le tableau 7.

Rôle du Centre régional de lutte contre la pollution par les hydrocarbures (ROCC) dans les situations critiques

4.2. Le ROCC a effectué une surveillance de tous les principaux accidents maritimes survenus dans la zone depuis 1976, date de sa création, et il a rempli, comme il lui était prescrit, le rôle d'un centre de communication. A cinq reprises, il lui a été demandé de fournir des experts pour aider des Etats de la zone confrontés à une situation critique, et à chaque fois le Centre a été en mesure de répondre positivement en désignant l'expert compétent (par l'intermédiaire de l'OMI) ou en dépêchant des fonctionnaires du ROCC.

4.3. Il y a lieu de relever que, étant donné la vaste compétence technique acquise par le ROCC dans les problèmes de déversements accidentels d'hydrocarbures, son assistance est sollicitée en dehors de la région méditerranéenne.

Tableau 7. Déversements signalés au Centre régional de lutte contre la pollution par les hydrocarbures Malte

Année	Total des déversements signalés		Causes des déversements				Non identifiés	Importance des déversements			Dispersants utilisés	Remarques
	Collision	Nafrage ou échouage	Incidie ou explosion	Divers	moins de 1,000 tonnes	de 1,000 à 5,000 tonnes		de 5,000 à 10,000 tonnes	plus de 10,000 tonnes			
1977 (Juil/Déc)	1	-	-	3(a)	2	1	1	1	-	4	(a) Deux déversements accidentels au cours du pompage d'une citerne trop pleine	
1978	1	5	1	1(b)	3	1	-	-	-	2	(b) Fausse manoeuvre à un terminal	
1979	5	2	-	-	3	3	1	2	1	5		
1980	3	2	2	1	4	5	-	-	2	4		
1981	2	3	5	6(c)	7	5	-	-	1	7	(c) Deux ruptures d'oléoducs; deux fuites en cours de déchargement	
1982	-	4	4	-	4	1	-	-	-	3		
1983	1	3	3	7(d)	6	3	-	-	-	2	(d) Une rupture d'oléoduc une défaillance tech.	
1984	-	2	2	4(e)	2	2	-	-	-	3	(e) Trois fuites en cours de déchargement	
1985	1	4	4	2(f)	5	2	1	-	-	3	(f) Une fuite en cours de déchargement	
TOTAL	14	25	21	25	35	23	3	3	4	33		

4.4. En 1983, le Centre d'aide mutuelle en cas de situation critique (MEMAC), à Bahrein (remarque: le MEMAC a été institué en grande partie sur le modèle du ROCC), qui s'intègre dans l'organisation du Plan d'action pour le Koweït, a sollicité l'assistance technique du Centre régional par l'entremise du PNUE. Le Centre a répondu favorablement à cette requête en dépêchant un consultant technique qui a été en mesure d'apporter son concours au MEMAC lors des problèmes qui se sont posés à l'origine dans cette zone, à la suite des dommages occasionnés aux puits du champ pétrolifère de NAWRUZ.

4.5. En juillet 1985, le ROCC a diffusé l'avant-projet d'un manuel antipollution qui, conjointement au plan national d'urgence, vise à compléter l'ensemble de documents pouvant servir aux décideurs pour diriger les opérations de lutte.

5. ROLE DU ROCC DANS LA COOPERATION REGIONALE

Création du ROCC

5.1. Le Centre régional de lutte contre la pollution par les hydrocarbures siégeant à l'île Manoel, Malte, a été créé en vertu de la résolution 7 de la Conférence de Plénipotentiaires des Etats Côtiers de la Région Méditerranéenne sur la protection de la Mer Méditerranée (Barcelone, 1976) et il a été inauguré au mois de décembre de cette même année.

5.2. Le centre a pour objectif fondamental de favoriser la coopération parmi les Etats riverains de la Méditerranée en cas de pollution massive par les hydrocarbures et de leur venir en aide pour qu'ils développent leurs propres moyens anti-pollution. Le Centre n'a pas de rôle opérationnel dans la lutte contre la pollution par les hydrocarbures et n'est doté d'aucun équipement anti-pollution.

5.3. D'après ses attributions actuelles, le Centre se borne à combattre la pollution par les hydrocarbures, et il lui faut donc s'employer à faciliter les échanges d'informations, à encourager et dispenser une formation, à aider les Etats à établir leurs programmes d'urgence quand il est sollicité à cette fin, et à fournir une assistance et une coordination en cas de situation critique (ce dont il est fait mention à la section 4).

Relations avec le PNUE et l'OMI

5.4. La résolution 7 mentionnée plus haut invitait le Directeur exécutif du PNUE, après consultation du gouvernement maltais et du secrétaire de l'OMI, à contribuer à la création du Centre, et elle demandait également au conseil d'administration du PNUE de régler les dépenses relatives à la création et au fonctionnement du Centre pendant la période initiale, en partant de l'hypothèse que les dépenses de fonctionnement seraient ultérieurement couvertes par des contributions des Parties contractantes à la Convention. Il était également demandé au PNUE de faire office de secrétariat de la Convention et d'assumer la coordination globale du Plan d'action pour la Méditerranée, dans le cadre du programme des mers régionales.

5.5. Comme l'envisageait la Convention de Barcelone dans sa résolution 7, le PNUE a, au cours de la période initiale, fourni les fonds nécessaires à la création et au fonctionnement du Centre, mais ce financement est dorénavant pris en charge par les Parties contractantes, les fonctions de secrétariat et de coordination du Plan d'action étant assumées par l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée, sise à Athènes.

5.6. La responsabilité de la création et du fonctionnement du Centre est confiée à l'OMI qui fournit son appui administratif et technique, veille à la compétence technique du personnel et à ce que des experts apportent leur assistance en vue de l'exécution des programmes de travail du Centre.

Limites du rôle imparti au ROCC

5.7. Comme on l'a évoqué plus haut, le rôle du ROCC se borne actuellement à lutter contre la pollution massive par les hydrocarbures, notamment dans les cas de situation critique. Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone pourront étendre le champ d'action du ROCC à d'autres domaines, y compris par exemple les déversements de substances nocives autres que les hydrocarbures.

5.8. Le ROCC pourrait apporter une contribution accrue à la lutte contre la pollution dans la région méditerranéenne, s'il était davantage sollicité à cette fin par les Etats riverains, par exemple pour l'établissement de plans d'urgence nationaux, bilatéraux et multilatéraux.

Renforcement du rôle assumé par le ROCC

5.9. Dans le cadre de ses attributions actuelles, le Centre pourrait faire profiter de ses services les Etats participants dans les domaines suivants:

(a) Revue d'ensemble des principaux accidents de pollution

Les Etats dont l'expérience est restreinte ou inexistante quant aux principaux accidents de pollution pourraient tirer un enseignement bénéfique des personnes chargées de s'occuper de ces situations critiques. Pour tout plan national d'urgence efficace, il convient de procéder à une revue d'ensemble des circonstances où le plan a été mis en oeuvre, afin d'envisager les améliorations à lui apporter. Le ROCC devrait être invité à convoquer périodiquement des réunions au cours desquelles ces revues d'ensemble seraient soumises, examinées et débattues par des représentants de tous les Etats de la zone chaque fois que des accidents donnent lieu à des conditions qui permettraient d'accroître la masse de nos connaissances sur les réactions aux phénomènes de pollution.

(b) Recensement des besoins en formation et du personnel qualifié

Pour que le ROCC soit en mesure d'assumer efficacement sa tâche de formation, il lui faut, en coopération avec la structure focale de chaque Etat, entreprendre une étude qui établisse:

- le nombre de personnes requises pour s'occuper des situations critiques envisagées dans le cadre du plan national d'urgence;
- le niveau de connaissances requis pour chaque groupe de personnes affectées au plan;
- le nombre de personnes, dans chaque groupe, possédant les connaissances et l'expérience nécessaires;
- le nombre de personnes qu'il faut former au type de connaissances exigé par chaque groupe.

5.10. Grâce à ces renseignements et à la coopération des Etats, le ROCC serait capable de coordonner un programme de formation à long terme aux niveaux requis (et dans les langues appropriées) afin de disposer du personnel compétent à affecter, à un coût minimal, aux plans nationaux d'urgence. Il est également admis que les Etats riverains devraient, à cet effet, prendre des engagements financiers à long terme.

5.11. Les attributions assignées au ROCC par les gouvernements ne comprennent ni la "prévention" ni la "coordination de la conformité aux dispositions de MARPOL 73/78". Il semble toutefois que le ROCC pourrait se charger de certains des besoins en formation liés au MARPOL 73/78, si les gouvernements méditerranéens en conviennent.

6. ETABLISSEMENT DE PLANS NATIONAUX D'URGENCE DANS LA ZONE DE LA MER MEDITERRANEE

La nécessité de plans nationaux d'urgence et d'accords d'assistance mutuelle

6.1. Bien qu'il soit à espérer que l'application plus poussée des accords internationaux sur les normes de sécurité et anti-pollution permettra de réduire les accidents occasionnant une pollution par les hydrocarbures, il est indubitable que des accidents maritimes concernant des pétroliers et des plates-formes au large continueront à se produire, libérant éventuellement des quantités massives d'hydrocarbures. Ces accidents, même s'ils sont relativement rares, peuvent toucher n'importe quelle frontière nationale, et il est donc souhaitable, pour les Etats riverains, de conclure des accords bilatéraux ou multilatéraux prévoyant les mesures essentielles à mettre en oeuvre dans les cas où plus d'un Etat est concerné. Les Etats devraient également conclure des accords d'assistance mutuelle à l'échelon régional afin de partager les charges en personnel et en matériel lors des accidents revêtant un ampleur telle qu'un Etat n'est pas en mesure, à lui seul, d'y répondre.

6.2. La nécessité de conclure ce dernier type d'accord a été reconnue, dans la Convention de Barcelone, par l'adjonction d'un Protocole relatif à la coopération dans la lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et d'autres substances nocives, en cas de situation critique; les 17 Etats de la Convention de Barcelone sont également parties à ce Protocole.

6.3. Les accords bilatéraux, multilatéraux et régionaux sont un élément essentiel du succès des mesures prises pour répondre à un accident grave de pollution. Ils ne constituent toutefois qu'un appoint au plan national d'urgence dont chaque Etat doit absolument tenir à jour en permanence le dispositif opérationnel grâce à des exercices réguliers et à des contrôles de mobilisation.

Etats méditerranéens dotés de plan opérationnels et testés

6.4. Les Etats méditerranéens connus pour être dotés de plans opérationnels sont:

- Espagne
- France
- Grèce
- Israël
- Italie
- Monaco
- Turquie

On va procéder, dans cette section, à l'examen détaillé par pays de ces plans nationaux.

Etats méditerranéens mettant actuellement au point des plans nationaux d'urgence

6.5. A l'heure actuelle, huit Etats sont en train d'élaborer ou de mettre en oeuvre des plans nationaux d'urgence. Dans l'examen qui suit, on fera le point à ce sujet pour chacun de ces huit Etats, à savoir:

Algérie
Chypre
Egypte
Malte
Maroc
Syrie
Tunisie
Yougoslavie

Etats n'ayant pas fait part de la mise au point d'un plan national d'urgence

6.6. Deux Etats n'ont pas, jusqu'à présent, fait part de la préparation d'un plan national; ce sont:

Liban
Libye

Examen par Etat des dispositions prises pour parer à l'éventualité d'un accident de pollution massive

6.7. Le tableau 8 fournit un état récapitulatif des dispositions actuellement prises dans la zone de la mer Méditerranée; on va procéder maintenant à un examen plus détaillé par Etat, d'après les renseignements communiqués au ROCC par ses structures focales.

(a) Algérie

A l'heure actuelle, l'Algérie n'a pas de plan national ou d'organe lui permettant de parer à une situation critique touchant son territoire. Depuis 1977, elle a connu quatre alertes de pollution signalées dont une seule a entraîné une situation grave. Ce dernier accident s'est produit en 1980 quand le navire JUAN A LAVALLEJA a subi des avaries sérieuses lors d'une tempête exceptionnelle après avoir rompu ses amarres. L'Algérie a fait appel au ROCC pour l'aider à maîtriser ce sinistre, et, aussitôt après, le commandant T.M. Hayes, consultant inter-régional de l'OMI en matière de pollution marine a été dépêché sur les lieux où il a fourni des conseils de première main sur les moyens de faire face à la pollution.

Bien que les sociétés pétrolières disposent de quelques installations pour faire face à des déversements locaux restreints, beaucoup reste à faire dans les domaines de la planification, de la formation d'équipes capables d'affronter une situation critique nationale et de la conclusion d'accords précis en vue d'obtenir le matériel de base nécessaire pour parer immédiatement à une situation critique. Il faudrait également que s'ouvrent, avec les Etats voisins, des discussions afin de convenir d'une assistance mutuelle, d'évaluer les risques et les possibilités d'intervention au niveau bilatéral ou sous-régional.

Le ROCC a parrainé 11 candidats pour qu'ils participent à des cours régionaux ou internationaux donnés outre-mer.

Tableau 8. Etats des plans d'urgence dans la zone de la mer Méditerranée
selon les notifications effectuées au ROCC, Malte
au 31 décembre 1985

PAYS	PLAN D'URGENCE OPERATIONNEL			DEVERSEMENTS ACCIDENTELS		PERSONNEL FORME		REMARQUES
	Oui	Non	En Cours	Déverse- ments infér. à 5000 T.	Déverse- ments supér. à 5000 T.	Dans le cadre national	Bourses d'études du ROCC	
Algerie			X	1	1	-	11	
Chypre			X	7	-	44(a)	7	(a) Séminaire national OMI/ROCC 1983
Egypte			X	2	-	67(b)	11	(b) Séminaires OMI/ROCC en 84 et 85
Espagne	X			2	1	-	1	
France	X			2	-	Oui	1	
Grèce	X			6	1	Oui	7	
Israël	X			2	-	Oui	9	
Italie	X			12	3	Oui	6	
Liban		X		1	-	-	2	
Libye		X		1	-	-	7	
Malte			X	9	-	-	7	
Maroc			X	-	-	-	10	
Monaco	X			-	-	-	4	
Syrie			X	1	-	-	5	
Tunisie			X	2	-	-	8	
Turquie	X(d)			2	1	-	10	
Yougoslavie			2	-	-	12		

(b) Chypre

Bien qu'il ne soit pas encore définitivement arrêté, le plan national d'urgence a fait l'objet d'un premier projet avec le concours du ROCC qui a envoyé un expert chargé d'entreprendre les études nécessaires.

On a commencé à former le personnel nécessaire pour rendre le plan opérationnel en tenant un séminaire national de formation de base destiné à 44 personnes et organisé conjointement par l'OMI et le ROCC. En outre, 7 autres personnes ont bénéficié de stages à l'étranger, grâce à des bourses du ROCC.

Pour faire face à une situation critique, Chypre ne dispose que d'un matériel restreint comprenant une longueur réduite de dispositif de barrage, quelques écumeurs de surface et des unités de pulvérisation de détergents. Huit alertes de pollution ont eu lieu depuis 1977. Aucune n'a entraîné une pollution importante qui eût nécessité la mise en place d'un plan national, bien que l'accident du ZENOBIA, en 1980, aurait pu avoir des répercussions graves. A cette occasion, il a été fait appel à l'assistance du ROCC qui a dépêché l'un de ses techniciens pour conseiller les mesures à prendre.

(c) Egypte

A l'heure actuelle, l'Egypte est en voie d'adoption de son plan national d'urgence; mais le personnel exploitant le terminal de l'oléoduc SUMED à Sidi Kerir dispose d'un matériel de lutte contre les déversements accidentels d'hydrocarbures pouvant survenir lors des opérations de chargement des pétroliers, et les autorités du canal de Suez entretiennent également un matériel anti-pollution pour l'éventualité d'un déversement survenant dans la zone du canal de Suez. Toutefois, à la suite des journées d'études MEDAS sur l'assistance en Méditerranée, organisées en 1983 par le ROCC, il a été fait part qu'une demande d'assistance va être adressée au Centre régional pour l'élaboration d'un plan national.

Des mesures sont actuellement prises pour que soit formé le personnel nécessaire à l'exécution du plan. Jusqu'à ce jour, 11 personnes ont été envoyées à l'étranger pour y suivre des stages, et un séminaire national de formation de base a été organisé par le ROCC conjointement avec l'AMTA en 1984 et 1985.

L'Egypte dispose d'un équipement limité pour faire face à des déversements portuaires sur le littoral méditerranéen; il lui faut donc acquérir une quantité importante de matériel supplémentaire pour qu'elle soit en mesure de parer efficacement et rapidement à un accident grave.

Depuis 1977, seules trois alertes de pollution ont été signalées sur le littoral méditerranéen; aucune d'elles n'a entraîné de répercussions graves.

(d) Espagne

Le plan national d'urgence est désormais opérationnel, mais il n'a pas été jusqu'à présent nécessaire de le mettre en oeuvre pour parer à une situation critique.

Une personne a été envoyée outre-mer pour y suivre des stages, sous l'égide du ROCC.

Les compagnies pétrolières disposent, aux terminaux de déchargement et aux raffineries, d'un personnel capable de faire face à des déversements portuaires, mais il n'a pas été signalé d'autre matériel disponible.

Depuis 1977, quatre alertes ont été signalées; l'une d'elles a occasionné le déversement de 18.000 tonnes de naphte en pleine mer vers la Corse.

(e) France

Il existe un plan national bien éprouvé et testé qui fait régulièrement l'objet d'exercices et qui est en vigueur pour les côtes méditerranéennes, dans le cadre général du plan d'urgence français.

Deux équipes parfaitement entraînées sont prêtes en permanence à affronter toute situation critique; elles sont basées à Toulon et à Marseille et disposent d'une gamme de navires et d'avions spécialisés dans la lutte contre les déversements accidentels en mer ainsi que d'un matériel très divers destiné au nettoyage des côtes. Ce matériel est principalement entreposé à Toulon et à Marseille, mais certains dispositifs (de barrage ou de pulvérisation de dispersants) sont situés en Corse. En outre, l'industrie pétrolière dispose pour sa part de personnel et d'équipements dans ses ports et ses installations.

Si la France a conclu des accords multilatéraux d'assistance mutuelle pour la protection de ses côtes septentrionales, elle ne l'a pas fait avec ses voisins méditerranéens. Elle a passé, avec l'Italie et Monaco, un accord tripartite (signé à Monaco le 10 mars 1976), mais celui-ci ne prévoit pas d'assistance mutuelle en cas de situation maritime critique.

Depuis 1977, trois alertes de pollution ont été signalées; aucune d'entre elles n'a entraîné de répercussions graves.

(f) Grèce

La Grèce possède un plan national opérationnel bien éprouvé et testé, et assorti de matériel et de personnel pour affronter une situation critique.

Il n'est survenu qu'un incident ayant nécessité le recours à l'assistance extérieure par l'entremise du ROCC, en février 1980, quand un incendie s'est déclaré à bord de l'IRENES SERENADE dans le port de Pylos. Le ROCC a dépêché l'un de ses techniciens et les assureurs ont fait appel aux conseils techniques de l'ITOPF. Le ROCC a aussi parrainé sept personnes pour qu'elles participent à des stages outre-mer.

Depuis 1977, sur les 16 alertes signalées, deux seulement ont entraîné un déversement d'hydrocarbures d'une quantité supérieure à 5.000 tonnes; l'un de ces déversements concernait l'IRENES SERENADE.

(g) Italie

L'Italie dispose depuis longtemps d'un plan d'urgence opérationnel et comportant un personnel bien entraîné pour le mettre en oeuvre. Des programmes de formation sont organisés à Urbino, et d'autres Etats sont invités à y envoyer des stagiaires; le ROCC a octroyé des bourses à cette fin.

L'Italie possède un gamme complète de matériel, relevant du secteur public ou privé, pour faire face à des situations critiques.

Depuis 1977, 24 alertes de pollution ont été signalées sans qu'aucune d'elles, fort heureusement, n'ait abouti à une situation grave, à l'exception de la collision survenue en 1985 entre le Mt Patmos et le Mt Castillo de Monte Aragon qui a concerné environ 10.000 tonnes de pétrole brut.

L'Italie a conclu un accord bilatéral de coopération avec la Yougoslavie pour la protection des eaux et rivages de la mer Adriatique contre la pollution (signé à Grada le 14 février 1974), ainsi qu'un accord avec la Grèce pour la protection de la mer Ionienne et de ses côtes (signé à Rome le 6 mars 1979). Elle est également partie à un accord tripartite avec la France et Monaco pour la protection des eaux méditerranéennes (signé à Monaco le 10 mars 1976). Mais aucun de ces accords ne prévoit de mesures anti-pollution ou d'assistance mutuelle en cas de situation critique.

(h) Israël

Israël a un plan d'urgence opérationnel auquel est affecté du personnel. Il possède le matériel nécessaire pour faire face, dans un premier temps, à une situation critique. Depuis 1977, deux alertes ont été signalées et n'ont pas entraîné de pollution importante. Le ROCC a parrainé la participation de neuf personnes à des stages de formation outre-mer.

(i) Liban

Il n'existe pas de plan national d'urgence opérationnel. Cependant, lors des journées d'études MEDAS organisées en 1983 par le ROCC, le délégué libanais a fait part de l'intention de son gouvernement de solliciter l'assistance du ROCC pour l'établissement d'un plan national.

Deux personnes seulement ont été envoyées outre-mer, sous les auspices du ROCC, pour y suivre une formation. Il n'a pas été signalé si du matériel anti-pollution est disponible dans le pays.

Depuis 1977, trois déversements d'hydrocarbures seulement ont été signalés, et ils n'ont pas donné lieu à une pollution grave.

(j) Libye

La Libye ne possède pas de plan national d'urgence et n'a pas fait état qu'elle était en train d'en mettre un au point. Elle a envoyé sept personnes suivre des stages outre-mer, grâce au concours du ROCC, et les sociétés exportatrices de pétrole disposent d'un certain nombre de techniciens en mesure de faire face à des accidents de pollution localisés dans les ports de chargement.

Les sociétés pétrolières sont également dotées de toute une gamme de matériel anti-pollution comme des dispositifs de barrage, des écumeurs de surface, des bateaux de pulvérisation, des agents dispersants, des adsorbants et un bac flexible.

Depuis 1977, deux alertes seulement ont été signalées et elles n'ont pas entraîné de pollution grave.

(k) Malte

Un projet de plan national d'urgence attend d'être adopté. Sept Maltais ont été envoyés outre-mer pour y suivre des stages, avec le concours du ROCC.

Malte ne dispose guère de matériel pour lutter contre un accident grave de pollution, mis à part quelques dispositifs de barrage et de pulvérisation.

Onze alertes ont été signalées depuis 1977. Elles étaient toutes d'une importance mineure.

(l) Maroc

Il n'existe pas de plan national opérationnel. En 1981, le ROCC a fourni une assistance à ce sujet, et il a proposé de la poursuivre pour contribuer à l'élaboration du plan.

Onze personnes ont suivi des stages à l'étranger, grâce à des accords passés avec le ROCC. Jusqu'à plus ample informé, le Maroc ne dispose pas de matériel anti-pollution.

Une alerte a été signalée depuis 1977. L'incident a eu lieu sur le littoral atlantique du Maroc, mais une demande d'assistance adressée au ROCC a été aussitôt satisfaite, avec le plein appui de l'OMI. Un expert du ROCC a été dépêché sur les lieux pour aider à coordonner les mesures de lutte, et grâce à celles-ci la menace de pollution a pu être écartée.

(m) Monaco

Monaco possède depuis plusieurs années un plan national auquel est affecté un personnel et un matériel suffisants pour une intervention immédiate en cas d'accident de pollution.

Mais depuis 1977 la Principauté n'a enregistré aucune alerte de pollution. Monaco est partie à un accord tripartite conclu avec la France et l'Italie pour la protection des eaux méditerranéennes; mais cet accord ne prévoit pas d'assistance mutuelle dans le cas où plus d'un des trois Etats serait confronté à un déversement massif. Quatre candidats ont été pleinement ou partiellement parrainés par le ROCC pour suivre des stages de formation.

(n) Syrie

Bien qu'il n'existe pas de plan opérationnel, il a été demandé au ROCC de fournir son assistance pour l'élaboration d'un plan destiné à entrer en service dans un proche avenir. Cinq personnes ont bénéficié de stages à l'étranger, grâce au concours du ROCC.

Le matériel anti-pollution disponible est très réduit et comprend un dispositif de barrage de faible longueur et quelques appareils de pulvérisation.

Deux alertes ont été signalées depuis 1977; l'une a occasionné une pollution mineure.

(o) Tunisie

En 1978, des experts du ROCC ont établi un projet de plan national d'urgence. Au cours des Journées d'études MEDAS organisées par le ROCC, en 1983, le représentant tunisien a demandé au Centre régional de poursuivre son assistance en vue d'achever le plan et de le rendre opérationnel.

Huit personnes ont suivi des stages de formation à l'étranger, grâce au concours du ROCC.

Il n'a pas été communiqué si le pays dispose de matériel anti-pollution pour intervenir en cas de situation critique.

Depuis 1977, cinq alertes de pollution ont été signalées. L'une a concerné le navire PARNASSOS en 1978; à cette occasion le ROCC a été sollicité de fournir son assistance et s'est adressé à cet effet à l'OMI; les deux organismes ont convenu que deux experts iraient sur les lieux organiser l'allègement et le sauvetage du navire; grâce à cette intervention, la pollution a pu être écartée. Les quatre autres alertes n'ont eu aucune répercussion.

(p) Turquie

La Turquie dispose d'un plan national d'urgence opérationnel qu'elle envisage de réviser et d'actualiser dans un proche avenir.

Dix personnes ont été suivre des stages outre-mer grâce à l'assistance du ROCC.

Aucun élément n'a été communiqué sur la nature et la quantité du matériel anti-pollution disponible.

Cinq alertes de pollution ont été signalées depuis 1977, dont quatre n'ont pas entraîné de phénomènes notables. Mais en 1977, l'accident du navire INDEPENDENTA, au Bosphore, a constitué une grave menace de pollution et d'incendie. Son aide ayant été sollicitée, le ROCC a dépêché sur les lieux son expert technique, tandis que les assureurs du bâtiment faisaient appel à l'équipe de l'ITOPF.

(q) Yougoslavie

Le plan national d'urgence est actuellement en cours d'établissement. En plus du personnel formé sur place, 12 personnes ont suivi des stages à l'étranger sous les auspices du ROCC.

Les compagnies locales et les autorités portuaires disposent d'une gamme complète de matériel anti-pollution. Il faudra veiller dans le cadre du plan national d'urgence, à ce que ce matériel fasse l'objet d'une mise en place coordonnée en cas de situation critique.

Deux alertes de pollution ont été signalées depuis 1977; l'une a occasionné une pollution mineure.

7. FORMATION

Besoins de formation

7.1 Pour qu'un Etat méditerranéen soit en mesure de remplir ses obligations découlant de la Convention de Barcelone ou d'autres conventions internationales relatives à la pollution de la mer (comme MARPOL 73/78), il doit disposer d'effectifs compétents suffisants et à même de s'assurer que les normes prescrites par ces conventions sont bien respectées.

7.2 La formation requise pour permettre à un Etat de s'acquitter de ses obligations dans le cadre des traités doit être d'un niveau suffisant pour assurer la création et l'entretien des services suivants:

- (a) un service d'inspection capable de vérifier les conditions des navires battant le pavillon de l'Etat concerné et d'engager les procédures nécessaires pour que soit délivré à ces navires le Certificat international de prévention de la pollution par les hydrocarbures ou que soit, au besoin, renouvelée la validité dudit Certificat;
- (b) un service d'inspection chargé de l'application des normes, capable d'effectuer des visites à bord des navires entrant dans les ports de l'Etat pour s'assurer qu'ils se conforment aux prescriptions des conventions appropriées et qu'ils sont munis de certificats en cours de validité attestant que tel est bien le cas;
- (c) une équipe d'experts capables de mettre en oeuvre le plan national d'urgence en cas de situation maritime critique. Ces experts doivent posséder diverses compétences et avoir été formés à l'administration du plan jusque dans ses moindres détails. Il est arrivé bien souvent qu'une équipe correctement formée ait vu échouer ses efforts parce que l'un de ses membres, à un échelon de la hiérarchie, n'avait pas été assez soigneusement initié à ses fonctions;
- (d) si des Etats ont délivré ou prévoient de délivrer des permis pour la prospection pétrolière au large ou pour la production à des puits de forage réussi, il est essentiel de disposer d'experts capables d'établir les normes de sécurité et de protection du milieu et de s'assurer qu'elles sont appliquées.

Octroi de la formation

7.3. Pour les Etats n'ayant pas de service d'inspection correctement recruté et formé pour délivrer les certificats aux navires battant leur pavillon ou pour effectuer à bord des visites en vue de s'assurer que les normes internationales de prévention de la pollution y sont respectées, il est difficile de dispenser une formation valable. Une méthode efficace pour inculquer les connaissances et compétences nécessaires consiste à donner une formation "sur le tas", correctement supervisée, en affectant le stagiaire auprès d'un inspecteur chevronné d'un Etat ayant un service d'inspection depuis de nombreuses années. Un certain nombre de pays ont assuré cette formation pratique par l'entremise de l'OMI, et parfois avec l'assistance financière fourni par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) ou de l'Office suédois de développement international (SIDA). Cette formation peut prendre de trois à six mois, selon le niveau de connaissances générales du stagiaire.

7.4. S'agissant de la formation dispensée pour l'établissement de plans d'urgence, elle constitue une activité plus complexe et suivie. On dispensera de préférence la formation de base dans le cadre de séminaires nationaux, comme ceux que l'OMI a organisés seul dans plusieurs pays ou de concert avec le ROCC à Chypre. Certains Etats, la France et l'Italie notamment, ont invité des représentants des pays méditerranéens à prendre part à leurs séminaires nationaux de formation, et le ROCC a encouragé cette initiative en accordant des bourses à cet effet, dans les limites de ses possibilités budgétaires.

7.5. Une formation plus poussée sera de préférence organisée au niveau régional ou sous-régional, car il s'est avéré plus valable et économique de donner un cours à l'intention d'un groupe élargi et plus expérimenté. Il est souvent difficile d'organiser de tels cours au niveau national étant donné la difficulté qu'il y a à détacher en même temps de leur poste un nombre suffisant de personnes présentant l'envergure voulue.

7.6. Il y a lieu, dans chaque Etat concerné, d'évaluer soigneusement le nombre de personnes devant recevoir, à divers niveaux, une formation pour l'établissement de plans d'urgence, et on devrait prévoir et recenser les besoins en personnel formé dans le cadre de tout plan d'urgence.

7.7. L'initiation à des techniques nouvelles, des épreuves écrites, des mobilisations à l'échelon national ou régional doivent également être intégrées dans les programmes de formation permanente. Les situations d'urgence peuvent ne pas survenir pendant de longues périodes, mais sitôt qu'elles se produisent, il est essentiel que le plan d'action soit immédiatement déclenché sans heurt avec une équipe rompu à faire face à toute situation prévisible.

Le rôle du ROCC en matière de formation

7.8. Comme on l'a évoqué précédemment, le ROCC s'est employé à promouvoir la formation à la lutte contre la pollution par les hydrocarbures en octroyant des bourses qui permettent à des étudiants de suivre des stages organisés par des instances reconnues. Jusqu'à la fin 1985, le ROCC avait délivré 136 de ces bourses.

7.9. En matière de formation, le ROCC s'est surtout voué à organiser des cours de formation de base - ou stages MEDIPOL - qui ont été inaugurés en 1978 et se sont depuis déroulés chaque année.

7.10. En 1983, un séminaire national pilote s'est tenu à Chypre et a connu un grand succès. D'autres séminaires nationaux sont en cours d'organisation.

7.11. Présentement, le ROCC organise chaque année, dans ses locaux, un stage de formation générale - le MEDIPOL - qui s'adresse aux personnes novices en matière de lutte contre la pollution par les hydrocarbures. Un stage de formation pratique spécialisée - le MEDEXPOL - est également organisé chaque année; ce stage s'adresse à des personnes déjà versées dans la lutte contre la pollution et qui ont besoin d'une formation spécialisée. Le programme de chacun de ces stages est établi selon les besoins exprimés par les Structures focales. Le ROCC organise aussi, sur demande, des stages de formation visant un nombre plus important de personnes déjà engagées dans des opérations de lutte contre la pollution. Ces stages sont organisés en coopération avec les autorités nationales.

Domaines de la formation auxquels le ROCC pourrait contribuer à l'avenir

7.12. En février 1987, les Parties contractantes à la Convention de Barcelone se réuniront à Malte pour examiner les activités du Centre. Il est possible qu'à cette occasion les attributions du Centre soient étendues de manière à couvrir de nouveaux objectifs, et dans ce cas la formation de personnel sera examinée en conséquence.

8. ECHANGE D'INFORMATION ET COMMUNICATIONS

8.1 Dans le domaine crucial, mais souvent négligé, de la maîtrise et de la réduction de la pollution de la mer par les hydrocarbures, le ROCC de Malte a joué un rôle extrêmement efficace.

8.2 Dans les limites budgétaires qui lui sont imparties, il a pu:

- (a) Créer une Structure focale dans chaque Etat partie à la Convention de Barcelone et maintenir avec ces Structures une liaison étroite. Une liste de ces Structures focales a été établie et distribuée à chaque Etat contractant, et elle est régulièrement mise à jour.
- (b) Publier le bulletin du ROCC ("ROCC-INFO") deux fois par an, en langues anglaise et française. Cette publication livre régulièrement des informations sur l'expérience acquise en matière de pollution dans la région, ainsi que sur les communications et ouvrages ayant trait aux divers aspects de la pollution par les hydrocarbures, les stages de formation organisés dans le monde entier, les équipements et produits nouveaux, les réunions des organismes compétents et les activités du ROCC. Elle offre également des contributions d'Etats riverains sur des sujets d'un intérêt général pour l'ensemble des pays.
- (c) Dresser un inventaire des équipements de lutte contre la pollution et des produits anti-pollution disponibles dans chaque Etat riverain; cet inventaire est publié et tenu à jour régulièrement. Une version mise à jour et informatisée sera prochainement diffusée.
- (d) Tenir pareillement à jour une liste de tous les experts de la région disponibles en cas d'urgence; cette liste est distribuée à tous les Etats membres; le nombre des experts disponibles dépasse la centaine.
- (e) Adresser aux Etats membres une liste tenue à jour des équipements et produits anti-pollution disponibles dont il a connaissance, avec la raison sociale et l'adresse des fabricants.
- (f) Distribuer à tous les Etats membres un état descriptif des organisations existantes, au sein et en dehors de la zone méditerranéenne, et susceptibles d'offrir les services de spécialistes en cas de situation critique. Cet état renseigne, entre autres, sur les services suivants:

Surveillance

Sauvetage

Transfert de cargaison

Evaluation de l'impact

Opérations de nettoyage à flot et à terre

Elimination des hydrocarbures et débris récupérés

- (g) Tenir à jour et distribuer régulièrement un inventaire des plans nationaux d'urgence et des accords bilatéraux ou multilatéraux. Cet inventaire ne comprend pas seulement les plans pleinement opérationnels mais aussi ceux qui sont en voie d'achèvement.
- (h) Organiser des exercices réguliers d'alerte et de communication avec les structures focales nationales pour vérifier dans quelle mesure les dispositifs d'urgence sont prêts à entrer en action dans chaque Etat.
- (i) A la requête des Etats membres, fournir des informations couvrant tous les aspects des mesures de lutte contre la pollution. A cette fin, le ROCC entretient des contacts réguliers et étroits avec l'OMI et le PNUE.
- (j) Organiser à Malte en septembre 1978 des Journées d'étude auxquelles ont participé quatorze Etats riverains. On y a précisé l'importance de l'établissement de plans d'urgence nationaux; à la suite de ces Journées, plusieurs Etats ont sollicité une assistance pour l'élaboration de leur plan national d'urgence.
- (k) Convoquer, en juin 1983, une réunion de travail des Structures focales pour examiner les moyens d'améliorer et de renforcer l'assistance aux pays de la région. Sur la base de cette réunion, il a été établi un programme de travail pour 1984-1985-1986.
- (l) Organiser à Malte, en novembre 1985, des Journées d'étude de Structures focales opérationnelles en vue d'examiner le projet de guide pour la lutte contre la pollution par les hydrocarbures en Méditerranée, projet qui avait été diffusé au début de la même année.

8.3 Le ROCC de Malte jouit d'une position unique pour diffuser aux Etats riverains des informations sur tous les sujets se rapportant à la prévention de la pollution de la mer par les hydrocarbures. Dans ce domaine déterminant de la lutte contre la pollution en général, son rôle sera encore renforcé si le champ d'action du Centre est élargi, comme il est proposé à la section 5 et dans les recommandations qui suivent.

RECOMMANDATIONS

1. Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone qui ne sont pas Parties contractantes à la Convention MARPOL 73/78 devraient, sans relâche, être encouragées et, le cas échéant, aidées à le devenir, ce qui leur permettrait ainsi, entre autres, de s'acquitter de leurs responsabilités en vertu de l'article 6 de la Convention de Barcelone aux termes duquel les Parties s'engagent à prendre toutes mesures conformes au droit international pour prévenir, réduire et combattre la pollution de la mer Méditerranée causée par les rejets des navires et pour assurer la mise en oeuvre effective, dans cette zone, des règles généralement admises sur le plan international relatives à la lutte contre ce type de pollution.

2. Conformément aux recommandations de la quatrième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone, les Etats côtiers méditerranéens devraient fournir des installations de réception portuaires appropriées ainsi que le prescrit la Convention MARPOL 73/78 et participer activement à la mise en place d'une ou de plusieurs installations de réception flottantes à proximité des ports ou des aires abritées où, compte tenu de l'importance du trafic maritime de pétroliers, de telles installations peuvent être nécessaires pour assurer le respect des prescriptions de la Convention MARPOL 73/78 relatives à la "zone spéciale".

3. Les Etats méditerranéens devraient être encouragés à ratifier et appliquer les conventions internationales existantes relatives à la sécurité de la navigation et à se conformer aux directives et règles concernant les dispositions de séparation du trafic, les services au trafic et le système d'information concernant les navires adoptés par l'OMI. Les Etats devraient aussi participer activement au programme d'action COST 301 afin de garantir que toute la Méditerranée puisse être couverte de façon appropriée par un réseau régional efficace de services au trafic maritime.

4. Tous les Etats côtiers méditerranéens devraient mettre au point et améliorer les plans nationaux d'urgence qui sont une condition préalable essentielle à l'application du Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique et ils devraient également conclure des accords sous-régionaux et bilatéraux, à visée opérationnelle, pour la coopération dans les cas de situation critique comportant une pollution par les hydrocarbures.

5. Dans le cadre d'un examen de la structure et des fonctions du ROCC, on devrait s'attacher à étudier dans quelle mesure les attributions assignées au ROCC peuvent être étendues de manière à englober l'octroi de conseils, d'assistance et de formation en matière de déversements de substances nuisibles autres que les hydrocarbures.

DOCUMENTS DE REFERENCES

1. Plan d'action pour la Méditerranée et Acte final de la Conférence de plenipotiaires des Etats côtiers de la région méditerranéennes sur la protection de la mer Méditerranée. Nations Unies 1978.
2. Summary of Activities of ROCC Malta April/November 1982.
3. Summary of Activities of ROCC Malta Jan/December 1982.
4. Summary of Activities of ROCC Malta Jan/December 1983.
5. Mediterranean Pollution: Problems and Response - Baruch Boxer, Rutgers University, USA, 1982.
6. Brochure sur le ROCC 1982.
7. EEC Environmental Policy and Britain, Nigel Haigh, 1984.
8. Pollution Control Order No. 1 - Director of Ports, Syria.
9. Mediterranean Oil Pollution Monitoring and Control; Technical Policy Issues. Baruch Boxer, Rutgers University, USA, 1979 Proceedings of EPA/API/USCG Conference, Los Angeles, 1979.
10. Décision du Conseil de la CEE en date du 27 mai 1975 sur l'élimination des déchets d'hydrocarbures Ref. 75/439/CEE No. L194/23.
11. Décision du Conseil de la CEE en date du 27 mai 1975 sur la prévention de la pollution d'origine tellurique Ref. 75/437/CEE No. L194/5.
12. Décision du Conseil de la CEE en date du 3 décembre 1981 portant création d'un système d'information pour le contrôle et la réduction de la pollution causée par les hydrocarbures déversés en mer. Ref. 81/971/CEE No. L355/52.
13. Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe, trentième session ordinaire - Recommandation 847 (1978) sur une action européenne pour prévenir la pollution des eaux et des côtes par les hydrocarbures.
14. Résolution du Conseil de la CEE en date du 26 juin 1978 - Ref. C162/1 sur l'établissement d'un programme d'action de la CEE en vue du contrôle et de la réduction de la pollution causée par les hydrocarbures déversés en mer.
15. Petroleum in the Marine Environment - Inputs of Petroleum Hydrocarbons into the Ocean due to Marine Transportation Activities - IMO Nov. 1981.
16. Draft report of National Academy of Sciences Workshop Steering Committee contained updated report of Input of Petroleum Hydrocarbons into the Marine Environment.
17. Rapport pour la deuxième réunion du Groupe de travail de la coopération scientifique et technique, Athènes, 21-25 novembre 1983 - Evaluation de l'état actuel de la pollution microbienne de la mer Méditerranée et mesures antipollution proposées: Ref. UNEP/WG.91/6, 17 juillet 1983 (conjointement avec l'OMS).

18. Rapport pour la deuxième réunion du Groupe de travail de la coopération scientifique et technique, Athènes 21-25 novembre 1983 - Evaluation de l'état actuel de la pollution mercurielle et mesures antipollution proposées: Ref. UNEP/WG.91/5, 9 septembre 1983, (en coopération avec la FAO et l'OMS).
19. International Digest of Health Legislation pages 958 and 959 - Agreement on the protection of the Ionian Sea against Pollution, volume 30, No. 4 - WHO Geneva 1979.
20. ENDS Report 113 dated June 1983 quoting draft directive of EEC on the Combustion of Waste Oils.
21. Report of Feasibility Study on Reception Facilities for Selected Ports in a Special area - Mediterranean - IMO, Sept 1979 - GC Steinmen et al..
22. EEC Feasibility Study on Deballasting Facilities in the Mediterranean Sea - SNAM Progetti - Feb. 1983.
23. Petroleum in the Marine Environment. National Academy of Sciences - Washington DC 1975.
24. World tanker Review - John I. Jacobs Plc. London 1977 to 1983.
25. Lloyds Shipping Economist, London 1978-1984.
26. Third Annual Report of the Paris Commission - London 1983.
27. Official Journal of the European Communities, 1981-1984.
28. Report No. 3/80 by CONCAWE (the Oil Companies international study group for conservation of clean air and water - Europe) "Sludge farming: a technique for the disposal of oil refinery wastes".
29. Report No. 9/80 by CONCAWE "Disposal techniques for spilt oil".