



MEDITERRANEAN ACTION PLAN
MED POL

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME



INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION

**ASSESSMENT OF THE STATE OF POLLUTION OF THE MEDITERRANEAN SEA
BY PERSISTENT SYNTHETIC MATERIALS WHICH MAY FLOAT,
SINK OR REMAIN IN SUSPENSION**

**EVALUATION DE L'ETAT DE LA POLLUTION DE LA MER MEDITERRANEE
PAR LES MATIERES SYNTHETIQUES PERSISTANTES QUI PEUVENT FLOTTER,
COULER OU RESTER EN SUSPENSION**

MAP Technical Reports Series No. 56

In cooperation with



FAO



IAEA

UNEP
Athens, 1991

Note: The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNEP, FAO or IOC concerning the legal status of any State, Territory, city or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of their frontiers or boundaries.

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

For bibliographic purposes this volume may be cited as:

UNEP/IOC/FAO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension. MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991.

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

PNUE/COI/FAO: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension. MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991.

This volume is the fifty-sixth issue of the Mediterranean Action Plan Technical Reports Series.

This series contains selected reports resulting from the various activities performed within the framework of the components of the Mediterranean Action Plan: Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL), Blue Plan, Priority Actions Programme, Specially Protected Areas and Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean.

Ce volume constitue le cinquante-sixième numéro de la série des Rapports techniques du Plan d'action pour la Méditerranée.

Cette série comprend certains rapports élaborés au cours de diverses activités menées dans le cadre des composantes du Plan d'action pour la Méditerranée: Programme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution (MED POL), Plan Bleu, Programme d'actions prioritaires, Aires spécialement protégées et Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle.

INTRODUCTION

The Mediterranean States meeting in Barcelona in 1975, adopted an Action Plan for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution. The legal framework for this co-operative regional programme is the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution (also known as Barcelona Convention) and its related protocols which has been ratified by 17 Mediterranean states and the European Economic Community. So far, four protocols have been adopted and entered into force one of them being the Protocol for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution from Land-based Sources (LBS protocol).

The MED POL programme, is the scientific/technical component of the Mediterranean Action Plan and is concerned with assessing and evaluating the environmental problems, The environmental assessment undertaken, provides a basis for assisting national policy makers to manage their natural resources in a more effective and sustainable manner.

The specific objectives of the MED POL programme are designed to provide the Contracting Parties to the Barcelona Convention, inter alia, with:

- information required for the implementation of the Convention and protocols;
- indicators and evaluation of the effectiveness of the pollution prevention measures taken under the Convention and the protocols;
- scientific information which may lead to eventual revisions and amendments of the relevant provisions of the Convention and the protocols and for the formulation of additional protocols;
- information which could be used in formulating environmentally sound national, bilateral and multilateral management decisions essential for the continuous socio-economic development of the Mediterranean region on a sustainable basis.

One of the basic components of the MED POL programme is the implementation of the LBS protocol according to which Contracting Parties undertake to eliminate pollution from land-based sources by the substances listed in Annex I to the Protocol. Assessment documents have already been prepared and recommendations adopted for mercury and mercury compounds, cadmium and cadmium compounds, used lubricating oils, organohalogen compounds, organotin compounds, organophosphorus compounds, radioactive substances and persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension.

The present document on the assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension was prepared by the Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan, in close cooperation with IOC, and FAO. It was presented to the Joint Meeting of the Scientific and Technical Committee and the Socio-Economic Committee (Athens, 6-10 May 1991) as document UNEP(OCA)/MED WG.25/Inf.5. Based on this assessment document, a set of recommendations on persistent synthetic materials was adopted by the Seventh Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution and its related protocols (Cairo, 8-11 October 1991).

INTRODUCTION

La réunion d'Etats méditerranéens tenue à Barcelone en 1975 a adopté un Plan d'action pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. Le cadre juridique de ce programme de coopération régionale consiste en la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (connue également comme Convention de Barcelone) avec les protocoles y relatifs qui a été ratifiée par 17 Etats méditerranéens et la Communauté économique européenne. Jusqu'à ce jour, quatre protocoles ont été adoptés et sont entrés en vigueur; l'un d'eux est le protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique.

Le programme MED POL est la composante scientifique/technique du Plan d'action pour la Méditerranée et vise à évaluer les problèmes de l'environnement. L'évaluation de l'environnement qui est entreprise fournit une base permettant d'aider les décideurs nationaux à gérer leurs ressources nationales d'une manière plus efficace et judicieuse.

Les objectifs spécifiques du programme MED POL sont destinés à procurer notamment aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone:

- les renseignements nécessaires pour l'application de la Convention et de ses protocoles;
- des indicateurs et une évaluation de l'efficacité des mesures de protection prises en vertu de la Convention et de ses protocoles;
- des renseignements scientifiques susceptibles d'aboutir à des révisions et modifications des dispositions concernées de la Convention et des protocoles et de permettre la formulation de protocoles supplémentaires;
- des renseignements pouvant servir à formuler des décisions de gestion au niveau national, bilatéral et multilatéral qui soient respectueuses de l'environnement et essentielles à la poursuite du développement socio-économique de la région méditerranéenne sur une base judicieuse.

L'une des composantes fondamentales du programme MED POL consiste en l'application du Protocole tellurique conformément auquel les Parties contractantes s'engagent à éliminer la pollution d'origine tellurique par les substances énumérées à l'annexe I au dit Protocole. Des documents d'évaluation ont déjà été établis et des recommandations adoptées pour le mercure et les composés de mercure, pour le cadmium et les composés de cadmium, pour les huiles lubrifiantes usées, pour les composés organohalogénés, pour les composés organostanniques, pour les composés organophosphorés, pour les substances radioactives et les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension.

Le présent document sur l'évaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension a été établi par l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée, en étroite coopération avec la COI et la FAO. Il a été présenté à la réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique (Athènes, 6-10 mai 1991) sous la cote UNEP(OCA)/MED WG.25/Inf.5. Sur la base de ce document d'évaluation, un ensemble de recommandations sur les matières synthétiques persistantes ont été adoptées par la Septième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention pour la protection de la Méditerranée contre la pollution et aux Protocoles y relatifs (Caire, 8-11 octobre 1991).

TABLE OF CONTENTS/TABLE DES MATIERES

First part - English version

	<u>Page No.</u>
1. BACKGROUND	1
2. INTRODUCTION	2
3. SOURCES AND INPUTS	4
3.1 Sources	4
3.2 Inputs	6
4. FACTORS INFLUENCING LITTER DISTRIBUTION AND FATE	10
4.1 Effect of sources on litter distribution	10
4.2 Effect of winds, waves and currents on litter distribution	12
4.3 Fate of the litter	16
5. LEVEL OF PERSISTENT LITTER IN THE MEDITERRANEAN SEA	18
5.1 Methodology	18
5.2 Litter level in the Mediterranean sea	19
5.2.1 Coastal litter	19
5.2.2 Floating litter	19
5.2.3 Sea bed litter	26
6. COMPOSITION 29	
6.1 Coastal litter	29
6.2 Floating litter	29
6.3 Sea bed litter	29
7. EFFECTS	32
8. ACTION TAKEN AT THE NATIONAL AND INTERNATIONAL LEVEL	37
8.1 Education	38
8.2 Legislation and law enforcement	38
8.3 Beach cleaning	40
9. SUMMARY	40
10. REFERENCES	42
ANNEX	49

Deuxième partie - Version française

	<u>Page No.</u>
1. RAPPEL HISTORIQUE	53
2. INTRODUCTION	55
3. SOURCES ET APPORTS	57
3.1 Sources	57
3.2 Apports	61
4. FACTEURS INFLUANT SUR LA REPARTITION ET LE SORT DES DETRITUS	62
4.1 Effets des sources sur la répartition des détritrus	63
4.2 Effets des vents, des vagues et des courants sur la répartition des détritrus	63
4.3 Sort des détritrus	70
5. NIVEAU DE DETRITUS PERSISTANTS EN MER MEDITERRANEE	71
5.1 Méthodologie	71
5.2 Niveau de détritrus en mer Méditerranée	72
5.2.1 Détritrus côtiers	72
5.2.2 Détritrus flottants	72
5.2.3 Détritrus du fond de la mer	79
6. COMPOSITION	82
6.1 Détritrus côtiers	82
6.2 Détritrus flottants	82
6.3 Détritrus du fond de la mer	85
7. EFFETS	85
8. MESURES PRISES AUX NIVEAUX NATIONAL ET INTERNATIONAL	91
8.1 Education	92
8.2 Législation et application des lois	93
8.3 Nettoyage des plages	94
9. RESUME	94
10. REFERENCES	97
ANNEXE	103

ASSESSMENT OF THE STATE OF POLLUTION OF THE MEDITERRANEAN SEA
BY PERSISTENT SYNTHETIC MATERIALS WHICH MAY FLOAT, SINK
OR REMAIN IN SUSPENSION

1. BACKGROUND

According to the Protocol for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution from Land-based Sources (LBS Protocol) the Contracting Parties shall take all appropriate measures to prevent, abate, combat and control pollution of the Mediterranean Sea Area caused by discharges from rivers, coastal establishments or outfalls, or emanating from any other land-based sources within their territories.

Article 5 of this Protocol stipulates that:

- The Parties undertake to eliminate pollution of the Protocol Area from land-based sources by substances listed in Annex I to this Protocol;
- To this end they shall elaborate and implement, jointly or individually, as appropriate, the necessary programmes and measures;
- These programmes and measures shall include, in particular, common emission standards and standards for use.

The Meeting of Experts for the Technical Implementation of the LBS protocol (December, 1985) proposed that the measures to be recommended to the Contracting Parties for each group of substances should be based on an "assessment document" which should be prepared by the Secretariat. According to this proposal, which was adopted by the Fifth Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Barcelona Convention (September, 1987), such assessments should include inter alia chapters on:

- sources, point of entries and amounts of pollution for industrial, municipal and other discharges to the Mediterranean Sea;
- levels of pollution;
- effects of pollution;
- present legal, administrative and technical measures at national and international level.

Persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension and which may interfere with any legitimate use of the sea are included in Annex I to this Protocol. One of the first MED POL activities on the subject was the organization of an IOC/FAO/UNEP ad hoc meeting (Athens, 14-16 October 1987) to discuss the extent of the problem in the Mediterranean region and recommend further activities. Recognizing the fact that only very limited information was available, the meeting recommended the initiation of a pilot monitoring study in selected areas to assess the quantity of litter present in the marine environment and to determine its origin and any seasonal changes in its composition and quantity.

During the same meeting, methodological instructions were drawn up as well as an annotated outline for the assessment document.

In the meantime, the Sixth Session of the IOC Committee for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment (GIPME) (Paris, 25 September - 1 October 1986) recommended to the GIPME Groups of Experts to develop methodologies and facilitate efforts to monitor, inter alia, the amounts and types of persistent plastic debris in the ocean.

As requested by the Sixteenth Session of the FAO Committee on Fisheries (Rome, 22 - 26 April 1985) a document (COFI/87/8) on the Protection of living resources from entanglement in fishing nets and debris was prepared and submitted to its Seventeenth Session (Rome, 18 - 22 May 1987) for discussion.

The results of the pilot survey which lasted for 12 months (May 1988 - May 1989) were reviewed at a meeting of the principal investigators (Haifa, Israel, 12 -14 June 1989) and constitute the main basis for the present assessment document.

The IOC/UNEP Group of Experts on Methods, Standards and Intercalibration (GEMSI) during its joint meeting with the IOC/UNEP/IMO Group of Experts on Effects of Pollutants (GEEP) (Moscow, 15-19 October 1990) examined the report of the Haifa meeting (IOC/FAO/UNEP, 1989) and considered that the document is a useful basis for a manual which could be applied to all regions. The importance of such a manual was stressed and it was felt by the Experts Group that it could provide the means for a valid assessment of the impact of beach litter worldwide, also taking into account other guidelines prepared for beach debris surveys, particularly in the USA.

The Seventh Session of the GIPME Committee (Paris, 21-25 January 1991) recommended that monitoring of persistent synthetic materials on beaches should be included in the monitoring parameters in the future development of the Marine Pollution Monitoring System (MARPOLMON). It was further recommended that pilot beach litter surveys, similar to that carried out in the Mediterranean, should be conducted on a widespread basis as a simple, low cost and effective technique for assessing the nature and sources of marine contamination by litter.

The present document was prepared by the Secretariat with the help of a consultant and in close cooperation with IOC and FAO. It is based on an extensive bibliographic search while it makes full use of the results of the MED POL pilot survey. The document does not restrain itself to land-based sources but addresses litter contamination in general.

2. INTRODUCTION

During the last 2-3 decades, there has been growing concern in the world due to an increase in the quantity of litter in the marine environment. This increase is a result of the fast development of plastic materials, which were invented in the middle of this century. The resistance of plastics to natural degradation made them very useful in the service of mankind, but this persistence turned into a menace when these materials completed their useful life and became

garbage. The common practice to dispose of trash at sea was until recently, and to a certain extent still is, by throwing it into the sea. The continuous discard of plastics into the marine environment on the one hand, and their slow degradation on the other, led to the observed increase of this contaminant in the sea.

However, plastics are not the only persistent material which is discarded into the sea. Persistent litter in the marine environment consists of a large variety of other materials: metal, lumber, glass, rubber, styrofoam, cloth, foam rubber and others. Most of the marine and coastal litter consists of containers and packaging material which were discarded after use, but fishing gear, debris of building material, tires, medical waste and personal items such as pieces of clothing, combs, toys, etc., are also found. Although non-persistent litter such as food debris, paper cartons, etc. are also found in the marine environment, this document deals only with persistent material, and the terms litter, garbage, trash, rubbish, debris and refuse are related here to these materials only.

The growing quantity of litter in the sea affects the marine environment in many ways. It is harmful to the marine fauna either through the entanglement or ingestion of litter by marine animals. It damages free navigation by entanglement in ships propellers or by clogging cooling intake pipes, and it causes aesthetic damage to the coastal zone and thereby to coastal oriented tourism. The harmful effect of litter to the marine environment is widely recognized, and dumping or discarding of persistent synthetic material into the Mediterranean Sea is prohibited according to the Protocol for Prevention of Pollution of the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft. In addition, the Mediterranean sea has been designated as a "special area" for the purposes of Annex V to MARPOL 73/78.

The first to raise concern about the presence of human refuse in the marine environment was probably Heyerdahl (1971), who reported that during his "RA" expedition he observed significant quantities of tar and solid litter floating in the ocean. Since then, reports on the presence of litter in the marine environment have come from all over the world. Some reports (e.g. Carpenter *et al.*, 1972; Gregory, 1977, 1983; Shiber, 1979, 1987) provided qualitative and quantitative information on the garbage, others described the deleterious effect of the rubbish on marine fauna (e.g. Merrell, 1980; Schrey and Vauk, 1987), and others investigated the sources and fate of the litter (Dixon and Cooke, 1977; Merrell, 1980; Dixon and Dixon, 1981; Vauk and Schrey, 1987a). The problem was also addressed by UNEP (1989) and GESAMP (1990).

The First Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris which took place in Honolulu, Hawaii in 1984 (Shomura and Yoshida, 1985), as well as the 6th International Ocean Disposal Symposium which was carried out in Pacific Grove, California in 1986 (Wolfe, 1987), focused the attention of many scientists on the marine garbage problem, resulting in an increasing number of studies and scientific papers on this subject. Indeed, the Second International Conference on Marine Debris which was conducted in Honolulu, Hawaii in April 1989 (Shomura, ed., in preparation), included close to 100 papers which deal with

various aspects of the marine litter problem including its origin, distribution, quantity, biological and economical impact, treatment, and legal and educational implications. The Co-ordinating Unit for the Mediterranean Action Plan has compiled a bibliography on marine litter (consisting of about 400 references) which will be published in the MAP Technical Reports Series.

Awareness of the coastal litter problem has grown beyond scientific and administrative circles. In Britain, the "Keep Britain Tidy Group" program involves the public, on a voluntary basis, in conducting beach surveys and reporting quantities, types and distribution of garbage on the beaches (Dixon and Dixon, 1981). In the U.S., groups of volunteers even conduct beach clean-ups (O'Hara, 1989). Recent discoveries of disposable syringes, blood vials as well as other medical-related wastes on the beaches of New York, coupled with the fear of the AIDS disease, caused wide public concern and the closure of public beaches in New Jersey and New York (New York State DEC Report, 1988).

The coastal region of the Mediterranean Sea is presently undergoing intensive development which is due partly to the migration of people to the coastal zone (a worldwide phenomenon) and partly to the increase of coastal tourism in the Mediterranean. Pollution of the Mediterranean coastline by litter is therefore becoming an important issue in this part of the world. It is disappointing, therefore, to find out that the only studies carried out on litter in the Mediterranean Sea and its coasts are short reconnaissance surveys (Shiber, 1979, 1982, 1987; Morris, 1980; Saydam *et al.*, 1985; Gramentz, 1988; McCoy, 1988). The only systematic effort to study litter contamination in the Mediterranean Sea was initiated by IOC, FAO and UNEP in 1988 in the framework of the MED POL activities.

3. SOURCES AND INPUTS

3.1 Sources

In general terms, litter reaches the marine environment either as discard from ships, or as runoff from land or as leftover by people who come to the beach for recreation. Determination of litter sources is very important for designing a strategy to handle litter pollution. However, even determination of litter sources in terms of land- or marine-based is a rather difficult problem due to the lack of criteria needed to define the source of the litter. Several studies have addressed this problem. Merrell (1980) carried out a litter survey on 10 beach sections on Amchitka Island, Alaska, in 1972, 1973 and 1974. He found that most of the litter consisted of debris related to the fishing industry: nets, trawl floats, ropes, gill net floats, etc. Other litter components such as beverage bottles and cans, bleach bottles, plastic fragments and others, were rather rare, constituting less than a percent each. From the nature of the debris and inscriptions on it, Merrell concluded that its sources were mostly from fishing activities carried out in the North Pacific Ocean by Japanese and Russian fishing fleets.

In 1982, Merrell (1984) repeated his litter survey on the beaches of Amchitka Islands and found that there was a 26% reduction in the litter quantity on the beach. Merrell attributes this reduction to the decrease in the fishing effort off Alaska which resulted from the extension of the U.S. fishery jurisdiction from 19 km to 322 km off shore in 1976. This caused a decline of 66% in the number of foreign trawlers off Alaska. It is obvious that in the case of Amchitka Island, where local production of litter is negligible, the coastal litter is almost entirely marine-based litter, in this case, debris of the fishing industry.

Vauk and Schrey (1987a) monitored litter which accumulated on a beach section in Helgoland Island in the German Bight. In 106 litter collections which were conducted in 1983-1984, 8539 litter pieces with a total weight of 1360 kg were collected. More than 95% of these were identified as ship waste. The heavy traffic in the German Bight is reflected in the origin of the litter which was determined from inscriptions and imprints on the plastic, metal, glass and paper components of the litter. 39.5% of the debris were from Germany, 17.8% from Great Britain, 16.5% from the Netherlands and 9.6% from Denmark. The rest was practically from all over the world. The authors relate their findings to the wind direction and show that the litter must have been carried by wind from the main shipping lanes in the German Bight to the island.

Coastal litter on the shores of western Europe was investigated in a series of studies which were carried out in the framework of the "Keep Britain Tidy" Group. This was done by Dixon and Cooke (1977) on a Kent beach in UK, by Dixon and Dixon (1980) on the shores of Cherbourg Peninsula, France, and west Jutland, Denmark, and by Dixon and Dixon (1983) in Portugal and the Western Isles of Scotland. The imprints on the container fraction of the litter show that in all the study areas, most of the containers originated from foreign countries. It was also found that the most abundant fraction of the litter population was plastic containers which were used for cleansers and household detergents. In addition, most of the metal containers were used for marine engine oil or grease and most of the carton containers for long-life milk. As these could not have reached the shores from the municipal garbage dumps, these findings led the authors to conclude that the origin of most of the containers (and hence most of the other fractions of the litter as well) was from ships which discarded them at sea.

In contrast to the ubiquity of debris of fishing equipment found on Amchitka Island and of containers of household detergents and cleansers on the shores of western Europe, Golik and Gertner (1989, 1991) were impressed by the abundance of containers of beverages, food and cosmetics, plastic handbags, debris of cloth, toys, combs and rubber foam mattresses which were found on the Israeli beaches. They argued that this type of litter is generated by people who come to the beach for bathing and recreation and therefore this litter should be considered as land-based in its origin. The impression that land-based litter on Mediterranean shores is more abundant than marine-based litter is shared by other investigators in the Mediterranean (IOC/UNEP/FAO, 1989). It is further supported by the rarity of debris

of fishing gear on the Mediterranean beaches. From the studies made so far in the Mediterranean region, the largest concentration of fishing gear in the coastal litter (2.8%) was found in Turkey (IOC/UNEP/FAO, 1989).

The difference between coastal litter in the Mediterranean and that of the east Atlantic is not surprising. Bathing and recreation on the sea shore are more popular in the Mediterranean, and the bathing season is longer there than on the east Atlantic coast. In addition, ship traffic in the east Atlantic, and in particular in the English Channel, is heavier in comparison to that off the Mediterranean coastline. These activities should increase the proportion of the land-based fraction in the Mediterranean litter and the marine-based fraction in that of the east Atlantic.

Another aspect related to the sources of litter in the Mediterranean, which has not been investigated at all, is related to the population distribution around the Mediterranean Sea. Eighteen countries border the Mediterranean Sea. Table I provides statistics on the population size of each of the Mediterranean countries. Fig. 1 shows the degree of urbanization of the Mediterranean coastline as demonstrated by density and size of the coastal cities. It can be seen that the northwestern Mediterranean is both heavily populated and the most urbanized part of the Mediterranean, whereas the eastern part of the southern coastline is lighter in population density and is not urbanized at all. This must have a bearing on the litter distribution in the Mediterranean because litter quantity and composition are a function of population size and degree of urbanization.

3.2 Inputs

Although there is no quantitative information on the input of litter into the Mediterranean Sea through any of the above-mentioned sources, several attempts were made in the past to speculate on the contribution of litter which is discarded from ships. Matthews (1975) gathered quantitative information on the magnitude of various marine activities, such as traffic of passenger liners and merchant ships, military activity, recreational boating, fishing industry and offshore oil production and drilling. This information was manipulated into terms of person-day per year, number of vessels per year, crew unit per year, etc. For each of these categories, a factor of trash generation was estimated, e.g. the trash production for a passenger ship is 1.6 kg/person/day, whereas for crew members on merchant ships it is only 0.8 kg/person/day. Table II is a summary of the values proposed by Matthews as the input of litter into the Mediterranean Sea. In that table the largest contributor of litter is cargo-associated trash discarded from merchant ships. This trash generation rate is estimated at 285 tons/ship/year. Matthews does not provide information on the number of merchant ships in the Mediterranean and gives only a global figure, 5.6 million tons/year of garbage input from this source. In order to estimate this value for the Mediterranean, the relative proportion of the number of ships sighted per day in the Mediterranean (Matthews, 1975) was used. The total value obtained is 663,000 tons per year discarded from various marine activities into the Mediterranean

Table I

Population in the Mediterranean countries and their Mediterranean regions, 1985 (in thousands) (Source: Blue Plan, 1987).

Country	Total	Mediterranean region	Share of Mediterranean region (%)
Albania	3,050	3,050	100.0
Algeria	21,718	11,902	54.8
Cyprus	669	669	100.0
Egypt	46,909	15,957	34.0
France	54,621	5,496	10.1
Greece	9,878	9,117	92.3
Israel	4,252	2,886	67.9
Italy	57,300	42,069	73.4
Lebanon	2,668	2,668	100.0
Libya	3,605	2,284	63.4
Malta	383	383	100.0
Monaco	27	27	100.0
Morocco	21,941	3,384	15.4
Spain	38,542	14,410	37.4
Syria	10,505	1,140	10.9
Tunisia	7,081	4,998	70.6
Turkey	49,289	9,992	20.3
Yugoslavia	23,153	2,492	10.8

Sea, and is about 10% of the global discard. This is probably an underestimate since it is based on old data (early 1970's), did not include data on recreational boating and the data on fishing activity came only from Greece and Italy.

Horsman (1982) carried out detailed counts of items which were disposed of at sea from two merchant ships. He did it by using the ship's store list at various dates, computing in this way the quantity of commodities used between dates. Under the assumption that all the waste, which was generated from the used goods, was dumped into the sea, his figures show that each man afloat dumps daily between 3.2 and 6.2 trash objects made of metal, 0.2-0.3 pieces of glass and 0.3 plastic containers. Using data provided by Matthews (1975), the number

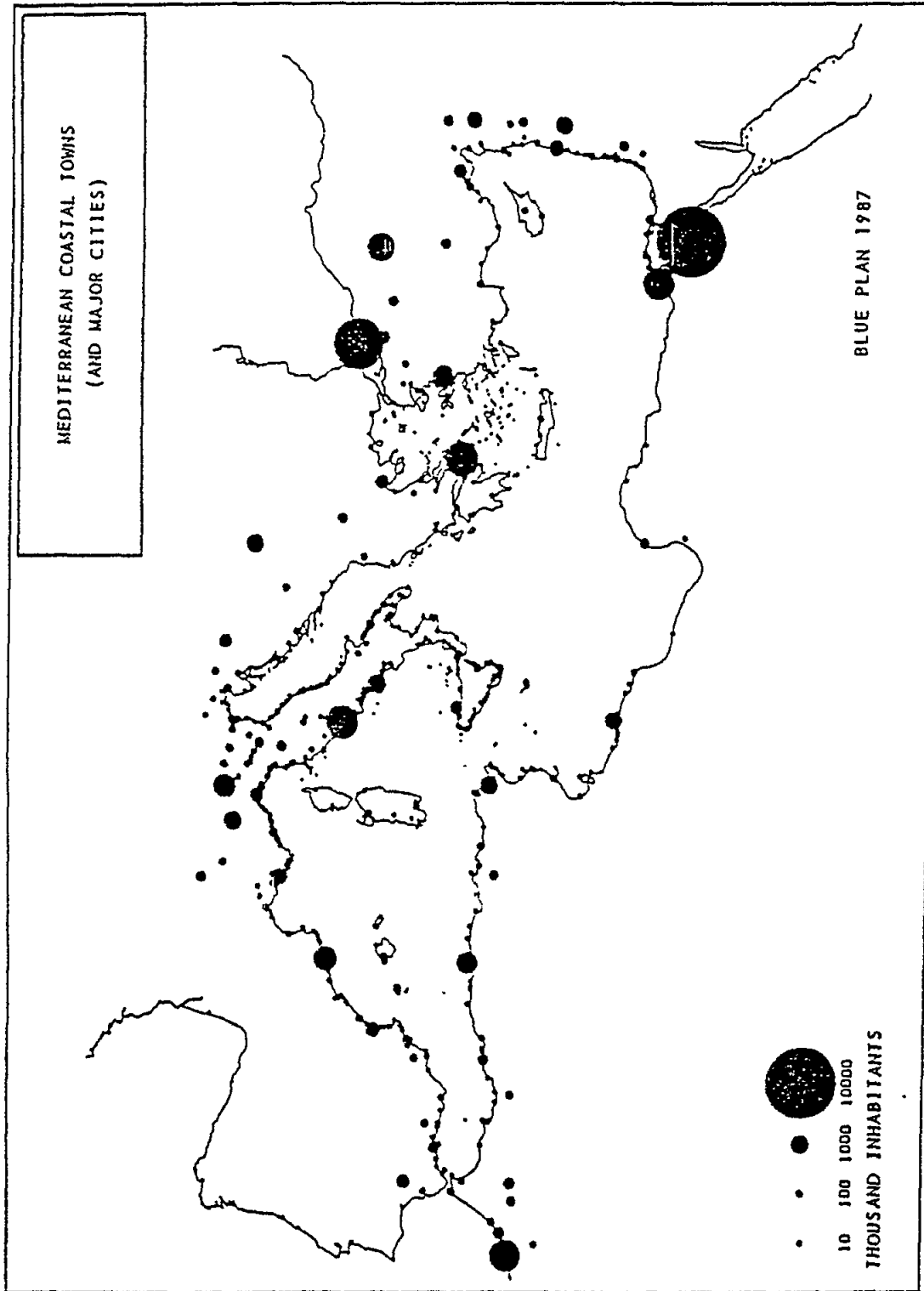


Fig. 1 Mediterranean coastal towns (from Blue Plan, 1987)

Table II

Estimate of trash discarded from ships into the Mediterranean Sea
(From Matthews, 1975).

Source	Trash discarded (10 ⁶ kg/y)
Passenger liners	2.4
Merchant ships ¹	12.1
Merchant ships ²	632.8
Fishing boats ³	5.0
Military activity	10.0
Offshore oil production	0.3
Total	662.6

1. Trash produced by crews.
2. Cargo waste (pellets, wires, plastic covers, dunnage, etc.)
3. Based on data from Italy and Greece only.

of merchant ships' personnel in the Mediterranean every day is 41,400, and accordingly the quantity of litter which enters the Mediterranean daily from this source only is 1.3-2.5 x 10⁵ metal pieces, 10,350 glass items and 12,420 plastic containers.

Bingel (1989) made an attempt to estimate the quantity of litter contributed to the Mediterranean Sea as a result of loss of fishing gear. He used statistics on loss of fishing gear in Turkey, in terms of weight of lost gear per vessel, per unit of coastal length or per unit of continental shelf area. He then applied these statistics to the Mediterranean as a whole and obtained the following estimates:

Loss of Fishing Gear (tons/year)

According to number of vessels	3342
According to length of coastline	2803
According to shelf area	2637

The review of the various attempts to estimate the rate of input of litter into the Mediterranean only demonstrates how far we are from obtaining this information. There is no information at all on land-based litter, and the information on marine-based litter is fragmentary, based on old data and on many assumptions and extrapolations.

4. FACTORS INFLUENCING LITTER DISTRIBUTION AND FATE

It has been shown (e.g. Dixon and Dixon, 1981; Vauk and Schrey, 1987a) that litter pieces travel large distances at sea and, in fact, may reach any point in the ocean. Two groups of factors control the distribution of the litter: one is the source of the litter and the other is driving forces such as currents, winds, waves and tide which disperse it from its source.

4.1 Effect of sources on litter distribution

Monitoring litter on the coasts of Sicily and Israel (IOC/FAO/UNEP, 1989) was carried out on more than one beach in each country, thus permitting the investigation of factors which control the distribution of litter in space. In Sicily, 3 beaches were sampled between October 1988 and May 1989. It was found that the beach of Ficcarazzi, near Palermo (see Fig. 2), is more than 4 times as polluted by litter as the beach of Balestrate which is 3 km from an inhabited center, and 25 times as polluted as the beach of Eraclea Minoa, which is far from a population center and has low accessibility. These results demonstrate the effect of proximity of a beach to the source of the litter. Undoubtedly, Palermo, which is the main city in Sicily, is also a major contributor of litter to the beach. In Israel, 6 beaches were sampled between May 1988 and May 1989. Table III provides a comparison between litter levels on these beaches (see Fig. 3) as well as the results of grouping them, according to their litter level. Although the differences in mean litter concentration between the beaches in Israel are not very large, some of these differences were found to be statistically significant (see Table III). Carmel Beach and Haifa Bay beach, which are near a major city in Israel, Haifa (Fig. 3), are significantly more polluted by litter than the beach of Neveh Yam, where access to the beach is difficult. The beach of Akhziv, Israel, is the most polluted one in that country, even though it is rather distant from a population centre. However, this beach is located near the border with Lebanon, and according to Golik and Gertner (1989), it is possible that most of the litter originates from coastal garbage dumps in Lebanon which is swept by the northerly winds to Akhziv Beach. The results of the litter studies in Sicily and Israel suggest, therefore, that beaches close to major population centres are susceptible to litter pollution.

There are only two studies on floating litter in the Mediterranean which, perhaps, may demonstrate the effect of sources on litter distribution. On the basis of counting floating debris from a ship and then manipulating the results to concentration of litter, Morris (1980) reported that he observed approximately 2000 pieces of litter per km² some 40 miles SW of Malta. On the other hand, McCoy (1988), who used the same method from a stationary ship in the Ionian Sea, found on the average only one floating object per day, observing an area of 8.3 km², or 0.12 pieces per km². McCoy attributed the low value to the fact that his ship was located away from the common ship traffic lanes. Thus, traffic lanes may also be considered "sources" and, like the observations on land, affect the level of pollution at sea.

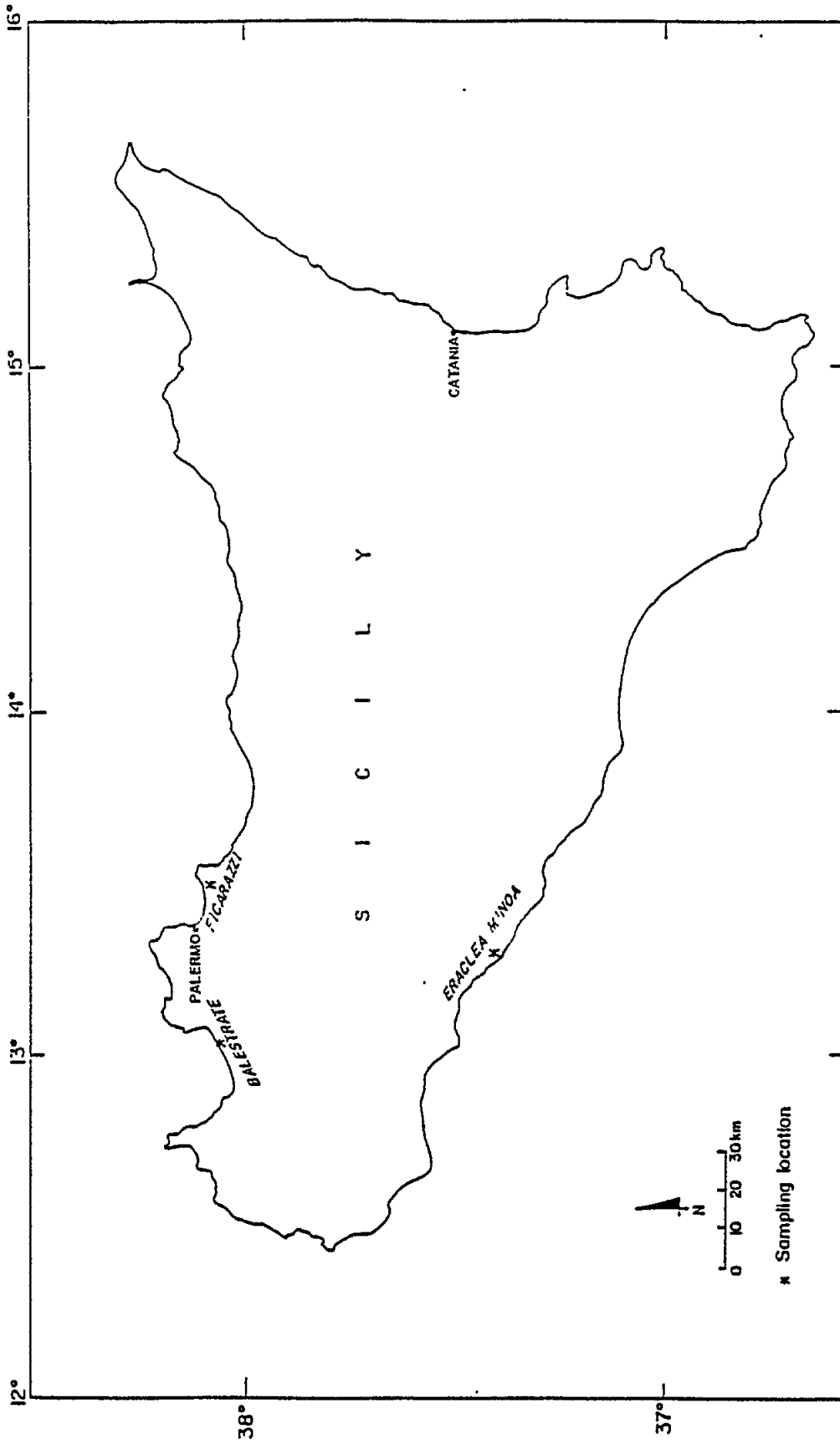


Fig. 2 Location of sampling stations used for litter monitoring in Sicily (from IOC/FAO/UNEP, 1989)

Table III

Comparison of litter level between beaches in Israel using the Duncan test (Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach	No. of samples	Mean litter counts	Duncan grouping*
Akhziv	96	45.88	A
Carmel Beach	84	41.00	A
Haifa Bay	72	37.26	A B
Dor	64	33.11	B C
Beit Yanay	78	31.15	B C
Neveh Yam	78	29.17	C

* Beaches with the same letter are not significantly different to each other

4.2 Effect of winds, waves and currents on litter distribution

The findings of a coastal litter survey which was conducted in Cyprus (IOC/FAO/UNEP, 1989) did not concur with the hypothesis that large concentrations of litter are related to a nearby population center. There, the litter level in Lara Beach was about twice as high as that on Makronissos Beach (see Fig. 4). Yet, Lara Beach is remote from a population center whereas Makronissos Beach is close to one. Loizides (1989) attributes the high level of litter on Lara Beach to the effect of the wind. Lara is located on the western side of Cyprus and is exposed to winds which most of the time blow from the west, driving the floating litter to the beach in Lara.

Seasonal fluctuations in the level of coastal litter were noticed in Cyprus and Israel. Loizides (1989) proposed that the increase in litter quantity on Lara Beach during the months of October-December is related to the westerly winds which blow landward during these months, causing accumulation of litter on the beach. During the months of January-April, the predominant winds are from northeast and north and therefore do not affect Lara Beach. Fig. 5 shows the seasonal distribution of coastal litter in Israel. Two minima are observed: one in July and one in December-February. Both were found to be statistically significant. Golik and Gertner (1989) relate the July minimum to the beach clean-up which is conducted along most of the Israeli coastline every summer, and the other one to winter storms, when high waves wash the litter to the back of the beach and even beyond it landward, leaving the beach clean from litter.

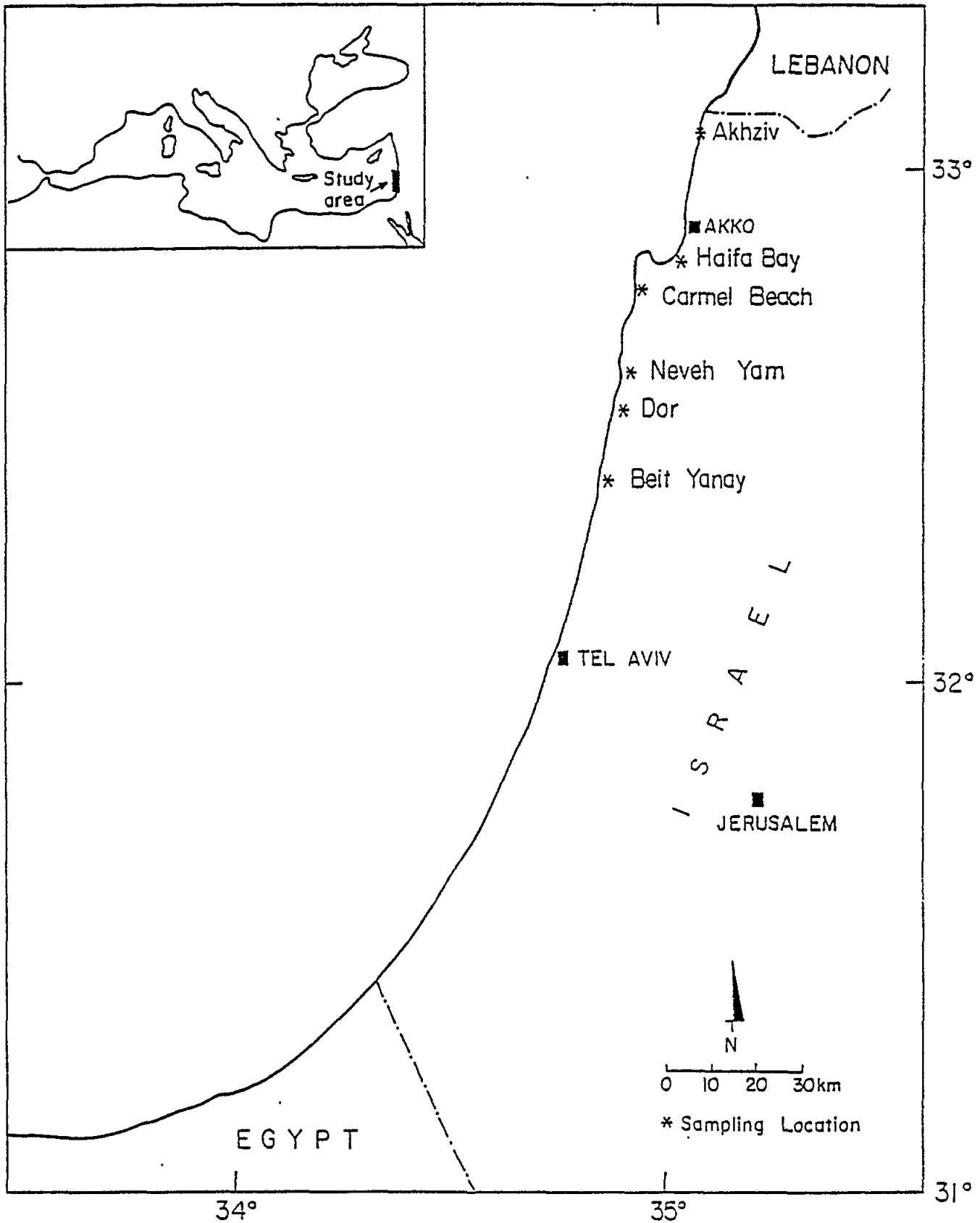


Fig. 3 Location of sampling stations used for litter monitoring in Israel (From IOC/FAO/UNEP, 1989)

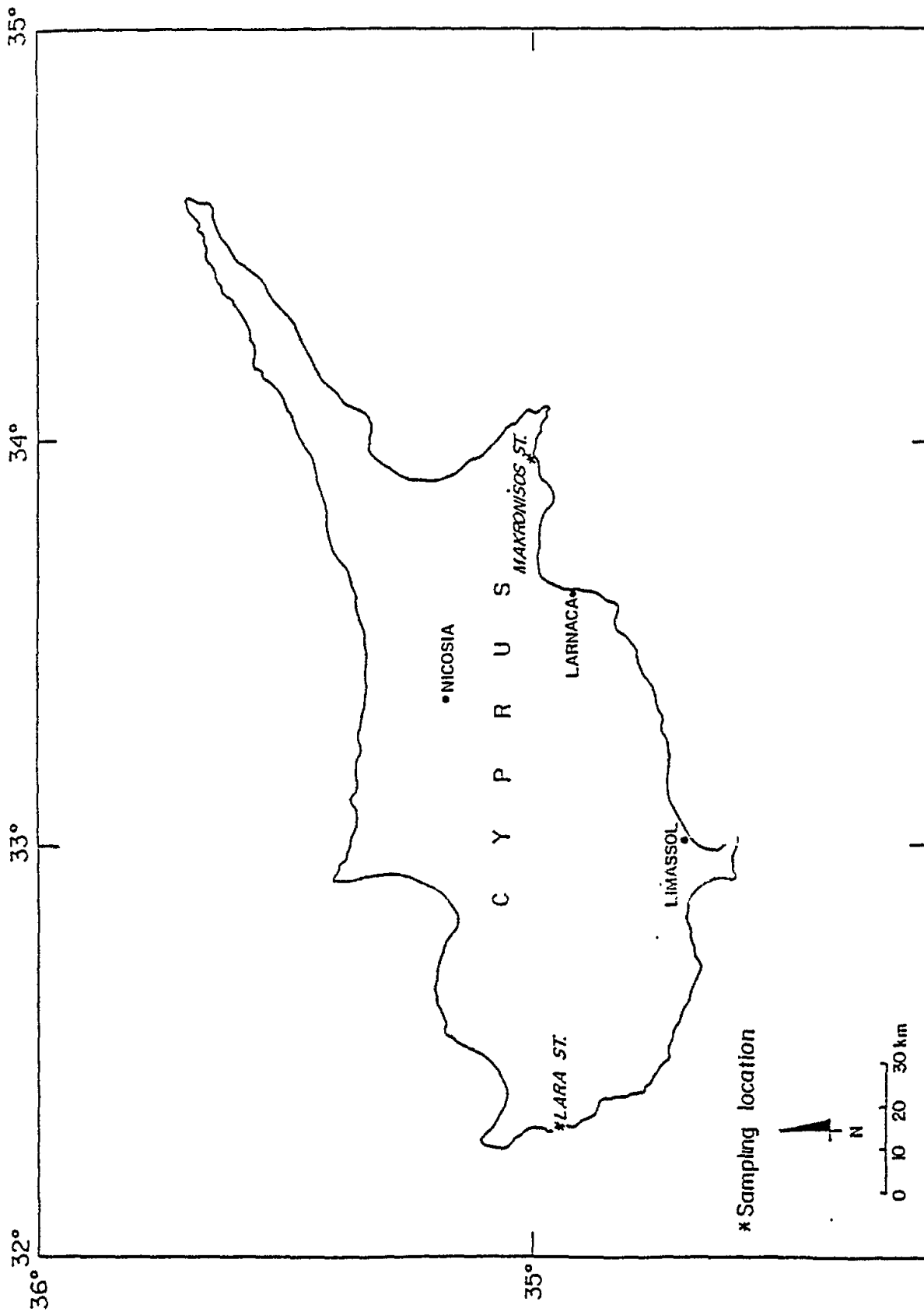


Fig. 4 Location of sampling stations used for litter monitoring in Cyprus (From IOC/FAO/UNEP, 1989)

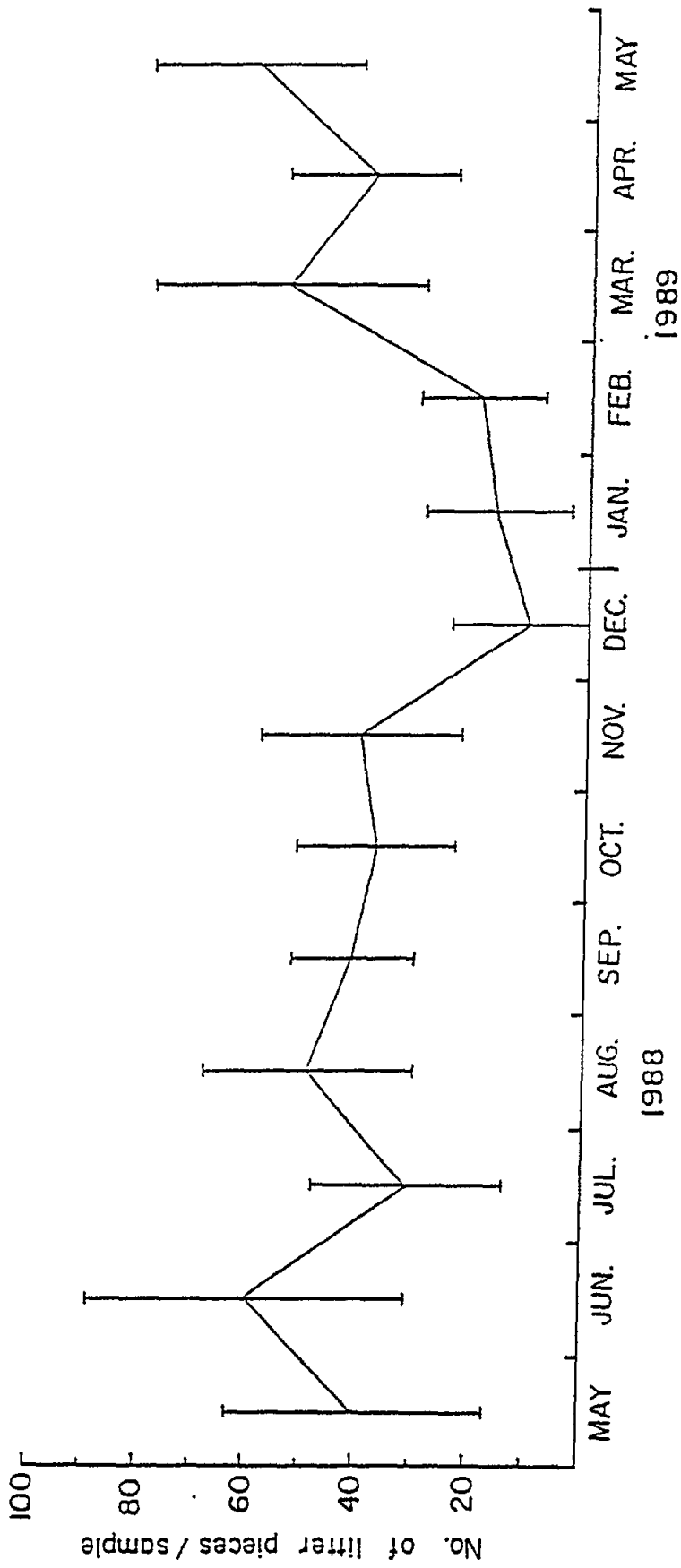


Fig. 5 Variations of monthly means and standard deviations of litter quantity (counts/sample) on all the Israeli beach stations (From Golik and Gertner, 1989)

Another example of the wind effect on litter distribution is brought by Marino *et al.* (1989) from a survey of floating litter off the northeastern coast of Spain (Fig. 6). The mean concentrations of floating plastics, Styrofoam and wood during an expedition which was conducted on July 1988 were 2086 pieces, 1061 pieces and 48.7 kg per km² respectively. However, during another expedition, in March 1989 the values for the same components were 380 pieces, 307.6 pieces and 13.1 kg per km² respectively. Marino *et al.* (1989) attribute the difference in the floating litter quantity between the two sampling periods to the fact that prior to the March 1989 sampling, a strong westerly wind blew over the sampling area, driving all the floating litter to the beach and leaving the sea relatively clean.

Recently, several eddies were discovered in the eastern Mediterranean (Saydam *et al.*, 1985; Brenner, 1989; Ozsoy *et al.*, 1989). Some of them show geographical stability for a long period of time. It is quite possible that similar eddies exist in many other locations in the Mediterranean. Although their role in influencing distribution of flotsam in the sea is not yet known, it has been suggested that they may cause concentration of floating tar and litter (Saydam *et al.*, 1985).

4.3 Fate of the litter

Very little work was done on the fate of the litter. Dixon and Cooke (1977) approached this problem by investigating the container fraction of the litter on a beach in Kent, U.K. Shore retention rates of the containers were estimated by marking the plastic and glass items and counting the remaining marked items after 7, 14, 21, 28 and 56 days. This showed an exponential disappearance with only 20-30% of the debris remaining after 7 days. Glass retention on a sandy beach was twice as high as on a shingle beach. Persistence of litter in adjacent waters was determined by age estimation of some of the debris. Age was determined either by the date inscribed on the item or by knowing the age of various series (according to shape or color) of container products. It was found that 83% of the containers were less than 2 years old. Allowing 6 to 18 months for production to disposal period, this finding indicates a very short retention time of litter in the coastal waters. In contrast to this, preliminary results of a study which is presently underway in Israel show that although there is a transport of litter in the longshore as well as the on- offshore directions, this transport, at least during the summer months, was limited, and painted pieces of litter were found on the same beach even after several months (N. Samsonov, personal communication). It should be borne in mind that the beach in Kent, U.K. is affected by a large tidal range (mean spring tide range is 5.9 m) and strong (0.3-1.6 m/sec) tidal currents, whereas the tidal range in Israel is only 0.5 m.

A similar experiment was carried out by Merrell (1980), who spray-painted gill net floats on two beaches (1000 m long each) on both sides of Amchitka Island, Alaska. He found that after one year, 70% of the floats disappeared from one of the beaches and 25% from the other (41% combined). These floats were not found on other beaches, and Merrell suggests that they were buried by storm surf in the beach sand or blown by the wind to the back shore and into the island.

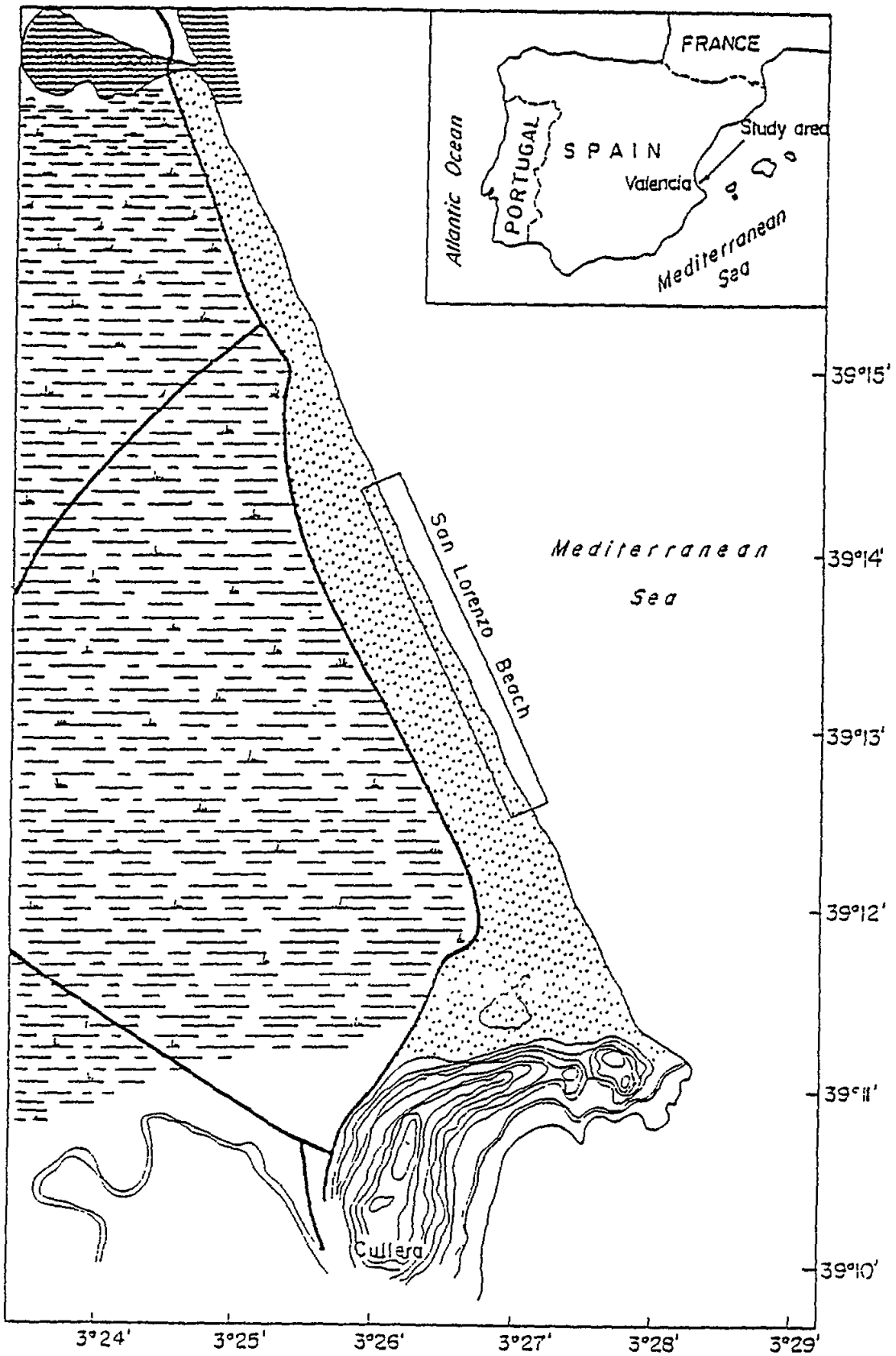


Fig. 6 Sampling area in Spain

Monitoring marine litter is relatively young, and no widely accepted methods for sampling of litter at sea and on the beach have yet been developed. Several considerations must be taken into account in designing a monitoring programme of marine litter. First, the term "monitoring" implies comparison between at least two series of observations in either space or time or both, thus requiring analysis of data using statistical procedures. This implies that some randomness should be introduced in the process of selection of sampling stations. Secondly, results of various studies show that the litter population is highly variable and does not follow any known distribution pattern. Therefore, a large number of samples and the use of non-parametric statistical procedures are required to reach valid conclusions. Another issue involved in litter monitoring is the question of what exactly to measure and, accordingly, in what units to express the results. Litter may be measured in terms of number of litter pieces, of litter weight or of area occupied by the litter. Each of these introduces some distortion to the results but this is inevitable in view of the great variety of materials of which the litter population is composed.

Coastal litter sampling is commonly done from a unit of beach area or length. In most of the cases, the beach unit is a transect which is oriented normal to the coastline from the water line to the back of the beach, which is defined either by the foot of the coastal cliff or dune, or by the beginning of the vegetated area. The width of the transect (which is the beach length) may vary, and there are reports based on transect widths which range from 1 meter to 1 mile. The ideal transect width is in the order of 3-5 m. It is small enough for an individual to count or collect litter items, and large enough to be representative of the litter population.

Very few reports exist on studies of floating litter. Most of them are based on eye sighting of litter from a vessel. In some cases, attempts were made to provide quantitative data based on counting pieces of litter in the water and estimating the area covered by the observer (McCoy, 1988). Another method is to employ a neuston net for sampling. This method is more accurate but it is applicable only to small (a few cm) pieces of litter.

Quantitative information on litter from the sea bed may be obtained by trawling on the sea bottom. In this case it is important to know the horizontal opening of the trawling net as well as the distance covered by the ship in order to obtain the concentration of debris per unit area of sea bed.

Another consideration is what to sample. The litter consists of items ranging in size from a few millimeters (plastic granules) to a few meters (construction debris, car racks, etc.), a large variety of materials and a wide spectrum of functions which were fulfilled by these items during their "life". There is no common consensus on which fraction of the litter to sample and which to ignore. However, the most

informative fraction of the litter is discarded containers. In many cases these bear inscriptions and imprints which provide information on their place of origin, age, and function, therefore providing information on the sources, path of transport and fate of the litter population. They also provide information on their role before turning into litter, thus providing additional insight into the origin of the litter.

5.2 Litter level in the Mediterranean sea

5.2.1 Coastal litter

Tables IV-IX provide quantitative information on the litter found on several Mediterranean beaches in Spain, Sicily, Cyprus and Israel (IOC/FAO/UNEP, 1989). Examination of the data shows a wide range of litter concentration, from a mean of 0.53 to 1105 pieces/frontal meter of beach in counts, or from 4.2 to 6,628 g/m in weight. The high variability in the litter quantity is reflected in the high standard deviation which in many cases is close to the mean value.

Table X provides a comparison of the mean litter quantities on the coastlines of Spain, Sicily Cyprus and Israel (IOC/FAO/UNEP, 1989). The findings were normalized to quantity of litter per 1 m of frontal beach to allow comparison. This comparison must, however, be made with caution because of the large difference in the number of samples collected in each of the countries. The high values of litter which were obtained in Sicily are certainly biased because of the findings on the beach of Ficcarazzi which is near Palermo (Fig. 2), and which probably serves as a dumping ground for construction refuse of that city. Although it is impossible to test statistically whether the differences observed in litter level between the coastlines of these countries are significant, due to the large differences in sample numbers, Table X provides, for the first time, an order of magnitude of the coastal litter quantity in the Mediterranean. Further sampling is required in order to determine whether the trends observed in Table X are valid. In addition, sampling on more Mediterranean coastlines is required in order to get a better estimate on the coastal litter level.

5.2.2 Floating litter

Collection and measurement of floating litter was conducted by Marino *et al.* (1989) in two expeditions off the northern Spanish Coast in the Mediterranean, in July 1988 and March 1989. The results are given in Table XI and they show that the mean concentration of plastic was 867 pieces per km², Styrofoam 522 pcs/km² and wood 23.3 kg/km². Saydam *et al.* (1985) measured pelagic litter in the northeastern Mediterranean using neuston net. Many of their neuston tows did not contain any litter and the largest value they report is 7.2 mg/m² (= 7.2 kg/km²).

Table IV

Statistics on beach litter in Spain (Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

		May 1988	Jun 1988	Jul 1988	Aug 1988	Sep 1988	Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Total
Counts (pcs/m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	41	38	65	77	57	46	51	52	60	112	599
	x	41	38	32.5	38.5	28.5	23.0	25.5	26.0	30.0	56	33.2
Weights (g/m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	517.5	366.2	185.5	159.5	136.1	589.4	492	91.2	99.2	230.8	2867.4
	x	517.5	366.2	92.8	79.8	68.1	294.7	246	45.6	49.6	115.4	159.3
Surface area (cm ² /m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	2939	2039	2792	1854	1898	1556	1510	858	882	1824	18152
	x	2939	2039	1396	927	949	778	755	429	441	912	1008

n = number of samples

Ó = total

x = mean

Table V

Statistics on beach litter (number of pieces) in Sicily
(Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach		Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Mar 1989	Apr 1989	May 1989	Total
Ficarazzi	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	3839	2154	1854	762	705	530	663	592	11099
	x	1919	1077.0	927.0	381.0	352.5	265.0	3315	296.0	693.7
	ó	1252.3	73.5	69.3	24.0	62.9	80.6	30.4	49.5	651.9
Balestrate	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	477	268	202	217	264	240	549	390	2607
	x	238.5	134.0	101.0	108.5	132.0	120.0	274.5	195.0	162.9
	ó	6.4	12.7	70.7	7.8	5.7	12.7	7.8	58.0	67.4
Eraclea Minoa	n		2	2	2	2	2	2	2	14
	Ó		47	54	38	49	66	54	63	371
	x		23.5	27.0	19.0	24.5	33.0	27.0	31.5	26.5
	ó		3.5	8.5	5.7	2.1	11.3	2.8	5.0	6.5
Total	n	4	6	6	6	6	6	6	6	46
	Ó	4316	2469	2110	1017	1018	836	1266	1045	14077
	x	1079.0	411.5	351.7	169.5	169.7	139.3	211.0	174.2	306.0
	ó	1210.2	518.9	449.1	169.0	152.2	111.1	145.5	124.2	477.7

n = number of samples

Ó = total (pcs/3m)

x = mean (pcs/3m)

ó = standard deviation

Table VI

Statistics on beach litter (weights) in Sicily
(Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach		Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Mar 1989	Apr 1989	May 1989	Total
Ficarazzi	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	39770	33558	21500	24368	4695	10780	6320	9582	15057.3
	x	19885.0	16777.0	10750.0	12184.0	2347.5	5390.0	3160.0	4791.0	9410.8
	ó	6625.6	1603.7	4381.2	8507.9	1347.0	4659.8	1060.7	2360.3	7156.3
Balestrate	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	9517	4366	18191	3473	4379	6493	8070	6466	60955
	x	4758.2	2183.0	9095.5	1736.5	2189.5	3246.5	4035.0	3233.0	3809.7
	ó	108.2	913.0	9429.3	487.2	202.9	262.3	42.4	626.5	3353.8
Eraclea Minoa	n		2	2	2	2	2	2	2	14
	Ó		1092	1929	957	756	882	1751	1231	8598
	x		546.0	964.5	478.5	378.0	441.0	875.5	615.5	614.1
	ó		405.9	321.7	130.8	384.7	7.1	21.9	402.3	303.2
Total	n	4	6	6	6	6	6	6	6	46
	Ó	49287	39016	41620	28798	9830	18155	16141	17279	220126
	x	12321.8	6502.7	6936.7	4799.7	1638.3	3025.9	2690.2	2879.8	4785.4
	ó	9534.5	8038.2	6602.2	6896.5	1165.7	3047.0	1534.4	2187.9	5848.5

n = number of samples
Ó = total weight (g/3m)
x = mean weight (g/3m)
ó = standard deviation

Table VII

Statistics on beach litter (number of pieces) in Cyprus
(Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach		Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Mar 1989	Apr 1989	May 1989	Total
Makronissos	n	5	5	5	5	5		5	5	35
	Ó	21	40	52	33	16		48	21	231
	x	4.2	8	10.4	6.6	32		9.6	4.2	6.6
Lara	n	11	11	11	11	11	11	11	11	88
	Ó	178	202	306	108	62	44	58	86	1044
	x	16.2	18.3	27.8	9.8	5.6	4.0	5.2	7.8	11.8
Total	n	16	16	16	16	16	11	16	16	123
	Ó	199	242	358	141	78	44	106	107	1275
	x	10.2	13.1	19.1	8.2	4.4	4.0	7.4	6.0	10.36

n = number of samples

Ó = total (pcs/m)

x = mean (pcs/m)

Table VIII

Statistics on beach litter (weights) in Cyprus
(Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach		Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Mar 1989	Apr 1989	May 1989	Total
Makronissos	n	5	5	5	5	5		5	5	35
	Ó	77	531	205	32	21		592	323	1781
	x	15.4	106.2	41.0	6.4	4.2		118.4	64.6	50.8
Lara	n	11	11	11	11	11	11	11	11	88
	Ó	1233	1536	1451	1091	904	827	807	1082	8931
	x	112.0	139.6	131.9	99.2	82.1	75.1	73.3	98.3	101.4
Total	n	16	16	16	16	16	11	16	16	123
	Ó	1310	2067	1656	1123	925	827	1399	1405	10712
	x	63.7	122.9	86.4	52.8	43.1	15.1	95.8	81.4	87.08

n = number of samples

Ó = total (g/m)

x = mean (g/m)

Table IX

Statistics on beach litter in Israel (Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Beach		May 1988	June 1988	Jul 1988	Aug 1988	Sep 1988	Oct 1988	Nov 1988	Dec 1988	Jan 1989	Feb 1989	Mar 1989	Apr 1989	May 1989	Total
Akhziv	n	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
	Ó	420	683	349		292	349	370	132	179	143	542	424	521	4404
	x	52.50	85.38	43.63		36.50	43.63	46.25	16.50	22.37	17.87	67.75	53.00	65.13	45.88
	ó	31.27	36.21	22.17		9.87	13.55	16.09	24.44	17.59	6.90	34.46	15.55	27.56	29.67
Haifa Bay	n	6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
	Ó	120	290	139		271	219	373	89	119	115	258	274	416	2683
	x	20.00	48.33	23.17		45.17	36.50	62.17	14.83	19.83	19.17	43.00	45.67	69.33	37.26
	ó	8.67	29.43	7.31		11.32	16.75	19.82	11.34	10.15	8.75	5.93	6.31	7.97	21.44
Carmel Beach	n	6	6	6	6	6	6	6	6	12	6	6	6	6	84
	Ó	270	425	284	234	288	297	245	55	240	137	362	236	371	3444
	x	45.00	70.83	47.33	39.00	48.00	49.50	40.83	9.17	20.00	22.83	60.33	39.33	61.83	41.00
	ó	12.54	12.86	14.42	17.88	13.27	11.27	6.18	13.06	12.75	12.32	24.02	15.38	17.97	21.87
Neveh Yam	n	6	6	18		6	6	6	6	6	6	6	6		78
	Ó	271	265	483		207	196	225	10	60	83	272	197		2275
	x	45.17	44.17	26.83		34.50	32.67	37.50	2.67	10	13.83	45.33	32.83		29.17
	ó	26.06	15.68	15.42		13.46	5.99	3.89	2.07	2.1	1.17	14.07	7.63		17.76
Dor	n	5	5	11		3	5	5	5	5	5	5	5	5	64
	Ó	232	327	258		133	153	154	41	69	133	229	143	247	2119
	x	46.40	65.40	23.45		44.33	30.60	30.80	8.20	13.80	26.60	45.80	28.60	49.40	33.11
	ó	20.74	20.63	14.07		4.73	15.84	17.30	8.32	13.14	20.68	34.26	16.21	12.97	22.44
Beit Yanay	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	78
	Ó	178	214	193	359	238	165	128	28	41	77	350	158	301	2430
	x	29.67	35.67	32.17	59.83	39.67	27.50	21.33	4.67	6.83	12.83	58.33	26.33	50.17	31.14
	ó	12.29	13.88	11.55	13.85	5.09	5.96	12.64	5.50	3.87	8.80	15.28	6.80	15.08	19.83
Total	n	37	37	55	12	35	37	37	37	43	37	37	37	31	472
	Ó	1491	2204	1706	593	1429	1379	1495	361	708	688	2013	1432	1856	17355
	x	40.30	59.57	31.02	49.42	40.83	37.27	40.41	9.76	16.47	18.59	54.41	38.70	59.87	36.77
	ó	22.78	28.91	17.01	18.73	11.03	13.78	18.14	14.06	12.53	10.99	24.49	15.10	19.11	23.48

n = number of samples; Ó = total (pcs/5m); x = mean (pcs/5m); ó = standard deviation

Table X

Comparison of litter level between various Mediterranean coastlines (Source: IOC/FAO/UNEP, 1989).

Study area	Spain	Sicily	Cyprus	Israel
No. of samples	17	46	123	472
Mean counts (pcs/m)	33.2	102	10.36	7.35
Mean weight (g/m)	159.3	1595	87.08	

The other studies on floating litter in the Mediterranean were only semi quantitative, based on counting floating debris from a ship and then manipulating the results to concentration of litter. Morris (1980) reports that he observed in this way approximately 2000 pieces of litter per km² some 40 miles SW of Malta. On the other hand, McCoy (1988), who used the same method from a stationary ship in the Ionian Sea, found on the average only one floating object per day, or, according to his computations, 0.12 pieces per km². Again, the values brought above are based on a small number of measurements or observations as to allow definite conclusions on the level of litter floating in the Mediterranean. At best, they provide an order of magnitude.

5.2.3 Sea bed litter

There are many reports on the presence of litter on the Mediterranean sea bed. Most of them are of anecdotal nature. During a dive with the submersible "Cyana" in the submarine canyon off Toulon, France, in 1989, large quantities of litter, consisting of plastic bags, bottles and crates were observed on the sea bottom (Y. Mart, personal communication). In recent sediment sampling by dredging the sea bottom at depths ranging from 200 to 1400 m off Israel, all the samples which were collected contained litter consisting mostly of shredded plastic sheets, but plastic bottles and plates were also present (B. Galil, personal communication). However, the only systematic measurement of litter on the sea bed in the Mediterranean Sea was carried out by Bingel *et al.* (1987) and Bingel (1989) on the Turkish continental shelf of the Mediterranean and their results are given in Tables XII and XIII. It can be seen that there is a general trend of increase in litter density with depth. The data, however, are still too sparse to determine whether this trend is real, and if yes, what are the reasons for it.

Bingel (1989) made an attempt to assess the quantity of litter on the Mediterranean sea bed on the basis of the mean concentration of litter found by him off Turkey, which is 28.63 kg/km². Applying this value to the whole continental shelf of the Mediterranean, Bingel obtained 16,000 tons.

Table XI

Litter concentration off the Mediterranean Spanish Coast
(From Marino *et al.*, 1989).

Station	Transect	Date	Plastic		Wood kg/km ²	Styrofoam pieces/km ²
			pieces/k m ²	kg/km ²		
Barceloneta	2c	26 Jul 88	3510	94.2	45.6	1011
Mataro	3c	26 Jul 88	1375	43.2	40.8	485
Areyns de Mar	4c	25 Jul 88	2720	92.2	67.9	606
Tordera	5c	25 Jul 88	741	17.6	41.2	2143
Castel- defelch	1a	4 Mar 89	108	3.4	0.0	0
Barceloneta	2a	4 Mar 89	105	2.4	17.6	0
Mataro	3a	4 Mar 89	0	0.0	0.0	0
Areyns de Mar	4a	5 Mar 89	908	39.7	18.8	869
Tordera	5a	5 Mar 89	72	1.5	18.4	567
Castel- defelch	1b	7 Mar 89	71	2.1	0.0	0
Barceloneta	2b	7 Mar 89	843	16.0	1.0	0
Mataro	3b	7 Mar 89	36	2.8	0.0	397
Areyns de Mar	4b	6 Mar 89	1486	35.7	71.9	418
Tordera	5b	6 Mar 89	169	7.0	3.3	825

It is quite obvious from the data and estimates of litter quantities which were presented here that it is impossible to present a coherent picture of the pollution level by litter of the Mediterranean Sea. The reasons for this are many: the litter consists of many components which differ in their input rate, behavior and fate; most of the available information is derived from extrapolation based on estimates and therefore suffers badly from errors; measurement of litter is very difficult, certainly on the surface water and the seabed and the available quantitative data are extremely rare for the size of the Mediterranean Sea. These difficulties will not disappear soon. It may therefore prove more profitable to invest future efforts in investigating processes which control the distribution, behavior and fate of litter as well as intensive monitoring projects, each on a small geographical area, with the aim of detecting temporal changes in the litter quantity and nature.

Table XII

Amount of plastics and nylon materials and other litter in Mersin and Iskenderun Bays (wet weights) (From Bingel, 1989).

Region	Depth range (m)	Amount plastics (tons)	Amount litter (tons)	Amount litter (kg/kg ²)
Iskenderun Bay	0-50	31.8	33.3	36
	50-100	24.0	24.0	23
Total		55.8	57.3	29
Mean catch (g)	0-50	473.6 g	496.4 g	
	50-100	305.0 g	305.0 g	
Coeff. of var.	0-50	52.4%	53.3%	
	50-100	70.6%	70.6%	
Mersin bay	0-50	17.8	23.7	19
	50-100	21.5	103.6	78
Total		39.3	127.3	49
Mean catch (g)	0-50	198.7 g	263.5 g	
	50-100	213.1 g	1027.3 g	
Coeff. of var.	0-50	54.5%	53.6%	
	50-100	54.0%	148.5%	

Table XIII

Amount of plastic matter in Mersin and Iskenderun Bays in different years and seasons (From Bingel, 1989).

Year & season	Depth range (m)	Iskenderun Bay		Mersin Bay	
		kg/km ²	tons	kg/km ²	tons
1983 autumn	0-50	23.8	22	10.5	13
	50-100	24.0	25	33.8	45
1984 spring	0-50	54.1	50	12.1	15
	50-100	93.2	97	33.8	45
1984 autumn	0-50	24.9	23	8.1	10
	50-100	46.1	48	4.5	6
1989 spring	0-50	34.6	32	14.5	18
	50-100	23.1	24	16.5	22
Mean	0-50	34.4	32	11.3	14
	50-100	46.6	49	22.2	30

6. COMPOSITION

6.1 Coastal litter

Fig. 7 presents the relative abundance of the various coastal litter components in several Mediterranean countries. It shows that in all of the study areas, plastic debris are the most abundant component in the litter, ranging between 34 and 75%. The only exception is Sicily, where, due to large concentration of construction debris on one beach, the relative abundance of plastic is lower. Considering that unspecified garbage pieces (termed as "various" or "others") were between 10 to 20%, the relative abundance of other components, such as glass or metal, was only a few percent each.

The plastic fraction consists, in decreasing order of abundance, of plastic fragments, plastic bags and sheets, and containers of soft drinks, food, cosmetics, engine oil, etc. Most of the metal components are tins used for beverages; the rest are either food cans or aerosols. In a similar way the glass fraction contains mostly soft drink bottles and, in small numbers, other glass items such as light bulbs. Wood includes driftwood as well as crate fragments. In addition to these, cartons, Styrofoam, garments and foam rubber are found in smaller numbers.

Table XIV presents the relative abundance of litter components from various beaches in the world which were reported in the literature. Comparison of these findings with the composition of coastal litter in the Mediterranean shows slight differences. Relative abundance of plastics debris is higher in the Mediterranean whereas the metal and glass components are less. Also, remnants of fishing gear are rather rare in the Mediterranean - 2.8% was the highest abundance recorded.

6.2 Floating litter

The composition of the floating litter which was found off the Spanish coast in the Barcelona area (Marino *et al.*, 1989) consisted of (in number of pieces) 74.5% plastics, 15.2% styrofoam and 3.05% wood. In terms of weight, the percentages are 55.5%, 1.1% and 36.2, respectively. Similar composition of floating litter was reported by Morris (1980), who observed near Malta that 60-70% of the litter consisted of plastic material including bags, cups, plastic sheets, packing material, bottles and fragment. The rest of the litter observed by Morris (1980) included timber, rubber, nylon ropes, glass bottles and paper. McCoy (1988), who made similar observations of floating litter in the Ionian Sea, does not provide quantitative information on the composition of the litter but he too reports on plastic (mostly containers) and wood as the most abundant materials.

6.3 Sea bed litter

The only quantitative information on the composition of the sea bed litter in the Mediterranean Sea is provided by Loizides (in Bingel, 1989) from Cyprus and by Bingel (1989) from the northeastern coast of Turkey. The findings off Cyprus, which are based on a relatively small number of samples and therefore may be misleading, are that metal

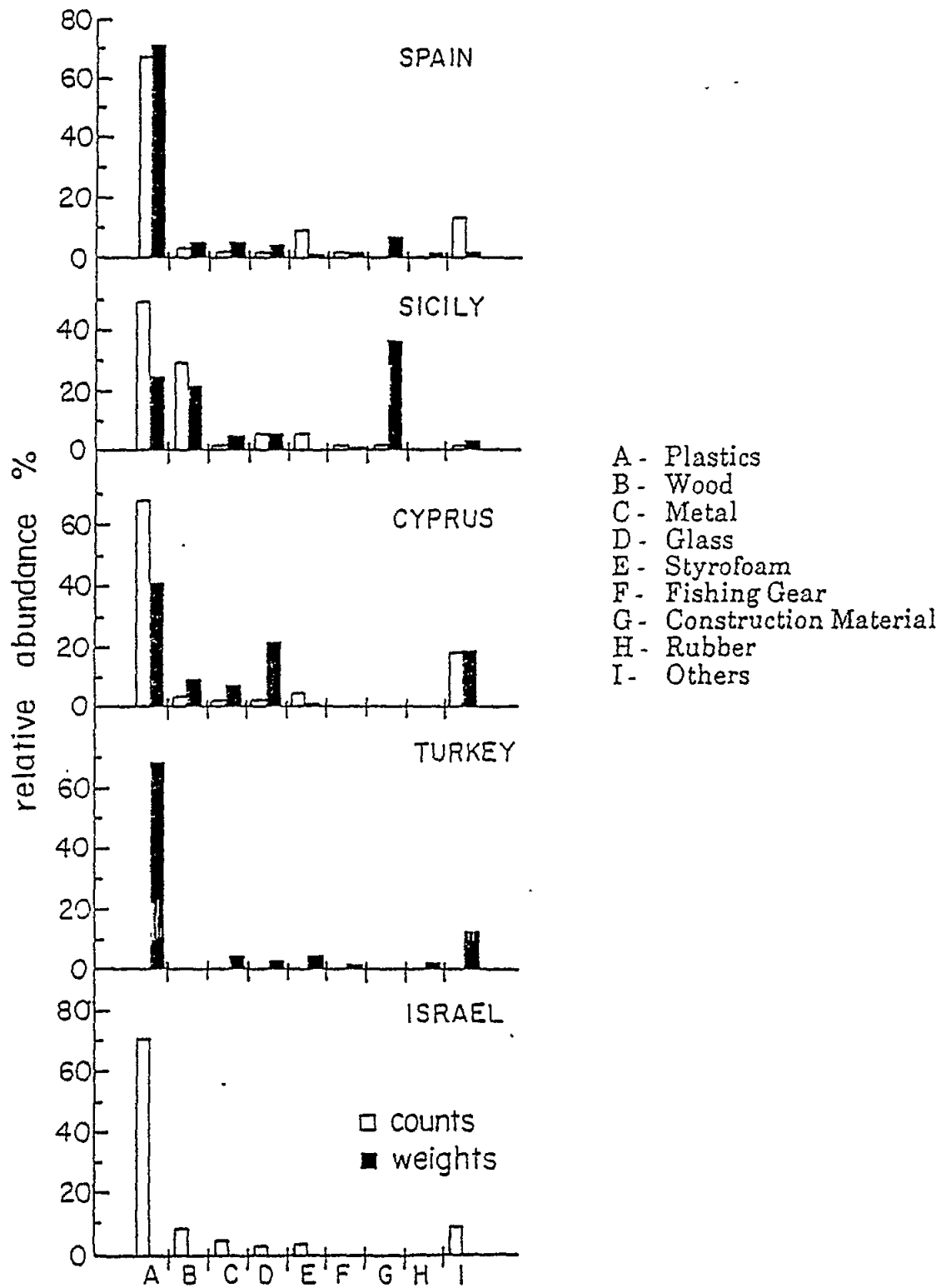


Fig. 7 Relative abundance of various litter components on the beaches of five Mediterranean countries (From Gabrielides *et al.*, 1991)

Table XIV

Percentage of various litter components found on various beaches (based on counting of pieces of litter).

Author	Location	Plastic	Styro-foam	Wood	Metal	Glass	Paper	Fishing	Other
Vauk & Schrey 1987a	German Bight	74.9		11.5	4.4	2.7	3.7	0.7	
Dixon & Cooke 1977	Kent Beach, England*	37.9		0.6	27.7	32.1	3.9		0.7
Dixon & Dixon 1980	Cherburg & Channel Isl.*	56.0		2.6	16.9	20.5	3.9		
"	West Jutland*	44.2		6.7	17.0	25.6	6.4		
Dixon & Dixon 1983	Portugal*	63.2		1.7	19.4	13.8	1.5		2.1
"	Western Isles, Scotland*	56.0		2.4	14.4	20.7	5.8		0.6
Centaur Assoc. 1986	Maine, USA	27.6	27.4		6.6	12.9		11.4	14.1
"	Massachusetts, USA	71.3	5.7		3.9			15.9	3.4
"	New Jersey, USA	59.9			24.4	15.1			0.6
"	Texas, USA	55.5	17.2		11.3	16.0			

* Containers only

objects are more than 80% of the litter if measured by weight, but only 23% if counted as pieces. On the other hand, plastics constitute only 1.4% of the litter by weight but more than 45% by number of pieces. Off the southern coast of Turkey the most abundant material by weight was wood - 43%, whereas plastics constituted 32%.

Table XV provides information on floating and sea bottom litter from various parts in the world as reported in the literature. It is difficult to determine the relative abundance of each of the litter components on the basis of this information, because of the different interests and various methods employed by the various authors. The floating litter, as determined by observation from a boat or by neuston net sampling, consists almost entirely of plastics and fishing gear (which is also mostly plastics). On the sea bed, however, wood dominates over plastics, metal and glass, which are of more or less the same relative abundance.

7. EFFECTS

Marine litter has a deleterious effect on the biota in the sea, on free navigation and on the aesthetics of the beach and coastal waters. Most of the studies on the damage caused by litter to organisms are related to litter floating on the sea surface or in the water column. Organisms suffer from litter in two ways: entanglement and ingestion. Lost or discarded gill nets, trawl nets and strapping bands pose the greatest entanglement threat to marine mammals, fish, sea turtles and sea birds. Ingestion of debris is reported in mammals, sea birds and sea turtles. Most of the ingested debris found in the guts of organisms are plastic beads, but plastic sheets are also found, mostly in turtles. The list of papers and reports on the effect of pelagic litter on organisms is a very long one, and Table XVI provides a summary of some of them. Stranded litter on the beach is apparently less harmful to organisms than pelagic litter. Six-pack yokes, which are rather abundant on the beach, are the most dangerous to birds which get entangled in them by inserting a leg through one hole of the six pack and the beak through another (Evans, 1971).

There is only one report from the Mediterranean on the harmful effect of litter on the biota. Gramentz (1988) examined loggerhead turtles which were fished off Malta and found that 20% of them were affected by oil, plastic and metal. He noticed that although plastic sheets are found in the water in a large number of colors, those found in the intestines of the turtles were only transparent or milky in color. He therefore suggests that the turtles mistakenly take plastics for jellyfish and try to feed on them.

The ill effect of floating litter to navigation is mentioned in many reports but no specific study devoted to this problem was found. Debris, mostly fishing nets and plastic sheets, affect vessel operation by entanglement in the propellers and by clogging the intake pipes for cooling waters. No estimate on the magnitude of this problem, in or outside of the Mediterranean Sea, is available.

Table XV

Floating and sea bottom litter in various parts of the world.

Region	Observation methods	Composition of debris	Estimated and/or obs. abundance	Reference
Subtropical North Pacific	Visual observ. and strip transecting. Ring net.	Large plastic Small plastic	1.8 obj/km ² 1.2 mg/m ²	Day & Shaw, 1987
Subarctic North Pacific		Large plastic Small plastic	0.9 obj/km ² 0.05 mg/m ²	
Bering Sea		Large plastic Small plastic	0.2 obj/km ² 80 obj/km ²	
Worldwide	Commercial fishing	Plastic packing material	>23000 t/y	Horsman, 1985
Worldwide	Commercial fishing	Lost & dischar. fishing gear	135000 t/y	Merrell, 1980
Central North Pacific. Out of major shipping	Visual observ.	Plastics	2.2 obj/km ²	Venrick <i>et al.</i> , 1973
South Pacific New Zealand	Neuston net	Chunks of degraded polystyrene foam, most common plastic	Minor amounts of all types 18 pellets/km ²	Gregory <i>et al.</i> , 1984
Sargasso Sea & edge of Gulf Stream	Neuston net	Plastic partic. mostly pellets (2.5-5mm)	3500 pellets/km ²	Carpenter & Smith, 1972
North Sea-Helgoland	Trawling surveys	Plastic, artif. sponge, styrofoam Paper, cardboard Metal Glass, china Fishing gear Cloth Food stuff Wood	25.4 kg/km ² 3.1 kg/km ² 15.6 kg/km ² 8.6 kg/km ² 13.8 kg/km ² 1.1 kg/km ² 1.3 kg/km ² 138.6 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b

Table XV (continued)

Region	Observation methods	Composition of debris	Estimated and/or obs. abundance	Reference
North Sea-Schahorn	Trawling surveys	Plastic, artif. sponge, styrofoam Paper, cardboard Metal Glass, china Fishing gear Cloth Food stuff Wood	20.1 kg/km ² 4.0 kg/km ² 4.8 kg/km ² 20.1 kg/km ² 11.1 kg/km ² 1.3 kg/km ² 2.3 kg/km ² 102.7 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
North Sea-Norderoogsand	Trawling surveys	Plastic, artif. sponge, styrofoam Paper, cardboard Metal Glass, china	13.2 kg/km ² 0.02 kg/km ² 17.8 kg/km ² 4.7 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
North Sea-Hauke-Halen-Koog	Trawling surveys	Plastic, artif. sponge, styrofoam Paper, cardboard Metal Glass, china Fishing gear Cloth Food stuff Wood	3.3 kg/km ² 0.4 kg/km ² 3.6 kg/km ² 0.7 kg/km ² 1.7 kg/km ² 0.2 kg/km ² 0.1 kg/km ² 12.9 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
North Sea-Juist	Trawling surveys	Plastic, artif. sponge, styrofoam Paper, cardboard Metal Glass, china Fishing gear Cloth Food stuff Wood	44.5 kg/km ² 8.3 kg/km ² 5.7 kg/km ² 27.4 kg/km ² 12.5 kg/km ² 7.7 kg/km ² 1.0 kg/km ² 211.5 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b

In a similar way, no evaluation of the harmful effect of litter to the aesthetics of the beach and the coastal water was found, but there is no question that this effect exists though it is difficult to quantify it. In the case of the Mediterranean this issue is of great economic importance in view of the flux of tourists who come to the Mediterranean beaches for recreational purposes. Table XVII provides statistics on the growth of tourism in the Mediterranean countries between 1970 and 1987. The increase is in all countries and it ranges from 50% to more than 600%. It is estimated that at least half of the "tourists nights" are spent in the coastal area. To cater for these tourists, hotels, restaurants, marinas, bathing beaches and other recreational facilities are constructed along all of the Mediterranean coastline. Yet, filthy beaches are a major deterrent to tourists who go there for recreational purposes, and hence the gravity of coastal pollution problem.

Table XVI

Tabulated summary of the effects of persistent plastic on marine life.

	Causes & Effect	References
Entanglement	Physical entanglement Abrasion or cutting action of debris	
	- Infection	Day <i>et al.</i> , 1985
	- Lacerations & infections on the neck	Scordino & Fisher, 1983
	- Lost and discharged gill nets, trawl nets and strapping and other bands	Kozloff, 1985
	- - Steller sea lions	Loughlin <i>et al.</i> , 1986
	- - California sea lions	Stewart & Yochem, 1987
	- - Hawaiian monk seals	Cawthorn, 1985
	- - South African fur seals	Shaughnessy, 1980
	- - Arctic fur seals	Bonner & McCann, 1982
	- - Humpback fin & white whales	Kraus, 1985
	Attraction of entangled individuals as prey for other organisms	
	- Increased danger of entanglement	Day <i>et al.</i> , 1985
	- - Marine birds (diverse species)	Piatt & Nettleship, 1987
	- - Sula bassana	Schrey & Vauk, 1987
	- - Sea turtles	Carr, 1986
Monofilament line, rope, netting, cloth debris, tar	Balazs, 1985	
Behavioral	Objects to play especially for young animals-mammals	
	- Increased danger of entanglement	
	- - Marine mammals	Day <i>et al.</i> , 1985
	- - Newly weaned monk seal pups	Henderson, 1984, 1985
	- Migration	Fowler, 1987
- Swimming towards plastic packing bands and nets and insertion of heads	Yoshida <i>et al.</i> , 1985	

Table XVI (continued)

	Causes & Effect	References
Ingestion	Selective or accidental ingestion of small fragments	
	- Blocking of digestive tract - Lessening the feeding drive - Ulceration and injury - Source of toxic chemicals	Day <u>et al.</u> , 1985
	- - Laysan albatrosses	
	Plastic fragments, toys, bottled caps or cigarette filters in the upper GI tract	
	- Impacted preventriculi, starvation - Preventricular ulceration - Chronic inflammatory lesions in the muscularis and mucosal lamina probia - Partial obstruction of gut	Fry <u>et al.</u> , 1987
	Paint chips and other foreign objects	
	- Wing-droop syndrome-lead poisoning	Fry <u>et al.</u> , 1987
	- - Sea turtles:	
	Synthetic scrap, fishing nets and lines plastic bags, beads, bottles, vinyl films and tar balls	Balazs, 1985
Regurgitation	Adult birds feeding chicks	Kenyon & Kridler, 1969
	- Retain indigestible items for long period, eventually for more than 40 days	Petitt <u>et al.</u> , 1981
	- - Wedge-tailed shearwaters:	
	Plastic pellets and fragments	
	- Necrosis	Fry <u>et al.</u> , 1987
Predation	Mechanically or through other ways or means disadvantaged (less conditioned) individuals will get easier predated)	Day <u>et al.</u> , 1985
Spawning	Weakened individuals might be less fit to breed or rear their young	Day <u>et al.</u> , 1985
Populations	Decline of population levels	
	- - Northern fur seal	DC (Dept. of Commerce), 1985; NPFSC (North Pacific Fur Seal Commission), 1985
	- - Fur seals - Pribilof Islands	Fowler, 1985; 1987
	- - Sea turtles	Carr, 1986

Table XVII

Increase in number of international tourist arrivals to Mediterranean countries, 1970-1987 (thousands).

Country	Arrivals in 1970	Arrivals in 1987	% increase
Albania	-	-	-
Algeria	236	849*	259
Cyprus	127	949	647
Egypt	348	1,795	415
France	18,130	36,818	103
Greece	1,407	8,004	468
Israel	419	1,101*	162
Italy	14,188	21,323	50
Lebanon	900	118**	-87
Libya	77	120*	55
Malta	171	746	336
Monaco	-	-	-
Morocco	747	2,128	184
Spain	15,320	30,545	99
Syria	409	1,160*	183
Tunisia	411	1,875	356
Turkey	446	2,856	540
Yugoslavia	4,749	8,907	87

* 1986, no data for 1987

** 1980, no data since then

Source: Statistical Yearbooks and the Blue Plan "Tourism Group".

8. ACTION TAKEN AT THE NATIONAL AND INTERNATIONAL LEVEL

Marine littering is a cultural problem and has to be treated as such, namely by education, legislation and law enforcement. In addition, innovative technologies for treating garbage may prove useful in controlling this problem. These avenues of treating the litter pollution should be adopted by local authorities, national governments and international organizations. Certainly, law enforcement, and to a certain extent even legislation, can best be carried out by the local authorities of the city or province of a particular coastline. This

level of government will be most effective in dealing with litter which is produced by beach goers, or at times by building contractors who use the beach as a dump site for building debris. Education, legislation and research should be the responsibility of the national government. In terms of litter sources, it is the land-based litter which should be treated by this level. The actions which should be taken by the international level should be directed to the marine-based litter, and to problems rising from lateral drift of litter between neighbouring countries. Education, international treaties and research should be the tools at the international level to combat the litter problem in the Mediterranean Sea. Initial steps in all these directions of activity, and in all levels of government, have already been taken all over the world as well as in the Mediterranean region.

8.1 Education

Increase in awareness of marine and coastal littering may be achieved by involving the public in voluntary beach clean-ups. This approach is especially effective if youngsters are involved, because it directly contributes to their education and personal behaviour when they reach adulthood. In recent years, voluntary beach clean-ups have been carried out all over the world and lately in some Mediterranean countries as well. In Greece, the Hellenic Marine Environment Protection Association (HELMEPA), an organization of ship owners and seamen devoted to protecting the marine environment, has already conducted massive beach clean-ups with the participation of more than a thousand young volunteers. The gains made by these operations are not only clean beaches and additional statistical information on coastal litter, but also, and most important, increasing awareness of young people to environmental problems. HELMEPA has also organised in Athens (29-30 June 1989) a Workshop on the elimination of garbage from the Mediterranean and its adoption as an effective special area to Annex V of MARPOL 73/78 (HELMEPA, 1989).

Similar developments are now taking place in Turkey, where a national plan has recently been designed for the education of youngsters to keep the coastline clean. In Israel, sporadic beach clean-up campaigns by volunteers have been carried out in recent years. Also, the Israeli Government financially supports local councils in cleaning their beaches, provided that the local councils bear half of the financial burden. This, again, is an educational step designed to motivate local authorities to bear responsibility for the cleanliness of the beaches which fall under their jurisdiction. It seems that the educational approach is effective. Golik and Gertner (1989, 1991) report that in many cases they found on the beach plastic bags which were filled by bathers with their trash (meal remnants, bottles, cans, etc.). Apparently these visitors to the beach were sensitive to the cleanliness of the beach and did not wish to leave their debris dispersed on the beach. However, due to lack of reception facilities such as trash bins, they left the debris-full plastic bags on the beach.

8.2 Legislation and law enforcement

Two of the protocols to the Barcelona Convention make special reference to persistent synthetic litter. According to article 4 and Annex I of the Protocol for the Prevention of Pollution of the

Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft, it is prohibited to dump into the Mediterranean sea area plastic and other persistent synthetic materials which may materially interfere with fishing or navigation, reduce amenities, or interfere with other legitimate uses of the sea. The Protocol for the Protection of the Mediterranean sea against pollution from Land-based sources stipulates that Contracting Parties undertake to eliminate pollution from land-based sources by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension and which may interfere with any legitimate use of the sea.

Other important international agreements related to the prevention of marine pollution by persistent synthetic materials are the London Dumping Convention (LDC) which was agreed upon in 1972, and Annex V of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78). The LDC prohibits disposal at sea of waste and garbage loaded onto a ship from a land-based source. In the list of wastes and other materials prohibited from dumping are persistent plastics and other persistent synthetic material. This convention does not include, however, garbage generated in the course of normal operation of the ship.

On 31 December 1988, Annex V to MARPOL 73/78, came into effect. This is certainly the most important legislative step in protecting the marine environment from ship-generated garbage pollution. The Mediterranean sea has already been designated a "special area" and according to regulation 5 of Annex V no garbage may be discarded from ships into this area. The only exception is ground wastes ("capable of passing through a screen with openings no greater than 25 mm") which may be dumped into the sea but not within 12 miles from land.

It must be pointed out, however, that these special provisions have not yet come into force since paragraph 4(b) of regulation 5 stipulates that the clauses referring to pollution produced by ships travelling across the "special area" can only be applied 12 months after a sufficient number of Contracting Parties notify IMO that they have adequate garbage reception facilities in their ports to satisfy the requirements of the ships calling at these ports without causing undue delays. There are still 8 Mediterranean countries which have not yet ratified Annex V. During the 30th session of the Marine Environment Protection Committee of IMO a relevant resolution was proposed by the Italian delegation and was approved by the Committee as it appears in the Annex to this document.

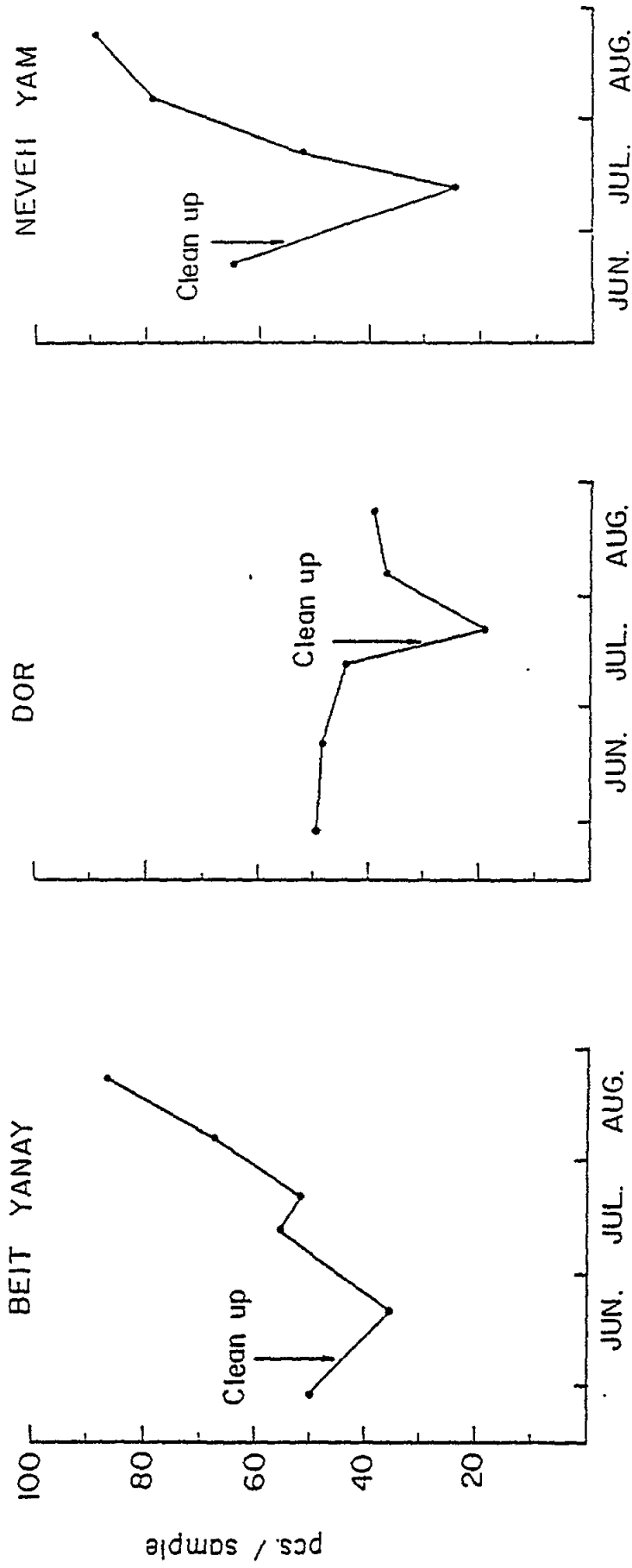
On the national level, in many countries various legislations exist which prohibit littering the "public domain". Since in most countries the beach, and certainly the sea, are considered "public domain", these laws will also apply there. The responsibility for enforcing such regulations usually lies with local authorities. An extensive review of the national laws is not considered necessary here while it is considered doubtful that any specific legislation exists aiming at the prevention of land-based litter from reaching the beach and the sea. The indication that land-based garbage constitutes a significant portion of the Mediterranean litter raises the need for such legislation.

8.3 Beach cleaning

Another approach to control coastal litter is beach cleaning. This is done on many coasts of the Mediterranean which are visited by a large number of bathers. These public beaches are cleaned daily, or close to daily, by the local authorities and the cost of the cleaning operation is carried, directly or indirectly, by the beach users. However, cleaning of coastlines which are not frequented by large masses of people is a heavy financial burden and therefore is rather rare. In Greece, where massive clean-up of beaches was carried out by volunteers (see above), the collection of 1,389 m³ of garbage cost \$4,000 (D. Mitsatsos, personal communication) and this does not include the cost of labor. In Israel, the Ministry for Environmental Quality, together with the local councils, carry out a clean-up of almost the entire coastline of Israel once or twice a year. The cost of this cleaning is about \$200 per km of coastline (E. Adler, personal communication). Golik and Gertner (submitted for publication) monitored several beaches in Israel after such a clean-up to determine its effectiveness. From Fig. 8, which presents the results of this monitoring, it is obvious that the effect of clean-up is rather short in time, less than a month. It is therefore obvious that massive clean-ups of beaches may have an educational value but are certainly not a practical solution.

9. SUMMARY

- a) Attention has focused recently on the increasing amounts of man made debris littering the world oceans and coastlines and the Mediterranean is no exception. However, the studies made on this problem are very limited and the available information does not allow us to provide a quantitative assessment of litter input, level and decay in the Mediterranean Sea and its coasts. The quantities of litter which are based on measurements in the field cover only a small part of the Mediterranean Sea and its coasts and are not enough to provide a quantitative assessment of the litter problem. However, the MED POL survey provided for the first time some indication of the quantities of litter found on various beaches in some Mediterranean countries (see Table X).
- b) There are 3 sources of litter input: i) litter which reaches the beach and the sea as drainage from land; ii) litter which is left on the beach by beach goers who come to the beach for recreation and by construction contractors who at times dump building debris there; iii) litter which is discarded from ships directly into the sea.
- c) Factors which control the distribution of litter are: proximity to the litter source which may be shipping lanes at sea or population concentration on land, winds and currents which disperse the litter from its source, and waves which drive the litter from the front of the beach to its back and in case of storms even beyond it, landward.
- d) Close to 3/4 of the coastal litter is composed of plastic materials. The remaining are litter pieces which are made of metal, glass, lumber and wood, Styrofoam and others. Floating



1989

Fig. 8 Monitoring the effect of clean-up on three Israeli beaches (From Golik and Gertner, submitted for publication)

litter consists almost entirely of plastics, Styrofoam and wood, whereas seabed litter consists mostly of wood and then plastics, metal and glass in the same abundance.

- e) Field observations yield the impression that the container fraction of the coastal litter in the Mediterranean consists mostly of those used for beverages, food and cosmetics. This is in contrast to containers of household detergents and cleansers which are the most abundant on the European coastline of the Atlantic. It has been proposed that most of the Mediterranean coastal litter is left by beach goers and therefore should be considered as land-based litter whereas that of the Atlantic beaches of Europe is mostly discarded from ships and therefore marine-based.
- f) Eventhough the studies on the damage caused by marine litter in the Mediterranean are limited, it is to be expected that the same ill effects that marine litter has in other parts of the world would also exist in the Mediterranean. These are damage to fish, marine mammals and birds through entanglement and ingestion; damage to free navigation through entanglement in ship propellers and clogging intakes of cooling water systems, and damage to beaches by deterioration of their aesthetics. In the case of the Mediterranean the last one may be the most serious one, economically, in view of the heavy investments which are made to attract tourists to the Mediterranean coastline.

10. REFERENCES

- Balazs, G.H. (1985), Impact of ocean debris on marine turtles: Entanglement and ingestion. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.336-343.
- Bingel, F. (1989), Plastic in the Mediterranean Sea. Report prepared for IOC/UNESCO: pp.1-65.
- Bingel, F., D. Avsar and M. Unsal (1987), A note on plastic materials in trawl catches in the north-eastern Mediterranean. Meeresforschung, 31:227-233.
- Blue Plan (1987), Mediterranean basin environmental data (natural environment and resources). Mediterranean Blue Plan Regional Activity Center. Sophia Antipolis 06560 Valbonne, France: 283 p.
- Bonner, W.N. and T.S. McCann (1982), Neck collars on fur seals, *Arctocephalus gazella* at south Georgia. Br.Antarct.Surv.Bull., 57:73-77.
- Brenner, S. (1989), Structure and evolution of warm core eddies in the Eastern Mediterranean Levantine Basin. J.Geophys.Res., 94, no. C9:12593-12602.

- Carpenter, E.J. and K.L. Jr. Smith (1972), Plastics on the Sargasso Sea surface. Science, 175:1240-1241.
- Carpenter, E.J., S.J. Anderson, G.R. Harvey, H.P. Miklas and B.B. Peck (1972), Polystyrene spherules in coastal waters. Science, 178:749-750.
- Carr, A. (1986), Rips, FADS and little loggerheads. BioScience, 36:92-110.
- Cawthorn, M.W. (1985), Entanglement in, and ingestion of, plastic litter by marine mammals, sharks, and turtles in New Zealand waters. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.336-343.
- Centaur Associates, Inc. (1986), Issue report and work plan for the development of a marine debris education program for the northwestern Atlantic and Gulf of Mexico. Report prepared for the National Marine Fisheries Service, 61 p.
- Day, R.H. and D.G. Shaw (1987), Pattern in the abundance of pelagic plastic and tar in the North Pacific Ocean, 1976-85. Mar.Pollut.Bull., 18:311-315.
- Day, R.H., D.H.S. Wehle and F.C. Coleman (1985), Ingestion of plastic pollutants by marine birds. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.344-386.
- DC (U.S. Dept. of Commerce) (1985), Environmental impact statement on the Interim Convention on Conservation of North Pacific Fur Seals. NMFS, NOAA, Washington DC.
- Dixon, T.R. and A.J. Cooke (1977), Discarded containers on a Kent beach. Mar.Pollut.Bull., 8:105-109.
- Dixon, T.R. and A.J. Dixon (1980), Marine litter research program stage 2. Marine Litter Surveillance at two sites on the Western Cherbourg Peninsula and West Jutland shores of the English Channel and southern North Sea. Keep Britain Tidy Group, Bostel House, 37 West Street, Brighton. 44 p.
- Dixon, T.R. and T.J. Dixon (1981), Marine litter surveillance. Mar.Pollut.Bull., 12:289-295.
- Dixon, T.R. and T.J. Dixon (1983), Marine litter research program stage 5. Marine Litter Surveillance on the North Atlantic Ocean shores of Portugal and the Western Isles of Scotland. Keep Britain Tidy Group, Buckinghamshire College of Higher Education. 73 p.
- Evans, W.E. (1971), Potential hazards of non-degradable materials as an environmental pollutant. In Naval underwater center symposium on environmental preservation, 20-21 May 1970.

- Fowler, C.W. (1985), An evaluation of the role of entanglement in the population dynamics of northern fur seals on the Pribilof Islands. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.291-307.
- Fowler, C.W. (1987), Marine debris and northern fur seals: a case study. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):326-335.
- Fry, D.M., S. Fefer and L. Sileo (1987), Ingestion of plastic debris by Laysan albatrosses and wedge tailed shearwaters in the Hawaiian islands. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):339-343.
- Gabrielides, G.P., A. Golik, L. Loizides, M.G. Marino, F. Bingel and M.V. Torregrossa (1991), Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline. Mar.Pollut.Bull., 23:437-441.
- GESAMP (1990), The state of the marine environment. UNEP Regional Seas Reports and Studies no. 115. UNEP, Nairobi, 111 p.
- Golik, A. and Y. Gertner (1989), Litter on the Israeli coastline. Israel Oceanographic and Limnological Research, Report no. H12/89:1-14.
- Golik, A. and Y. Gertner (1991), Solid waste on the Israeli coast - composition, source and management. Proc. 2nd Inter. Conf. on Marine Debris, Honolulu, Hawaii (in press).
- Gramentz, D. (1988), Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 19:11-13.
- Gregory, M.R. (1977), Plastic pellets on New Zealand beaches. Mar.Pollut.Bull., 8:82-84.
- Gregory, M.R. (1983), Virgin plastic granules on some beaches on eastern Canada and Bermuda. Mar. Environ. Res., 10:73-83.
- Gregory, M.R., R.M. Kirk and M.C.G. Mabin (1984), Pelagic tar, oil, plastics and other litter in surface waters of the New Zealand sector of the southern ocean, and on Ross Dependency shores. New Zealand Antarctic Record 6:12-26.
- HELMEPA (1989), Proceedings of a workshop on the elimination of garbage from the Mediterranean and its adoption as an effective special area to Annex V of MARPOL 73/78 (Athens, 29-30 June 1989), 235 p.
- Henderson, J.R. (1984), Encounters of Hawaiian monk seals with fishing gear at Lisianski Island, 1982. Mar.Fish.Rev., 46:59-61.
- Henderson, J.R. (1985), A review of Hawaiian monk seal entanglement in marine debris. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.325-335.

- Heyerdahl, H. (1971), Atlantic Ocean pollution and biota observed by the Ra expeditions. Biol.Conserv., 3:164-167.
- Horsman, P.V. (1982), The amount of garbage pollution from merchant ships. Mar.Pollut.Bull., 13:167-169.
- Horsman, P.V. (1985), Garbage kills. BBC Wildlife, August, pp.391-393.
- IOC/FAO/UNEP (1989), Report of the IOC/FAO/UNEP review meeting on the persistent synthetic materials pilot survey. Haifa, Israel, 12-14 June 1989, 46 p.
- Kenyon, K.W. and E. Kridler (1969), Laysan albatross swallow indigestible matter. Auk. 86:339-343.
- Kozloff, P. (1985), Fur seal investigations, 1982. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Tech. Memo., NMFS, NOAA-TM-NMFS-F/NWC-71.
- Kraus, S.D. (1985), A review of the status of right whales (*Eubalaena glacialis*) in the western north Atlantic with a summary of research and management needs. Final Report to the Marine Mammal Commission. NTIS, PB86- 154143. Springfield, VA.
- Loizides, L. (1989), Study on the type and quantity of litter on Cyprus beaches. Dept. of Fisheries, Ministry of Agriculture and Natural Resources. 6 p.
- Loughlin, T.R., P.J. Gearin, R.L. DeLong and R.L. Merrick (1986), Assessment of net entanglement on northern sea lions in the Aleutian Islands, 25 June - 15 July 1985. U.S. Dept. of Commerce, NWAFC Processed Report 86-02. Northwest and Alaska Fisheries Center, NMFS, Seattle, WA.
- Marino, M.G., P. Aranzadi and J. Sobrino (1989), Litter on the beaches and littoral waters of the Spanish Mediterranean coast. Progress Report: 1-8.
- Matthews, W. (1975), Marine litter. In Assessing potential ocean pollutants: 405-438, a report of the study panel on assessing potential ocean pollutants to the Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources, National Research Council, Washington D.C., National Academy of Sciences.
- McCoy, F.W. (1988), Floating megalitter in the Eastern Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 19:25-28.
- Merrell, T.R. Jr. (1980), Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. Mar.Environ.Res., 3:171-184.
- Merrell, T.R. Jr. (1984), A decade of change in nets and plastic litter from fisheries off Alaska. Mar.Pollut.Bull. 15:378-384.
- Morris, R.J. (1980), Floating plastic debris in the Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 11:125.
- New York State DEC Report (1988), Investigation: sources of beach washups in 1988. New York State Department of Environmental Conservation. 1-75.

- O'Hara, K.J. (1991), National marine debris data base. in Shomura, ed. 2nd Intern. Conf. on Marine Debris, Honolulu, Hawaii 2-7 April, 1991. Abstracts.
- Ozsoy, E., A. Hecht and U. Unluata (1989), Circulation and hydrography of the Levantine Basin. Results of POEM coordinated experiments 1985-1986. Proc.Oceanogr., 22:125-170.
- Petitt, T.N., G.S. Grant and G.C. Whittow (1981), Ingestion of plastics by Laysan albatross. Auk, 98:839-841.
- Piatt, J.F. and D.N. Nettleship (1987), Incidental catch of marine birds and mammals in fishing nets off Newfoundland, Canada. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):344-349.
- Saydam, C., I. Salihoglu, M. Sakarya and A. Yilmaz (1985), Dissolved/dispersed petroleum hydrocarbon, suspended sediment, plastic, pelagic tar and other litter in the northeastern Mediterranean. Journ.Etud.Pollut.CIESM, 7(1984):509-518.
- Schrey, E. and G.J.M. Vauk (1987), Records of entangled gannets (*Sula bassana*) at Helgoland, German Bight. Mar.Pollut.Bull., 18:350-352.
- Scordino, J. and R. Fisher (1983), Investigations on fur seal entanglement in net fragments, plastic bands and other debris in 1981 and 1982, St. Paul Island, Alaska. Background paper submitted to the 26th Ann. Mtg. Standing Scientific Committee of the North Pacific Fur Seal Commission, 28 March - 8 April 1983, Washington DC.
- Scott, G. (1989), The philosophy and practice of degradable plastics. Second International Conference on Marine Debris. Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura.
- Shaughnessy, P.D. (1980), Entanglement of cape fur seals with man-made objects. Mar.Pollut.Bull., 11:332-336.
- Shiber, J.G. (1979), Plastic pellets on the coast of Lebanon. Mar.Pollut.Bull., 10:28-30.
- Shiber, J.G. (1982), Plastic pellets on Spain's Costa del Sol beaches. Mar.Pollut.Bull., 13:409-412.
- Shiber, J.G. (1987), Plastic pellets and tar on Spain's Mediterranean Sea. Mar.Pollut.Bull., 18:84-86.
- Shomura, R.S and H.O. Yoshida eds. (1985), Proceedings of the workshop on the fate and impact of marine debris. 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii. NOAA Tech. Memo:580 NMFS. 530 p. NOAA - TM - NMFS - SWFC - 54. U.S. Dept. Commerce.
- Stewart, B.S. and P.K. Yochem (1987), Entanglement of Pinnipeds in synthetic debris and fishing net and line fragments at San Nicholas and San Miguel Islands, California, 1978-1986. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):336-339.

- UNEP (1989), The state of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Reports Series no. 28. UNEP, Athens, 221 p.
- Vauk, G.J.M. and E. Schrey (1987a), Litter pollution from ships in the German Bight. Mar.Pollut.Bull., 18:316-319.
- Vauk, G.J.M. and E. Schrey (1987b), Vermüllung der Nordsee. Umweltvorsorge Nordsee, Belastungen Gutesituation Masnahmen. Niedersächsische Umwelt-minister, 67-73 p.
- Venrick, E.L., T.W. Backman, W.C. Bartram, C.J. Platt, M.S. Thornhill and R.E. Yates (1973), Man made objects on the surface of the central north Pacific Ocean. Nature, 241:271.
- Wolfe, D.A. ed. (1987), Plastics in the sea. Mar.Pollut.Bull., 18:303-365.
- Yoshida, K., N. Baba, M. Nakajima, Y. Fujimaki, A. Furuta, S. Nomura and K. Takahashi (1985), Fur Seal Entanglement Survey Report Test Study at a Breeding Facility, 1983. Document submitted to the 28th Meeting of the Standing Scientific Committee on the North Pacific Fur Seal Commission. Tokyo, April 4-12, 1985.

ANNEX

RESOLUTION MEPC.43(30) ADOPTED BY THE 30TH SESSION OF THE IMO
MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMITTEE
(London, 15 November 1990)

PREVENTION OF POLLUTION BY GARBAGE IN THE MEDITERRANEAN

THE MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMITTEE,

NOTING regulation 5 of Annex V of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78), which designates the Mediterranean Sea as a special area,

BEING CONSCIOUS of the need to protect the Mediterranean Sea to the fullest possible extent that MARPOL 73/78 will allow,

URGES the coastal States of the Mediterranean Sea not Party to Annex V or to MARPOL 73/78 to accede to the Annex or to MARPOL 73/78 including Annex V.

INVITES the government of each State with a coastline bordering the Mediterranean Sea, whether or not Party to Annex V, to ensure that facilities are provided at all its ports for the reception of garbage from ships as soon as possible but not later than 1 January 1992,

RECOMMENDS the Governments of Mediterranean States to notify the Organization when such facilities have been provided so that the special area requirements can be implemented as soon as possible,

RECOMMENDS ALSO that the Governments urge ships flying their flag to apply as far as practicable the provisions of regulation 5 of Annex V of MARPOL 73/78 concerning the discharge of garbage within a special area when operating in the Mediterranean Sea.

EVALUATION DE L'ETAT DE LA POLLUTION DE LA MER MEDITERRANEE PAR
LES MATIERES SYNTHETIQUES PERSISTANTES QUI PEUVENT FLOTTER,
COULER OU RESTER EN SUSPENSION

1. RAPPEL HISTORIQUE

Conformément au Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique (Protocole tellurique), les Parties contractantes prennent toutes mesures appropriées pour prévenir, réduire, combattre et maîtriser la pollution de la zone de la mer Méditerranée due aux déversements par les fleuves, les établissements côtiers ou les émissaires, ou émanant de toute autre sources terrestre située sur leur territoire.

L'article 5 dudit Protocole stipule que:

- Les Parties s'engagent à éliminer la pollution d'origine tellurique de la zone du Protocole par les substances énumérés à l'annexe I au présent Protocole;
- A cette fin, elles élaborent et mettent en oeuvre, conjointement ou individuellement selon le cas, les programmes et mesures nécessaires;
- Ces programmes et mesures comprennent notamment des normes communes d'émission et des normes d'usage.

La réunion d'experts sur l'application technique du Protocole tellurique (décembre 1985) a proposé que les mesures destinées à être recommandées aux Parties contractantes pour chaque groupe de substances soient fondées sur un "document d'évaluation" établi par le secrétariat. Selon cette proposition, qui a été adoptée par la Cinquième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone (septembre 1987), ces évaluations devaient notamment comporter des chapitres consacrés aux:

- sources, points d'entrée et quantités des charges de pollution pour les rejets industriels, municipaux et autres atteignant la mer Méditerranée;
- niveaux de pollution;
- effets de la pollution;
- mesures légales, administratives et techniques existant aux niveaux national et international.

Les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension et qui peuvent gêner toute utilisation légitime de la mer sont incluses dans l'annexe I au Protocole tellurique. L'une des premières activités MED POL sur ce sujet a consisté à organiser une réunion spéciale COI/FAO/PNUE (Athènes, 14-16 octobre 1987) pour examiner l'ampleur du problème dans la région méditerranéenne et recommander des activités ultérieures. Constatant que seules des informations très restreintes étaient disponibles, la réunion a recommandé le lancement d'une étude pilote de surveillance dans certaines zones en vue d'évaluer la quantité de débris présents dans le milieu marin et de déterminer leur origine et toute modification saisonnière de leur composition et de leur quantité. Au

cours de la même réunion, des instructions d'ordre méthodologique ont été établies ainsi que des grandes lignes assorties de commentaires, pour le document d'évaluation.

Entre temps, la Sixième session du Comité d'investigation mondiale de la pollution dans l'environnement marin (GIPME) de la COI (Paris, 25 septembre - 1er octobre 1986) a recommandé aux groupes d'experts GIPME de mettre au point des méthodologies et de favoriser les efforts visant, notamment, à surveiller les quantités et les types de débris plastiques persistants dans la mer.

Ainsi que l'avait demandé la Seizième session du Comité des pêches de la FAO, (Rome, 22 - 26 avril 1985), un document (COFI/87/8) sur la protection des ressources vivantes contre l'emmêlement dans les filets de pêche et les débris a été préparé et soumis à sa Dix-septième session (Rome, 18 - 22 mai 1987) pour examen.

Les résultats d'une étude pilote qui a duré 12 mois (mai 1988 - mai 1989) ont été examinés lors d'une réunion des chercheurs responsables (Haifa, Israël, 12-14 juin 1989) et constituent, pour l'essentiel, la base du présent document.

Le Groupe d'experts COI/PNUE sur les méthodes, les normes et l'interétalonnage (GEMSI) a, au cours de sa réunion conjointe avec le Groupe d'experts COI/PNUE/OMI sur les effets des polluants (GEEP) (Moscou, 15-19 octobre 1990), examiné le rapport de la réunion de Haifa (COI/FAO/PNUE, 1989) et estimé que ce document constituait une base utile pour un manuel qui pourrait s'appliquer à toutes les régions. Le Groupe d'experts a souligné l'importance d'un manuel de ce genre et il a jugé qu'il pourrait fournir les moyens d'une évaluation valable de l'impact des détritiques de plage à l'échelle mondiale, tout en prenant en compte d'autres lignes directrices établies pour les études de débris sur les plages, notamment aux Etats-Unis.

La Septième session du Comité GIPME (Paris, 21-25 janvier 1991) a recommandé que la surveillance des matières synthétiques persistantes sur les plages soit incluse dans les paramètres de surveillance lors du développement à venir du Système de surveillance de la pollution marine MARPOLMON. Elle a en outre recommandé que des études pilotes de détritiques sur les plages, analogues à celles réalisées en Méditerranée, soient menées sur une base très étendue comme une technique simple, efficace et peu onéreuse d'évaluation de la nature et des sources de contamination de la mer par les déchets.

Le présent document a été préparé par le secrétariat avec l'aide d'un consultant et en étroite coopération avec la COI et la FAO. Il repose sur une recherche bibliographique étendue tout en exploitant pleinement les résultats de l'étude pilote MED POL. Il ne se limite pas aux sources telluriques mais traite de la contamination par les détritiques en général.

2. INTRODUCTION

Au cours des vingt à trente dernières années, on s'est de plus en plus préoccupé, au niveau international, de l'augmentation de la quantité de déchets dans le milieu marin. Cette augmentation résulte de l'essor rapide des matières plastiques qui ont été découvertes vers le milieu de notre siècle. La résistance des plastiques à la dégradation naturelle les rend très utiles pour l'homme, mais cette qualité se change en menace quand ces matières cessent d'être utilisables et sont mises au rebut. La pratique courante pour éliminer les détritiques consistait jusqu'à ces derniers temps, et consiste encore dans une certaine mesure, à les jeter dans la mer. Le rejet continu de plastiques dans le milieu marin d'une part, et leur lente dégradation d'autre part, entraînent l'augmentation constatée de ce contaminant dans la mer.

Toutefois, les plastiques ne sont pas les seules matières persistantes à être rejetées dans la mer. Les débris persistants se trouvant dans le milieu marin se composent d'une grande variété d'autres matériaux: métaux, bois d'oeuvre, verre, caoutchouc, polystyrène expansé, tissu, caoutchouc mousse et autres. La majeure partie des détritiques marins et côtiers se compose de récipients et de matériaux de conditionnement qui ont été éliminés après usage, mais on y trouve aussi des éléments de matériel de pêche, des gravats, des pneus, des rebuts médicaux et des effets personnels tels que des morceaux de vêtements, des peignes, des jouets, etc. Bien qu'on trouve dans le milieu marin des détritiques non persistants tels que des déchets alimentaires, des boîtes en carton, le présent document ne traite que des matières persistantes, et les termes de détritiques, ordures, déchets, débris et rebuts employés ici ne se rapportent uniquement qu'à ces matières.

La quantité croissante de détritiques rejetés dans la mer altère le milieu marin de diverses façons. Elle est nocive pour la faune marine soit parce que les animaux marins s'emmêlent dans les débris soit parce qu'ils les ingèrent. Elle est préjudiciable à la navigation car les débris peuvent se prendre dans les hélices des bateaux ou obstruer les conduits d'entrée des systèmes de refroidissement, et elle occasionne des dommages esthétiques au littoral et par conséquent au tourisme qui s'y concentre. Les effets nocifs des détritiques sur l'environnement marin sont très généralement admis, et l'immersion ou le rejet de matières synthétiques persistantes dans la mer Méditerranée est interdit aux termes du Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs. En outre, la mer Méditerranée a été désignée comme une "zone spéciale" aux fins de l'annexe V à la Convention MARPOL 73/78.

Le premier à soulever le problème de la présence de rebuts d'origine humaine dans le milieu marin a été probablement Heyerdahl (1971) qui a signalé que, au cours de son expédition "RA", il avait observé des quantités importantes de goudrons et de déchets solides flottant dans l'océan. Depuis lors, des rapports sur la présence de détritiques dans le milieu marin ont été communiqués de toutes les parties du monde. Certains d'entre eux (par exemple: Carpenter *et al.*, 1972; Gregory, 1977, 1983; Shiber, 1979, 1987) ont fourni des données

qualitatives et quantitatives sur les ordures, d'autres ont exposé les effets nocifs des détritiques sur la faune marine (par exemple: Merrell, 1980; Schrey et Vauk, 1987), et d'autres encore ont étudié les sources et le sort des détritiques (Dixon et Cooke, 1977; Merrell, 1980; Dixon et Dixon, 1981; Vauk et Schrey, 1987a). La question a également été abordée par le PNUE (1989) et le GESAMP (1990).

Les Premières journées d'étude sur le sort et l'impact des débris marins qui se sont tenues à Honolulu, Hawaï, en 1984 (Shomura et Yoshida, 1985), de même que le 6e Colloque international sur le rejet des déchets en mer qui a eu lieu à Pacific Grove, Californie, en 1986 (Wolfe, 1987) ont attiré l'attention de nombreux scientifiques sur le problème des ordures marines, et il en est résulté un nombre croissant d'études et de communications sur ce sujet. De fait, la Deuxième conférence internationale sur les débris marins qui s'est déroulée à Honolulu, Hawaï, en avril 1989 (Shomura, ed., en préparation), comportait près de 100 communications consacrées à divers aspects du problème des détritiques marins, y compris leur répartition, leur quantité, leur impact biologique et économique, leur traitement, leurs incidences sur les plans législatif et éducatif. L'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée a compilé une bibliographie sur les détritiques marins (comprenant environ 400 références) qui sera publiée dans la Série des rapports techniques du PAM.

La sensibilisation au problème des détritiques côtiers s'est développée au delà des milieux scientifiques et administratifs. En Grande-Bretagne, le programme du Groupe "Keep Britain Tidy" ("Gardons la Grande-Bretagne propre") comporte la participation du public, sur une base bénévole, à la réalisation d'enquêtes sur les plages et à la notification des quantités, types et répartition des détritiques qui s'y trouvent (Dixon et Dixon, 1981). Aux Etats-Unis, des groupes de volontaires procèdent même à des nettoyages de plages (O'Hara, 1989). Des découvertes récentes de seringues jetables, de flacons de sang ainsi que d'autres rebuts d'origine médicale sur les plages de New York, combinées à la peur du SIDA, ont suscité de vives préoccupations dans l'opinion et entraîné la fermeture de plages publiques dans les Etats du New Jersey et de New York (New York State DEC Report, 1988).

La région littorale de la Méditerranée subit actuellement un développement intense qui est dû en partie à la migration vers la zone côtière (un phénomène mondial) et en partie à l'augmentation du tourisme littoral en Méditerranée. La pollution du linéaire côtier méditerranéen par les détritiques devient donc un problème important dans cette partie du monde. Il est par conséquent décevant de constater que les seules études réalisées à ce sujet en mer Méditerranée et sur ces côtes consistent en de brèves études exploratoires (Shiber, 1979, 1982, 1987; Morris, 1980; Saydam et al., 1985; Gramentz, 1988; McCoy, 1988). La seule initiative systématique visant à étudier la contamination par les détritiques en mer Méditerranée a été lancée en 1988 par la COI, la FAO et le PNUE dans le cadre des activités MED POL.

3. SOURCES ET APPORTS

3.1 Sources

D'une manière générale, des débris atteignent le milieu marin soit par rejet à partir des navires, soit par le ruissellement terrestre, soit comme rejets laissés par les personnes fréquentant les plages pour leur loisir. Il est très important de déterminer les sources de débris si l'on veut élaborer une stratégie pour gérer cette forme de pollution. Toutefois, même la détermination des sources de débris selon qu'elles sont terrestres ou marines est un problème assez difficile en raison du manque de critères nécessaires pour définir la source de déchets. Plusieurs études ont été consacrées à ce problème. Merrell (1980) a effectué un relevé des débris sur 10 sections de plage de l'île d'Amchitka, en Alaska, en 1972, 1973 et 1974. Il a constaté que la majeure partie des débris se composait de débris en rapport avec l'industrie de la pêche: filets, flotteurs de chalut, cordes, flotteurs de filet maillant, etc. D'autres constituants des rejets comme les bouteilles et boîtes de boisson, les bouteilles d'eau de Javel, les fragments plastiques et autres étaient plutôt rares, représentant chacun moins d'un pour cent. D'après la nature des débris et les inscriptions et empreintes qu'ils portaient, Merrell a conclu que leurs sources relevaient pour la plupart des activités de pêche menées dans l'océan Pacifique Nord par les flottes de pêche japonaise et russe.

En 1982, Merrell (1984) a répété son relevé des débris sur les plages de l'île d'Amchitka et il a enregistré une réduction de 26% dans la quantité de débris échoués. Il a attribué cette réduction à la baisse des activités de pêche au large de l'Alaska par suite de l'extension, en 1976, de la juridiction américaine en matière de pêche de 19 à 322 km au large du littoral. Cette extension a entraîné une diminution de 66% du nombre des chalutiers étrangers opérant au large de l'Alaska. Il est patent que, dans le cas de l'île d'Amchitka où la production locale de débris est négligeable, les déchets côtiers sont presque entièrement d'origine maritime, et en l'occurrence imputables à l'industrie halieutique.

Vauk et Schrey (1987a) ont surveillé les ordures qui s'accumulaient sur une section de plage de l'île allemande d'Helgoland en mer du Nord. Sur 106 collectes de débris qui ont été effectuées en 1983-1984, on a recueilli 8539 éléments d'un poids total de 1360 kg. Plus de 95% de ceux-ci ont été identifiés comme étant des déchets de navires. Le trafic maritime très dense qui a lieu dans le golfe d'Helgoland se reflète dans l'origine des débris qui a été déterminée d'après les inscriptions et marques retrouvées sur les éléments en plastique, métal, verre et papier des rejets. 39,5% de ceux-ci provenaient d'Allemagne, 17,8% de Grande-bretagne, 6,5% des Pays-Bas et 9,6% du Danemark. Le reste provenait pratiquement de toutes les parties du monde. Les auteurs établissent le rapport entre leurs trouvailles et la direction du vent et ils indiquent que les débris doivent avoir été poussés jusqu'à l'île par le vent à partir des grandes voies de navigation du golfe d'Helgoland.

Les débris côtiers sur les rivages d'Europe occidentale ont été examinés dans une série d'études menées dans le cadre du groupe "Keep Britain Tidy". Ces investigations ont été effectuées par Dixon et Cooke (1977) sur une plage du Kent en Grande-Bretagne, par Dixon et Dixon (1980) sur les rivages de la presqu'île du Cotentin, en France, et de l'ouest du Jutland, au Danemark, et par Dixon et Dixon (1983) au Portugal et sur les îles Hébrides de l'Ecosse. Les empreintes relevées sur la fraction "récipients" des débris indiquent que dans toutes les zones étudiées la plupart des récipients provenaient de pays étrangers. Il a également été constaté que la fraction dominante de cette masse de débris était constituée par des récipients en plastique ayant servi à des produits de nettoyage et détergents ménagers. De plus, la plupart des récipients métalliques avaient servi à contenir des huiles ou graisses de moteurs de bateau et la plupart des récipients en carton du lait longue durée. Comme ils ne pouvaient avoir atteint les rivages à partir de décharges municipales, ces constatations ont conduit les auteurs à conclure qu'ils provenaient pour la plupart (tout comme, par conséquent, les autres fractions des débris) des navires qui les avaient rejetés en mer.

Contrairement à l'ubiquité des débris d'équipements de pêche trouvés sur l'île d'Amchitka et des récipients de détergents et produits de nettoyage ménagers sur les rivages d'Europe occidentale, Golik et Gertner (1989, 1991) ont été impressionnés par l'abondance des récipients de boisson, aliments et cosmétiques, de sacs en plastiques, de morceaux de tissu, de jouets, de peignes et de matelas de caoutchouc mousse qui ont été relevés sur les plages d'Israël. Ils ont estimé que ce type de rebuts est imputable à des gens allant sur la plage pour se baigner ou se détendre et que, par conséquent, il devait être considéré comme étant d'origine terrestre. L'impression que les débris d'origine terrestre l'emportent en quantité sur ceux d'origine maritime sur les rivages de la Méditerranée est partagée par d'autres chercheurs de la région (COI/PNUE/FAO, 1989). Elle est en outre étayée par la rareté des débris de matériel de pêche sur les plages méditerranéennes. Parmi les études réalisées dans la région méditerranéenne jusqu'à ce jour, c'est en Turquie que l'on a enregistré la plus forte concentration de matériel de pêche (2,8%) dans les débris se trouvant sur les côtes (COI/PNUE/FAO, 1989).

La différence entre les débris côtiers de la Méditerranée et ceux de l'Atlantique Est n'est pas surprenante. La baignade et les activités de loisir sont plus répandues en Méditerranée, et la saison des bains y est plus longue que sur la côte Est de l'Atlantique. En outre, le trafic maritime de l'Atlantique Est, notamment dans la Manche, est plus important que celui qui a lieu au large du pourtour méditerranéen. Ces activités devraient accroître la proportion de la fraction d'origine terrestre dans les débris de la Méditerranée et celle de la fraction d'origine maritime dans les débris de l'Atlantique Est.

Un autre aspect concernant les sources de débris en Méditerranée et qui n'a encore fait l'objet d'aucune investigation est lié à la répartition de la population autour de la mer Méditerranée. Les pays riverains sont au nombre de dix-huit. Le tableau I fournit des statistiques sur la taille de la population de chacun d'entre eux.

Tableau I

Nombre d'habitants dans les pays méditerranéens et dans leurs régions méditerranéennes, en 1985 (en milliers) (source: Plan Bleu, 1987).

Pays	Total	Région méditerranéenne	Part de la région méditerranéenne (en %)
Albanie	3.050	3.050	100,0
Algérie	21.718	11.902	54,8
Chypre	669	669	100,0
Egypte	46.909	15.957	34,0
Espagne	38.542	14.410	37,4
France	54.621	5.496	10,1
Grèce	9.878	9.117	92,3
Israël	4.252	2.886	67,9
Italie	57.300	42.069	73,4
Liban	2.668	2.668	100,0
Libye	3.605	2.284	63,4
Malte	383	383	100,0
Maroc	21.941	3.384	15,4
Monaco	27	27	100,0
Syrie	10.505	1.140	10,9
Tunisie	7.081	4.998	70,6
Turquie	49.289	9.992	20,3
Yougoslavie	23.153	2.492	10,8

La figure 1 indique le degré d'urbanisation du littoral méditerranéen tel qu'il est illustré par la densité et la taille des villes côtières. On peut voir que le nord-ouest de la Méditerranée constitue à la fois une partie fortement peuplée et la plus urbanisée de la Méditerranée, tandis que la partie est de la rive sud a une densité de population plus faible et n'est pas du tout urbanisée, ce qui doit se traduire dans la répartition des détritux en Méditerranée puisque la quantité et la composition de ceux-ci sont fonction de la taille de la population et du degré d'urbanisation.

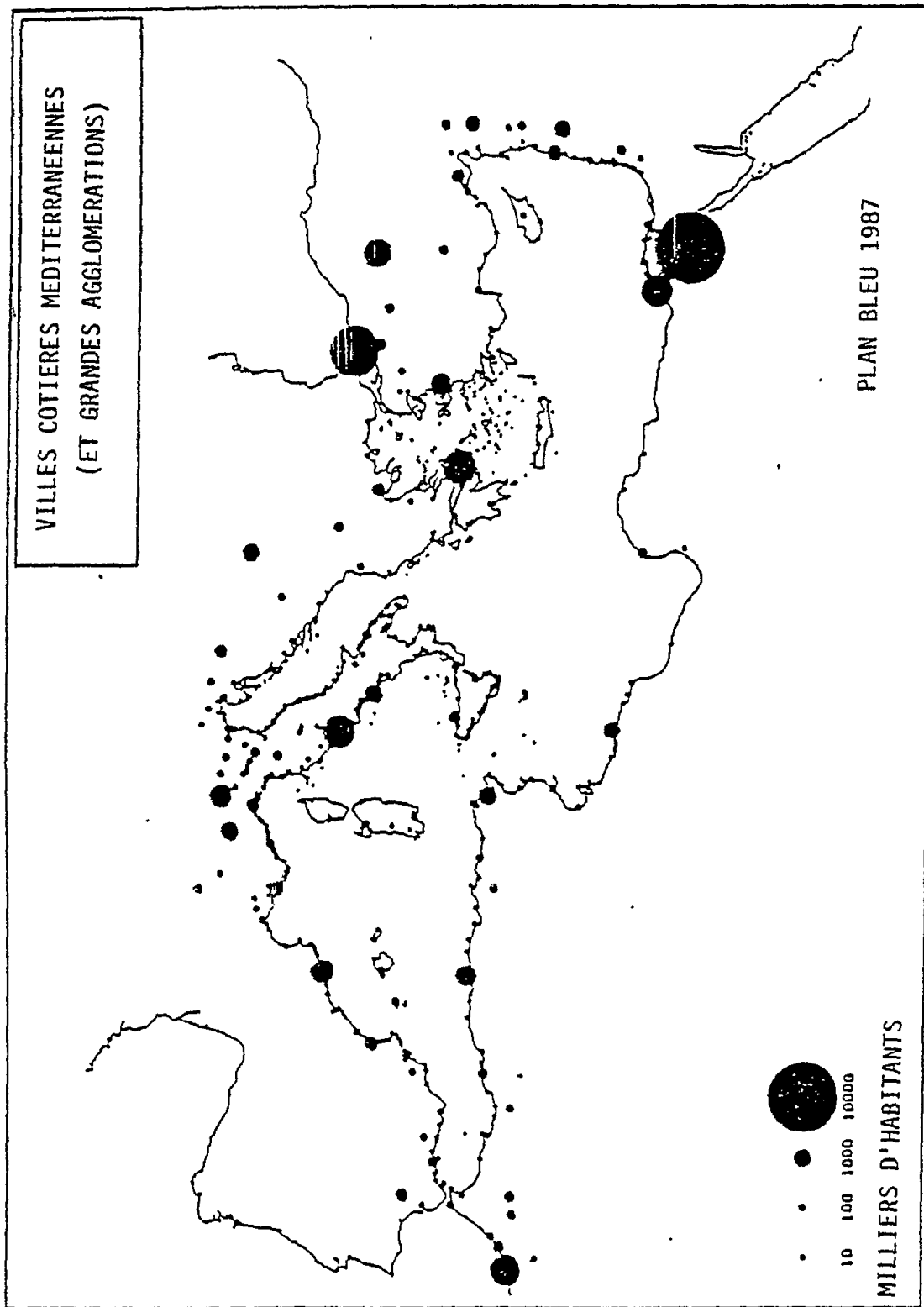


Fig. 1 Villes côtières méditerranéennes (d'après le Plan Bleu, 1987)

3.2 Apports

Bien qu'on ne dispose pas de données quantitatives sur l'apport de débris dans la mer Méditerranée à partir de n'importe laquelle des sources sus-mentionnées, on s'est employé à plusieurs reprises dans le passé à faire des conjectures sur la contribution des débris qui sont rejetés par les navires. Matthews (1975) a recueilli des informations quantitatives sur l'ampleur des diverses activités maritimes, telles le trafic des navires marchands et des paquebots, les activités des flottes de guerre, la navigation de plaisance, l'industrie de la pêche ainsi que les forages et la production pétrolière offshore. Ces informations ont été traitées de manière à les exprimer en personne-jour par an, nombre de bâtiments par an, unités équipage par an, etc. Pour chacune de ces catégories, on a estimé un facteur de génération de déchets; ainsi, la production de débris est de 1,6 kg/personne/jour pour un paquebot, tandis que pour les membres des équipages des navires marchands elle s'établit seulement à 0,8 kg/personne/jour. Le tableau II récapitule les valeurs proposées par Matthews pour l'apport de débris dans la mer Méditerranée. Sur ce tableau, la plus forte contribution correspond aux débris liés à la cargaison qui sont rejetés par les navires marchands. Ce taux de génération de débris est estimé à 285 tonnes/navire/an. Matthews ne fournit pas de renseignements sur le nombre total de navires marchands en Méditerranée et communique seulement un chiffre mondial de 5,6 millions de tonnes/an d'apport de débris imputables à cette source. Pour procéder à l'estimation de cette valeur pour la Méditerranée, l'auteur a eu recours à la proportion relative du nombre de navires signalés par jour en Méditerranée (Matthews, 1975). La valeur totale obtenue est de

Tableau II

Estimation des débris rejetés dans la mer Méditerranée par les navires (d'après Matthews, 1975).

Source	Débris rejetés (10 ⁶ kg/an)
Paquebots	2,4
Navires marchands ¹	12,1
Navires marchands ²	632,8
Bateaux de pêche ³	5,0
Activités militaires	10,0
Production offshore	0,3
Total	662,6

1. Débris produits par les équipages
2. Déchets de cargaison (pastilles, fils, enveloppes plastiques, fardage, etc.)
3. D'après des données provenant seulement de Grèce et d'Italie

663.000 tonnes par an rejetées dans la mer Méditerranée par diverses activités maritimes, soit environ 10% du rejet mondial. Il s'agit vraisemblablement là d'une sous-estimation car elle repose sur des données anciennes (début des années 1970), elle n'englobe pas de données sur la navigation de plaisance et les données sur les activités de pêche ne proviennent que de la Grèce et l'Italie.

Horsman (1982) a procédé à des dénombrements détaillés des divers éléments rejetés en mer par deux navires marchands. Il l'a fait en utilisant le registre des approvisionnements de bord à diverses dates et en calculant ainsi la quantité de denrées utilisées entre ces dates. En admettant que tous les déchets engendrés par les denrées utilisées étaient rejetés dans la mer, les chiffres qu'il a obtenus indiquent que chaque personne à bord rejette chaque jour entre 3,2 et 6,2 objets de rebut constitués de métal, 0,2-0,3 morceau de verre et 0,3 récipient en plastique. Selon les données communiquées par Matthews (1975), les effectifs des équipages des navires marchands en Méditerranée se montent chaque jour à 41.400 personnes et, par conséquent, la quantité de débris pénétrant quotidiennement en Méditerranée à partir de cette seule source est de $1,3-2,5 \times 10^5$ morceaux de métal, 10.350 articles en verre et 12.420 récipients en plastique.

Bingel (1989) a tenté d'estimer la quantité de débris apportée dans la mer Méditerranée par suite de la perte de matériel de pêche. Il a eu recours à des statistiques sur les pertes de matériel de pêche en Turquie, exprimées en poids de matériel perdu par navire, par unité de longueur littoral ou par unité de superficie du plateau continental. Puis il a appliqué ces chiffres à l'ensemble de la Méditerranée et a obtenu les estimations suivantes:

Pertes de matériel de pêche (tonnes/an)

Selon le nombre de navires	3342
Selon la longueur du littoral	2803
Selon la superficie du plateau continental	2637

Lorsqu'on passe en revue les diverses tentatives effectuées pour estimer le taux d'apport de débris dans la seule Méditerranée, on constate à quel point on est loin d'obtenir ce renseignement. Il n'y a aucune information sur les débris d'origine terrestre et les informations sur ceux d'origine maritime sont fragmentaires et elles reposent sur des données anciennes et sur de nombreuses hypothèses et extrapolations.

4. FACTEURS INFLUANT SUR LA REPARTITION ET LE SORT DES DETRITUS

Il a été montré (Dixon et Dixon, 1981; Vauk et Schrey, 1987a) que les débris parcourent de longues distances en mer et que, en fait, ils peuvent atteindre n'importe quel point de l'océan. Deux groupes de facteurs régissent la répartition des débris: l'un consiste en la source et l'autre en des forces motrices telles que les courants, les vents, les vagues et la marée qui les dispersent à partir de leur source.

4.1 Effet des sources sur la répartition des détrit

La surveillance des détrit sur les côtes de Sicile et d'Israël (COI/FAO/PNUE) a été réalisée sur plus d'une plage dans chaque pays, permettant ainsi de rechercher les facteurs qui régissent la répartition des détrit dans l'espace. En Sicile, trois plages ont été échantillonnées entre octobre 1988 et mai 1989. On a constaté que la plage de Ficcarazzi, près de Palerme (voir fig. 2) est au moins 4 fois plus polluée par les détrit que la plage de Balestrate qui se trouve à 3 km d'une agglomération et qu'elle l'est 25 fois plus que la plage d'Eraclea Minoa qui est éloignée de toute agglomération et difficilement accessible. Ces résultats démontrent l'effet exercé par la proximité d'une source de détrit. Incontestablement, Palerme, la principale ville de la Sicile, contribue aussi dans une large mesure à l'apport de détrit sur la plage. En Israël, 6 plages ont été échantillonnées entre mai 1988 et mai 1989. Le tableau III permet de comparer les niveaux de détrit sur ces plages (voir fig. 3), et fournit les résultats de leur groupement en fonction de leur niveau de détrit. Bien que, en Israël, les différences de la concentration moyenne de détrit ne soient pas très importantes d'une plage à l'autre, on a relevé que certaines de ces différences étaient statistiquement significatives (voir le tableau III). Carmel Plage et la plage de la baie de Haifa, qui sont proches de la grande ville israélienne de Haifa (fig. 3), sont significativement plus polluées par les ordures que la plage de Neveh Yam dont l'accès est difficile. La plage d'Akhziv est la plus polluée d'Israël bien qu'elle soit assez distante d'une agglomération. Toutefois, cette plage est située à proximité de la frontière libanaise et, selon Golik et Gertner (1989), il est possible que la plupart des détrit proviennent des décharges côtières du Liban d'où ils sont entraînés jusqu'à la plage d'Akhziv par les vents du nord. Les résultats de ces études menées en Sicile et en Israël autorisent donc à penser que les plages voisines d'importantes agglomérations sont exposées à la pollution par les détrit.

Il y a seulement deux études sur les débris flottants en Méditerranée qui peuvent éventuellement rendre compte de l'effet des sources sur la répartition des détrit. En se fondant sur un dénombrement des débris flottants à partir d'un navire puis en exprimant les résultats en concentration de détrit, Morris (1980) a signalé qu'il avait observé environ 2000 éléments par km² à quelque 40 milles marins au sud-ouest de Malte. En revanche, McCoy (1988), utilisant la même méthode à partir d'un navire stationnaire en mer Ionienne, a décelé en moyenne rien qu'un objet flottant par jour en surveillant une superficie de 8,3 km², soit 0,12 débris par km². McCoy a attribué cette faible valeur au fait que son navire se trouvait à l'écart des lignes maritimes habituelles. Ainsi, les lignes du trafic maritime peuvent également être considérées comme des "sources" et, de même que lors des observations à terre, elle retentissent sur le niveau de pollution en mer.

4.2 Effet des vents, des vagues et des courants sur la répartition des détrit

Les résultats d'un relevé de détrit côtiers effectué à Chypre (COI/FAO/PNUE, 1989) n'ont pas concordé avec l'hypothèse selon laquelle

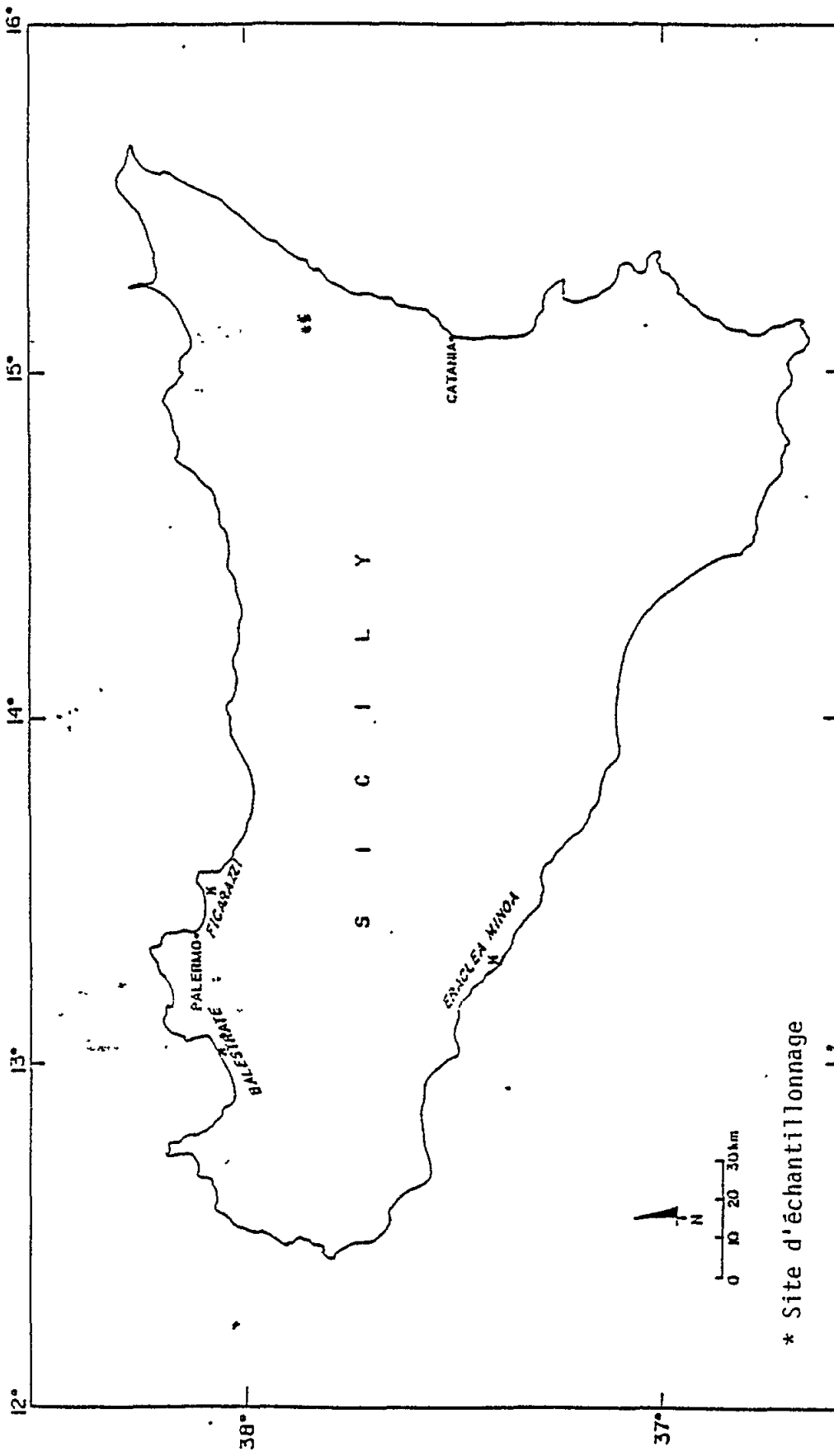


Fig. 2 Emplacement des stations d'échantillonnage servant à la surveillance des détritiques en Sicile (d'après CGI/FAO/PNUF, 1989)

Tableau III

Comparaison des niveaux de détritits entre des plages en Israël en recourant au test de Duncan (Source: COI/FAO/PNUJ, 1989).

Plage	Nombre d'échantillons	Dénombrement moyen de débris	Groupement de Duncan*
Akhziv	96	45,88	A
Carmel Plage	84	41,00	A
Baie de Haifa	72	37,26	A B
Dor	64	33,11	B C
Beit Yanay	78	31,15	B C
Neveh Yam	78	29,17	C

* Les plages caractérisées par la même lettre ne sont pas notablement différentes l'une de l'autre

de fortes concentrations de détritits sont liées à l'existence d'une agglomération dans le voisinage. Dans ce cas, le niveau de détritits relevé sur la plage de Lara était environ le double de celui de la plage de Makronissos (voir fig. 4). Pourtant, la plage de Lara est éloignée d'une agglomération alors que celle de Makronissos en est proche. Loizides (1989) a attribué le niveau élevé de détritits sur la plage de Lara à l'effet des vents. Lara est situé sur la côte ouest de Chypre et est exposé à des vents qui, la plupart du temps, soufflent de l'ouest, entraînant les débris flottants jusqu'à la plage.

Des fluctuations saisonnières du niveau de détritits côtiers ont été relevées à Chypre et en Israël. Loizides (1989) a avancé que l'augmentation de la quantité de détritits sur la plage de Lara pendant les mois d'octobre-décembre est liée aux vents d'ouest qui soufflent vers la terre au cours de cette période, occasionnant une accumulation de détritits sur la plage. La fig. 5 indique la répartition saisonnière des détritits côtiers en Israël. Deux minima s'observent: l'un en juillet et l'autre en décembre-février. On a constaté que tous les deux étaient statistiquement significatifs. Golik et Gertner (1989) attribuent le minimum de juillet à la campagne de nettoyage des plages qui est menée sur la majeure partie du littoral israélien chaque été, et l'autre minimum aux tempêtes d'hiver quand de hautes vagues balayent les détritits au fond de la plage et même au delà de sa limite, laissant ainsi la plage propre.

Un autre exemple de l'effet des vents sur la répartition des détritits nous est communiqué par Marino et al. (1989) à partir d'une étude sur les débris flottants réalisée au large de la côte nord-est de l'Espagne (fig. 6). Les concentrations moyennes de plastiques, polystyrène expansé et bois flottants au cours d'une expédition qui a été menée en juillet 1988 étaient respectivement de 2086 éléments, 1061 éléments et 48,7 kg par km². Toutefois, au cours d'une autre expédition effectuée en mars 1989, les valeurs des mêmes types de rebut ont été de 380 éléments, 307,6 éléments et 13,1 kg par km² respectivement. Marino

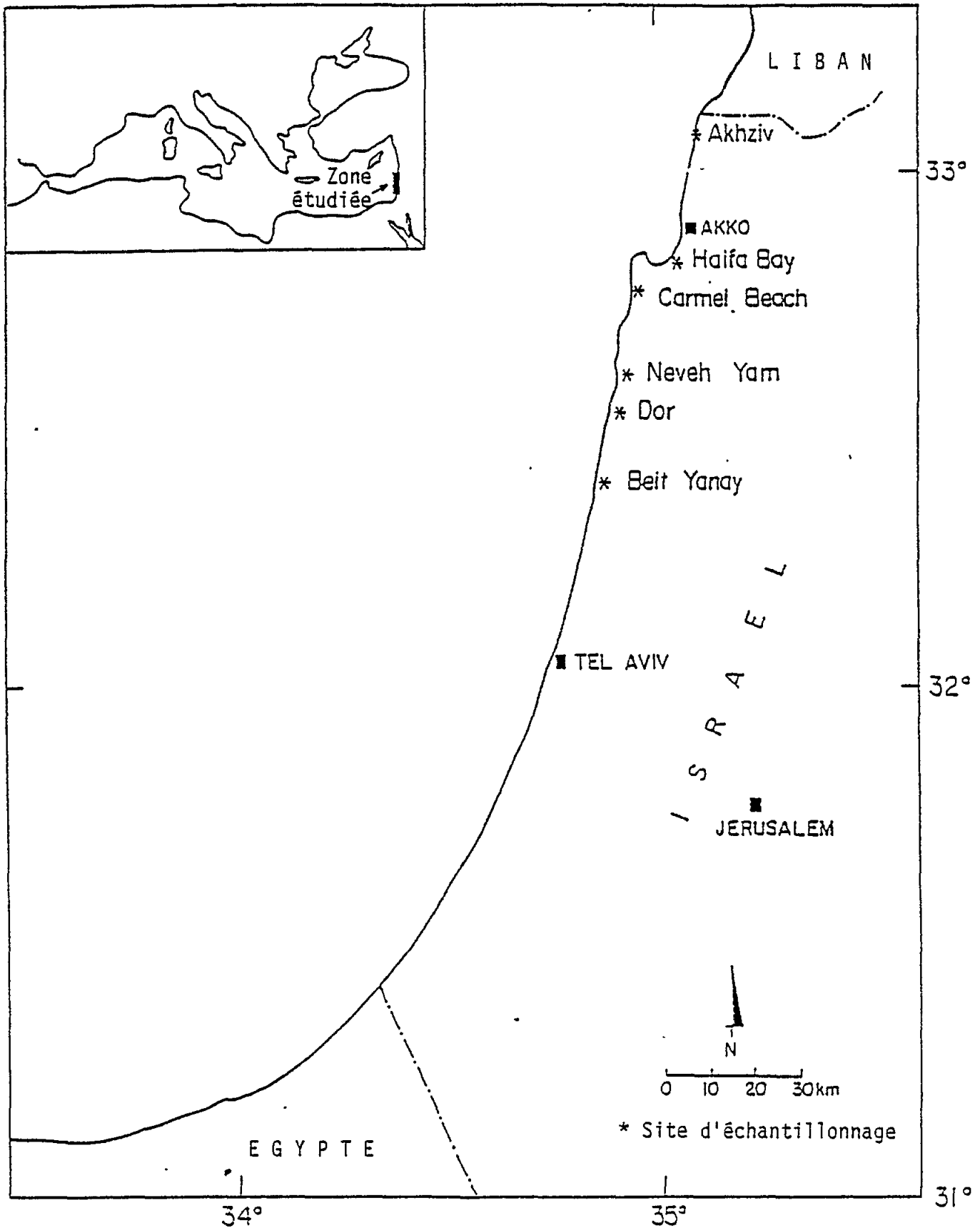


Fig. 3 Emplacement des stations d'échantillonnage servant à la surveillance des détritrus en Israël (d'après COI/FAO/PNUE, 1989)

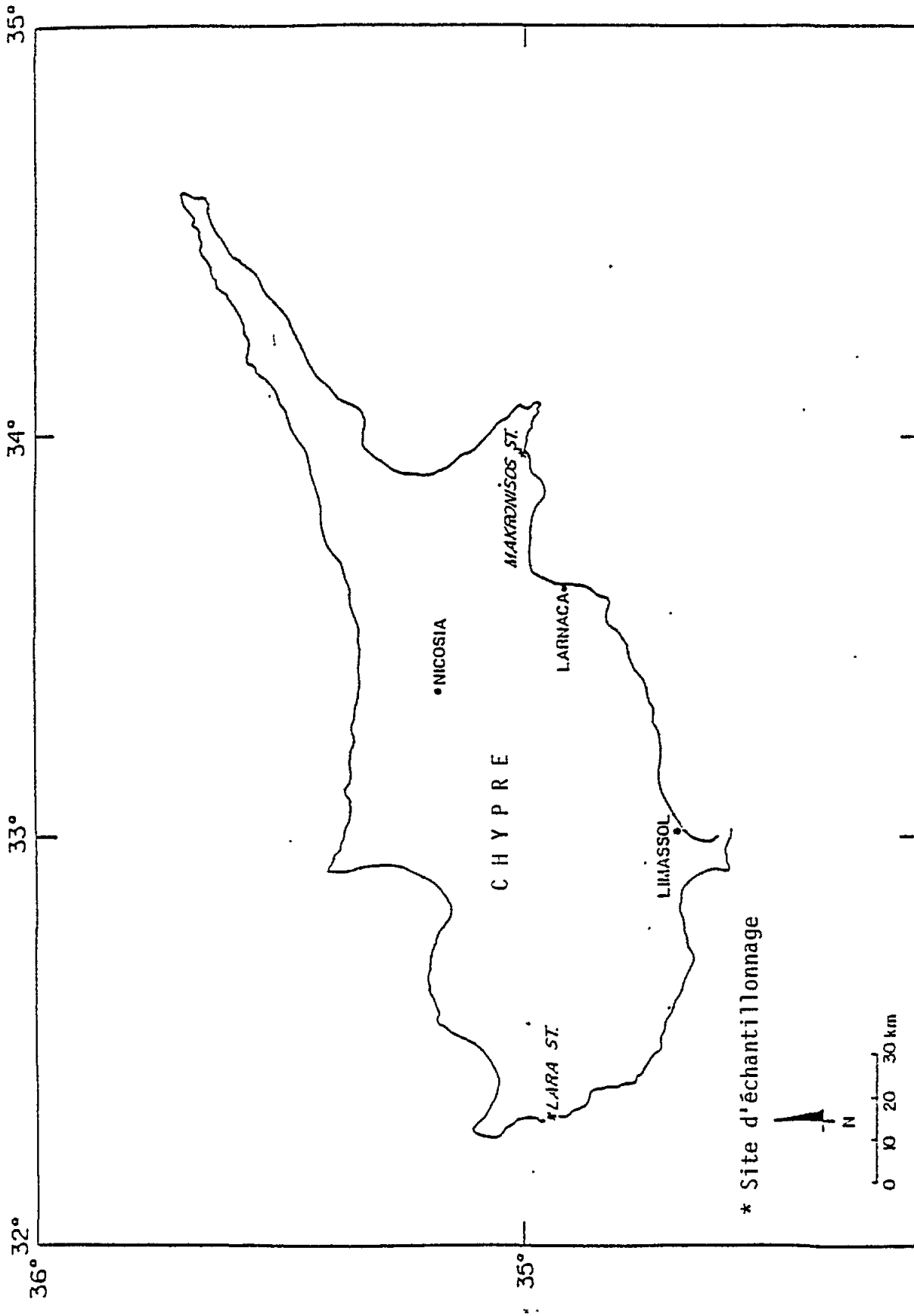


Fig. 4 Emplacement des stations d'échantillonnage ayant servi à la surveillance des détritiques à Chypre (d'après COI/FAO/PNUE, 1989)

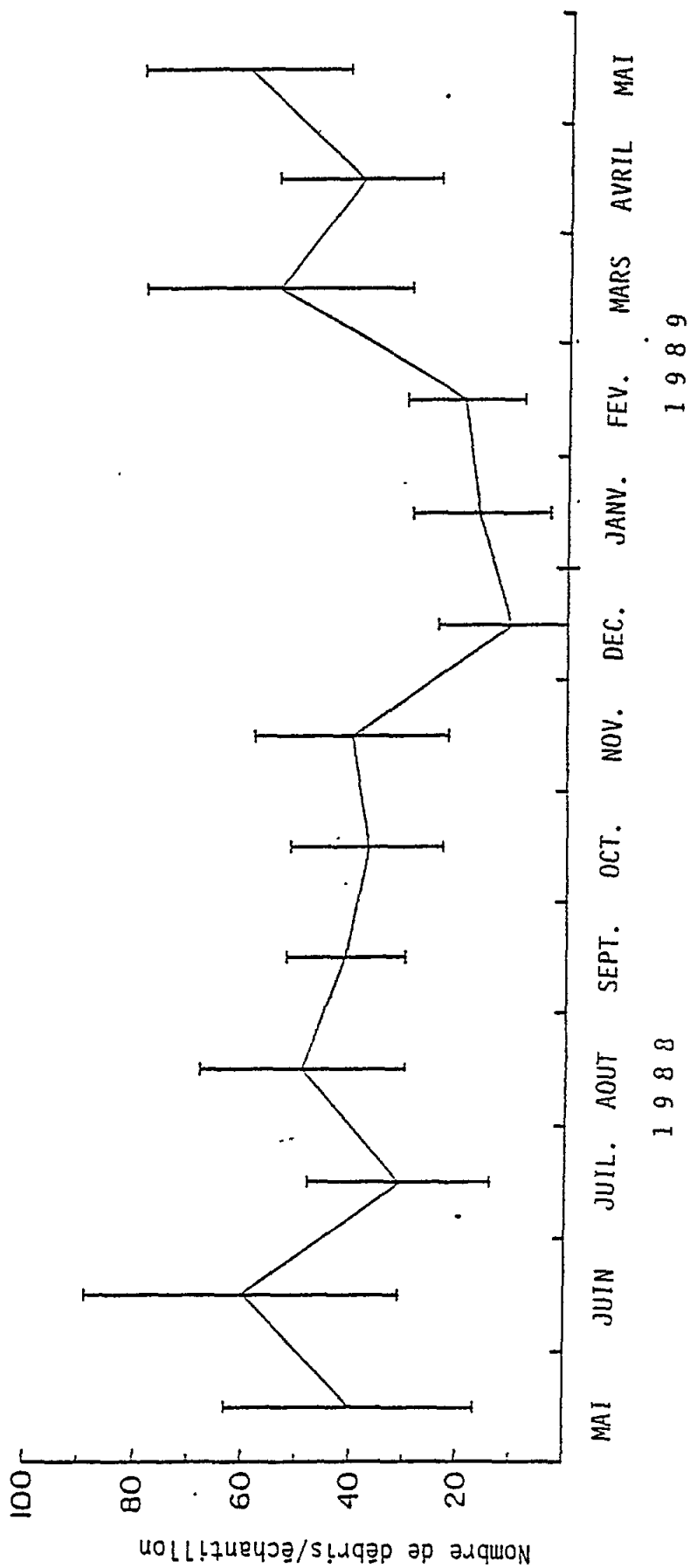


Fig. 5 Variations des moyennes et écarts types mensuels de la quantité de débris (dénombrement/échantillon) sur toutes les stations de plage d'Israël (d'après Golik et Gertner, 1989)

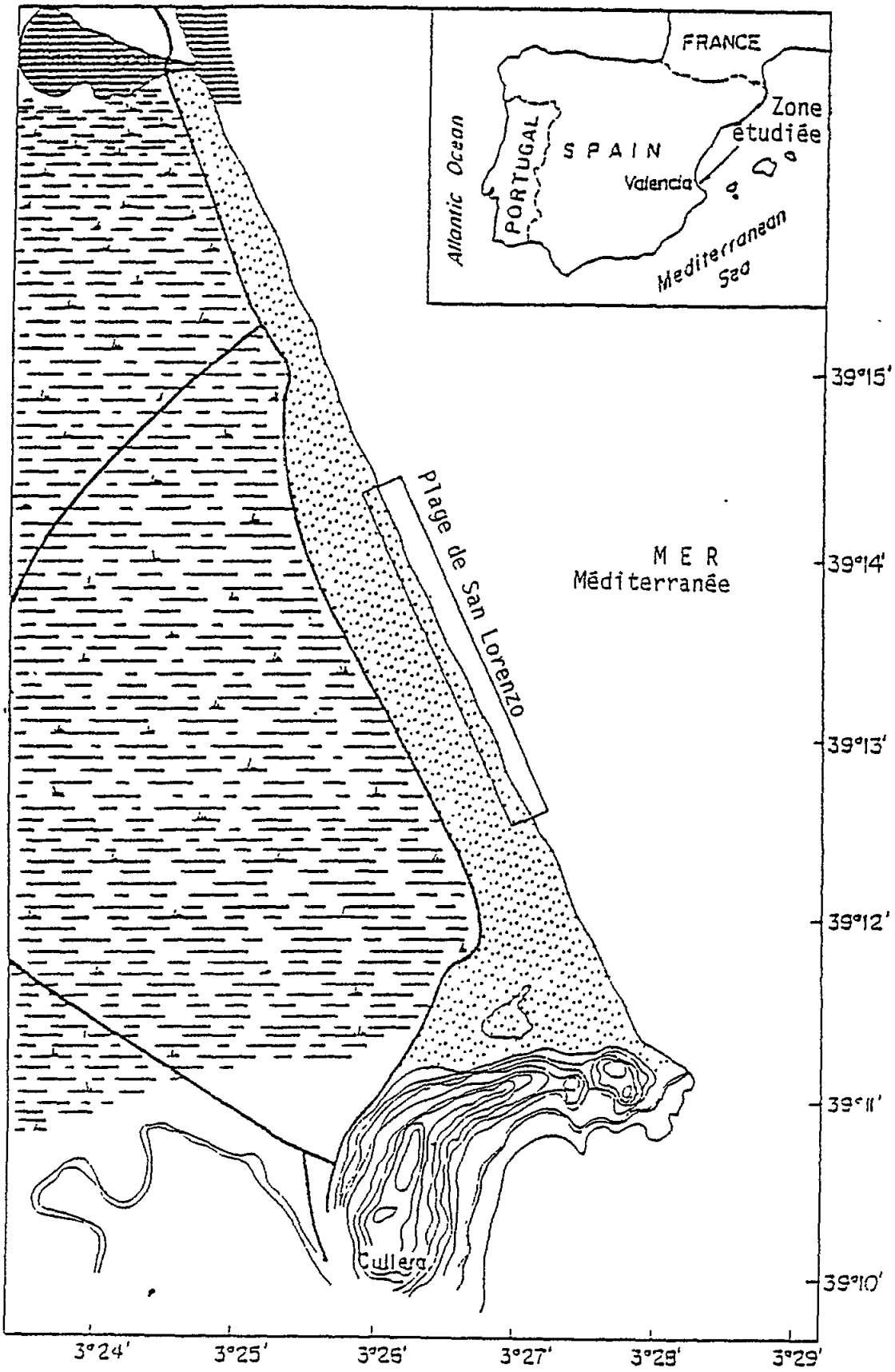


Fig. 6 Zone d'échantillonnage de débris côtiers en Espagne

et al. (1989) attribuent cette différence dans la quantité de débris flottants entre les deux périodes d'échantillonnage au fait qu'avant l'enquête de mars 1989 un fort vent d'ouest soufflait sur la zone étudiée, entraînant tous les débris flottants jusque sur la plage et laissant ainsi la mer relativement propre.

Récemment, on a découvert l'existence de plusieurs tourbillons en Méditerranée orientale (Saydam et al., 1985; Brenner, 1989; Ozsoy et al., 1989). Certains d'entre eux manifestent une stabilité géographique sur une longue période. Il est fort possible que des tourbillons analogues existent en de nombreuses autres zones de la Méditerranée. Bien que l'on ne connaisse pas encore le rôle qu'ils jouent pour influencer sur la répartition des épaves en mer, il a été avancé qu'ils pourraient provoquer une concentration des goudrons et des débris flottants (Saydam et al., 1985).

4.3 Sort des débris

Fort peu de travaux ont été réalisés sur le sort des débris. Dixon et Cooke (1977) ont abordé ce problème en étudiant la fraction "récipients" sur une plage du Kent, au Royaume-Uni. Les taux de rétention sur le rivage étaient estimés en marquant les objets en plastique et en verre et en dénombrant les objets restant au bout de 7, 14, 21, 28 et 56 jours. On a constaté une disparition exponentielle, avec seulement 20 à 30% des débris subsistant au bout de 7 jours. La rétention du verre sur une plage de sable était deux fois plus longue que sur une plage de galets. La persistance des débris dans les eaux adjacentes était déterminée par l'estimation de l'âge de certains des débris. L'âge était déterminé soit par la date inscrite sur l'objet soit parce qu'on connaissait l'âge de diverses séries (selon la forme et la couleur) de recipients. On a constaté que 83% des récipients étaient âgés de moins de 2 ans. Si l'on tien compte de 6 à 18 mois pour le délai compris entre la production et le rejet, ce résultat indique un temps de séjour très court des débris dans les eaux côtières. Par contre, les résultats préliminaires d'une étude actuellement en cours en Israël montrent que, bien qu'il se produise un transfert des débris sur la plage ainsi qu'en direction de la terre et du large, ce transfert, au moins pendant les mois d'été, restait limité, et des éléments de débris couverts de peinture ont été retrouvés sur la même plage, même au bout de plusieurs mois (N. Samsonov, communication personnelle). Il convient de garder à l'esprit que la plage du Kent, au Royaume-Uni, est soumise à une forte amplitude de la marée (l'amplitude moyenne de la marée est de 5,9 m au printemps) et à de forts courants de marée (0,3-1,6 m/seconde), alors qu'en Israël l'amplitude de la marée est seulement de 0,5 m.

Une expérience analogue a été réalisée par Merrell (1980); ce chercheur a peint au vaporisateur des flotteurs de filet maillant sur deux plages (longues chacune de 1000 m) situées de part et d'autre de l'île d'Amchitka, en Alaska. Il a constaté qu'au bout d'un an, 70% des flotteurs avaient disparu de l'une des plages et 25% de l'autre (soit 41% pour les deux ensemble). Ces flotteurs n'ont pas été retrouvés sur d'autres plages, et Merrell estime qu'il ont été enterrés dans le sable par les vagues déferlantes lors des tempêtes ou qu'ils ont été refoulés par les vents au fond du rivage ou à l'intérieur de l'île.

5. NIVEAU DE DETRITUS PERSISTANTS EN MER MEDITERRANEE

5.1 Méthodologie

La surveillance des débris marins est relativement récente, et on n'a pas encore mis au point de méthodes d'échantillonnage en mer et sur les plages qui fassent l'objet d'une large acceptation. Il convient de prendre en compte plusieurs considérations dans la conception d'un programme de surveillance des débris marins. Primo, le terme de "surveillance" implique une comparaison entre deux séries au moins d'observation dans l'espace ou le temps ou dans les deux à la fois, de sorte qu'il faut effectuer une analyse des données en recourant aux procédures statistiques. Il s'ensuit que le processus de sélection des stations d'échantillonnage doit s'opérer sur une certaine base aléatoire. Secundo, les résultats de diverses études indiquent que les populations de débris sont extrêmement variables et ne suivent aucun schéma connu de répartition. Par conséquent, il faut obtenir un grand nombre d'échantillons et recourir à des procédures statistiques non paramétriques pour aboutir à des conclusions valables. Un autre point soulevé par la surveillance des débris consiste à savoir ce qu'il convient exactement de mesurer, et, en conséquence, dans quelles unités exprimer les résultats. Les débris peuvent être mesurés en nombre d'éléments les composant, en poids de débris ou en superficie occupée par les débris. Chacune de ces méthodes de mesures introduit des biais dans les résultats, mais cet inconvénient est inévitable vu la grande diversité des matériaux dont se composent les populations de débris.

L'échantillonnage de débris côtiers se pratique généralement sur une unité de longueur ou de surface d'une plage. Dans la plupart des cas, l'unité plage est une section perpendiculaire au linéaire côtier et comprise entre la ligne des eaux et le fond de la plage, ce dernier étant défini par le pied de la falaise ou de la dune, ou par le début de la zone de végétation. La largeur de la section (à savoir la longueur de plage) peut varier, et il y a des rapports se fondant sur des largeurs de section variant de 1 mètre à 1-2 kms. La largeur idéale de section est de l'ordre de 3 à 5 m. Elle est assez petite pour permettre à un individu de dénombrer ou de recueillir les éléments de débris, et assez importante pour être représentative de la population de débris.

Il y a très peu de rapports d'études portant sur les déchets flottants. La plupart d'entre eux reposent sur des observations visuelles de déchets à partir d'un navire. Dans certains cas, on s'est efforcé de fournir des données quantitatives sur la base d'un dénombrement des éléments de débris dans l'eau et d'une estimation de la superficie couverte par l'observateur (McCoy, 1988). Une autre méthode consiste à employer un filet à neuston pour l'échantillonnage. Cette méthode est plus précise mais on ne peut l'utiliser que pour des éléments réduits de débris (quelques centimètres).

Une autre question est de savoir ce que l'on doit échantillonner. Les débris se composent d'éléments dont la taille varie de quelques millimètres (granules de plastique) à quelques mètres (débris de construction, galeries de voiture, etc.), avec une grande diversité de

matériaux et une vaste gamme des fonctions qu'ils remplissaient au cours de leur vie utilitaire. Il n'existe pas d'accord général sur la fraction des détritiques qu'il convient d'échantillonner ou de négliger. Cependant, la fraction des détritiques qui est la plus instructive est celle des récipients rejetés. Dans de nombreux cas, ils portent des inscriptions et des empreintes qui renseignent sur leur lieu d'origine, leur âge et leur fonction et, partant, sur les sources, les voies de cheminement et le devenir de la population de détritiques. Ils renseignent également sur leur rôle avant d'avoir été mis au rebut, éclairant ainsi davantage l'origine des déchets.

5.2 Niveau de détritiques en mer Méditerranée

5.2.1 Détritiques côtiers

Les tableaux IV à IX offrent des renseignements quantitatifs sur les détritiques décelés sur plusieurs plages méditerranéennes, en Espagne, en Sicile, à Chypre et en Israël (COI/FAO/PNUF, 1989). L'examen des données permet de relever une large gamme de concentrations de détritiques, d'une moyenne de 0,53 à 1105 éléments par mètre frontal de plage pour les mesures par dénombrement, ou de 4,2 à 6.628 g par mètre pour les mesures en poids. L'extrême variabilité de la quantité de détritiques se reflète dans l'importance de l'écart type qui est souvent voisin de la valeur moyenne.

Le tableau X présente une comparaison des quantités moyennes de détritiques sur les côtes d'Espagne, de Sicile, de Chypre et d'Israël (COI/FAO/PNUF, 1989). Les résultats ont été normalisés en quantité de détritiques par mètre de plage frontale pour permettre la comparaison. Toutefois, on doit procéder à cette comparaison avec prudence en raison des écarts importants dans le nombre d'échantillons prélevés dans chacun des pays. Les valeurs élevées de détritiques relevées en Sicile sont certainement biaisées en raison des résultats de la plage de Ficarazzi qui est proche de Palerme (fig. 2) et qui sert probablement de décharge aux rebuts de matériaux de construction de cette ville. Bien qu'il soit impossible de vérifier par test statistique si les différences observées dans le niveau de détritiques entre les côtes de ces pays sont significatives par suite des écarts importants dans les nombres d'échantillons, le tableau X offre, pour la première fois, un ordre de grandeur de la quantité de détritiques côtiers en Méditerranée. Il faut procéder à de nouveaux échantillonnages pour déterminer si les tendances relevées sur le tableau X sont valables. De plus, il s'impose également d'effectuer des échantillonnages sur davantage de côtes méditerranéennes si l'on veut obtenir une meilleure estimation du niveau de détritiques côtiers.

5.2.2 Détritiques flottants

La collecte et la mesure des détritiques flottants ont été effectuées par Marino *et al.* (1989) lors de deux expéditions au large de la partie nord du littoral méditerranéen de l'Espagne, en juillet 1988 et mars 1989. Les résultats sont donnés sur le tableau XI et ils montrent que la concentration moyenne de matière plastique était de 867 éléments par km², de polystyrène expansé de 522 éléments par km², et de bois de 23,3 kg par km². Saydam *et al.* (1985) ont mesuré les détritiques

Tableau IV

Statistiques sur les débris de plage en Espagne (Source: COI/FAO/PNUE, 1989).

		Mai 1988	Juin 1988	Juil. 1988	Août 1988	Sept. 1988	Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Total
Dénombr- ments (éléments /m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	41	38	65	77	57	46	51	52	60	112	599
	x	41	38	32,5	38,5	28,5	23,0	25,5	26,0	30,0	56	33,2
Poids (g/m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	517,5	366,2	185,5	159,5	136,1	589,4	492	91,2	99,2	230,8	2867,4
	x	517,5	366,2	92,8	79,8	68,1	294,7	246	45,6	49,6	115,4	159,3
Super-ficie (cm ² /m)	n	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	Ó	2939	2039	2792	1854	1898	1556	1510	858	882	1824	18152
	x	2939	2039	1396	927	949	778	755	429	441	912	1008

n = nombre d'échantillons

Ó = total

x = moyenne

Tableau V

Statistiques sur les débris de plage (nombre d'éléments) en Sicile
(Source: COI/FAO/PNUÉ, 1989).

Plage		Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Mars 1989	Avril 1989	Mai 1989	Total
Ficarazzi	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	3839	2154	1854	762	705	530	663	592	11099
	x	1919	1077,0	927,0	381,0	352,5	265,0	3315	296,0	693,7
	ó	1252,3	73,5	69,3	24,0	62,9	80,6	30,4	49,5	651,9
Balestrate	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	477	268	202	217	264	240	549	390	2607
	x	238,5	134,0	101,0	108,5	132,0	120,0	274,5	195,0	162,9
	ó	6,4	12,7	70,7	7,8	5,7	12,7	7,8	58,0	67,4
Eraclea Minoa	n		2	2	2	2	2	2	2	14
	Ó		47	54	38	49	66	54	63	371
	x		23,5	27,0	19,0	24,5	33,0	27,0	31,5	26,5
	ó		3,5	8,5	5,7	2,1	11,3	2,8	5,0	6,5
Total	n	4	6	6	6	6	6	6	6	46
	Ó	4316	2469	2110	1017	1018	836	1266	1045	14077
	x	1079,0	411,5	351,7	169,5	169,7	139,3	211,0	174,2	306,0
	ó	1210,2	518,9	449,1	169,0	152,2	111,1	145,5	124,2	477,7

n = nombre d'échantillons
Ó = total (éléments/3m)
x = moyenne (éléments/3m)
ó = écart type

Tableau VI

Statistiques sur les détritits de plage (en poids) en Sicile
(Source: COI/FAO/PNUÉ, 1989).

Plage		Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Mars 1989	Avril 1989	Mai 1989	Total
Ficarazzi	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	39770	33558	21500	24368	4695	10780	6320	9582	15057,3
	x	19885,0	16777,0	10750,0	12184,0	2347,5	5390,0	3160,0	4791,0	9410,8
	ó	6625,6	1603,7	4381,2	8507,9	1347,0	4659,8	1060,7	2360,3	7156,3
Balestrate	n	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	Ó	9517	4366	18191	3473	4379	6493	8070	6466	60955
	x	4758,2	2183,0	9095,5	1736,5	2189,5	3246,5	4035,0	3233,0	3809,7
	ó	108,2	913,0	9429,3	487,2	202,9	262,3	42,4	626,5	3353,8
Eraclea Minoa	n		2	2	2	2	2	2	2	14
	Ó		1092	1929	957	756	882	1751	1231	8598
	x		546,0	964,5	478,5	378,0	441,0	875,5	615,5	614,1
	ó		405,9	321,7	130,8	384,7	7,1	21,9	402,3	303,2
Total	n	4	6	6	6	6	6	6	6	46
	Ó	49287	39016	41620	28798	9830	18155	16141	17279	220126
	x	12321,8	6502,7	6936,7	4799,7	1638,3	3025,9	2690,2	2879,8	4785,4
	ó	9534,5	8038,2	6602,2	6896,5	1165,7	3047,0	1534,4	2187,9	5848,5

n = nombre d'échantillons

Ó = poids total (g/3m)

x = poids moyen (g/3m)

ó = écart type

Tableau VII

Statistiques sur les débris de plage (nombre d'éléments) à Chypre
(Source: COI/FAO/PNUE, 1989).

Plage		Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Mars 1989	Avril 1989	Mai 1989	Total
Makronissos	n	5	5	5	5	5		5	5	35
	Ó	21	40	52	33	16		48	21	231
	x	4,2	8	10,4	6,6	32		9,6	4,2	6,6
Lara	n	11	11	11	11	11	11	11	11	88
	Ó	178	202	306	108	62	44	58	86	1044
	x	16,2	18,3	27,8	9,8	5,6	4,0	5,2	7,8	11,8
Total	n	16	16	16	16	16	11	16	16	123
	Ó	199	242	358	141	78	44	106	107	1275
	x	10,2	13,1	19,1	8,2	4,4	4,0	7,4	6,0	10,36

n = nombre d'échantillons

Ó = total (éléments/m)

x = moyenne (éléments/m)

Tableau VIII

Statistiques sur les détritits de plage (en poids) à Chypre
(Source: COI/FAO/PNUE, 1989).

Plage		Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Mars 1989	Avril 1989	Mai 1989	Total
Makronissos	n	5	5	5	5	5		5	5	35
	Ó	77	531	205	32	21		592	323	1781
	x	15,4	106,2	41,0	6,4	4,2		118,4	64,6	50,8
Lara	n	11	11	11	11	11	11	11	11	88
	Ó	1233	1536	1451	1091	904	827	807	1082	8931
	x	112,0	139,6	131,9	99,2	82,1	75,1	73,3	98,3	101,4
Total	n	16	16	16	16	16	11	16	16	123
	Ó	1310	2067	1656	1123	925	827	1399	1405	10712
	x	63,7	122,9	86,4	52,8	43,1	15,1	95,8	81,4	87,08

n = nombre d'échantillons

Ó = total (g/m)

x = moyenne (g/m)

Tableau IX

Statistiques sur les débris de plage en Israël (Source: COI/FAO/PNU, 1989).

Plage		Mai 1988	Juin 1988	Juil. 1988	Août 1988	Sept. 1988	Oct. 1988	Nov. 1988	Déc. 1988	Janv. 1989	Fév. 1989	Mars 1989	Avril 1989	Mai 1989	Total
Akhziv	n	8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
	Ó	420	683	349		292	349	370	132	179	143	542	424	521	4404
	x	52,50	85,38	43,63		36,50	43,63	46,25	16,50	22,37	17,87	67,75	53,00	65,13	45,88
	ó	31,27	36,21	22,17		9,87	13,55	16,09	24,44	17,59	6,90	34,46	15,55	27,56	29,67
Baie de Haifa	n	6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
	Ó	120	290	139		271	219	373	89	119	115	258	274	416	2683
	x	20,00	48,33	23,17		45,17	36,50	62,17	14,83	19,83	19,17	43,00	45,67	69,33	37,26
	ó	8,67	29,43	7,31		11,32	16,75	19,82	11,34	10,15	8,75	5,93	6,31	7,97	21,44
Carmel Plage	n	6	6	6	6	6	6	6	6	12	6	6	6	6	84
	Ó	270	425	284	234	288	297	245	55	240	137	362	236	371	3444
	x	45,00	70,83	47,33	39,00	48,00	49,50	40,83	9,17	20,00	22,83	60,33	39,33	61,83	41,00
	ó	12,54	12,86	14,42	17,88	13,27	11,27	6,18	13,06	12,75	12,32	24,02	15,38	17,97	21,87
Neveh Yam	n	6	6	18		6	6	6	6	6	6	6	6		78
	Ó	271	265	483		207	196	225	10	60	83	272	197		2275
	x	45,17	44,17	26,83		34,50	32,67	37,50	2,67	10	13,83	45,33	32,83		29,17
	ó	26,06	15,68	15,42		13,46	5,99	3,89	2,07	2,1	1,17	14,07	7,63		17,76
Dor	n	5	5	11		3	5	5	5	5	5	5	5	5	64
	Ó	232	327	258		133	153	154	41	69	133	229	143	247	2119
	x	46,40	65,40	23,45		44,33	30,60	30,80	8,20	13,80	26,60	45,80	28,60	49,40	33,11
	ó	20,74	20,63	14,07		4,73	15,84	17,30	8,32	13,14	20,68	34,26	16,21	12,97	22,44
Beit Yanay	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	78
	Ó	178	214	193	359	238	165	128	28	41	77	350	158	301	2430
	x	29,67	35,67	32,17	59,83	39,67	27,50	21,33	4,67	6,83	12,83	58,33	26,33	50,17	31,14
	ó	12,29	13,88	11,55	13,85	5,09	5,96	12,64	5,50	3,87	8,80	15,28	6,80	15,08	19,83
Total	n	37	37	55	12	35	37	37	37	43	37	37	37	31	472
	Ó	1491	2204	1706	593	1429	1379	1495	361	708	688	2013	1432	1856	17355
	x	40,30	59,57	31,02	49,42	40,83	37,27	40,41	9,76	16,47	18,59	54,41	38,70	59,87	36,77
	ó	22,78	28,91	17,01	18,73	11,03	13,78	18,14	14,06	12,53	10,99	24,49	15,10	19,11	23,48

n = nombre d'échantillons; Ó = total (éléments/5m); x = moyenne (éléments/5m); ó = écart type

Tableau X

Comparaison du niveau de débris entre diverses côtes méditerranéennes
(Source: COI/FAO/PNUE, 1989).

Zone étudiée	Espagne	Sicile	Chypre	Israël
Nombre d'échantillons	17	46	123	472
Dénombrements moyens (éléments/m)	33,2	102	10,36	7,35
Poids moyen (g/m)	159,3	1595	87,08	

pélagiques dans le nord-est de la Méditerranée en utilisant un filet à neuston. Nombre de leurs traînes à neuston ne contenaient aucun débris et la plus forte valeur qu'ils aient communiquée est de 7,2 mg/m² (= 7,2 kg/km²).

Les autres études sur les débris flottants en Méditerranée n'ont eu qu'un caractère semi-quantitatif et elles reposaient sur un dénombrement des débris à partir d'un navire puis sur un traitement des résultats de manière à les exprimer en concentration de débris. Morris (1980) signale qu'il a observé ainsi environ 2000 éléments de débris par km² à quelque 40 milles au sud-ouest de Malte. Par contre, McCoy (1988) qui a utilisé la même méthode à partir d'un navire stationnaire en mer Ionienne n'a relevé en moyenne qu'un objet flottant par jour, soit, selon ses calculs, 0,12 élément par km². Il convient à nouveau de souligner que les valeurs ci-dessus sont basées sur un nombre trop réduit de mesures ou d'observations pour autoriser des conclusions précises sur le niveau de débris flottants en Méditerranée. Elles fournissent au mieux un ordre de grandeur.

5.2.3 Débris du fond de la mer

On dispose de nombreux rapports sur la présence de débris au fond de la mer en Méditerranée. La plupart d'entre eux sont de nature anecdotique. Au cours d'une plongée du submersible "Cyana" dans le canyon sous-marin situé au large de Toulon, France, en 1989, de grosses quantités de débris se composant de sacs, de bouteilles et de cageots en plastique ont été observées sur le fond de la mer (Y. Mart, communication personnelle). Lors d'échantillonnages récents des sédiments par dragage du fond de la mer à des profondeurs variant de 200 à 1400 m au large d'Israël, tous les échantillons recueillis contenaient des débris consistant pour la plupart en feuilles de plastique en lambeaux, mais on y trouvait aussi des bouteilles et des assiettes en plastique (B. Galil, communication personnelle). Toutefois, la seule mesure systématique de débris sur le fond de la mer en Méditerranée a été effectuée par Bingel et al. (1987) et Bingel

Tableau XI

Concentration de débris au large du littoral méditerranéen de l'Espagne (d'après Marino *et al.*, 1989).

Station	Section	Date	Plastiques		Bois kg/km ²	Polystyrène expansé/km ²
			éléments/k m ²	kg/km ²		
Barceloneta	2c	26.7.88	3510	94,2	45,6	1011
Mataro	3c	26.7.88	1375	43,2	40,8	485
Areyns de Mar	4c	25.7.88	2720	92,2	67,9	606
Tordera	5c	25.7.88	741	17,6	41,2	2143
Castel-defelch	1a	4.3.89	108	3,4	0,0	0
Barceloneta	2a	4.3.89	105	2,4	17,6	0
Mataro	3a	4.3.89	0	0,0	0,0	0
Areyns de Mar	4a	5.3.89	908	39,7	18,8	869
Tordera	5a	5.3.89	72	1,5	18,4	567
Castel-defelch	1b	7.3.89	71	2,1	0,0	0
Barceloneta	2b	7.3.89	843	16,0	1,0	0
Mataro	3b	7.3.89	36	2,8	0,0	397
Areyns de Mar	4b	6.3.89	1486	35,7	71,9	418
Tordera	5b	6 Mar 89	169	7,0	3,3	825

(1989) sur le plateau continental turc, et leurs résultats figurent sur les tableaux XII et XIII. On peut y constater une tendance générale à l'augmentation de la densité de débris avec la profondeur. Mais les données sont encore trop clairsemées pour établir si cette tendance est réelle et, dans l'affirmative, pour en préciser les raisons.

Bingel (1989) s'est employé à évaluer la quantité de débris sur le fond de la mer en Méditerranée en se fondant sur la concentration moyenne qu'il a lui-même relevée au large de la Turquie, soit 28,63 kg/km². En appliquant cette valeur à l'ensemble du plateau continental méditerranéen, il a obtenu le chiffre de 16.000 tonnes.

Il ressort de toute évidence des données et estimations présentées ici qu'il est impossible d'offrir un tableau cohérent du niveau de la pollution de la mer Méditerranée par les débris. Il y

Tableau XII

Quantité de matières plastiques, de matériaux en nylon et autres détritiques dans les baies de Mersin et d'Iskenderun (poids humide) (d'après Bingel, 1989).

Région	Intervalle de profondeur (m)	Quantité de matières plastiques (tonnes)	Quantité de détritiques (tonnes)	Quantité de détritiques (kg/km ²)
Baie d' Iskenderun	0-50	31,8	33,3	36
	50-100	24,0	24,0	23
Total		55,8	57,3	29
Prise moyenne (g)	0-50	473,6 g	496,4 g	
	50-100	305,0 g	305,0 g	
Coef. de var.	0-50	52,4%	53,3%	
	50-100	70,6%	70,6%	
Baie de Mersin	0-50	17,8	23,7	19
	50-100	21,5	103,6	78
Total		39,3	127,3	49
Prise moyenne (g)	0-50	198,7 g	263,5 g	
	50-100	213,1 g	1027,3 g	
Coef. de var.	0-50	54,5%	53,6%	
	50-100	54,0%	148,5%	

Tableau XIII

Quantité de matières plastiques dans les baies de Mersin et d' Iskenderun à différentes années et saisons (d'après Bingel, 1989).

Année & saison	Intervalle de profondeur	Baie d'Iskenderun		Baie de Mersin	
		kg/km ²	tonnes	kg/km ²	tonnes
1983 automne	0-50	23,8	22	10,5	13
	50-100	24,0	25	33,8	45
1984 printemps	0-50	54,1	50	12,1	15
	50-100	93,2	97	33,8	45
1984 automne	0-50	24,9	23	8,1	10
	50-100	46,1	48	4,5	6
1989 printemps	0-50	34,6	32	14,5	18
	50-100	23,1	24	16,5	22
Moyenne	0-50	34,4	32	11,3	14
	50-100	46,6	49	22,2	30

a à cela de nombreuses raisons: les débris se composent de nombreux constituants qui diffèrent par leur taux d'apport, leur comportement et leur devenir; la plupart des renseignements disponibles sont obtenus par extrapolation à partir d'estimations et ils sont donc entachés d'erreurs importantes; mesurer les débris est une opération difficile, surtout à la surface de l'eau et au fond de la mer, et les données quantitatives disponibles sont extrêmement rares par rapport à l'étendue de la mer Méditerranée. Ces difficultés ne seront pas levées de sitôt. Il peut donc s'avérer bénéfique de consacrer à l'avenir les efforts à l'étude des processus qui régissent la répartition, le comportement et le sort des débris ainsi qu'à des projets soutenus de surveillance continue dont chacun portera sur une zone géographique réduite, en vue de déceler des variations temporelles dans la quantité et la nature des débris.

6. COMPOSITION

6.1 Débris côtiers

La figure 7 présente l'abondance respective des diverses fractions des débris côtiers dans plusieurs pays méditerranéens. Il en ressort que, dans toutes les zones étudiées, les débris plastiques forment la fraction la plus importante des débris, dans une proportion variant de 34 à 75%. La seule exception est la Sicile où la part des plastiques est plus faible en raison de l'importante concentration de gravats sur une plage. Si l'on considère que les éléments de déchets non spécifiés (et désignés sous la rubrique "divers" ou "autres") variaient de 10 à 20%, la part respective des autres fractions, tels que le verre et le métal, n'était pour chacune que de quelques pour cent.

La fraction "plastiques" se compose, par ordre décroissant d'abondance, de fragments de plastique, de feuilles et de sacs en plastique, de récipients de boissons non alcoolisées, aliments, cosmétiques, huile moteur, etc. La plupart des constituants métalliques sont des boîtes pour boisson; le reste comprend des boîtes de conserve ou des atomiseurs. Pareillement, la fraction "verre" contient surtout des bouteilles de boissons non alcoolisées et, en petit nombre, d'autres articles en verre comme les ampoules électriques. La fraction "bois" contient du bois flotté ainsi que des fragments de cageot. En plus de cela, on trouve en petit nombre des cartons, du polystyrène expansé, des vêtements et du caoutchouc mousse.

Le tableau XIV présente le pourcentage respectif de diverses fractions de débris de diverses plages du monde qui a été communiqué dans la littérature. La comparaison de ces résultats avec la composition des débris côtiers en Méditerranée fait apparaître de légères différences. La part des débris plastiques est plus importante en Méditerranée tandis que celle du métal et du verre est moindre. De même, les vestiges de matériel de pêche sont assez rares en Méditerranée - le plus forte abondance relevée a été de 2,8%.

6.2 Débris flottants

La composition des débris flottants décelés au large de la côte espagnole dans la région de Barcelone (Marino *et al.*, 1989) était la suivante (d'après le nombre d'éléments): 74,5% de plastiques, 15,2% de

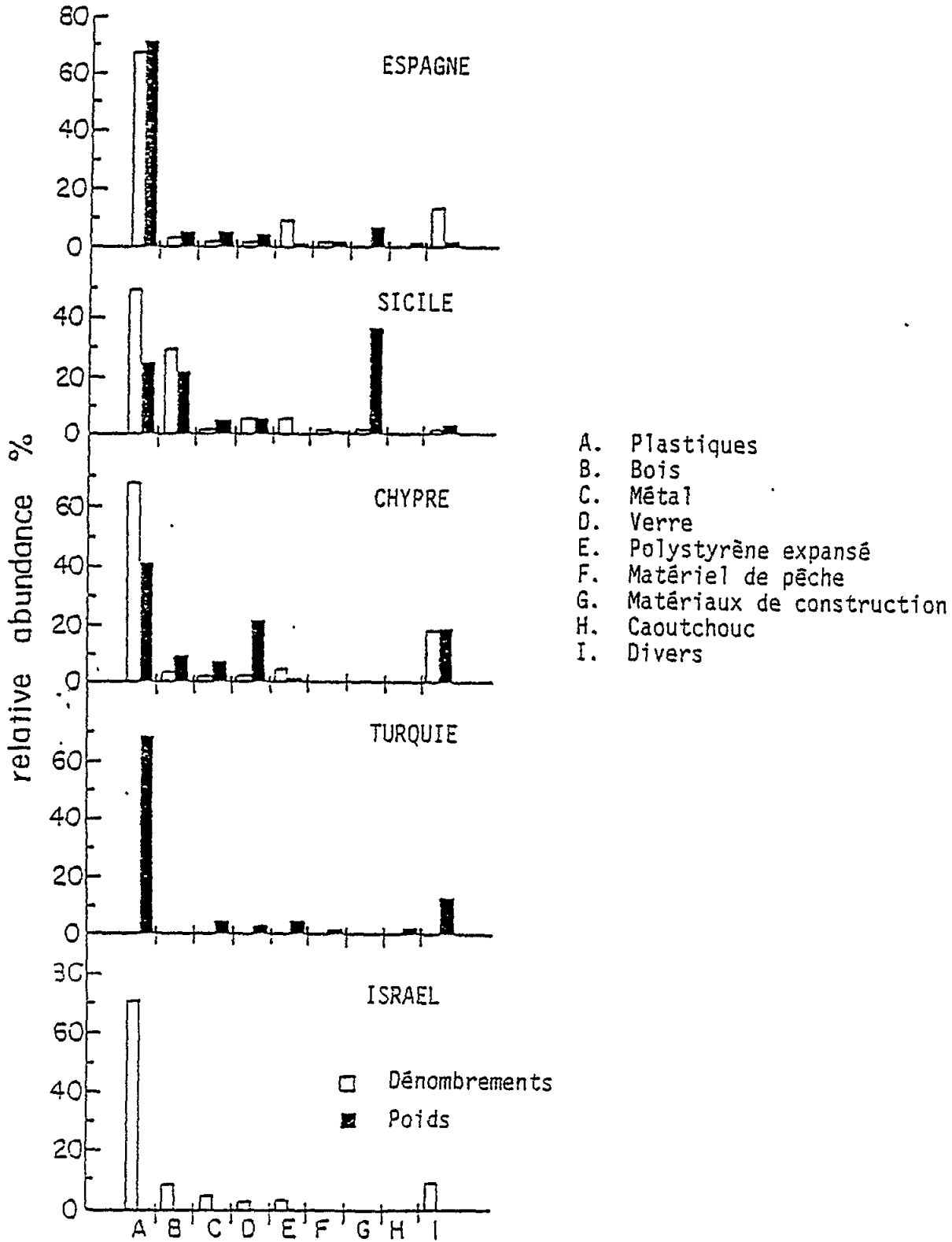


Fig. 7 Part respective des diverses fractions de débris sur les plages de cinq pays méditerranéens (d'après Gabrielides et al., 1991)

Tableau XIV

Pourcentage des diverses fractions de débris décelés sur différentes plages (d'après le dénombrement des éléments).

Auteur	Site	Plastique	Polystyrène expansé	Bois	Métal	Verre	Papier	Pêche	Divers
Vauk & Schrey 1987a	Golfe d'Helgoland	74,9		11,5	4,4	2,7	3,7	0,7	
Dixon & Cooke 1977	Plage du Kent, Angleterre*	37,9		0,6	27,7	32,1	3,9		0,7
Dixon & Dixon 1980	Cherbourg et îles Anglo-normandes*	56,0		2,6	16,9	20,5	3,9		
"	Ouest du Jutland*	44,2		6,7	17,0	25,6	6,4		
Dixon & Dixon 1983	Portugal*	63,2		1,7	19,4	13,8	1,5		2,1
"	Iles Hébrides, Ecosse*	56,0		2,4	14,4	20,7	5,8		0,6
Centaur Assoc. 1986	Maine, USA	27,6	27,4		6,6	12,9		11,4	14,1
"	Massachusetts, USA	71,3	5,7		3,9			15,9	3,4
"	New Jersey, USA	59,9			24,4	15,1			0,6
"	Texas, USA	55,5	17,2		11,3	16,0			

* Récipients seulement

polystyrène expansé et 3,05% de bois. D'après le poids, la composition devenait respectivement: 55,5%, 1,1% et 36,2%. Morris (1980) a fait état d'une composition analogue des débris flottants et il a relevé près de Malte que 60 à 70% des débris consistaient en matières plastiques comprenant notamment des sacs, gobelets, feuilles, matériaux de conditionnement, bouteilles et fragments. Le reste des débris observés par Morris comprenaient du bois d'oeuvre, du caoutchouc, des cordes de nylon, des bouteilles de verre et du papier. McCoy (1988), qui a procédé à des observations analogues de débris flottants en mer Ionienne, ne communique pas de renseignements quantitatifs sur la composition des détritiques mais il signale également que les plastiques (surtout comme récipients) et le bois constituent les matériaux les plus abondants.

6.3 Détritus du fond de la mer

Les seuls renseignements quantitatifs sur la composition des détritiques du fond de mer en Méditerranée sont fournis par Loizides (*in* Bingel, 1989) pour Chypre et par Bingel (1989) pour la côte nord-est de la Turquie. Selon les résultats obtenus au large du Chypre, mais qui sont basés sur un nombre relativement réduit d'échantillons et peuvent donc induire en erreur, les objets métalliques représentent plus de 80% des débris quand ceux-ci sont mesurés d'après leur poids, mais seulement 23% s'ils sont dénombrés en éléments. Par contre, les plastiques ne représentent que 1,4% des débris par le poids mais plus de 45% par le nombre d'éléments. Au large de la côte sud de la Turquie, le matériau le plus abondant par le poids était le bois, soit 43%, contre 32% pour les plastiques.

Le tableau XV fournit des renseignements sur les débris flottants et les débris du fond de la mer pour diverses parties du monde, tels qu'ils ont été communiqués dans la littérature. Il est difficile de préciser la part respective de chaque fraction de rebut sur la base de ces données en raison des visées et des méthodes différentes des auteurs concernés. Les débris flottants, déterminés par observation à partir d'un bateau ou par échantillonnage au filet à neuston, se composent presque entièrement de plastiques et de matériel de pêche (dont la plupart duquel est également en plastique). Toutefois, sur le fond de la mer, le bois l'emporte sur le plastique, le métal et le verre qui présentent plus ou moins la même abondance respective.

7. EFFETS

Les détritiques marins ont des effets nocifs sur la faune de la mer, sur la navigation et sur la valeur esthétique des plages et des eaux côtières. La plupart des études sur les dommages occasionnés aux organismes par les détritiques concernent les débris flottants à la surface de la mer ou dans la colonne d'eau. Les organismes sont victimes des détritiques de deux manières: en s'y emmêlant et en les ingérant. La perte ou le rejet des filets maillants, des filets de chalut et des bandes d'attache entraîne la plus grande menace d'enchevêtrement pour les mammifères marins, les poissons, les tortues et les oiseaux de mer. On signale l'ingestion de débris par les mammifères, les oiseaux et les tortues de mer. La plupart des débris ingérés décelés dans les intestins des animaux sont des grains de plastique, mais on trouve également des feuilles de plastique, le plus souvent chez les tortues. La liste des communications et rapports consacrés aux effets des débris

Tableau XV

Détritus flottants et du fond de la mer en diverses parties du monde.

Région	Méthodes d'observation	Composition des débris	Abondance estimée et/ou observée	Références
Subtropicale Pacifique Nord	Observ. visuelle et division en bandes. Epuisette.	Gros plastiques Petits plastiques	1,8 obj/km ² 1,2 mg/m ²	Day & Shaw, 1987
Subarctique Pacifique Nord		Gros plastiques Petits plastiques	0,9 obj/km ² 0,05 mg/m ²	
Mer de Béring		Gros plastiques Petits plastiques	0,2 obj/km ² 80 obj/km ²	
Dans l'ensemble du monde	Pêche commerciale	Matériel d'emballage plastique	>23.000 t/an	Horsman, 1985
Dans l'ensemble du monde	Pêche commerciale	Matériel de pêche perdu et rejeté	135.000 t/an	Merrell, 1980
Pacifique central Nord. Hors des grandes voies maritimes	Observ. visuelle	Plastiques	2,2 obj/km ²	Venrick <i>et al.</i> , 1973
Pacifique Sud Nouvelle-Zélande	Filet à neuston	Fragments de polystyrène expansé dégradé, plastiques très courants	Quantités minimales de tous types 18 granules/km ²	Gregory <i>et al.</i> , 1984
Mer des Sargasses et bord du Gulf Stream	Filet à neuston	Partic. plastiques, pour la plupart des granules (2.5-5mm)	3500 granules/km ²	Carpenter & Smith, 1972
Mer du Nord-Helgoland	Enquêtes au chalut	Plastiques, éponges artif. polystyrène expansé, papier, carton, métaux, verre, porcelaine matériel de pêche tissu, denrées alimentaires, bois	25,4 kg/km ² 3,1 kg/km ² 15,6 kg/km ² 8,6 kg/km ² 13,8 kg/km ² 1,1 kg/km ² 1,3 kg/km ² 138,6 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b

Tableau XV (suite)

Région	Méthodes d'observation	Composition des débris	Abondance estimée et/ou observée	Références
Mer du Nord-Schahorn	Enquêtes au chalut	Plastiques, éponges artif. polystyrène expansé papier, carton, métaux, verre, porcelaine matériel de pêche tissu, denrées alimen-taires, bois	20,1 kg/km ² 4,0 kg/km ² 4,8 kg/km ² 20,1 kg/km ² 11,1 kg/km ² 1,3 kg/km ² 2,3 kg/km ² 102,7 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
Mer du Nord-Norderoogsand	Enquêtes au chalut	Plastiques, éponges artif. polystyrène expansé, papier, carton, métaux, verre, porcelaine	13,2 kg/km ² 0,02 kg/km ² 17,8 kg/km ² 4,7 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
Mer du Nord-Hauke-Halen-Koog	Enquêtes au chalut	Plastiques, éponges artif. polystyrène expansé, papier, carton, métaux, verre, porcelaine matériel de pêche tissu, denrées alimen-taires, bois	3,3 kg/km ² 0,4 kg/km ² 3,6 kg/km ² 0,7 kg/km ² 1,7 kg/km ² 0,2 kg/km ² 0,1 kg/km ² 12,9 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b
Mer du Nord-Juist	Enquêtes au chalut	Plastiques, éponges artif. polystyrène expansé, papier, carton, métaux, verre, porcelaine matériel de pêche tissu, denrées alimen-taires, bois	44,5 kg/km ² 8,3 kg/km ² 5,7 kg/km ² 27,4 kg/km ² 12,5 kg/km ² 7,7 kg/km ² 1,0 kg/km ² 211,5 kg/km ²	Vauk & Schrey, 1987b

Tableau XVI

Tableau récapitulatif des effets des plastiques persistants sur les organismes marins.

	Causes et effets	Références
Emmêlement	Emmêlement corporel Action abrasive ou coupante des débris	
	- Infection	Day <u>et al.</u> , 1985
	- Déchirures et infections sur le cou	Scordino & Fisher, 1983
	- Pertes et rejets de filets maillants, chaluts, attaches et autres lanières	Kozloff, 1985
	- - Otaries de Steller (eumétopias)	Loughlin <u>et al.</u> , 1986
	- - Otaries de Californie	Stewart & Yochem, 1987
	- - Phoques moines de Hawaï	Cawthorn, 1985
	- - Otaries à fourrure d'Afrique du Sud	Shaughnessy, 1980
	- - Otaries à fourrure de l'Arctique	Bonner & McCann, 1982
	- - Mégaptères et belougas	Kraus, 1985
	Individus emmêlés exposés à servir de proie à d'autres organismes	
	- Danger accru d'emmêlement	Day <u>et al.</u> , 1985
	- - Oiseaux marins (espèces diverses)	Piatt & Nettleship, 1987
	- - Fou de Bassan	Schrey & Vauk, 1987
	- - Tortues de mer	Carr, 1986
Lignes à un seul filin, cordes, filets, lambeaux de tissu, goudrons	Balazs, 1985	
Comportement	Objets servant au jeu, notamment pour les jeunes animaux-mammifères	
	- Risque accru d'emmêlement	
	- - Mammifères marins	Day <u>et al.</u> , 1985
	- - bébés-phoques tout juste sevrés	Henderson, 1984, 1985
	- Migration	Fowler, 1987
- Nage vers les liens d'emballage et les filets et introduction des têtes	Yoshida <u>et al.</u> , 1985	

Tableau XVI (suite)

	Causes et effets	Références
Ingestion	Ingestion sélective ou accidentelle de petits fragments	
	- Obstruction de l'appareil digestif - Amoindrissement de l'instinct d'alimentation - Ulcérations et lésions - Source de produits chimiques toxiques	Day <u>et al.</u> , 1985
	- - Albatros de Laysan	
	Jouets, fragments plastiques, capsules de bouteilles, bouts filtres de cigarette dans la partie supérieure du tube digestif	
	- Cardia enclavé, inanition - Ulcération du cardia - Lésions inflammatoires chroniques de la musculaire muqueuse et de la muqueuse - Obstruction partielle du tube digestif	Fry <u>et al.</u> , 1987
	Ecailles de peinture et autres corps étrangers	
	- Syndrome de l'aile tombante-saturnisme	Fry <u>et al.</u> , 1987
	- - Tortues de mer	
	Déchets plastiques, filets et lignes de pêche, sacs, perles et bouteilles plastiques, pellicules de vinyl et boules de goudron	Balazs, 1985
Régurgitation	Oiseaux adultes nourrissant les oisillons	Kenyon & Kridler, 1969
	- Rétention prolongée d'éléments indigestes, éventuellement pendant plus de 40 jours	Petitt <u>et al.</u> , 1981
	- - Puffins à queue cunéiforme	
	Granules et fragment plastiques	
	- Nécrose	Fry <u>et al.</u> , 1987
Prédation	Mécaniquement ou par d'autres voies et moyens défavorables (les individus moins conditionnés deviennent plus facilement une proie)	Day <u>et al.</u> , 1985
Frai	Les individus affaiblis peuvent être moins aptes à se reproduire et à élever leur progéniture	Day <u>et al.</u> , 1985

Tableau XVI (suite)

	Causes et effets	Références
Population	Déclin des effectifs de population	
	- - Otarie à fourrure du Nord	DC (Dept. of Commerce), 1985; NPFSC (North Pacific Fur Seal Commission), 1985
	- - Otarie à fourrure - Iles Pribilof	Fowler, 1985; 1987
	- - Tortues de mer	Carr, 1986

pélagiques sur les organismes est très longue, et le tableau XVI fournit un résumé de certains d'entre eux. Les débris échoués sur les plages sont, semble-t-il, moins nocifs pour les organismes que les débris pélagiques. Les packs, ou emballages de plusieurs unités, qui sont assez nombreux sur les plages, sont les plus dangereux pour les oiseaux qui s'y prennent en introduisant une patte dans un trou et le bec dans un autre (Evans, 1971).

Il existe un seul rapport sur les effets nocifs des débris sur les biotes en Méditerranée. Gramentz (1988) a examiné des tortues carouanes pêchées au large de Malte et il a constaté que 20% d'entre elles étaient atteintes par des hydrocarbures, des plastiques et des métaux. Il a remarqué que, bien que les feuilles de plastique flottant dans la mer présentent un grand nombre de couleurs, celles que l'on retrouvait dans l'intestin des tortues n'étaient que d'une couleur transparente ou laiteuse. Il a donc pensé que les tortues prennent par erreur ces plastiques pour des méduses et qu'elles cherchent à s'en nourrir.

Les effets néfastes des débris flottants sur la navigation sont mentionnés dans maints rapports, mais on n'a relevé aucune étude spécialement consacrée à ce problème. Les débris, principalement les filets de pêche et les feuilles de plastique, gênent le fonctionnement des navires en se prenant dans les hélices et en obstruant les conduits d'entrée des circuits à refroidissement par eau. On ne dispose d'aucune estimation de l'ampleur de ce problème que ce soit en Méditerranée ou ailleurs.

De même, on n'a relevé aucune évaluation de l'effet néfaste des débris sur la valeur esthétique des plages et des eaux côtières, mais il est indéniable que cet effet existe, bien qu'il soit difficile à quantifier. Dans le cas de la Méditerranée, cette question revêt une grande importance économique en raison de l'affluence des touristes venant sur les plages à des fins récréatives. Le tableau XVII fournit des statistiques sur l'essor du tourisme dans les pays méditerranéens entre 1970 et 1987. Cet essor touche tous les pays et il varie de 50 à plus de 600%. On estime qu'au moins la moitié des nuitées sont passées dans la zone littorale. Pour desservir ces touristes, des hôtels, restaurants, marinas et plages sont aménagés tous au long du

Tableau XVII

Accroissement du nombre d'arrivées de touristes internationaux dans les pays méditerranéens, 1970-1987 (en milliers).

Pays	Arrivées en 1970	Arrivées en 1987	Accroissement (en %)
Albanie	-	-	-
Algérie	236	849*	259
Chypre	127	949	647
Egypte	348	1.795	415
Espagne	15.320	30.545	99
France	18.130	36.818	103
Grèce	1.407	8.004	468
Israël	419	1.101*	162
Italie	14.188	21.323	50
Liban	900	118**	-87
Libye	77	120*	55
Malte	171	746	336
Maroc	747	2.128	184
Monaco	-	-	-
Syrie	409	1.160*	183
Tunisie	411	1.875	356
Turquie	446	2.856	540
Yougoslavie	4.749	8.907	87

* 1986, pas de données pour 1987

** 1980, pas de données ultérieures

Source: Annuaires statistiques et "Groupe tourisme" du Plan Bleu

linéaire côtier méditerranéen. Cependant, des plages jonchées d'ordures ont un effet dissuasif sur les touristes qui viennent s'y délasser, d'où la gravité du problème de la pollution côtière.

8. MESURES PRISES AUX NIVEAU NATIONAL ET INTERNATIONAL

Le rejet de détritux dans l'environnement marin est un problème culturel et doit être traité comme tel, à savoir par l'éducation, la législation et l'application des lois. En outre, les technologies novatrices en matière de traitement des ordures peuvent s'avérer utiles pour maîtriser ce problème. Ces moyens permettant d'éliminer la

pollution par les déchets devraient être adoptés par les autorités locales, les gouvernements et les organisations internationales. Il est indéniable que les autorités locales de la ville ou de la province dont relève une section donnée du littoral sont mieux à même de faire appliquer les lois et même, dans une certaine mesure, de légiférer. Ce niveau d'administration sera plus efficace pour s'occuper des déchets qui sont engendrés par les estivants sur les plages ou, parfois, par les entrepreneurs de construction qui se servent des plages comme décharges pour leurs gravats. L'éducation, la législation et la recherche devraient être du ressort de chaque gouvernement. Et s'agissant des sources de détritrus, c'est à ce niveau que devrait être traité le problème des détritrus d'origine terrestre. Les mesures à prendre au niveau international devraient être axées sur les détritrus d'origine maritime et sur les problèmes soulevés par la dérive latérale de déchets entre des pays voisins. L'éducation, les traités internationaux et la recherche devraient permettre, au niveau international, de s'attaquer au problème des détritrus en Méditerranée. Des premières mesures dans ce sens, et à tous les échelons gouvernementaux, ont été déjà prises dans l'ensemble du monde tout comme dans la région méditerranéenne.

8.1 Education

On peut obtenir une meilleure sensibilisation au problème des déchets rejetés sur les côtes et dans la mer en faisant participer le public à des campagnes de nettoyage bénévole des plages. Cette manière de procéder est notamment efficace parmi les jeunes, car elle contribue directement à leur éducation et à leur comportement individuel quand ils atteignent l'âge adulte. Au cours des dernières années, des campagnes de nettoyage bénévole des plages ont été réalisées dans le monde entier et récemment dans des pays méditerranéens aussi. En Grèce, l'Association hellénique de protection de l'environnement marin (HELMEPA), une organisation d'armateurs et de marins qui se voue à la protection du milieu marin, a déjà mené de vastes campagnes de nettoyage avec la participation de plus d'un millier de jeunes volontaires. Le profit tiré de ces opérations ne consiste pas seulement à obtenir des plages propres et quelques renseignements statistiques supplémentaires sur les déchets mais aussi, aspect important entre tous, à sensibiliser davantage les jeunes aux problèmes de l'environnement. L'HELMEPA a également organisé à Athènes (29-30 juin 1989) des Journées d'études sur l'élimination des ordures de la Méditerranée et l'adoption de cette dernière comme une zone spéciale effective aux fins de l'annexe V à la Convention MARPOL 73/78 (HELMEPA, 1989).

Des développements analogues se produisent désormais en Turquie où un plan national a été récemment conçu pour apprendre aux jeunes à garder le littoral propre. En Israël, ces dernières années, des campagnes de nettoyage des plages par des volontaires ont été menées de temps à autre. En outre, le gouvernement israélien aide financièrement les conseils locaux à nettoyer leurs plages, à charge pour ceux-ci d'assumer la moitié des frais. Il s'agit là encore d'une mesure d'ordre éducatif destinée à motiver les autorités locales pour qu'elles aient la responsabilité de la propreté des plages relevant de leur juridiction. Il semble que l'approche éducative soit efficace. Golik et Gertner (1989, 1991) signalent que, dans de nombreux cas, ils ont trouvé sur les plages des sacs en plastique que les baigneurs avaient remplis de leurs détritrus (restes de repas, bouteilles, boîtes, etc.).

Il semble que ces visiteurs aient été sensibles à la nécessité de garder la plage propre et qu'ils ne voulaient pas y laisser leurs débris éparpillés. Mais comme il n'y avait pas d'installations telles que des boîtes à ordures pour les recevoir, ils laissaient leurs sacs sur la plage.

8.2 Législation et application des lois

Deux des Protocoles à la Convention de Barcelone se réfèrent expressément aux déchets synthétiques persistants. Aux termes de l'article 4 et de l'annexe I du Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs, il est interdit d'immerger dans la zone de la mer Méditerranée des plastiques et autres matériaux synthétiques persistants qui peuvent matériellement gêner la pêche ou la navigation, diminuer les agréments ou gêner toutes autres utilisations légitimes de la mer. Le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine terrestre stipule que les Parties contractantes s'engagent à éliminer la pollution d'origine tellurique par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension et qui peuvent gêner toute utilisation légitime de la mer.

D'autres accords internationaux importants en matière de prévention de la pollution marine par les matières synthétiques persistantes consistent en la Convention de Londres sur l'immersion adoptée en 1972, et l'annexe V de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires, modifiée par le Protocole de 1978 y relatif (MARPOL 73/70). La Convention de Londres interdit l'élimination en mer de déchets et ordures chargés à bord d'un navire à partir d'une source terrestre. La liste des déchets et autres matériaux dont l'immersion est interdite comprend notamment les plastiques persistants et autres matériaux synthétiques persistants. Cette convention ne comprend toutefois pas les ordures générées au cours de la marche normale du navire.

Le 31 décembre 1988, l'annexe V à MARPOL 73/78 est entrée en vigueur. C'est sans doute l'étape législative la plus importante dans la protection du milieu marin contre la pollution par les ordures générées par les navires. La mer Méditerranée a déjà été désignée comme "zone spéciale" et conformément à la règle 5 de l'annexe V, aucune ordure ne peut être rejetée par les navires dans cette zone. La seule exception a trait aux déchets broyés ("capables de passer à travers un tamis dont les ouvertures ne dépassent pas 25mm") qui peuvent être évacués dans la mer, mais non à moins de 12 milles marins de la terre la plus proche.

Il convient toutefois de souligner que cette disposition spéciale n'est pas encore entrée en vigueur car le paragraphe 4(b) de la règle 5 stipule que les clauses se référant à la pollution produite par les navires naviguant à travers la "zone spéciale" ne peuvent s'appliquer que 12 mois après qu'un nombre suffisant de Parties contractantes aient notifié à l'OMI qu'elles disposent d'installations appropriées de réception des ordures dans leurs ports en vue de répondre aux besoins des navires relâchant dans ces ports, sans leur imposer de retards anormaux. Il reste 8 pays méditerranéens qui n'ont pas ratifié l'annexe V. Lors de la 30e session du Comité de la protection du

milieu marin de l'OMI, une résolution a été proposée à ce sujet par la délégation italienne et elle a été approuvée par le Comité telle qu'elle figure en annexe au présent document.

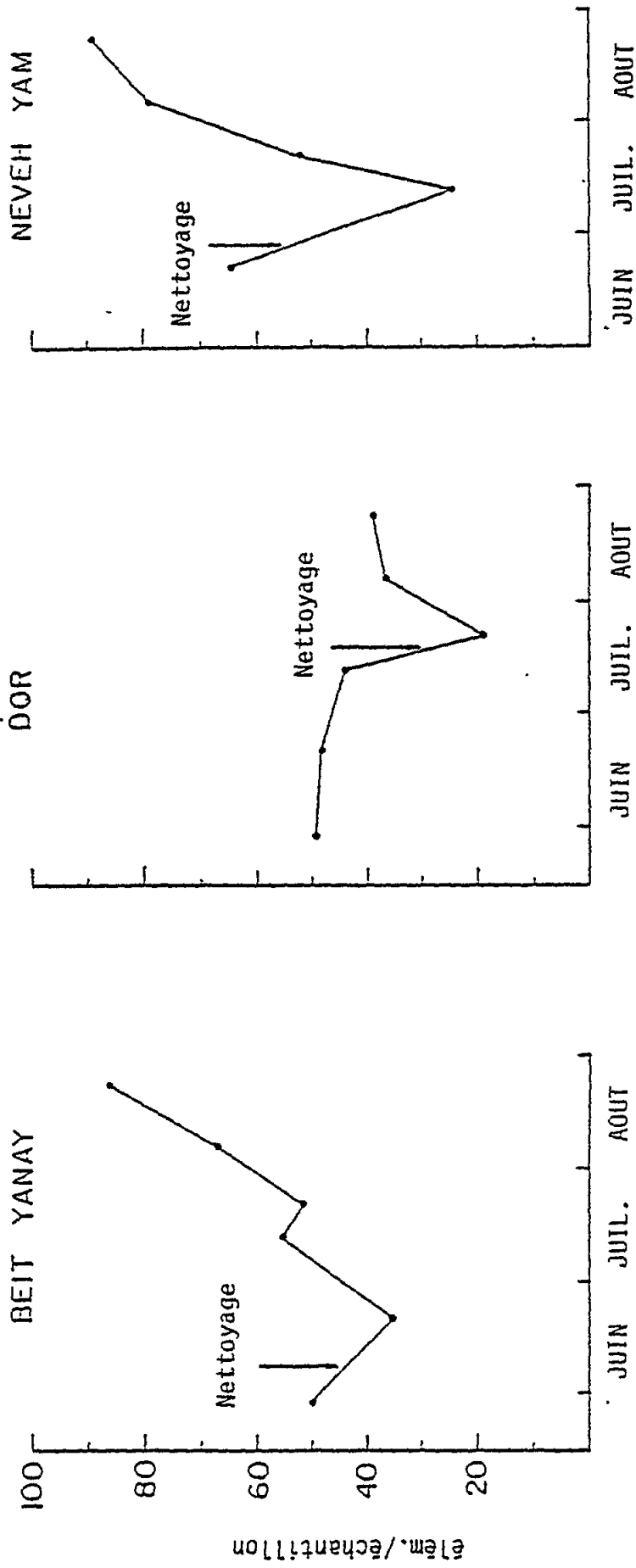
Au niveau national, il existe dans de nombreux pays diverses législations qui interdisent le rejet de détritiques dans "le domaine public". Comme, dans la plupart des pays, les plages et évidemment la mer sont considérées comme "domaine public", ces législations s'appliquent donc aussi à elles. La charge de faire appliquer ces règlements incombe habituellement aux autorités locales. On ne jugera pas nécessaire de procéder ici à un examen détaillé des législations nationales et l'on doute fort qu'il existe une législation spécifique quelconque visant à prévenir que les détritiques d'origine terrestre atteignent les plages et la mer. Comme on sait que les ordures d'origine terrestre constituent une part importante des détritiques méditerranéens, l'adoption d'une telle législation s'impose donc.

8.3 Nettoyage des plages

Une autre façon d'aborder la lutte contre les détritiques côtiers consiste dans le nettoyage des plages. Celui-ci est pratiqué sur de nombreuses côtes de la Méditerranée qui sont visitées par des foules de baigneurs. Ces plages publiques sont nettoyées sur une base quotidienne ou quasi quotidienne, par les autorités locales, et le coût de l'opération est assumé, directement ou indirectement, par les utilisateurs des plages. Cependant, le nettoyage des côtes qui ne donnent pas lieu à une fréquentation aussi massive est une lourde charge financière et il est donc assez rare. En Grèce, où d'importantes campagnes de nettoyage ont été réalisées par des volontaires (voir plus haut), la collecte d'un volume d'ordures de 1.389 m³ coûte 4.000 dollars E.U. (D. Mitsatsos, communication personnelle) sans compter les frais de main d'oeuvre. En Israël, le ministère de la Qualité de l'environnement, de concert avec les conseils locaux, organise un nettoyage de la presque totalité du littoral du pays une ou deux fois par an. Le coût de ce nettoyage est d'environ 200 dollars E.U. par km de littoral (E. Adler, communication personnelle). Golik et Gerner (soumis pour publication) ont surveillé plusieurs plages d'Israël après un tel nettoyage afin d'en déterminer l'efficacité. Il ressort clairement de la figure 8, qui présente les résultats de cette surveillance, que l'effet du nettoyage est assez court dans le temps, soit inférieur à un mois. Par conséquent, si de vastes campagnes de nettoyage peuvent avoir un intérêt éducatif, il est manifeste qu'elles ne constituent certainement pas une solution pratique.

9. RESUME

- a) L'attention a été récemment attirée sur les quantités croissantes de rebuts synthétiques jonchant les océans et les bordures littorales du monde, et la Méditerranée n'y fait pas exception. Cependant, les études réalisées sur ce problème sont très restreintes et les renseignements disponibles ne nous permettent pas de communiquer une évaluation quantitative de l'apport, du niveau et de la dégradation des détritiques en mer Méditerranée et sur ses côtes. Les quantités de détritiques qui sont basées sur des mesures in situ ne représentent qu'une faible partie de la mer Méditerranée et de ses côtes, et elles



1989

Fig. 8 Surveillance de l'effet du nettoyage sur trois plages d'Israël (d'après Golik et Gertner, soumis pour publication)

ne sont pas suffisantes pour fournir une évaluation quantitative du problème des débris. L'enquête du MED POL a toutefois permis de recueillir pour la première fois quelques indications sur les quantités de débris trouvés sur diverses plages dans plusieurs pays méditerranéens (voir tableau X).

- b) Il y a trois sources d'apport de débris: i) les débris qui atteignent les plages et la mer par la voie du drainage des terres; ii) les débris qui sont abandonnés sur les plages par les personnes qui les fréquentent à des fins récréatives et par les entrepreneurs de construction qui y rejettent par périodes leurs gravats; iii) les débris qui sont directement rejetés des navires dans la mer.
- c) Les facteurs régissant la répartition des débris sont: la proximité de la source de débris qui peut être constituée par les lignes de trafic en mer ou les agglomérations à terre, les vents et les courants qui dispersent les débris à partir de leur source, et les vagues qui entraînent les débris du devant au fond de la plage, et même au-delà en direction des terres dans les cas des tempêtes.
- d) Près des trois-quarts des débris se composent de matières plastiques. Le reste consiste en débris de métaux, verre, bois d'oeuvre et bois, polystyrène expansé et autres. Les débris flottants se composent presque entièrement de matières plastiques, de polystyrène expansé et de bois, tandis que les débris du fond de la mer comprennent pour la plupart du bois, puis des plastiques, des métaux et du verre à parts relativement égales.
- e) Les observations in situ donnent l'impression que la fraction "récipients" des débris côtiers en Méditerranée se compose en majeure partie des récipients utilisés pour les boissons, les aliments et les cosmétiques. Ces observations tranchent sur celles effectuées sur le littoral européen de l'Atlantique où la plupart des récipients concernent des détergents et des produits de nettoyage ménagers. On a suggéré que la plupart des débris méditerranéens sont abandonnés par les personnes fréquentant les plages et devraient par conséquent être considérés comme d'origine terrestre, alors que ceux des plages du littoral européen de l'Atlantique seraient rejetés en majeure partie par les navires et donc d'origine maritime.
- f) Bien qu'on dispose d'un nombre réduit d'études sur les dommages occasionnés par les débris en Méditerranée, il est probable qu'on y a affaire aux mêmes effets nocifs que ceux provoqués par les débris marins dans d'autres parties du monde. Il s'agit de dommages occasionnés aux poissons, mammifères marins et oiseaux par suite d'emmêlement et d'ingestion, de dommages occasionnés à la navigation par emmêlement dans les hélices de navires et obturation des conduits d'entrée des systèmes de refroidissement par eau; et de dommages occasionnés aux plages par détérioration de leur valeur esthétique. Dans le cas de la Méditerranée, ces derniers dommages pourraient être les plus graves sur le plan économique étant donné les gros investissements qui sont effectués pour attirer les touristes sur le littoral.

10. REFERENCES

- Balazs, G.H. (1985), Impact of ocean debris on marine turtles: Entanglement and ingestion. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.336-343.
- Bingel, F. (1989), Plastic in the Mediterranean Sea. Report prepared for IOC/UNESCO: pp.1-65.
- Bingel, F., D. Avsar and M. Unsal (1987), A note on plastic materials in trawl catches in the north-eastern Mediterranean. Meeresforschung, 31:227-233.
- Blue Plan (1987), Mediterranean basin environmental data (natural environment and resources). Mediterranean Blue Plan Regional Activity Center. Sophia Antipolis 06560 Valbonne, France: 283 p.
- Bonner, W.N. and T.S. McCann (1982), Neck collars on fur seals, *Arctocephalus gazella* at south Georgia. Br.Antarct.Surv.Bull., 57:73-77.
- Brenner, S. (1989), Structure and evolution of warm core eddies in the Eastern Mediterranean Levantine Basin. J.Geophys.Res., 94, no. C9:12593-12602.
- Carpenter, E.J. and K.L. Jr. Smith (1972), Plastics on the Sargasso Sea surface. Science, 175:1240-1241.
- Carpenter, E.J., S.J. Anderson, G.R. Harvey, H.P. Miklas and B.B. Peck (1972), Polystyrene spherules in coastal waters. Science, 178:749-750.
- Carr, A. (1986), Rips, FADS and little loggerheads. BioScience, 36:92-110.
- Cawthorn, M.W. (1985), Entanglement in, and ingestion of, plastic litter by marine mammals, sharks, and turtles in New Zealand waters. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.336-343.
- Centaur Associates, Inc. (1986), Issue report and work plan for the development of a marine debris education program for the northwestern Atlantic and Gulf of Mexico. Report prepared for the National Marine Fisheries Service, 61 p.
- COI/FAO/PNUF (1989), Report of the IOC/FAO/UNEP review meeting on the persistent synthetic materials pilot survey. Haifa, Israel, 12-14 June 1989, 46 p.
- Day, R.H. and D.G. Shaw (1987), Pattern in the abundance of pelagic plastic and tar in the North Pacific Ocean, 1976-85. Mar.Pollut.Bull., 18:311-315.

- Day, R.H., D.H.S. Wehle and F.C. Coleman (1985), Ingestion of plastic pollutants by marine birds. *In* Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.344-386.
- DC (U.S. Dept. of Commerce) (1985), Environmental impact statement on the Interim Convention on Conservation of North Pacific Fur Seals. NMFS, NOAA, Washington DC.
- Dixon, T.R. and A.J. Cooke (1977), Discarded containers on a Kent beach. *Mar.Pollut.Bull.*, 8:105-109.
- Dixon, T.R. and A.J. Dixon (1980), Marine litter research program stage 2. Marine Litter Surveillance at two sites on the Western Cherbourg Peninsula and West Jutland shores of the English Channel and southern North Sea. Keep Britain Tidy Group, Bostel House, 37 West Street, Brighton. 44 p.
- Dixon, T.R. and T.J. Dixon (1981), Marine litter surveillance. *Mar.Pollut.Bull.*, 12:289-295.
- Dixon, T.R. and T.J. Dixon (1983), Marine litter research program stage 5. Marine Litter Surveillance on the North Atlantic Ocean shores of Portugal and the Western Isles of Scotland. Keep Britain Tidy Group, Buckinghamshire College of Higher Education. 73 p.
- Evans, W.E. (1971), Potential hazards of non-degradable materials as an environmental pollutant. *In* Naval underwater center symposium on environmental preservation, 20-21 May 1970.
- Fowler, C.W. (1985), An evaluation of the role of entanglement in the population dynamics of northern fur seals on the Pribilof Islands. *In* Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.291-307.
- Fowler, C.W. (1987), Marine debris and northern fur seals: a case study. *Mar.Pollut.Bull.*, 18(6B):326-335.
- Fry, D.M., S. Fefer and L. Sileo (1987), Ingestion of plastic debris by Laysan albatrosses and wedge tailed shearwaters in the Hawaiian islands. *Mar.Pollut.Bull.*, 18(6B):339-343.
- Gabrielides, G.P., A. Golik, L. Loizides, M.G. Marino, F. Bingel and M.V. Torregrossa (1991), Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline. *Mar.Pollut.Bull.*, 23:437-441.
- GESAMP (1990), The state of the marine environment. UNEP Regional Seas Reports and Studies no. 115. UNEP, Nairobi, 111 p.
- Golik, A. and Y. Gertner (1989), Litter on the Israeli coastline. Israel Oceanographic and Limnological Research, Report no. H12/89:1-14.

- Golik, A. and Y. Gertner (1991), Solid waste on the Israeli coast - composition, source and management. Proc. 2nd Inter. Conf. on Marine Debris, Honolulu, Hawaii (in press).
- Gramentz, D. (1988), Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 19:11-13.
- Gregory, M.R. (1977), Plastic pellets on New Zealand beaches. Mar.Pollut.Bull., 8:82-84.
- Gregory, M.R. (1983), Virgin plastic granules on some beaches on eastern Canada and Bermuda. Mar. Environ. Res., 10:73-83.
- Gregory, M.R., R.M. Kirk and M.C.G. Mabin (1984), Pelagic tar, oil, plastics and other litter in surface waters of the New Zealand sector of the southern ocean, and on Ross Dependency shores. New Zealand Antarctic Record 6:12-26.
- HELMEPA (1989), Proceedings of a workshop on the elimination of garbage from the Mediterranean and its adoption as an effective special area to Annex V of MARPOL 73/78 (Athens, 29-30 June 1989), 235 p.
- Henderson, J.R. (1984), Encounters of Hawaiian monk seals with fishing gear at Lisianski Island, 1982. Mar.Fish.Rev., 46:59-61.
- Henderson, J.R. (1985), A review of Hawaiian monk seal entanglement in marine debris. In Proc. Workshop on the fate and impact of marine debris, 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura and H.O. Yoshida, U.S. Dept. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. pp.325-335.
- Heyerdahl, H. (1971), Atlantic Ocean pollution and biota observed by the Ra expeditions. Biol.Conserv., 3:164-167.
- Horsman, P.V. (1982), The amount of garbage pollution from merchant ships. Mar.Pollut.Bull., 13:167-169.
- Horsman, P.V. (1985), Garbage kills. BBC Wildlife, August, pp.391-393.
- Kenyon, K.W. and E. Kridler (1969), Laysan albatross swallow indigestible matter. Auk. 86:339-343.
- Kozloff, P. (1985), Fur seal investigations, 1982. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Tech. Memo., NMFS, NOAA-TM-NMFS-F/NWC-71.
- Kraus, S.D. (1985), A review of the status of right whales (*Eubalaena glacialis*) in the western north Atlantic with a summary of research and management needs. Final Report to the Marine Mammal Commission. NTIS, PB86- 154143. Springfield, VA.
- Loizides, L. (1989), Study on the type and quantity of litter on Cyprus beaches. Dept. of Fisheries, Ministry of Agriculture and Natural Resources. 6 p.

- Loughlin, T.R., P.J. Gearin, R.L. DeLong and R.L. Merrick (1986), Assessment of net entanglement on northern sea lions in the Aleutian Islands, 25 June - 15 July 1985. U.S. Dept. of Commerce, NWAFC Processed Report 86-02. Northwest and Alaska Fisheries Center, NMFS, Seattle, WA.
- Marino, M.G., P. Aranzadi and J. Sobrino (1989), Litter on the beaches and littoral waters of the Spanish Mediterranean coast. Progress Report: 1-8.
- Matthews, W. (1975), Marine litter. In Assessing potential ocean pollutants: 405-438, a report of the study panel on assessing potential ocean pollutants to the Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources, National Research Council, Washington D.C., National Academy of Sciences.
- McCoy, F.W. (1988), Floating megalitter in the Eastern Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 19:25-28.
- Merrell, T.R. Jr. (1980), Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. Mar.Environ.Res., 3:171-184.
- Merrell, T.R. Jr. (1984), A decade of change in nets and plastic litter from fisheries off Alaska. Mar.Pollut.Bull. 15:378-384.
- Morris, R.J. (1980), Floating plastic debris in the Mediterranean. Mar.Pollut.Bull., 11:125.
- New York State DEC Report (1988), Investigation: sources of beach washups in 1988. New York State Department of Environmental Conservation. 1-75.
- O'Hara, K.J. (1991), National marine debris data base. in Shomura, ed. 2nd Intern. Conf. on Marine Debris, Honolulu, Hawaii 2-7 April, 1991. Abstracts.
- Ozsoy, E., A. Hecht and U. Unluata (1989), Circulation and hydrography of the Levantine Basin. Results of POEM coordinated experiments 1985-1986. Proc.Oceanogr., 22:125-170.
- Petitt, T.N., G.S. Grant and G.C. Whittow (1981), Ingestion of plastics by Laysan albatross. Auk, 98:839-841.
- Piatt, J.F. and D.N. Nettleship (1987), Incidental catch of marine birds and mammals in fishing nets off Newfoundland, Canada. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):344-349.
- PNUE (1989), The state of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Reports Series no. 28. UNEP, Athens, 221 p.
- Saydam, C., I. Salihoglu, M. Sakarya and A. Yilmaz (1985), Dissolved/dispersed petroleum hydrocarbon, suspended sediment, plastic, pelagic tar and other litter in the northeastern Mediterranean. Journ.Etud.Pollut.CIESM, 7(1984):509-518.
- Schrey, E. and G.J.M. Vauk (1987), Records of entangled gannets (*Sula bassana*) at Helgoland, German Bight. Mar.Pollut.Bull., 18:350-352.

- Scordino, J. and R. Fisher (1983), Investigations on fur seal entanglement in net fragments, plastic bands and other debris in 1981 and 1982, St. Paul Island, Alaska. Background paper submitted to the 26th Ann. Mtg. Standing Scientific Committee of the North Pacific Fur Seal Commission, 28 March - 8 April 1983, Washington DC.
- Scott, G. (1989), The philosophy and practice of degradable plastics. Second International Conference on Marine Debris. Honolulu, Hawaii, edited by R.S. Shomura.
- Shaughnessy, P.D. (1980), Entanglement of cape fur seals with man-made objects. Mar.Pollut.Bull., 11:332-336.
- Shiber, J.G. (1979), Plastic pellets on the coast of Lebanon. Mar.Pollut.Bull., 10:28-30.
- Shiber, J.G. (1982), Plastic pellets on Spain's Costa del Sol beaches. Mar.Pollut.Bull., 13:409-412.
- Shiber, J.G. (1987), Plastic pellets and tar on Spain's Mediterranean Sea. Mar.Pollut.Bull., 18:84-86.
- Shomura, R.S and H.O. Yoshida eds. (1985), Proceedings of the workshop on the fate and impact of marine debris. 27-29 Nov. 1984, Honolulu, Hawaii. NOAA Tech. Memo:580 NMFS. 530 p. NOAA - TM - NMFS - SWFC - 54. U.S. Dept. Commerce.
- Stewart, B.S. and P.K. Yochem (1987), Entanglement of Pinnipeds in synthetic debris and fishing net and line fragments at San Nicholas and San Miguel Islands, California, 1978-1986. Mar.Pollut.Bull., 18(6B):336-339.
- Vauk, G.J.M. and E. Schrey (1987a), Litter pollution from ships in the German Bight. Mar.Pollut.Bull., 18:316-319.
- Vauk, G.J.M. and E. Schrey (1987b), Vermüllung der Nordsee. Umweltvorsorge Nordsee, Belastungen Gutesituation Masnahmen. Niedersächsische Umwelt-minister, 67-73 p.
- Venrick, E.L., T.W. Backman, W.C. Bartram, C.J. Platt, M.S. Thornhill and R.E. Yates (1973), Man made objects on the surface of the central north Pacific Ocean. Nature, 241:271.
- Wolfe, D.A. ed. (1987), Plastics in the sea. Mar.Pollut.Bull., 18:303-365.
- Yoshida, K., N. Baba, M. Nakajima, Y. Fujimaki, A. Furuta, S. Nomura and K. Takahashi (1985), Fur Seal Entanglement Survey Report Test Study at a Breeding Facility, 1983. Document submitted to the 28th Meeting of the Standing Scientific Committee on the North Pacific Fur Seal Commission. Tokyo, April 4-12, 1985.

ANNEXE

RESOLUTION MEPC.43(30) ADOPTÉE PAR LA 30^e SESSION DU COMITÉ
DE LA PROTECTION DU MILIEU MARIN DE L'OMI
(Londres, 15 novembre 1990)

PREVENTION DE LA POLLUTION PAR LES ORDURES DANS LA MER
MEDITERRANEE

LE COMITÉ DE LA PROTECTION DU MILIEU MARIN,

NOTANT la règle 5 de l'Annexe V de la Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, telle que modifiée par le Protocole de 1978 y relatif (MARPOL 73/78), qui désigne la mer Méditerranée comme zone spéciale,

CONSCIENT de la nécessité de protéger la mer Méditerranée autant que MARPOL 73/78 le permet,

PRIE instamment les Etats riverains de la mer Méditerranée qui ne sont pas Parties à l'Annexe V ou à MARPOL 73/78 d'adhérer à cette Annexe ou à MARPOL 73/78, Annexe V comprise,

INVITE le gouvernement de chaque Etat riverain de la mer Méditerranée, qu'il soit ou non Partie à l'Annexe V, à faire assurer la mise en place, dans tous ses ports, d'installations capables de recevoir les ordures des navires le plus rapidement possible et au plus tard le 1^{er} janvier 1992,

RECOMMANDE aux Gouvernements des Etats riverains de la mer Méditerranée de faire savoir à l'Organisation qu'ils ont mis en place de telles installations, de manière que les prescriptions applicables aux zones spéciales puissent être mises en oeuvre le plus rapidement possible,

RECOMMANDE EGALEMENT aux gouvernements d'inviter instamment les navires battant leur pavillon à appliquer dans toute la mesure du possible les dispositions de la règle 5 de l'Annexe V de MARPOL 73/78 concernant le rejet des ordures dans une zone spéciale lorsqu'ils sont exploités en mer Méditerranée.

PUBLICATIONS OF THE MAP TECHNICAL REPORTS SERIES

1. UNEP/IOC/WMO: Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters (MED POL I). MAP Technical Reports Series No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pages) (parts in English, French or Spanish only).
2. UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of metals, particularly mercury and cadmium, in marine organisms (MED POL II). MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pages) (parts in English, French or Spanish only).
3. UNEP/FAO: Baseline studies and monitoring of DDT, PCBs and other chlorinated hydrocarbons in marine organisms (MED POL III). MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pages) (parts in English, French or Spanish only).
4. UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine organisms and their populations (MED POL IV). MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pages) (parts in English, French or Spanish only).
5. UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine communities and ecosystems (MED POL V). MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pages) (parts in English or French only).
6. UNEP/IOC: Problems of coastal transport of pollutants (MED POL VI). MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pages) (English only).
7. UNEP/WHO: Coastal water quality control (MED POL VII). MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pages) (parts in English or French only).
8. UNEP/IAEA/IOC: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pages) (parts in English or French only).
8. Add. UNEP: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). Addendum, Greek Oceanographic Cruise 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pages) (English only).
9. UNEP: Co-ordinated Mediterranean pollution monitoring and research programme (MED POL - PHASE I). Final report, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pages) (English only).
10. UNEP: Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G). Final reports on projects dealing with toxicity (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pages) (English only).
11. UNEP: Rehabilitation and reconstruction of Mediterranean historic settlements. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pages) (parts in English or French only).
12. UNEP: Water resources development of small Mediterranean islands and isolated coastal areas. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parts in English or French only).

13. UNEP: Specific topics related to water resources development of large Mediterranean islands. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parts in English or French only).
14. UNEP: Experience of Mediterranean historic towns in the integrated process of rehabilitation of urban and architectural heritage. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1986). MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pages) (parts in English or French only).
15. UNEP: Environmental aspects of aquaculture development in the Mediterranean region. Documents produced in the period 1985-1987. MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pages) (English only).
16. UNEP: Promotion of soil protection as an essential component of environmental protection in Mediterranean coastal zones. Selected documents (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pages) (parts in English or French only).
17. UNEP: Seismic risk reduction in the Mediterranean region. Selected studies and documents (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pages) (parts in English or French only).
18. UNEP/FAO/WHO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by mercury and mercury compounds. MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pages) (English and French).
19. UNEP/IOC: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by petroleum hydrocarbons. MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pages) (English and French).
20. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and health effects (1983-86). MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pages) (English only).
21. UNEP/UNESCO/FAO: Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving capacity and monitoring of long-term effects. MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pages) (parts in English or French only).
22. UNEP/FAO: Study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I). MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pages) (parts in English or French only).
23. UNEP: National monitoring programme of Yugoslavia, Report for 1983-1986. MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pages) (English only).
24. UNEP/FAO: Toxicity, persistence and bioaccumulation of selected substances to marine organisms (Activity G). MAP Technical Reports Series No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pages) (parts in English or French only).
25. UNEP: The Mediterranean Action Plan in a functional perspective: A quest for law and policy. MAP Technical Reports Series No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pages) (English only).

26. UNEP/IUCN: Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean Region. Part I - Sites of biological and ecological value. MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pages) (English only).
27. UNEP: Implications of expected climate changes in the Mediterranean Region: An overview. MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pages) (English only).
28. UNEP: State of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pages) (English only).
29. UNEP: Bibliography on effects of climatic change and related topics. MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pages) (English only).
30. UNEP: Meteorological and climatological data from surface and upper measurements for the assessment of atmospheric transport and deposition of pollutants in the Mediterranean Basin: A review. MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pages) (English only).
31. UNEP/WMO: Airborne pollution of the Mediterranean Sea. Report and proceedings of a WMO/UNEP Workshop. MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pages) (parts in English or French only).
32. UNEP/FAO: Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K). MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pages) (parts in English or French only).
33. UNEP/FAO/WHO/IAEA: Assessment of organotin compounds as marine pollutants in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pages) (English and French).
34. UNEP/FAO/WHO: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by cadmium and cadmium compounds. MAP Technical Reports Series No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pages) (English and French).
35. UNEP: Bibliography on marine pollution by organotin compounds. MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pages) (English only).
36. UNEP/IUCN: Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean region. Part I - Sites of biological and ecological value. MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pages) (French only).
37. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with eutrophication and plankton blooms (Activity H). MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pages) (parts in English or French only).
38. UNEP: Common measures adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against pollution. MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pages) (English, French, Spanish and Arabic).
39. UNEP/FAO/WHO/IAEA: Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organohalogen compounds. MAP Technical Reports Series No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pages) (English and French).
40. UNEP/FAO: Final reports on research projects (Activities H,I and J). MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pages) (English and French).
41. UNEP: Wastewater reuse for irrigation in the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pages) (English and French).

42. UNEP/IUCN: Report on the status of Mediterranean marine turtles. MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pages) (English and French).
43. UNEP/IUCN/GIS Posidonia: Red Book "Gérard Vuignier", marine plants, populations and landscapes threatened in the Mediterranean. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pages) (French only).
44. UNEP: Bibliography on aquatic pollution by organophosphorus compounds. MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pages) (English only).
45. UNEP/IAEA: Transport of pollutants by sedimentation: Collected papers from the first Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987). MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pages) (English only).
46. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and rotavirus-induced gastroenteritis among bathers (1986-88). MAP Technical Reports Series No.46, UNEP, Athens, 1991 (64 pages) (English only).
47. UNEP: Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pages) (parts in English or French only).
48. UNEP/FAO: Final reports on research projects (Activity G). MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pages) (parts in English or French only).
49. UNEP/WHO: Biogeochemical cycles of specific pollutants. Survival of pathogens. Final reports on research projects (Activity K). MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pages) (parts in English or French only).
50. UNEP: Bibliography on marine litter. MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pages) (English only).
51. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with mercury, toxicity and analytical techniques. MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pages) (parts in English or French only).
52. UNEP/FAO: Final reports on research projects dealing with bioaccumulation and toxicity of chemical pollutants. MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pages) (parts in English or French only).
53. UNEP/WHO: Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on epidemiological study on bathers from selected beaches in Malaga, Spain (1988-1989). MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pages) (English only).
54. UNEP/WHO: Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects. MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pages) (English only).
55. UNEP/WHO: Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K): Final report on project on survival of pathogenic organisms in seawater. MAP Technical Reports Series No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pages) (English only).

PUBLICATIONS "MAP TECHNICAL REPORTS SERIES"

1. PNUE/COI/OMM: Etudes de base et surveillance continue du pétrole et des hydrocarbures contenus dans les eaux de la mer (MED POL I). MAP Technical Reports Series No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
2. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue des métaux, notamment du mercure et du cadmium, dans les organismes marins (MED POL II). MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
3. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue du DDT, des PCB et des autres hydrocarbures chlorés contenus dans les organismes marins (MED POL III). MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
4. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV). MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
5. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V). MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
6. PNUE/COI: Problèmes du transfert des polluants le long des côtes (MED POL VI). MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pages) (anglais seulement).
7. PNUE/OMS: Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII). MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE/AIEA/COI: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED Add. POL VIII). Addendum, Croisière Océanographique de la Grèce 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pages) (anglais seulement).
9. PNUE: Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution dans la Méditerranée (MED POL -PHASE I). Rapport final, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pages) (anglais seulement).
10. PNUE: Recherches sur la toxicité, la persistance, la bioaccumulation, la cancérogénicité et la mutagénicité de certaines substances (Activité G). Rapports finaux sur les projets ayant trait à la toxicité (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pages) (anglais seulement).
11. PNUE: Réhabilitation et reconstruction des établissements historiques méditerranéens. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pages) (parties en anglais ou français seulement).
12. PNUE: Développement des ressources en eau des petites îles et des zones côtières isolées méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).

13. PNUE: Thèmes spécifiques concernant le développement des ressources en eau des grandes îles méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).
14. PNUE: L'expérience des villes historiques de la Méditerranée dans le processus intégré de réhabilitation du patrimoine urbain et architectural. Documents établis lors de la seconde phase de l'Action prioritaire (1986). MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pages) (parties en anglais ou français seulement).
15. PNUE: Aspects environnementaux du développement de l'aquaculture dans la région méditerranéenne. Documents établis pendant la période 1985-1987. MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pages) (anglais seulement).
16. PNUE: Promotion de la protection des sols comme élément essentiel de la protection de l'environnement dans les zones côtières méditerranéennes. Documents sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pages) (parties en anglais ou français seulement).
17. PNUE: Réduction des risques sismiques dans la région méditerranéenne. Documents et études sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
18. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels. MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pages) (anglais et français).
19. PNUE/COI: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole. MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pages) (anglais et français).
20. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et les effets sur la santé (1983-86). MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pages) (anglais seulement).
21. PNUE/UNESCO/FAO: Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme. MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pages) (parties en anglais ou français seulement).
22. PNUE/FAO: Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des polluants (Activité I). MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
23. PNUE: Programme national de surveillance continue pour la Yougoslavie, Rapport pour 1983-1986. MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pages) (anglais seulement).
24. PNUE/FAO: Toxicité, persistance et bioaccumulation de certaines substances vis-à-vis des organismes marins (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pages) (parties en anglais ou français seulement).

25. PNUE: Le Plan d'action pour la Méditerranée, perspective fonctionnelle; une recherche juridique et politique. MAP Technical Reports Series No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pages) (anglais seulement).
26. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pages) (anglais seulement).
27. PNUE: Implications des modifications climatiques prévues dans la région méditerranéenne: une vue d'ensemble. MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pages) (anglais seulement).
28. PNUE: Etat du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pages) (anglais seulement).
29. PNUE: Bibliographie sur les effets des modifications climatiques et sujets connexes. MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pages) (anglais seulement).
30. PNUE: Données météorologiques et climatologiques provenant de mesures effectuées dans l'air en surface et en altitude en vue de l'évaluation du transfert et du dépôt atmosphériques des polluants dans le bassin méditerranéen: un compte rendu. MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pages) (anglais seulement).
31. PNUE/OMM: Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE. MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
32. PNUE/FAO: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K). MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pages) (parties en anglais ou français seulement).
33. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation des composés organostanniques en tant que polluants du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pages) (anglais et français).
34. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le cadmium et les composés de cadmium. MAP Technical Reports Series No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pages) (anglais et français).
35. PNUE: Bibliographie sur la pollution marine par les composés organostanniques. MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pages) (anglais seulement).
36. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pages) (français seulement).
37. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H). MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pages) (parties en anglais ou français seulement).
38. PNUE: Mesures communes adoptées par les Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pages) (anglais, français, espagnol et arabe).
39. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution par les composés organohalogénés. MAP Technical Reports Series No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pages) (anglais et français).

40. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activités H, I et J). MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pages) (anglais et français).
41. PNUE: Réutilisation agricole des eaux usées dans la région méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pages) (anglais et français).
42. PNUE/UICN: Rapport sur le statut des tortues marines de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pages) (anglais et français).
43. PNUE/UICN/GIS Posidonie: Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pages) (français seulement).
44. PNUE: Bibliographie sur la pollution aquatique par les composés organophosphorés. MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pages) (anglais seulement).
45. PNUE/AIEA: Transfert des polluants par sédimentation: Recueil des communications présentées aux premières journées d'études méditerranéennes (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 décembre 1987). MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pages) (anglais seulement).
46. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et la gastroentérite provoquée par le rotavirus entre les baigneurs (1986-88). MAP Technical Reports Series No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pages) (anglais seulement).
47. PNUE: Les proliférations de méduses en Méditerranée. Actes des 11èmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pages) (parties en anglais ou français seulement).
48. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pages) (parties en anglais ou français seulement).
49. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques. Survie des Pathogènes. Rapports finaux sur les projets de recherche (activité K). MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pages) (parties en anglais ou français seulement).
50. PNUE: Bibliographie sur les déchets marins. MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pages) (anglais seulement).
51. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant du mercure, de la toxicité et des techniques analytiques. MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pages) (parties en anglais ou français seulement).
52. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la bioaccumulation et de la toxicité des polluants chimiques. MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pages) (parties en anglais ou français seulement).
53. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur l'étude épidémiologique menée parmi les baigneurs de certaines plages à Malaga, Espagne (1988-1989). MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pages) (anglais seulement).

54. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique. MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pages) (anglais seulement).
55. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Rapport final sur le projet sur la survie des microorganismes pathogènes dans l'eau de mer. MAP Technical Reports Series No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pages) (anglais seulement).



Issued and printed by:

Mediterranean Action Plan
United Nations Environment Programme

Additional copies of this and other publications issued by
the Mediterranean Action Plan of UNEP can be obtained from:

Coordinating Unit for the Mediterranean Action Plan
United Nations Environment Programme
Leoforos Vassileos Konstantinou, 48
P.O.Box 18019
11610 Athens
GREECE



Publié et imprimé par:

Plan d'action pour la Méditerranée
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Des exemplaires de ce document ainsi que d'autres
publications du Plan d'action pour la Méditerranée
du PNUE peuvent être obtenus de:

Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée
Programme des Nations Unies pour l'Environnement
Leoforos Vassileos Konstantinou, 48
B.P. 18019
11610 Athènes
GRECE