UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
MEDITERRANEAN ACTION PLAN
MED POL

GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL

LIGNES DIRECTRICES POUR LA GESTION DES MATERIAUX DE DRAGAGE

DIRECTRICE PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

حلا داوم ةرادلإ ةيهيجوت ئدابم رف

MAP Technical Reports Series No. 129

UNEP
Athens 2000

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 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 donées qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs authorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites

© 2000 United Nations Environment Programme
P.O Box 18019, Athens, Greece

ISBN 92-807-1920-3

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

No use of this publication may be made for resale of for any other commercial purpose whatsoever without permission in writing from UNEP.

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie, et sous une forme quelconque, sans qu'il soit nécessaire de demander une autorisation spéciale au détenteur du copyright, à condition de faire mention de la source.

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

For bibliographic purposes this volume may be cited as:

UNEP/MED POL: Guidelines for the Management of Dredged Material. MAP Technical Reports Series No. 129, UNEP, Athens 2000.

PNUE/MED POL: Lignes Directrices pour la gestion des matériaux de dragage. No. 129 de la série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes 2000.

PNUMA/MED POL: Directices para el Manejo de los Materiales de Dragado. Coleccion de Informes Tecnicos del PAM, No. 129, PNUMA, Atenas 2000.

مبادىء توجيهية لادارة مواد الحفر. مجموعة التقارير التقنية للماب, رقم 129 , برنامج الامم المتحدة للبيئة ,اثينا 2000

This volume is the one hundred and twenty-ninth issue of the Mediterranean Action Plan Technical Report 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 (BP), Priority Actions Programme (PAP), Specially Protected Areas (SPA), Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Environment Remote Sensing Centre (ERS) and Cleaner Production Centre (CP).

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

Cette série comprend certains rapports élaborés au cours des 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 (PB), Programme d'actions prioritaires (PAP), Aires spécialement protégées (ASP), Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC). Centre d'activites regionales pour la télédétection en matiere d'environnement (TDE), Centre d'activites regionales pour une production propre (PP)

GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL

The Joint Meeting of the Scientific Committee and the Socio-Economic Committee, held at Athens from 3 to 7 May 1993, requested the Secretariat to prepare guidelines related to Section B of Annex I to the Protocol for the Prevention of Pollution of the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft, adopted in 1976 (hereinafter "the Dumping Protocol"). Subsequently, the amended text of the Dumping Protocol, adopted by the Contracting Parties in June 1995, called for the preparation and adoption of guidelines for the dumping of dredged material (Art.6).

A First Meeting of Government-designated Experts on the Preparation of Guidelines on the Management of Dredged Material, supported by the Government of Spain, was held in Valencia (Spain) from 20 to 22 May 1996 to consider a first set of draft guidelines prepared by the Secretariat. The Meeting reviewed the text and requested the Secretariat to amend the draft guidelines on the basis of the discussions held at that Meeting (UNEP(OCA)/MED WG.114/4).

A Second Meeting hosted by the Government of Malta, was held at Sliema (Malta) from 30 November to 2 December 1998 with the financial support of the European Commission (UNEP(OCA)/MED WG.149/4). The Meeting revised the draft guidelines prepared by the Secretariat and agreed on a text to be transmitted to the Meeting of MED POL National Coordinators for approval and, subsequently, to the Contracting Parties for adoption.

The present document contains the text of the Guidelines as it was adopted by the Contracting Parties at their 11th Ordinary Meeting held in Malta from 27 to 30 October 1999.

TABLE OF CONTENTS

		Page No.
Preface		1
Introduction		1
1.	**REQUIREMENTS OF THE DUMPING PROTOCOL**	2
2.	**CONDITIONS UNDER WHICH PERMITS FOR DUMPING OF DREDGED MATERIAL MAY BE ISSUED**	3
	PART A	
	ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL	
1.	**Characterisation of dredged material**	3
2.	**Disposal of dredged material**	3
3.	**Decision making process**	3
4.	**Assessment of the characteristics and composition of dredged material**	5
	Physical characterisation	5
	Chemical and biological characterisation	5
	Exemptions	6
5.	**Guidelines on dredged material sampling and analysis**	7
	Sampling for the purpose of issuing a dumping permit	7
	Sampling in the case of the renewal of a dumping permit	8
	Provision of input data	8
	Parameters and methods	8
6.	**Characterisation of the dumping site and method of deposit**	9
7.	**General considerations and conditions**	10
	Nature, prevention and minimisation of the impact of disposal of dredged material	10
	- Physical impact	11
	- Chemical impact	11
	- Bacteriological impact	11
	- Biological impact	12
	- Economic impact	12
	- Approaches to management	12
8.	**Disposal management techniques**	13
9.	**Permits**	13
10.	**Reports**	14

Page No.

PART B

MONITORING OF DREDGED MATERIAL DUMPING OPERATIONS

1. Definition 15
2. Rationale 15
3. Objectives 15
4. Strategy 15
5. Impact hypothesis 16
6. Preliminary evaluation 16
7. Reference baseline 16
8. Impact hypothesis verification : defining the monitoring programme 17
9. Monitoring 18
10. Notification 18
11. Feedback 19

TECHNICAL SUPPLEMENTS TO THE GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL

TECHNICAL ANNEX 1: **ANALYTICAL REQUIREMENTS FOR THE ASSESSMENT OF DREDGED MATERIAL** 19

Tier I: Physical properties 19
Tier II: Chemical properties 20

1. Primary group determinants 20
2. Secondary group determinants 20

Tier III: Biological properties and effects 21

1. Toxicity bioassays 21
2. Biomarkers 21
3. Microcosm experiments 21
4. Mesocosm experiments 21
5. Field observations of benthic communities 22
6. Other biological properties 22

Supplementary information 22

Page No.

TECHNICAL ANNEX 2: NORMALISATION TECHNIQUES FOR STUDIES ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE CONTAMINANTS 22

1. Introduction 22
2. Sampling strategy 23
3. Analytical procedures 24
   - 3.1 Grain size fractionation 24
   - 3.2 Analysis of contaminants 24

4. Normalisation procedures 24
   - 4.1 Granulometric normalisation 24
   - 4.2 Geochemical normalisation 25
   - 4.3 Interpretation of data 25

5. Conclusions 26

6. References 27

TECHNICAL ANNEX 3: CONSIDERATIONS BEFORE TAKING ANY DECISION TO GRANT A DUMPING PERMIT 27

I. Beneficial uses of dredging material 28

II. Land disposal 28

III. Treatment of dredged material 29

TECHNICAL ANNEX 4: DREDGING ACTIVITIES : BEST ENVIRONMENTAL PRACTICE (BEP) 29

FIGURES AND TABLE

Figure 1 : Indicative flow diagram 31

Figure 2 : A typical approach for the determination of physical and chemical parameters in marine sediments 32

Table 1 : Summary of normalisation factors 33

Preface

These guidelines are designed to assist the Contracting Parties in the implementation of the Protocol for the Prevention of Pollution of the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircraft or Incineration at Sea, hereinafter referred to as "the Protocol", with regard to the management of dredged material; the Protocol was signed by 16 Contracting Parties in 1995, but has not yet entered into force.

Some aspects of these guidelines are an adaptation to the technical-economic context of the Mediterranean basin of the Dredged Material Assessment Framework, adopted on 8 December 1995 by the Contracting Parties to the London Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, of 13 November 1972, as amended in 1993.

It is, however, implicitly recognised that the general considerations and detailed procedures described in the guidelines are not applicable in their entirety to all national or local situations.

Introduction

Dredging activities are an essential part of port and harbour activities.

Two main dredging categories can be distinguished:

- **Capital dredging**, mainly for navigational purposes, to enlarge or deepen existing channel and port areas, or to create new ones; this type of dredging activity also includes some technical activities on the seabed such as trenches for pipes or cables, tunnelling, removal of material unsuitable for foundations, or removal of overburden for aggregate extractions;

- **Maintenance dredging**, to ensure that channels, berths or construction works are maintained at their designed dimensions.

All these activities may produce large quantities of material that have to be eliminated. A small part of this material may be polluted by human activities to such an extent that serious ecological conditions have to be imposed where the sediments are dredged or dumped.

It must be also recognised that dredging operations as such may harm the marine environment, especially when they take place in the open sea close to sensitive areas (aquaculture areas, recreational areas, ...). This is the case in particular when dredging operations have a physical impact (increased turbidity) or lead to the re-suspension or the re-releasing of major pollutants (heavy metals, organic or bacterial pollutants).

In view of the foregoing, the Contracting Parties are urged to exercise control over dredging operations in parallel with that exercised over dumping. Use of Best Environmental Practice (BEP) for dredging activities is an essential pre-condition for dumping, in order to minimise the quantity of material that has to be dredged and the impact of the dredging and dumping activities in the maritime area.

Advice is available from a number of international organisations, including the Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC) 1986: Disposal of Dredged Material at Sea (LDC/SG9/2/1). Through its Environmental Policy Framework and close links with industry in developing Cleaner Industrial Production Technologies, the United National Industrial Development Organisation (UNIDO) is able to offer expert advice and

training to enhance capabilities to develop an integrated management plan for dredged waste materials.

1. REQUIREMENTS OF THE DUMPING PROTOCOL

1.1 Under Article 4.1 of the Protocol, the dumping of waste and other matter is prohibited.

Nevertheless, pursuant to Article 4.2 (a) of the Protocol, this principle may be waived and the dumping of dredged material authorised under certain conditions.

1.2 Under Article 5, dumping requires a prior special permit from the competent national authorities.

1.3 Furthermore, in accordance with Article 6 of the Protocol, the permit referred to in Article 5 shall be issued only after careful consideration of the factors set forth in the Annex to the Protocol. Article 6.2 provides that the Contracting Parties shall draw up and adopt criteria, guidelines and procedures for the dumping of wastes or other matter listed in Article 4.2 so as to prevent, abate and eliminate pollution.

1.4 These Guidelines for the Management of Dredged Material, which include advice on dredged material sampling and analysis, have been prepared for the purpose of providing guidance to the Contracting Parties on:

(a) fulfilment of their obligations relating to the issue of permits for the dumping of dredged material in accordance with the provisions of the Protocol;

(b) transmission to the organisation of reliable data on the input of contaminants to Protocol waters by the dumping of dredged material.

1.5 In view of the foregoing, these guidelines are designed to allow Contracting Parties to manage dredged material without polluting the marine environment. In accordance with Article 4.2 (a) of the Dumping Protocol, these guidelines relate specifically to the dumping of dredged material from ships and aircraft. They do not concern either dredging operations or the disposal of dredged material by methods other than dumping.

1.6 The guidelines are presented in two parts. Part A deals with the assessment and management of dredged material, while part B provides guidance on the design and conduct of monitoring of marine dumping sites.

The guidelines commence with a guidance on the conditions under which permits might be issued. Sections 4, 6 and 7 address the relevant considerations in the Annex to the Protocol, namely, the characteristics and composition of the dredged material (part A), the characteristics of the dumping site and method of deposit (part B), and general considerations and conditions (part C). Section 5 provides additional guidance on the sampling and analysis of dredged material.

2. CONDITIONS UNDER WHICH PERMITS FOR DUMPING OF DREDGED MATERIAL MAY BE ISSUED

PART A

ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL

1. CHARACTERISATION OF DREDGED MATERIAL

1.1 For the purpose of these guidelines, the following definition[s] apply[s]:

- "dredged material" means any sedimentary formation (clay, silt, sand, gravel, rocks, and any indigenous parent rock material) removed from areas that are normally or regularly covered by sea water, by using dredging or other excavation equipment;

For any other relevant definition, the text of Art. 3 of the Protocol for the Prevention and Elimination of Pollution of the Mediterranean Sea by Dumping from Ships and Aircrafts or Incineration at Sea, applies.

2. DISPOSAL OF DREDGED MATERIAL

2.1 In the vast majority of cases, dumping harms the natural environment so before taking any decision to grant a dumping permit other methods of disposal should be considered. In particular, all possible uses of dredged material should be considered (see Technical Annex 3)

3. DECISION MAKING PROCESS

3.1 Proper dumping site selection rather than a test application is recommended. Site selection to minimise the impact on commercial or recreational fishery areas is a major consideration in resource protection and is covered in greater detail in Part C of the Annex to the Protocol. (Further guidance for the application of Part C of the Annex is given in Section 7 below).

3.2 In order to define the conditions under which permits for the dumping of dredged material may be issued, the Contracting Parties should develop on a national and/or regional basis, as appropriate, a decision-making process for evaluating the properties of the material and its constituents, having regard to the protection of human health and the marine environment.

3.3 The decision-making process is based on a set of criteria developed on a national and/or regional basis, as appropriate, which meet the provisions of Articles 4, 5, and 6 of the Protocol and are applicable to specific substances. These criteria should take into consideration the experience acquired on the potential effects on human health and the marine environment.

These criteria may be described in the following terms:

(a) physical, chemical and geochemical characteristics (e.g. sediment quality criteria);

(b) biological effects of the products of the dumping activity (impact on marine ecosystems);

(c) reference data linked to particular methods of dumping or to dumping sites;

(d) environmental effects that are specific to dumping of dredged material and are considered undesirable outside and/or in close proximity to the designated dumping sites;

(e) the contribution of dumping to already-existing local contaminant fluxes (flux criteria)

3.4 Criteria should be derived from studies of sediments that have similar geochemical properties to those to be dredged and/or to those of the receiving system. Depending upon the natural variation in sediment geochemistry, it may be necessary to develop individual sets of criteria for each area in which dredging or dumping is conducted.

3.5 The decision-making process, with respect to the background natural baseline reference level and to some specified contaminants or biological responses, may lay down an upper and a lower reference threshold, giving rise to three possibilities:

(a) material which contains specified contaminants or which causes biological responses in excess of the relevant upper threshold should generally be considered as unsuitable for dumping at sea;

(b) material which contains specified contaminants or which causes biological responses below the relevant lower threshold should generally be considered of low environmental concern for dumping at sea;

(c) material of intermediate quality should be subject to more detailed assessment before suitability for dumping at sea can be determined.

3.6 When the criteria and the associated regulatory limits cannot be met (case (a) above), a Contracting Party should not issue a permit unless detailed consideration in accordance with Part C of the Annex to the Protocol indicates that dumping at sea is, nonetheless, the least detrimental option, compared with other disposal techniques. If such a conclusion is reached, the Contracting Party should:

(a) implement a programme for the reduction at source of pollution entering the dredged area, where there is a source that can be reduced by such a programme, with a view to meeting the established criteria;

(b) take all practical steps to mitigate the impact of the dumping operation on the marine environment including, for example, the use of containment (capping) or treatment methods;

(c) prepare a detailed marine environment impact hypothesis;

(d) initiate monitoring (follow-up activity) designed to verify any predicted adverse effects of dumping , in particular with respect to the marine environment impact hypothesis;

(e) issue a specific permit;

(f) report to the Organisation on the dumping which has been carried out, outlining the reasons for which the dumping permit was issued.

When it is unlikely that dredging management techniques will alleviate the harmful effects of contaminated material, physical separation on land of the more contaminated fractions (e.g. by use of hydrocyclones) may be employed to minimise the quantities of material for which such measures are required.

3.7 With a view to evaluating the possibility of harmonising or consolidating the criteria referred to in paragraphs 3.3 - 3.6 above, including any sediment quality criteria, the Contracting Parties are requested to inform the Organisation of the criteria adopted, as well as the scientific basis on which these criteria were developed.

3.8 An important element of these guidelines for the management of dredging activities is the preparation of a marine environment impact hypothesis (see Part B, paragraphs 5.1 and 5.2) for each marine dumping operation. In concluding their assessments of the environmental implications of these operations, prior to the issue of a permit, the Contracting Parties should formulate impact hypotheses in accordance with the guidance provided in Part B, paragraphs 5.2 - 7.1. This impact hypothesis will provide the principal basis for the design of post-operational monitoring activities.

4. ASSESSMENT OF THE CHARACTERISTICS AND COMPOSITION OF DREDGED MATERIAL

Physical characterisation

4.1 For all dredged material to be dumped at sea, the following information should be obtained:

- quantity of dredged material (gross wet tonnage);

- method of dredging (mechanical dredging, hydraulic dredging, pneumatic dredging, and application of BEP[1];

- rough preliminary determination of sediment characteristics (i.e. clay / silt / sand / gravel / rock).

4.2 In order to assess the capacity of the site to receive dredged material, both the total amount of material and the anticipated or actual loading rate at the dumping site should be taken into consideration.

Chemical and biological characterisation

4.3 A chemical and biological characterisation will be needed to fully assess the potential impact. Information may be available from existing sources, for example from field observations on the impact of similar material at similar sites, or from previous test data on similar material tested not more than five years previously, and from knowledge of local discharges or other sources of pollution, supported by a selective analysis. In such cases, it may be unnecessary to measure again the potential effects of similar material in the vicinity.

4.4 Chemical, and as appropriate biological, characterisation will be necessary as a first step in order to estimate gross loading of contaminants, especially for new dredging operations. The requirements for the elements and compounds to be analysed are set out in Section 5.

---

[1] Best Environmental Practice

4.5 The purpose of testing under this section is to establish whether the dumping at sea of dredged material containing contaminants might cause undesirable effects, especially the possibility of chronic or acute toxic effects on marine organisms or human health, whether or not arising from their bioaccumulation in marine organisms and especially in food species.

4.6 The following biological test procedures might not be necessary if the previous physical and chemical characterisation of the dredged material and of the receiving area, and the available biological information, allows an assessment of the environmental impact on an adequate scientific basis.

If, however:

- the previous analysis of the material shows the presence of contaminants in quantities exceeding the upper reference threshold in paragraph 3.5 (a) above or of substances whose biological effects are not understood,

- if there is concern for the antagonistic or synergistic effects of more than one substance,

- or if there is any doubt as to the exact composition or properties of the material,

it is necessary to apply suitable biological test procedures.

These procedures, which should involve bio-indicators species may include the following:

- acute toxicity tests;

- chronic toxicity tests capable of evaluating long-term sub-lethal effects, such as biotests covering an entire life cycle;

- tests to determine the potential for bioaccumulation of the substance of concern;

- tests to determine the potential for alteration of the substance of concern.

4.7 Substances in dredged material may undergo physical, chemical and biochemical changes when deposited in the marine environment. The susceptibility of dredged material to such changes should be considered in the light of the eventual fate and potential effects of the dredged material. This may be reflected in the impact hypothesis and also in a monitoring programme.

Exemptions

4.8 Dredged material may be exempted from the testing referred to in paragraphs 4.3 and 4.6 of these guidelines if it meets one of the criteria listed below; in such cases, the provisions of the Parts B and C of the Annex to the Protocol (see Sections 6 and 7 below) should be taken into account.

(a) dredged material is composed almost exclusively of sand, gravel or rock; such materials are frequently found in areas of high current or wave energy, such as streams with large bed loads or coastal areas with shifting bars and channels;

(b) dredged material is composed of previously undisturbed geological material;

(c) dredged material is for beach nourishment or restoration and is composed

predominantly of sand, gravel or shell, with particle sizes compatible with material on the receiving beaches.

In the case of Capital dredging projects national authorities may, taking into account the nature of the material to be dumped at sea, exempt part of that material from the provisions of these guidelines, after representative sampling. However Capital dredging in areas which may contain contaminated sediments should be subject to characterisation in accordance with these guidelines, notably paragraph 4.4.

5. GUIDELINES ON DREDGED MATERIAL SAMPLING AND ANALYSIS

Sampling for the purpose of issuing a dumping permit

5.1 For dredged material which requires detailed analysis (i.e. which is not exempted under paragraph 4.8 above), the following guidelines indicate how sufficient analytical information may be obtained for the purpose of issuing a permit. Judgement and knowledge of local conditions will be essential in the application of these guidelines to any particular operation (see paragraph 5.11).

5.2 An *in situ* survey of the area to be dredged should be carried out. The distribution and depth of sampling should reflect the size of the area to be dredged, the amount to be dredged and the expected variability in the horizontal and vertical distribution of contaminants. In order to evaluate the number of samples to be analysed, different approaches might be retained.

5.3 Two examples of these different approaches are given below:

a. The number of sampling stations should be adjusted to the area to be dredged by applying the formula $N = \sqrt{x}/25$, where x is the area in square metres and N the number of sampling stations where $N \geq 4$. According to the exchange characteristics of the area to be dredged, the number of sampling stations should be smaller for open areas (cf. "Recommendations for the management of dredged material in the port of Spain" (Cedex 1994)).

b. The table that follows gives an indication of the number of samples to be analysed in relation to the number of m^3 to be dredged in order to obtain representative results, assuming a reasonably uniform sediment in the area to be dredged.

Amount dredged (m^3 *in situ*)	**Number of stations**
Up to 25 000	3
from 25 000 to 100 000	4 - 6
from 100 000 to 500 000	7 - 15
from 500 000 to 2 000 000	16 - 30
> 2 000 000	extra 10 per million m^3

Core samples should be taken where the depth of dredging and the expected vertical distribution of contaminants warrant; otherwise a grab sample is considered appropriate. Sampling from the dredger is not acceptable.

5.4 Normally, the samples from each location should be analysed separately. However, if the sediment is clearly homogeneous with respect to sediment features (grain-size fractions and organic matter load) and expected level of contamination, it may be possible to take composite

samples from adjacent locations, two or more at a time, provided care has been taken to ensure that the results give a justified mean value for the contaminants. The original samples should be retained until the procedure for the issue of a permit has been completed, in case the results indicate that further analysis is necessary.

Sampling in the case of the renewal of a dumping permit

5.5 If a survey indicates that the material is essentially below the lower reference threshold in paragraph 3.5 (b) above and no new events of pollution have taken place indicating that the quality of the material has deteriorated, surveys need not be repeated.

5.6 If the dredging activity involves material with a contaminant content between the upper and lower reference thresholds in paragraph 3.5 (a) and (b) above, it may be possible, on the basis of the initial survey, to reduce either the number of sampling stations or the number of parameters to be measured. However, sufficient information must be provided to confirm the initial analysis for the purpose of issuing a permit. If such a reduced sampling programme does not confirm the earlier analysis, the full survey should be repeated. If the number of parameters for repetitive measurement is reduced, a further analysis of all the parameters listed in Technical Annex I list is advisable at appropriate intervals not exceeding 5 years.

5.7 However, in areas where there is a tendency for sediments to show high levels of contamination, or where contaminant distribution changes rapidly in response to varying environmental factors, analysis of the relevant contaminants should be frequent and linked to the permit renewal procedure.

Provision of Input Data

5.8 The sampling scheme described above provides information for the purpose of issuing permits. However, the scheme can at the same time provide a suitable basis for estimating of total inputs and, for the time being in the current situation, can be considered the most accurate approach available for this purpose. In this context it is assumed that materials exempt from analysis represent insignificant inputs of contaminants and therefore it is not necessary to calculate or to report contaminant loads.

Parameters and methods

5.9 Since contaminants concentrate mainly in the fine fraction (# 2 mm) and even more specifically in the clay fraction (# 2 Fm), analysis should normally be carried out on the fine fraction sample (# 2 mm). It will also be necessary, in order to assess the likely impact of contaminant levels to provide information on:

- grain size fractions (% sand, silt, clay);
- load of organic matter;
- dry matter (% solids).

5.10 In those cases where analysis is required, it should be mandatory for metal substances listed in Technical Annex 1 (Primary group determinants). With respect to organochlorines, polychlorobiphenyls (PCBs) should be analysed on a case-by-case basis in non-exempt sediments because they remain a significant environmental contaminant. Other organohalogens should also be measured if they are likely to be present as a result of local inputs.

5.11 In addition, the authority responsible for issuing permits should carefully consider specific local inputs, including the likelihood of contamination by arsenic, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and organotin compounds. The authority should make provision for the

analysis of these substances as necessary.

The following should be taken into account in this connection:

- potential routes by which contaminants could reasonably have been introduced into the sediments;

- probability of contamination from agricultural and urban surface run-off;

- spills of contaminants in the area to be dredged, in particular as a result of port activities;

- industrial and municipal waste discharges (past and present);

- source and prior use of dredged material (e.g. beach nourishment); and

- substantial natural deposits of minerals and other natural substances.

5.12 Further guidance on the selection of determinants and methods of contaminant analysis under local conditions, and on procedures to be used for harmonisation and quality assessment purposes, will be found in the Technical Annexes to these guidelines as adopted, and updated periodically, by the Contracting Parties.

6. CHARACTERISTICS OF THE DUMPING SITE AND METHOD OF DEPOSIT

6.1 Matters relating to dumping site selection criteria are addressed in greater detail in studies prepared by GESAMP' (Reports and Studies No. 16: Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea, IMO 1982) and by ICES (Ninth Annual Report of the Oslo Commission, Annex 6).

The selection of a site for dumping at sea does not only involve the consideration of environmental parameters, but also economic and operational feasibility.

6.2 In order to be able to assess a new dumping site, basic information on the characteristics of the dumping site have to be considered by national authorities at a very early stage of the decision-making process.

For the purpose of studying the impact, this information should include the geographical coordinates of the dumping area (latitude, longitude), the distance to the nearest coastline as well as proximity of the dumping area to the following:

- recreational areas;

- spawning, recruitment and nursery areas of fish, crustaceans and molluscs;

- known migration routes of fish or marine mammals;

- commercial and sport fishing areas;

- mariculture areas;

- areas of natural beauty or significant cultural or historical importance;

- areas of special scientific, biological or ecological importance;

- shipping lanes;

- military exclusion zones;

- engineering uses of the seafloor (e.g. potential or ongoing seabed mining, undersea cables, desalination or energy conversion sites).

The dumping of dredged material should not interfere with nor devalue legitimate commercial and economic uses of the marine environment. The selection of dumping sites should take into account the nature and extent of both commercial and recreational fishing, as well as the presence of aquaculture areas, spawning, nursery and feeding areas.

6.3 In view of uncertainties regarding in the diffusion of marine contaminants giving rise to transboundary pollution, dumping of dredged material in the open sea is not considered to be the most suitable environmental solution to prevent marine pollution and should therefore be avoided.

6.4 For dredged materials, the only data to be considered for this purpose should include information on:

- disposal method (e.g. vessels, hopper discharge; and other controlled methods, like discharge through pipes);

- dredging method (e.g. hydraulic or mechanical), having regard to Best Environmental Practice (BEP).

6.5 For the evaluation of dispersal characteristics, the use of mathematical diffusion models requires the collection of certain meteorological, hydrodynamic and oceanographic data. In addition, data on the speed of the vessel dumping the material and the rate of dumping should also be made available.

6.6 The basic assessment of a site, whether a new or existing includes the consideration of possible effects that might arise due to the increase in certain constituents or to interaction (e.g. synergistic effects) with other substances introduced in the area, either through other dumping, input from rivers, discharges from coastal areas, exploitation areas, maritime transport, or through the atmosphere.

The existing stress on biological communities as a result of such activities should be evaluated before any new or additional dumping operations are conducted.

The possible future uses of resources and amenities in the sea receiving area should be kept in mind.

6.7 Information from baseline and monitoring studies at existing dumping sites will be important in the evaluation of any new dumping activity at the same site or nearby.

7. GENERAL CONSIDERATIONS AND CONDITIONS

NATURE, PREVENTION AND MINIMISATION OF THE IMPACT OF DISPOSAL OF DREDGED MATERIAL

7.1 Particular attention should be given to dredged material contaminated by hydrocarbons and containing substances that have a tendency to float following re-suspension in the water column. Such materials should not be dumped in a manner or at a location which may interfere

with fishing, shipping, amenities or other beneficial uses of the marine environment.

7.2 In selecting dumping sites, the habitats of rare, vulnerable or endangered species must be avoided, taking into account the preservation of the biodiversity.

7.3 In addition to toxicological effects and bioaccumulation of the constituents of dredged material, other potential impacts on marine life should be considered, such as:

- alteration of the sensorial and physiological capacities and the behaviour of fish in particular in respect of natural predators;

- nutrient enrichment;

- oxygen depletion;

- increased turbidity;

- modification of the sediment composition and blanketing of the sea floor.

Physical impact

7.4 All dredged materials, whether or not contaminated, have a significant physical impact at the point of disposal. This impact includes covering of the seabed and a localised increase in the levels of suspended solids.

The physical impact may also extend to zones outside the dumping zone as such, resulting from the forward movement of the dumped material due to wave and tidal action and residual current movements, especially in the case of fine fractions.

In relatively enclosed waters, oxygen-consuming sediments (e.g. organic carbon-rich) could adversely affect the oxygen regime of receiving systems. In the same way, dumping of sediments with high levels of nutrients may significantly affect the nutrient fluxes and, subsequently, in extreme cases, contribute significantly to the eutrophication of the receiving zone.

Chemical impact

7.5 The chemical impact of dredged material disposal on the marine water quality and the marine biota, is mainly from the dispersion of pollutants in association with suspended particles, and the release of pollutants from the dumpsite sediments.

The binding capacity of contaminants may vary considerably. Contaminant mobility is dependant upon several factors among which are chemical form of contaminant, contaminant partitioning, type of matrix, physical state of the system (e.g. pH ,TE, ..), waterflow, suspended matter (organic matter), physico-chemical state of the system, type of interactive processes, such as sorption/desorption - or precipitation/dissolution - mechanisms, and biological activities.

Bacteriological impact

7.6 Bacteriologically, dredging activities and dumping of dredged material may involve a resuspension, of sedimentary flora, particularly faecal bacteria, which are trapped in the sediment. Studies carried out show that, in particularly on dredging sites, there is a significant correlation between turbidity and concentrations of germs tested (faecal coliforms, faecal streptococci).

Biological impact

7.7 The immediate biological consequence of this physical impact includes smothering of benthic flora and fauna in the dumping area.

Nevertheless, in some instances, after dumping activities stop, there may be a modification of the ecosystem, in particular when the physical characteristics of the sediments in the dredged material are very different to those in the receiving zone.

In certain special circumstances, disposal may interfere with migration of fish or crustaceans (e.g. if dumping is in the coastal migration path of crabs).

In other respects, the chemical pollution impact resulting from the dispersion of pollutants associated with suspended matter, and from the contaminants "relargage" from the sediments which are accumulated on the dumping site, can induce a change in the composition, biodiversity and abundance of benthic communities.

Economic impact

7.8 An important consequence of the physical presence of dumping of dredged material is interference with fishing activities and, in some instances, with navigation and recreation. The former concerns both the smothering of areas that may be used for fishing and interference with fixed fishing gear; shoaling following dumping can lead to navigational hazards and clay or silt deposition may be harmful in recreational areas. These problems can be aggravated if the spoil is contaminated with bulky harbour debris such as wooden beams, scrap metal, pieces of cable etc.

Approaches to management

7.9 This section deals only with management techniques to minimise the physical effects of disposal of dredged material. Measures to control the contamination of dredged materials are covered in other sections of these guidelines.

7.10 The key to management lies in careful site selection (see section 5) and assessment of the conflict between marine resources, the marine environment and activities. These notes are intended to supplement these considerations.

7.11 To avoid excessive use of the seabed, the number of sites should be limited as far as possible and each site should be used to the maximum extent possible without interfering with navigation (sand-shoals formation).

All measures should be taken to allow recolonization to take place once deposition stops.

7.12 Effects can be reduced by ensuring as far as possible that the sediments in the dredged material and receiving area are similar. Locally, the biological impact may be further reduced if the sedimentation area is naturally subject to physical disturbance (horizontal and vertical currents). Where this is not possible, and the materials are clean and fine, a deliberately dispersive style of dumping should be utilised so as to limit blanketing to a small site.

7.13 With capital and maintenance dredging, the material may be different in character to the sediments at the receiving site and re-colonisation may be affected. Where bulky material such as rock and clay are deposited, there may be interference with fishing activity, even in the long term..

7.14 Temporal restrictions on dumping activities may have to be imposed (for example tidal and seasonal restrictions). Interference with fish or crustacean migration or spawning or with seasonal fishing activities may be avoided by imposing a calendar for dumping operations.

Trench digging and refilling activities may also interfere with migratory patterns and similar restriction measures are needed.

7.15 Where appropriate, disposal vessels should be equipped with accurate positioning systems for example, satellite systems. Disposal vessels should be inspected and operations controlled regularly to ensure that the conditions of the dumping permit are being observed and that the crew is aware of its responsibilities under the permit. Ships' records and automatic monitoring and display devices (e.g. black-boxes), where these have been fitted, should be inspected to ensure that dumping is taking place at the specified dumping site.

Where solid waste is a problem, it may be necessary to specify that the disposal vessel (or dredger) is fitted with a grid to facilitate removal for disposal (or recovery) on land, rather than being dumped at sea.

7.16 Monitoring is an essential component of management action (see Part B).

8. DISPOSAL MANAGEMENT TECHNIQUES

8.1 Ultimately, the problem of disposal of contaminated dredged material can only be resolved effectively by implementing programmes and adopting measures for the progressive elimination of polluting discharges into the waters from which the dredged materials are taken.

Until this objective is met the problems caused by contaminated dredged material could be resolved by using appropriate disposal management techniques.

8.2 "Disposal management techniques" are actions and processes by which the impact of persistent and potentially toxic substances contained in dredged material may be reduced to or maintained at a level that does not constitute a hazard to human health, harm living resources and marine life, damage amenities or interfere with other legitimate uses of the sea.

8.3 In any event, such techniques must be used in full conformity with relevant considerations in the Annex to the Dumping Protocol such as comparative assessment of alternative disposal options, and should always be associated with post-disposal monitoring (ecological follow-up) to assess the effectiveness of the techniques and the need for any follow-up management action.

9. PERMITS

9.1 The permit authorising sea disposal will contain the terms and conditions under which sea disposal may take place as well as provide a framework for assessing and ensuring compliance.

9.2 Permit conditions should be drafted in plain and unambiguous language and will be designed to ensure that:

(a) only those materials which have been characterised and found acceptable for sea disposal, based on the impact assessment, are dumped;

(b) the material is disposed of at the selected disposal site;

(c) any necessary disposal management techniques identified during the impact analysis are carried out; and

(d) any monitoring requirements are fulfilled and the results reported to the permitting authority.

10. REPORTS

10.1 Contracting Parties should transmit to the Organisation of the issued permits, the total amount of dredged material and the loads of contaminants. They should also inform the Organisation of their monitoring activities (see Part B).

10.2 Report to the Organisation of materials exempted from analysis will be voluntary.

PART B

MONITORING OF DREDGED MATERIAL DUMPING OPERATIONS

1. DEFINITION

1.1 In the context of assessing and regulating the environmental and human health impacts of dredged material dumping operations, monitoring is defined as all measures whose purpose is to determine, from the repeated measurement of a contaminant or an effect, whether direct or indirect, of the introduction of this contaminant into the marine environment, the spatial and temporal modifications undergone by the receiving zone as a result of the activity under consideration.

2. RATIONALE

2.1 Monitoring of dredged material dumping operations is generally undertaken for the following reasons:

(i) to establish whether the permit conditions have been respected - conformity control - and consequently have, as intended, prevented adverse effects on the receiving area as a consequence of dumping;

(ii) to improve the basis on which permit applications are assessed by improving knowledge of the field effects of major discharges which cannot be directly estimated by a laboratory evaluation or from the literature;

(iii) to provide the necessary evidence to demonstrate that within the framework of the Protocol the monitoring measures applied are sufficient to ensure that the dispersive and assimilative capacities of the marine environment are not exceeded, and so do not cause damage to the environment.

3. OBJECTIVES

3.1 The purposes of monitoring are to determine contaminant levels in all sediments above the lower reference threshold in paragraph 3.5(b) of the guidelines and in bio-indicator organisms, the biological effects and consequences for the marine environment of the dumping of dredged material and, ultimately, to help managers to combat exposure of organisms to dredged materials and associated contaminants.

4. STRATEGY

4.1 Monitoring operations are expensive since they require considerable resources both to carry out measurement and sampling programmes at sea and the subsequent analytical work on the samples.

In order to approach the monitoring programme in a resource-effective manner, it is essential that the programme should have clearly defined objectives, that the measurements made can meet those objectives, and that the results should be reviewed at regular intervals in relation to the objectives.

Since the effects of dredged material dumping are likely to be similar in many areas, there appears to be little justification for monitoring all sites, particularly those receiving small

quantities of dredged material. It would be more effective to carry out more detailed investigations at a few carefully chosen sites (e.g. those subject to large inputs of dredged material) in order to obtain a better understanding of the processes and effects involved.

In zones which present the same physical, chemical and biological characteristics, or nearly the same characteristics, there is strong presumptive evidence that the effects of dredged material dumping are similar. On scientific and economic grounds, it is very difficult to justify monitoring of all sites, particularly those receiving small quantities of dredged material (e.g. less than 25,000 tons per year). It is therefore more appropriate and cost- effective to concentrate on detailed investigations at a few carefully chosen sites (e.g. those subject to large inputs of dredged material) in order to obtain a better understanding of the processes and effects involved.

5. IMPACT HYPOTHESIS

5.1 In order to establish such objectives, it is first necessary to derive an impact hypothesis describing predicted effects on the physical, chemical and biological environment both of the dumping zone and of the zones outside it. The impact hypothesis forms the basis for defining the field monitoring programme.

5.2 The aim of an impact hypothesis is to provide, on the basis of the available information, a concise scientific analysis of the potential effects of the proposed operation on human health, living resources, marine life, amenities and other legitimate uses of the sea. For this purpose, an impact hypothesis should incorporate information on the characteristics of the dredged material and on conditions at the proposed dumping site. It should encompass both temporal and spatial scales of potential effects.

One of the main requirements of the impact hypothesis is to produce criteria which describe the specific environmental effects of dumping activities, taking into account the fact that such effects have to be avoided outside the designated dredging and dumping zones (see Part A, Section 3).

6. PRELIMINARY EVALUATION

6.1 The preliminary evaluation should be as comprehensive as possible. The primary areas of potential impact should be identified as well as those considered to have the most serious consequences for human health and the environment. Alterations to the physical environment, risks to human health, devaluation of marine resources, and interference with other legitimate uses of the sea are often seen as priorities in this regard.

6.2 The expected consequences of dumping (targets) could be described in terms of the habitats, processes, species, communities and uses affected by the dumping. The precise nature of the change, response, or interference (effect) predicted could then be described. The target and the effect could be described (quantified) together in sufficient detail to eliminate any doubt as to the parameters to be measured during post-operational field monitoring. In the latter context, it might be essential to determine "where" and "when" the impacts can be expected.

7. REFERENCE BASELINE

7.1 In order to develop an impact hypothesis, it may be necessary to conduct a baseline survey which describes not only the environmental characteristics, but also the variability of the

environment. It may also be helpful to develop sediment transport, hydrodynamic and other mathematical models, to determine the possible effects of dumping.

Where either physical or chemical effects at the seabed are expected, it will be necessary to examine the benthic community structure in areas where the dredged material disperses. In the case of chemical effects, it may also be necessary to examine the chemical quality of the sediments and the biota (including fish), in particular the major pollutant contents.

In order to assess the impact of the proposed activity on the surrounding environment, it will be necessary to compare the physical, chemical and biological quality of the affected areas with reference sites located away from dredged material dumping pathways. Such areas can be identified during the early stages of the impact assessment.

8. IMPACT HYPOTHESIS VERIFICATION: DEFINING THE MONITORING PROGRAMME

8.1 The measurement programme should be designed to ascertain that physical, chemical and biological changes in the receiving environment are within those projected and do not exceed the predicted impact hypothesis.

The measurement programme should be designed to determine:

(a) whether the zone of impact differs from that projected; and,

(b) whether the extent of changes outside the zone of direct impact is within the scale predicted.

The first question can be answered by designing a sequence of measurements in space and time that circumscribe the projected zone of impact to ensure that the projected spatial scale of change is not exceeded.

The second question can be answered by making physical, chemical and biological measurements that provide information on the extent of change that occurs outside the zone of impact, after the dumping operation takes place (verification of a null hypothesis).

Then, before any programme is drawn up and any measurements are made, the following questions should be addressed:

(i) what testable hypothesis can be derived from the impact hypothesis?

(ii) what exactly should be measured to test these impact hypotheses?

(iii) in what compartment or at which locations can measurements most effectively be made?

(iv) for how long should measurements continue to be made to meet the original aim?

(v) what should be the temporal and spatial scale of the measurements made?

(vi) how should the data be processed and interpreted?

8.2 It is recommended that the choice of contaminants to be monitored should depend primarily on the ultimate purposes of monitoring. It is definitely not necessary to monitor

regularly all contaminants at all sites and it should not be necessary to use more than one substrate or effect to meet each aim.

9. MONITORING

9.1 The dumping of dredged material has its primary impact at the seabed. Thus although a consideration of water column effects cannot be discounted in the early stages of monitoring planning, it is often possible to restrict subsequent monitoring to the seabed.

9.2 Where it is considered that effects will be largely physical, monitoring may be based on remote methods such as side-scan sonar, to identify changes in the character of the seabed, and bathymetric techniques (e.g. echo sounding) to identify areas of dredged material accumulation. Both of these techniques will require a certain amount of sediment sampling to establish ground-truth. In addition, multispectral scanning can be used for monitoring the dispersion of suspended material (plumes, etc.).

9.3 Tracer tests may also prove useful in following the dispersal of the dredged material and assessing any minor accumulation of material not detected by bathymetric surveys.

9.4 Where, in relation to the impact hypothesis, either physical or chemical effects at the seabed are expected, it will be necessary to examine the benthic community structure in areas where the dredged material disperses. In the case of chemical effects, it may also be necessary to examine the chemical quality of the biota (including fish).

9.5 The spatial extent of sampling will need to take into account the size of the area designated for dumping, the mobility of the dumped dredged material and water movements which determine the direction and extent of sediment transport. It should be possible to limit sampling within the dumping site itself if effects in this area are considered to be acceptable and their detailed definition unnecessary. However, some sampling should be carried out to aid the identification of the type of effect which may be expected in other areas and for reasons of scientific rigour.

9.6 The frequency of surveying will depend on a number of factors. Where a dumping operation has been going on for several years, it may be possible to establish the effect at a steady state of input and repeated surveys would only be necessary if changes are made to the operation (quantities or type of dredged material dumped, method of disposal, etc.).

9.7 If it is decided to monitor the recovery of an area which is no longer used for dumping dredged material, more frequent measurements might be needed.

10. NOTIFICATION

10.1 The Contracting Parties should inform the Organisation of their monitoring activities.

Concise reports on monitoring activities should be prepared and transmitted to the Organisation as soon as they are available, in conformity with Article 26 of the Barcelona Convention.

Reports should detail the measurements made, results obtained and how these data relate to the monitoring objectives and confirm the impact hypothesis. The frequency of reporting will depend upon the scale of dumping activity, the intensity of monitoring and the results obtained.

11. FEEDBACK

11.1 Information gained from field monitoring (and/or other related research) can be used to:

(a) modify or, in the best of cases, terminate the field monitoring programme;

(b) modify or revoke the permit;

(c) refine the basis on which applications for permits are assessed.

TECHNICAL SUPPLEMENTS TO THE GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF DREDGED MATERIAL

TECHNICAL ANNEX 1

ANALYTICAL REQUIREMENTS FOR THE ASSESSMENT OF DREDGED MATERIAL

1. This Annex amplifies the analytical requirements set out in paragraphs 5.9 - 5.12 of the Guidelines for the Management of Dredged Material.

2. An integrated approach is essential. It includes a tiered approach under which the following are assessed in sequence:

- the physical properties;

- the chemical properties;

- the biological properties and effects.

At each tier it will have to be determined whether there is sufficient information to allow a management decision to be taken or whether further analysis is required. Further information determined by local circumstances can be added at each tier.

3. As a preliminary to the tiered analysis scheme, information required under section 4.1 of the guidelines will be available. In the absence of appreciable pollution sources and if the visual determination of sediment characteristics leads to the conclusion that the dredged material meets one of the exemption criteria under paragraph 4.9 of the guidelines, the material will not require further analysis.

4. It is important that, at each stage, the assessment procedure takes account of the method of analysis.

5. Analysis should be carried out on the fraction of the sediment (# 2 mm).

Tier I: PHYSICAL PROPERTIES

In addition to the preliminary assessment of the characteristics of the sediments required by paragraph 4.1 of these guidelines, it is strongly recommended that the following be determined:

- distribution of grain size (% of sand, silt, clay);

- humidity ratio (%);

- amount of organic matter.

Tier II: CHEMICAL PROPERTIES

1. Primary group determinants:

In all cases where chemical analysis is required, the concentrations of the following trace metals should be determined:

Cadmium (Cd)	Chromium (Cr)
Copper (Cu)	Lead (Pb)
Mercury (Hg)	Nickel (Ni)
Zinc (Zn)	Tin (Sn)

In certain cases, the analysis may also include other metal pollutants. In the case of mercury, special attention should be paid to speciation.

Where dry matter analysis is required, the ratio of fresh weight/dry weight has to be considered, and the analysis has to be made on the intertistial water.

When examining the toxic trends of contaminated dredged sediment, the analysis should also include the leaching water before the dumping operation. Lastly, the total organic carbon should be measured.

With regard to organic pollutants, the total PCB content should be estimated. If local circumstances so require, the analysis should be extended to families of congeners.

In any event, the analysis must be carried out on the fraction of the sediment (# 2mm).

The polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and the tributyltin compounds (TBT) and their degradation products should also be measured.

The measurement of PCB and PAH and TBT will not be necessary when:

- sufficient information from previous investigations indicates the absence of contamination ;

- there are no known sources (point or diffuse) of contamination nor historic inputs;

- the sediments are predominantly coarse; and

- the levels of total organic carbon are low.

2. Secondary group determinants:

Based upon local information on sources of contamination (point or diffuse sources) or historic inputs, other determinants may need to be measured for instance: arsenic; organophosphorus pesticides; organochlorine pesticides; organotin compounds; polychlorinated dibenzodioxins (PCDD); polychlorinated dibenzofurans (PCDF).

Tier III: BIOLOGICAL PROPERTIES AND EFFECTS

In a significant number of cases the physical and chemical properties do not allow the biological impact to be measured directly. Moreover, they do not adequately identify all the physical disturbances nor constituents associated with sediments present in the dredged material.

If the potential impact of the dredged material to be dumped cannot be adequately assessed on the basis of chemical and physical characteristics, biological measurements should be made.

1. Toxicity bioassays

The primary purposes of the biological bioassays is to provide direct measures of effects of all sediment constituents acting together, taking into account their bioavailability. For ranking and classifying the acute toxicity of harbour sediments prior to maintenance dredging, short term bioassays may often suffice as screening tool :

- To evaluate the effects of the dredged material, bioassays for acute toxicity can be carried out with pore water, on elutriate or the whole sediment. In general, a set of 2-4 bioassays is recommended with organisms from different taxonomic groups (e. g. crustaceans, molluscs, polychaetes, bacteria, echinoderms);

- In most bioassays, survival of the test species is used as an endpoint. Chronic bioassays with sub-lethal endpoint (growth, reproduction, etc.) covering a significant part of the test species life cycle may provide a more accurate prediction of potential impacts of dredging operations. However, standard test procedures are still under developments.

The outcome of sediment bioassays can be unduly influenced by factors other than sediment-associated chemicals. Confounding factors like ammonia, hydrogen sulphide, grain size, oxygen content and pH should therefore be determined during the bioassays.

Guidance on the selection of appropriate test organisms, use and interpretation of sediment bioassays is given by e.g. EPA/CE (1991/1994) and IADC/CEDA (1997) while guidance on sampling of sediments for toxicological testing is given by e.g. ASTM (1994).

2. Biomarkers

Biomarkers may provide early warning of more subtle (biochemical) effects at low and sustained levels of contamination. Most biomarkers are still under development but some are already applicable for routine application on dredged material (e.g. one which measures the presence of dioxin-like compounds - Murk *et al.*, 1997) or organisms collected in the field (e.g. DNA strand/breaks in flat fish).

3. Microcosm experiments

There are short-term microcosm tests available to measure the toxicant tolerance of the community e.g. Pollution Induced Community Tolerance (PICT) (Gustavson and Wangberg, 1995).

4. Mesocosm experiments

Because of the costs and time involved these experiments cannot be used for issuing permits but are useful in cases where the extrapolation of laboratory testing to field conditions

is complicated or when environmental conditions are very variable and hinder the identification of toxic effects as such. The results of these experiments would be then available for future decisions on permits.

5. Field observations of benthic communities

In situ monitoring of benthic communities (fish, benthic invertebrates) in the area of the disposal site can provide important indications of the condition of marine sediments. Field observations give an insight into the combined impact of physical disturbance and chemical contamination. Guidelines on the monitoring of benthic communities are provided by e.g. the Paris Convention, 1992, ICES.

6. Other biological properties

Where appropriate, other biological measurements can be applied in order to determine, for example, the potential for bioaccumulation and for tainting.

SUPPLEMENTARY INFORMATION

The need for this information will be determined by local circumstances and may form an essential part of the management decision. Appropriate data might include: redox potential, sediment oxygen demand, total nitrogen, total phosphorus, iron, manganese, mineralogical information or parameters for normalising trace metal data (e.g. aluminium, lithium, scandium see Technical Annex 2).

TECHNICAL ANNEX 2

NORMALISATION TECHNIQUES FOR STUDIES ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF CONTAMINANTS[2]

1. Introduction

Normalisation in this discussion is defined as a procedure to compensate for the influence of natural processes on the measured variability of the concentration of contaminants in sediments. Most contaminants (metals, pesticides, hydrocarbons) show high affinity to particulate matter and are, consequently, enriched in bottom sediments of estuaries and coastal areas. In practice, natural and anthropogenic substances entering the marine system are subjected to a variety of biogeochemical processes. As a result, they become associated with fine-grained suspended solids and colloidal organic and inorganic particles. The ultimate fate of these substances is determined, to a large extent, by particulate dynamics. They therefore tend to accumulate in areas of low hydrodynamic energy, where fine material is preferentially deposited. In areas of higher energy, these substances are "diluted" by coarser sediments of natural origin and low contaminant content.

It is obvious that the grain size is one of the most important factors controlling the distribution of natural and anthropogenic components in the sediments. It is, therefore, essential to normalise for the effects of grain size in order to provide a basis for meaningful comparisons of the occurrence of substances in sediments of various granulometry and texture within individual areas or among areas. Excess levels, above normalised background values, could then be used to establish sediment quality.

---

[2] Extract from 1989 ACMP Report (Section 14) ICES Coop. Res. Rep. 167, pp. 68-75

For any study of sediments, a basic amount of information on their physical and chemical characteristics is required before an assessment can be made on the presence or absence of anomalous contaminant concentrations. The concentration at which contamination can be detected depends on the sampling strategy and the number of physical and chemical variables that are determined in individual samples.

The various granulometric and geochemical approaches used for the normalisation of trace elements data as well as the identification of contaminated sediments in coastal sediments has been extensively reviewed by Loring (1988). Two normalisation approaches widely used in oceanography and in atmospheric sciences have been selected here. The first is purely physical and consists of characterising the sediment by measuring its content of fine material. The second approach is chemical in nature and is based on the fact that the small size fraction is usually rich in clay minerals, iron and manganese oxi-hydroxides and organic matter. Furthermore, these components often exhibit a high affinity for organic and inorganic contaminants and are responsible for their enrichment in the fine fraction. Chemical parameters (e.g., Al, Sc, Li) representative of these components may thus be used to characterise the small size fraction under natural conditions.

It is strongly suggested that several parameters be used in the evaluation of the quality of sediments. The types of information that can be gained by the utilisation of these various parameters are often complementary and extremely useful considering the complexity and diversity of situations encountered in the sedimentary environment. Furthermore, measurements of the normalising parameters selected here are rather simple and inexpensive.

This report presents general guidelines for sample preparation, analytical procedures, and interpretation of physical and chemical parameters used for the normalisation of geochemical data. Its purpose is to demonstrate how to collect sufficient data to normalise for the grain-size effect and to allow detection, at various levels, of anomalous concentrations of contaminants within coastal sediments.

2. Sampling Strategy

Ideally, a sampling strategy should be based on a knowledge of the source of contaminants, the transport pathways of suspended matter and the rates of accumulation of sediments in the region of interest. However, existing data are often too limited to define the ideal sampling scheme. Since contaminants concentrate mainly in the fine fraction, sampling priority should be given to areas containing fine material that usually correspond to zones of deposition.

The high variability in the physical, chemical and biological properties of sediments implies that an evaluation of sediment quality in a given area must be based on a sufficient number of samples. This number can be evaluated by an appropriate statistical analysis of the variance within and between samples. To test the representativity of a single sediment specimen at a given locality, several samples at one or two stations should be taken.

The methodology of sampling and analysis should follow the recommendations outlined in the "Guidelines for the Use of Sediments as a Monitoring Tool for Contaminants in the Marine Environment" (ICES 1987). In most cases, the uppermost layer of sediments collected with a tightly closing grab sampler (Level I in the Guidelines) is sufficient to provide the information concerning the contamination of the sediments of a given area compared to sediments of uncontaminated locations or other reference material.

Another significant advantage of using sediments as monitoring devices is that they have recorded the historical evolution of the composition of the suspended matter deposited in the area of interest. Under favourable conditions, the degree of contamination may be estimated by

comparison of surface sediments with deeper samples, taken below the biological mixing zone. The concentrations of trace elements in the deeper sediment may represent the natural background level in the area in question and can be defined as baseline values. This approach requires sampling with a box-corer or a gravity corer (Levels II and III in the Guidelines).

3. Analytical Procedures

Typical analytical procedures to be followed are outlined in Figure 2. The number of steps that are selected will depend on the nature and extent of the investigation.

3.1 Grain size fractionation

It is recommended that at least the amount of material <63 Fm, corresponding to the sand/silt classification limit, be determined. The sieving of the sample at 63 Fm is, however, often not sufficient, especially when sediments are predominantly fine grained. In such cases, it is better to normalise with lower size thresholds since the contaminants are mainly concentrated in the fraction <20 Fm, and even more specifically in the clay fraction (# 2 Fm). It is thus proposed that a determination be made, on a sub-sample, of the weight fraction # 20 Fm and that # 2 Fm with the aid of a sedimentation pipette or by elutriation. Several laboratories are already reporting their results relative to the content of fine fractions of various sizes and these results may be useful for comparison among areas.

3.2 Analysis of contaminants

It is essential to analyse the total content of contaminants in sediments if quality assessment is the goal of the study, and it is thus recommended that the unfractionated sample (#2 mm) be analysed in its entirety. The total content of elements can be determined either by non-destructive methods, such as X-ray fluorescence or neutron activation, or by a complete digestion of the sediments (involving the use of hydrofluoric acid (HF)) followed by methods such as atomic absorption spectrophotometry or emission spectroscopy. In the same way, organic contaminants should be extracted with the appropriate organic solvent from the total sediment.

An individual size fraction of the total sediment may be used for subsequent analysis, if required, to determine the absolute concentrations of contaminants in that fraction, providing that its contribution to the total is kept in perspective when interpreting the data. Such size fraction information might be useful in tracing the regional dispersal of metals associated with specific grain-size fractions, when the provenance of the material remains the same. However, sample fractionation is a tedious procedure that introduces considerable risk of contamination and potential losses of contaminants due to leaching. The applicability of this approach is thus limited.

4. Normalisation Procedures

4.1 Granulometric normalization

Since contaminants tend to concentrate in the fine fraction of sediments, correlations between total concentrations of contaminants and the weight percent of the fine fraction, determined separately on a sub-sample of the sediment by sieving or gravity settling, constitute a simple but powerful method of normalisation. Linear relationships between the concentration and the weight percentage of the fine fraction are often found and it is then possible to extrapolate the relationships to 100% of the fraction studied, or to characterise the size dependence by the slope of the regression line.

4.2 Geochemical normalisation

Granulometric normalisation alone is inadequate to explain all the natural trace variability in the sediments. In order to interpret better the compositional variability of sediments, it is also necessary to attempt to distinguish the sedimentary components with which the contaminants are associated throughout the grain-size spectrum. Since effective separation and analysis of individual components of sediments is extremely difficult, such associations must rest on indirect evidence of these relationships.

Since contaminants are mainly associated with the clay minerals, iron and manganese oxi-hydroxides and organic matter abundant in the fine fraction of the sediments, more information can be obtained by measuring the concentrations of elements representative of these components in the samples.

An inert element such as aluminium, a major constituent of clay minerals, may be selected as an indicator of that fraction. Normalised concentrations of trace elements with respect to aluminium are commonly used to characterise various sedimentary particulate materials (see below). It may be considered as a conservative major element, that is not affected significantly by, for instance, early diagenetic processes and strong redox effects observed in sediments.

In the case of sediments derived from the glacial erosion of igneous rocks, it has been found that contaminant/Al ratios are not suitable for normalising for granular variability (Loring, 1988). Lithium, however, appears to be an ideal element to normalise for the grain size effect in this case and has the additional advantage of being equally applicable to non-glacial sediments.

In addition to the clay minerals, Mn and Fe compounds are often present in the fine fraction, where they exhibit adsorption properties strongly favouring the incorporation of various contaminants. Mn and Fe are easily analysed by flame atomic absorption spectrometry and their measurement may provide insight into the behaviour of contaminants.

Organic matter also plays an important role as scavenger of contaminants and controls, to a major degree, the redox characteristics of the sedimentary environment.

Finally, the carbonate content of sediments is easy to determine and provides additional information on the origin and the geochemical characteristics of the sediments. Carbonates usually contain insignificant amounts of trace metals and act mainly as a diluent. Under certain circumstances, however, carbonates can fix contaminants such as cadmium and copper. A summary of the normalisation factors is given in Table 1.

4.3 Interpretation of the data

The simplest approach in the geochemical normalization of substances in sediments is to express the ratio of the concentration of a given substance to that of the normalising factor.

Normalisation of the concentration of trace elements with respect to aluminium (or scandium) has been used widely and reference values on a global scale have been established for trace elements in various compartments: crustal rocks, soils, atmospheric particles, river-borne material, marine clays and marine suspended matter (cf., e.g., Martin and Whitfield, 1983; Buat-Menard and Chesselet, 1979).

This normalisation also allows the definition of an enrichment factor for a given element with respect to a given compartment. The most commonly used reference level of composition is the mean global normalised abundance of the element in crustal rock (Clarke value). The

enrichment factor EF is given by:

$$EF\ crust = (X/Al)\ sed / (X/Al)\ crust$$

where X/Al refers to the ratio of the concentration of element X to that of Al in the given compartment.

However, estimates of the degree of contamination and time trends of contamination at each sampling location can be improved upon by making a comparison with metal levels in sediments equivalent in origin and texture.

These values can be compared to the normalised values obtained for the sediments of a given area. Large departures from these mean values indicate either contamination of the sediment or local mineralization anomalies.

When other variables (Fe, Mn, organic matter and carbonates) are used to characterise the sediment, regression analysis of the contaminant concentrations with these parameters often yields useful information on the source of contamination and on the mineralogical phase associated with the contaminant.

A linear relationship between the concentration of trace constituents and that of the normalisation factor has often been observed (Windom *et al.*, 1989). In this case and if the natural geochemical population of a given element in relation to the normalising factor can be defined, samples with anomalous normalised concentrations are easily detected and may indicate anthropogenic inputs.

According to this method, the slope of the linear regression equation can be used to distinguish the degree of contamination of the sediments in a given area. This method can also be used to show the change of contaminant load in an area if the method is used on samples taken over intervals of some years (Cato, 1986).

A multi-element/component study in which the major and trace metals, along with grain size and organic carbon contents, have been measured allows the interrelationships between the variables to be established in the form of a correlation matrix. From such a matrix, the most significant ratio between trace metal and relevant parameter(s) can be determined and used for identification of metal carriers, normalisation and detection of anomalous trace metal values. Factor analyses can sort all the variables into groups (factors) that are associations of highly correlated variables, so that specific and/or non-specific textural, mineralogical, and chemical factors controlling the trace metal variability may be inferred from the data set.

Natural background levels can also be evaluated on a local scale by examining the vertical distribution of the components of interest in the sedimentary column. This approach requires, however, that several favourable conditions are met: steady composition of the natural uncontaminated sediments; knowledge of the physical and biological mixing processes within the sediments; absence of diagenetic processes affecting the vertical distribution of the component of interest. In such cases, grain-size and geochemical normalisation permits compensation for the local and temporal variability of the sedimentation processes.

5. Conclusions

The use of the granulometric measurements and of component/reference element ratios are useful approaches towards complete normalisation of granular and mineralogical variations, and identification of anomalous concentrations of contaminants in sediments. Their use requires that a large amount of good analytical data be collected and specific geochemical conditions be met before all the natural variability is accounted for, and the anomalous

contaminant levels can be detected. Anomalous metal levels, however, may not always be attributed to contamination, but rather could easily be a reflection of differences in sediment provenance.

Geochemical studies that involve the determination of the major and trace metals, organic contaminants, grain size parameters, organic matter, carbonate, and mineralogical composition in the sediments are more suitable for determining the factors that control the contaminant distribution than the measurement of absolute concentrations in specific size fractions or the use of potential contaminant/reference metal ratios alone. They are thus more suitable for distinguishing between uncontaminated and contaminated sediments. This is because such studies can identify the factors that control the variability of the concentration of contaminants in the sediments.

6. References

Buat-Menard, P. and R. Chesselet (1979), Variable influence of atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth Planet.Sc.Lett.*, 42:399-411

Cato, I., J. Mattsson and A. Lindskog (1986), Tungmetaller och petrogena kolväten I Brofjordens bottensediment 1984, samt förändringar efter 1972. / Heavy metals and petrogenic hydrocarbons in the sediments of Brofjorden in 1984, and changes after 1972. / University of Göteborg, Dep. of Marine Geology, Report No. 3, 95 p. (English summary)

ICES (1987), Report of the ICES Advisory Committee on Marine Pollution, 1986. ICES Coop. Res. Report No. 142, pp.72-75

Gustavson, K. and S.A. Wangberg (1995), Tolerance induction and succession in microalgae communities exposed to copper and atrazine. *Aquat.Toxicol.*, 32:283-302

Loring, D.H. (1988), Normalization of trace metal data. Report of the ICES Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution. ICES, Doc. C.M.1988/E:25, Annex 3

Martin, J.M. and M. Whitfield (1983), River input of chemical elements to the ocean. In: Trace Metals in Sea-Water, edited by C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton and E.D. Goldberg. Plenum Press, New York and London. pp.265-296

Windom, H.L., S.T. Schropp, F.D. Calder, J.D. Ryan, R.G. Smith Jr., L.C. Burney, F.G. Lewis, and C.H. Rawlinson (1989), Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States. *Environ.Sci.Tech.*, 23:314-320

TECHNICAL ANNEX 3

CONSIDERATIONS BEFORE TAKING ANY DECISION TO GRANT A DUMPING PERMIT

This technical Annex was prepared bearing in mind that, although the guidelines strictly only apply to the disposal of dredged material, Contracting Parties are urged to consider other methods of disposal than dumping (e.g. land disposal), and to explore all possible beneficial uses of dredged material, before taking any decision to grant a dumping permit (See Part A, par. 3). The goal of this Technical Annex is not to screen all the possibilities offered by the different techniques, but to give some indications about them.

I. BENEFICIAL USES OF DREDGING MATERIAL

Material arising from Capital dredging are often used for construction purposes. This is, however, not normally the case when dredged material result from maintenance dredging. However that may be, if the dredged material is clean or slightly contaminated, it might be regarded as a valuable resource, and consequently, be considered for beneficial use. Nevertheless, before choosing a specific beneficial use, it is necessary to make a cost/benefit analysis to establish that the cost of such an option is not prohibitive (BATNEEC principle : Best available techniques not entailing excessive costs).

Depending on the composition and grain size distribution of the dredged material, it might be used beneficially for construction or environmental enhancement.

Construction uses

Generally these uses are located in or adjacent to coastal areas or within the waterway margin. Examples are land creation, beaches nourishment, formation of suitable offshore berms, construction of dikes or dams, replacement fill (restoration of former excavation sites of construction materials, obsolete canals and docks, ...).

Environmental enhancement

Numerous applications of dredged material for the enhancement of the environment can be envisaged. These range from restoration and establishment of wetlands to multipurpose site development, including restoration and establishment of terrestrial habitats, nesting islands, and fisheries;. It also included the construction of artificial reefs, particularly if the dredged material is bulky (for example, rocks). (Any construction of an artificial reef, however, should be preceded by a specific study of the structure's impact on the natural environment: in this case, advice from biologists specialising in fisheries is essential.). In any case, during and after the execution of the project, the impact and the performance of the beneficial use should be monitored.

To assess the possibilities for the beneficial use of material in a specific situation, the following parameters have to be considered : physical characterisation, contaminant status, beneficial use options, site selection, technical feasibility, regulatory acceptability, cost/benefit analysis.

When considering the possibilities other than dumping, if no acceptable beneficial use solution is found, land disposal and/or treatment are the other options.

II. LAND DISPOSAL

When neither sustainable relocation nor beneficial use options are appropriate, disposal in land based confined disposal facilities is usually the only remaining option.

In principle, land based confined disposal sites are preferred for polluted dredged material which is unsuitable for open water disposal.

Various configurations are possible but no one presents a complete safeguard against risk of environmental pollution. Possible pathways resulting in risk are : effluent which is expelled from the disposal sites, during and after the disposal ; leaching and transport of contaminants into surrounding ground and surface water ; animal and plant uptake, dust and gaseous emissions, and excavations.

The potential effects of such sites therefore depend on both the characteristics of the site and its environs (mainly regarding the ground water table situation), and on the characteristics of the dredged material, the latter including the contaminants that are present.

To minimise the transport of contaminants into the ground water and surrounding surface water through advection and diffusion processes, application of insulation layers or hydrological management might be considered. Treatment of surplus water resulting from the expellation of water from the compressed dredged material, might also be considered.

III. TREATMENT OF DREDGED MATERIAL

Treatment is defined as a way of processing with the aim of reducing the amount of contaminated material (e.g. separation) or reducing the contamination to meet regulatory standards and criteria.

Treatment processes can in general be classified as follows :

- Pretreatment, the goal of which being to reduce the volume of dredged material requiring further treatment or disposal, and to improve the physical quality of the material for further handling and treatment ; the main categories of pretreatment are : dewatering ; size separation ; washing ; density separation ; magnetic separation.

- Biological treatment (degradation of organic substances by micro-organisms);

- Chemical treatment (pH adjustment, oxidation, ion exchange, etc.) ; the categories of chemical treatment are : destruction of organic compounds ; extraction of organic compounds ; extraction of metals ;

- Thermal treatment (thermal desorption, incineration, thermal reduction and vitrification) (Most technologies in this category provide a product such as gravel or bricks which can be used as building material);

- Immobilisation treatment (by chemically binding of the contaminants to the solid particles - fixation - or by physically preventing the contaminants from moving - solidification).

- Pretreatment excess water treatment.

The cost of treatment is generally higher, sometimes considerably greater than the cost of disposal. The cost versus effectiveness ratio is one of the most important questions which every national controlled authority will have to face.

TECHNICAL ANNEX 4

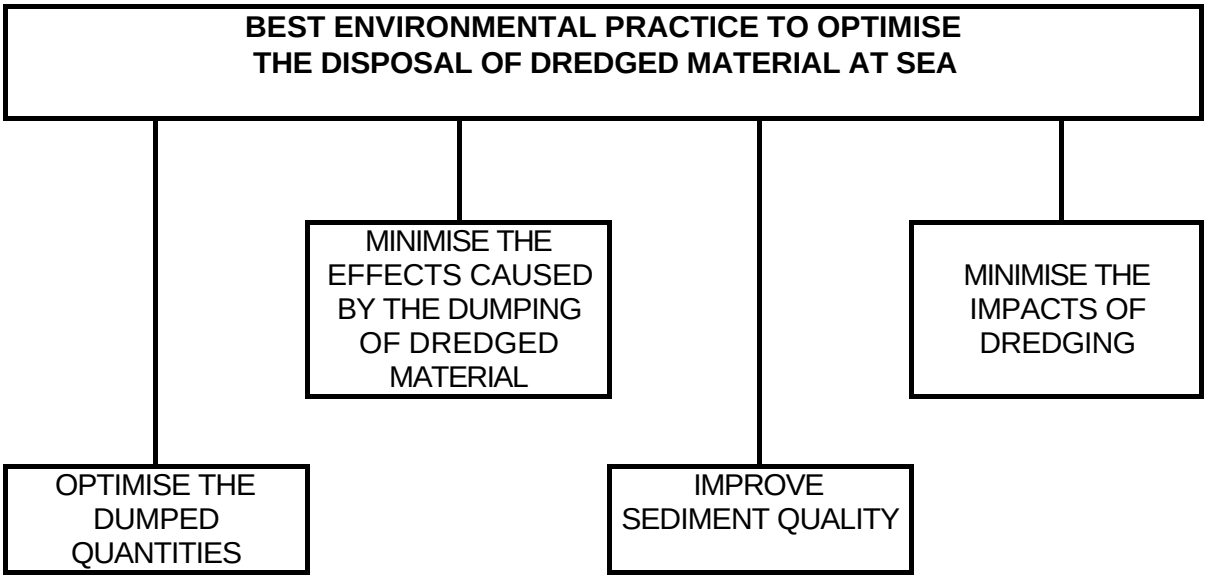
DREDGING ACTIVITIES : BEST ENVIRONMENTAL PRACTICE (BEP)

This Technical Annex was prepared bearing in mind that, although the guidelines strictly only apply to the disposal of dredged material, Contracting Parties are encouraged also to exercise control over dredging operations.

This Technical Annex has as its aim to provide guidance to national regulatory authorities, operators of dredging vessels and port authorities on how to minimise the effects on the environment of dredging and disposal operations. Careful assessment and planning of

dredging operations are necessary to minimise the impacts on marine species and habitats.

The items given as BEP under the different headings of this Technical Annex are given as examples. Their applicability will generally vary according to the particular circumstances of each operation and it is clear that different approaches may then be appropriate. More detailed information on dredging techniques and processes can be found in Guide 4 of the IADC/CEDA series on Environmental Aspects of Dredging.



Point A - Minimisation of the effects caused by the disposal of dredged material is comprehensively described in the main body of these guidelines

Point B - Optimisation of the disposed quantities; Point C - "Improvement of sediment quality "; and Point D - "Minimise the impacts of dredging" do not fall within the strict remit of the Protocol, but are relevant to the prevention of pollution of the marine environment resulting from the dumping of dredged material.

Figure 1: INDICATIVE FLOW DIAGRAM

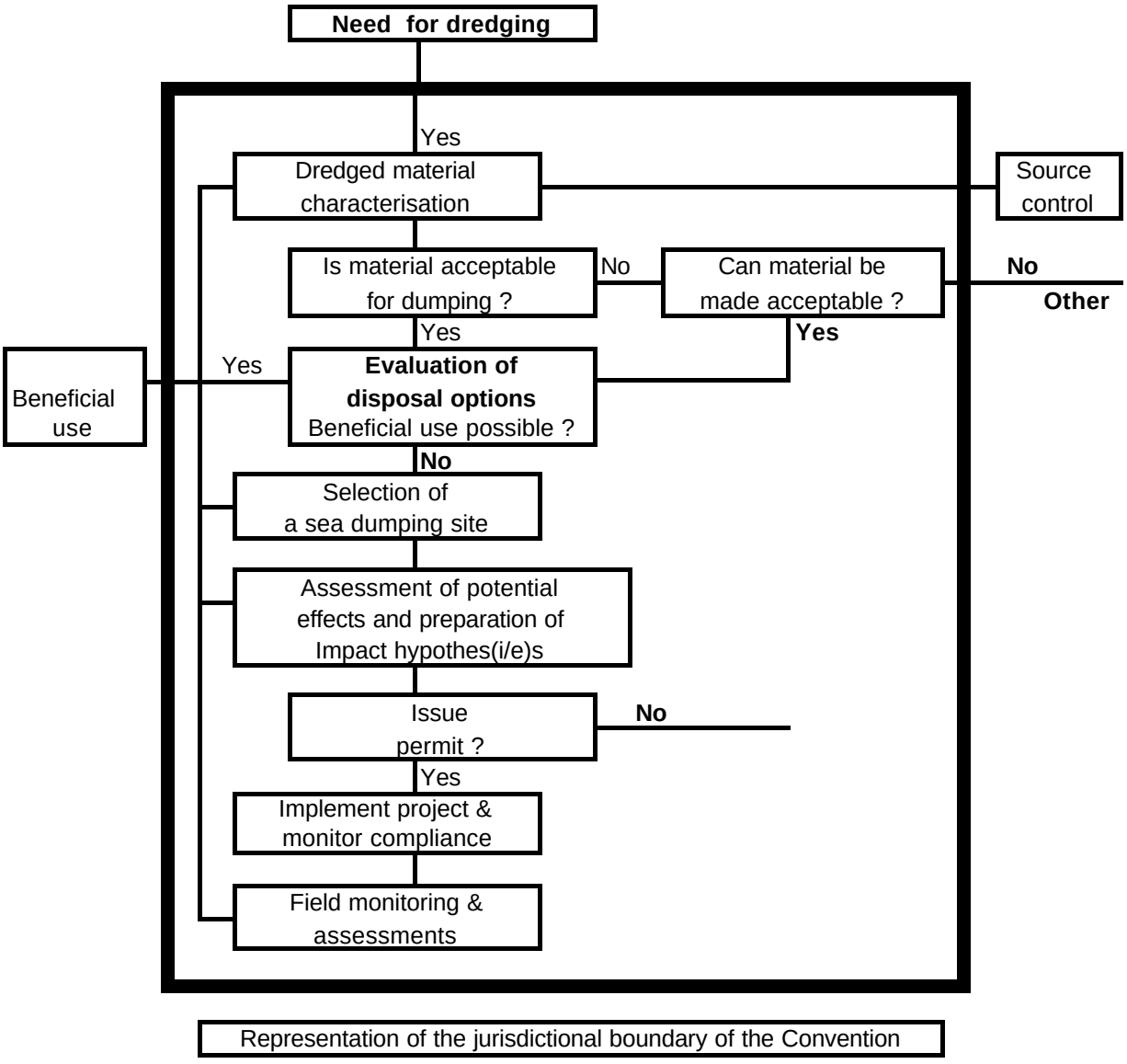


Figure 2 : A TYPICAL APPROACH FOR THE DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS IN MARINE SEDIMENTS

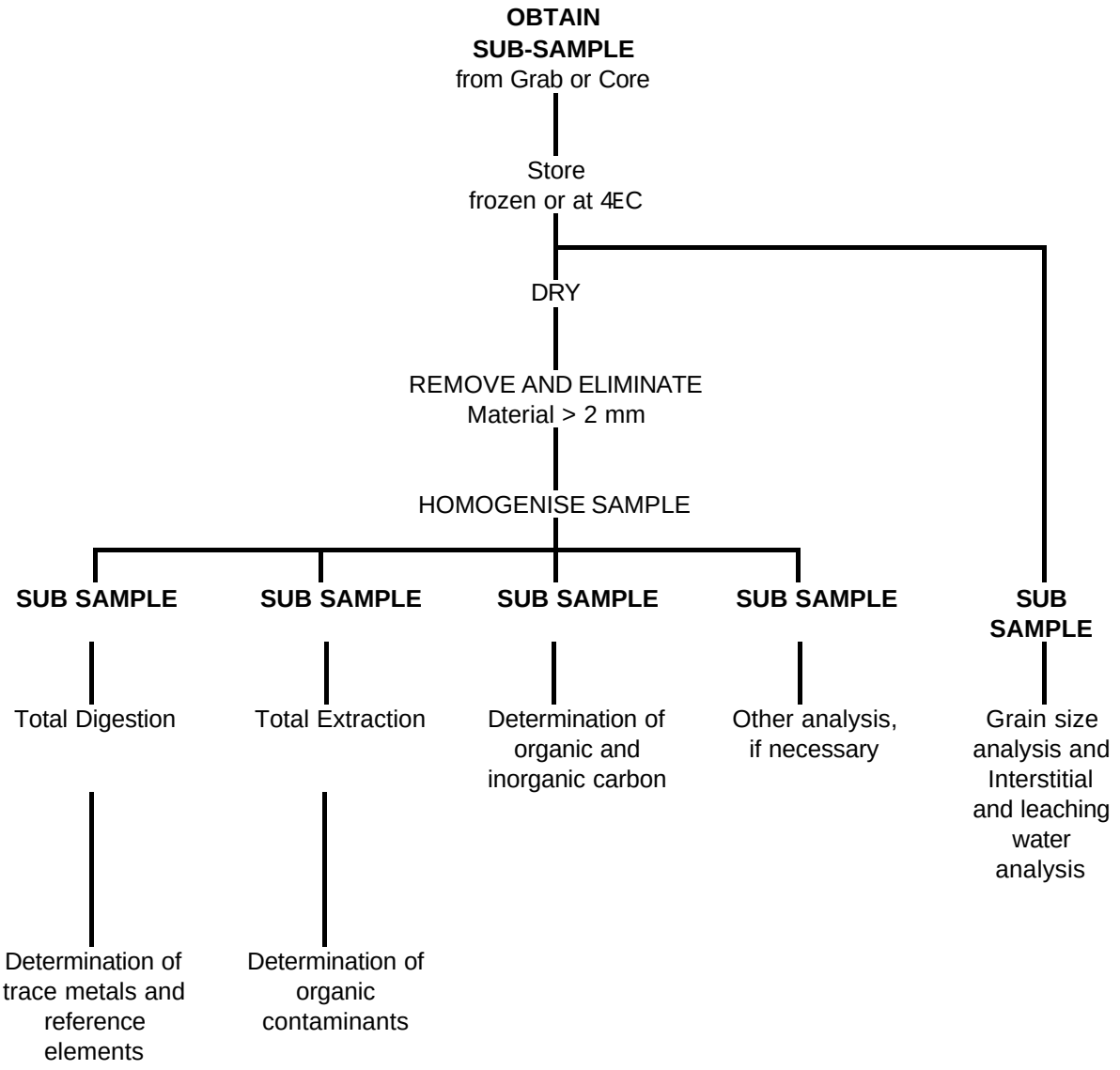


Table 1: SUMMARY OF NORMALISATION FACTORS

NORMALISATION FACTOR	GRAIN SIZE (Fm)	INDICATOR	ROLE
Textural			Determines physical sorting and depositional pattern of metals
Sand	2000 to 63	Coarse-grained metal-poor minerals / compounds	Usually diluent of trace metal concentrations
Mud	< 63	Silt and clay size metal-bearing minerals / compounds	Usually overall concentrator of trace metals
Clay	< 2	Metal-rich clay minerals	Usually fine-grained accumulator of trace metals
Chemical			
Si		Amount and distribution of metal-poor quartz	Coarse-grained diluter of contaminants
Al		All silicates but used to account for granular variations of metal-rich fine silt and clay size Al-silicates	Chemical tracer of Al-silicates, particularly the clay minerals
Li, Sc		Structurally combined in clay minerals and micas	Tracer of clay minerals, particularly in sediments containing Al-silicates in all size fractions
Organic carbon		Fine-grained organic matter	Tracer of organic contaminants. Sometimes accumulator of trace metals like Hg and Cd.
Fe, Mn		Metal-rich silt and clay size Fe-bearing clay minerals. Fe-rich heavy minerals and hydrous Fe and Mn oxides	Chemical tracer for Fe-rich clay fraction. High absorption capacity of organic and inorganic contaminants
Carbonates		Biogenic marine sediments	Diluter of contaminants. Sometimes accumulate trace metals like Cd and Cu.

LIGNES DIRECTRICES POUR LA GESTION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

La réunion conjointe du Comité scientifique et du Comité socio-économique, tenue à Athènes du 3 au 7 mai 1993, avait demandé au Secrétariat d'élaborer des lignes directrices en référence à la section B 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, adopté en 1976 (ci-après dénommé "le Protocole "immersions""). Par la suite, le texte modifié du Protocole "immersions", adopté par les Parties en juin 1999, a prescrit d'élaborer et adopter des lignes directrices pour l'immersion de matériaux de dragage (article 6).

Une première réunion d'experts désignés par les gouvernements sur l'élaboration de lignes directrices pour la gestion des matériaux de dragage, bénéficiant du concours du gouvernement espagnol, s'est tenue à Valence (Espagne), du 20 au 22 mai 1996, afin d'examiner un avant-projet de lignes directrices établies par le Secrétariat. La réunion s'est penchée sur le texte du projet et a demandé au Secrétariat de le remanier à la lumière des débats qu'elle venait de mener.

Une deuxième réunion, accueillie par le gouvernement maltais, s'est tenue à Sliema (Malte), du 30 novembre au 2 décembre 1998, avec l'appui financier de la Commission européenne (UNEP(OCA)/MED WG.149/4). La réunion a revu le nouveau projet de lignes directrices établi par le Secrétariat et elle est convenue d'un texte qui serait transmis, pour approbation, à la réunion des coordonnateurs nationaux pour le MED POL, et ensuite, pour adoption, à la réunion des Parties contractantes.

Le présent document contient le texte des Lignes directrices, tel qu’il a été adopté par les Parties contractantes lors de leur 11ème réunion tenue à Malte du 27 au 30 octobre 1999.

TABLE DES MATIÈRES

Page No.

Préface 1

Introduction 1

1. EXIGENCES DU PROTOCOLE SUR LES IMMERSIONS 2

2. CONDITIONS DANS LESQUELLES LES PERMIS D'IMMERSION DE MATÉRIAUX DE DRAGAGE PEUVENT ÊTRE DÉLIVRÉS 3

PARTIE A

ÉVALUATION ET GESTION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1. Caractérisation des matériaux de dragage 3

2. Elimination des déblais de dragage 3

3. Processus de prise de décisions 3

4. Appréciation des caractéristiques et de la composition des matériaux de dragage 5
Caractérisation physique 5
Caractérisation chimique et biologique 5
Exemptions 7

5. Lignes directrices sur l'échantillonnage et l'analyse des matériaux de dragage 7
Echantillonnage aux fins de la délivrance d'un permis d'immersion 7
Echantillonnage dans le cas du renouvellement d'un permis d'immersion 8
Communication des données sur les apports 8
Paramètres et méthodes 9

6. Caractérisation du site d'immersion et méthode de dépôt 10

7. Considérations et conditions générales 11
Nature, prévention et minimisation de l'impact de l'élimination des matériaux de dragage 11
- Impact physique 12
- Impact chimique 12
- Impact bactériologique 12
- Impact biologique 12
- Impact économique 13
- Stratégies de gestion 13

8. Techniques de gestion des éliminations 14

9. Permis 14

10. Rapports 15

Page No.

PARTIE B

SURVEILLANCE DES OPÉRATIONS D'IMMERSION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1. Définition 16
2. Motivations 16
3. Objectifs 16
4. Stratégie 16
5. Hypothèse d'impact 17
6. Evaluation préliminaire 17
7. Etat de référence 18
8. Vérification de l'hypothèse d'impact: conception du programme de surveillance 18
9. Surveillance 19
10. Notification 20
11. Rétroaction 20

SUPPLÉMENTS TECHNIQUES AUX LIGNES DIRECTRICES POUR LA GESTION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

ANNEXE TECHNIQUE 1: **ANALYSES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE** 20

Palier I: Propriétés physiques 21
Palier II: Propriétés chimiques 21

1. Paramètres du groupe primaire 21
2. Paramètres du groupe secondaire 22

Palier III: Propriétés et effets biologiques 22

1. Analyses biologiques de la toxicité 22
2. Traceurs biologiques 23
3. Expériences sur le microcosme 23
4. Expériences sur le mésocosme 23
5. Observation des communautés benthiques sur le terrain 23
6. Autres propriétés biologiques 23

Renseignements complémentaires 23

Page No.

ANNEXE TECHNIQUE 2: **TECHNIQUES DE NORMALISATION DE LA DISTRIBUTION SPATIALE DES POLLUANTS** 24

1. Introduction 24
2. Stratégie d'échantillonnage 25
3. Procédures d'analyse 25
   - 3.1 Fractions granulométriques 25
   - 3.2 Analyse des polluants 26
4. Procédures de normalisation 26
   - 4.1 Normalisation granulométrique 26
   - 4.2 Normalisation géochimique 26
   - 4.3 Interprétation des données 27
5. Conclusions 28
6. Bibliographie 29

ANNEXE TECHNIQUE 3: CONSIDÉRATIONS AVANT TOUTE OPÉRATION DE DÉLIVRANCE D'UN PERMIS D'IMMERSION 30

I. Utilisation valorisante des matériaux de dragage 30

II. Élimination à terre 31

III. Traitement des matériaux de dragage 31

ANNEXE TECHNIQUE 4: MEILLEURE PRATIQUE ENVIRONNEMENTALE EN MATIÈRE DE DRAGAGES (MPE) 32

FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Cadre indicatif pour l'évaluation des matériaux de dragage 34

Figure 2 : Stratégie typique de détermination des paramètres physiques et chimiques des sédiments marins 35

Tableau 1 : Résumé des facteurs de normalisation 36

Préface

Les présentes lignes directrices sont destinées à aider les Parties contractantes dans la mise en oeuvre du Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs ou d'incinération en mer, ci-après dénommé "le Protocole", en ce qui concerne la gestion des matériaux de dragage; le Protocole a été signé par 16 Parties contractantes en 1995, mais il n'est pas encore entré en vigueur.

Certains aspects des présentes lignes directrices sont une adaptation au contexte technico-économique du bassin méditerranéen du Cadre pour l'évaluation des déblais de dragage adopté le 8 décembre 1995 par les parties contractantes à la Convention de Londres du 13 novembre 1972 sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion des déchets et autres matières, telle que modifiée en 1993.

Il est cependant implicitement reconnu que les considérations générales et les procédures détaillées décrites dans les lignes directrices ne peuvent s'appliquer dans leur intégralité à toutes les situations nationales ou locales.

Introduction

Les activités de dragage sont une composante essentielle des activités portuaires.

Deux grandes catégories de dragage peuvent être distinguées:

- **le dragage de travaux neufs,** effectué principalement aux fins de la navigation, pour élargir ou approfondir des chenaux et des zones portuaires existants, ou en créer de nouveaux; ce type de dragage comprend également certaines activités techniques qui ont lieu sur le fond de la mer, comme le creusement de tranchées pour la pose de canalisations ou de câbles, le percement de tunnels, l'enlèvement de matériaux ne convenant pas à des fondations, ou l'enlèvement de la strate de couverture dans le cas de l'extraction d'agrégats;

- **le dragage d'entretien,** effectué pour maintenir les dimensions nominales des chenaux, des postes de mouillage ou des ouvrages de génie civil.

Toutes ces activités sont susceptibles de générer de grandes quantités de matériaux qui doivent être éliminées. Une petite partie de ces matériaux peut se trouver polluée par des activités humaines dans une mesure telle que de sérieuses contraintes écologiques doivent être imposées au point où ces sédiments sont dragués ou immergés.

Il doit être également reconnu que les opérations de dragage proprement dites peuvent porter atteinte au milieu marin, notamment lorsque celles-ci se déroulent en milieu ouvert, à proximité de zones sensibles (aires d'aquaculture, zones à usage récréatif). C'est en particulier le cas lorsque les opérations de dragage se traduisent par un impact physique (augmentation de la turbidité), ou par la remise en suspension ou le relargage de certains polluants majeurs (métaux lourds, pollutions organiques ou bactériennes).

Compte tenu de ce qui précède, les Parties contractantes sont donc instamment incitées à exercer un contrôle sur les opérations de dragage, parallèlement à celui exercé sur les immersions. Le recours à la meilleure pratique environnementale (MPE) en matière de dragage constitue un préalable indispensable aux immersions, afin de minimiser la quantité de matériaux à draguer et l'impact des opérations de dragage et d'immersion dans la zone maritime.

Il sera possible de se procurer auprès d'un certain nombre d'organisations internationales, et notamment la "Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC), 1986 : Disposal of dredged material at sea ("L'élimination des matériaux de dragage en mer") (CLI/SG9/2/1), des conseils sur les techniques de dragage acceptables du point de vue environnemental. Par le biais de son Cadre de politique environnemental et de ses liens étroits avec le secteur industriel pour la mise au point de techniques de production propre, l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel est en mesure d'offrir des conseils d'experts et une formation en vue de renforcer les capacités permettant d'élaborer un plan de gestion intégré des matériaux de dragage.

1. EXIGENCES DU PROTOCOLE SUR LES IMMERSIONS

1.1 L'article 4, par. 1, du Protocole dispose que l'immersion de déchets ou autres matières est interdite.

Néanmoins, aux termes de l'article 4, par. 2.a, du Protocole, l'immersion des matériaux de dragage peut déroger à cette règle et être autorisée sous certaines conditions.

1.2 L'article 5 établit que l'immersion est subordonnée à la délivrance préalable, par les autorités nationales compétentes, d'un permis spécial.

1.3 En outre, aux termes de l'article 6 du Protocole, les permis visés à l'article 5 ne sont délivrés qu'après examen attentif de tous les facteurs énumérés à l'annexe du Protocole. L'article 6, par. 2, dispose que les Parties contractantes élaborent et adoptent des critères, lignes directrices et procédures pour l'immersion des déchets et autres matières énumérés au paragraphe 2 de l'article 4, dans le but de prévenir, réduire et éliminer la pollution.

1.4 Les présentes lignes directrices pour la gestion des matériaux de dragage, qui contiennent des conseils sur l'échantillonnage et l'analyse des dits matériaux, ont été établies en vue de servir de guide aux Parties contractantes pour qu'elles puissent :

a) remplir leurs obligations quant à la délivrance de permis d'immersion de matériaux de dragage, conformément aux dispositions du Protocole;

b) transmettre à l'Organisation des données fiables sur les apports, dans les eaux couvertes par le Protocole, de contaminants dus à l'immersion de matériaux de dragage.

1.5 Les présentes lignes directrices sont conçues pour permettre aux Parties contractantes de gérer les matériaux de dragage, sans toutefois polluer le milieu marin. Conformément à l'article 4, par. 2.(a) du Protocole "Immersion", les présentes lignes directrices portent spécifiquement sur l'immersion des matériaux de dragage à partir de navires et d'aéronefs. Elles ne portent donc pas sur les opérations de dragage ni sur l'élimination des déblais de dragage par des méthodes autres que l'immersion.

1.6 Les lignes directrices sont présentées en deux parties : la partie A traite de l'évaluation et de la gestion des matériaux de dragage; la partie B fournit une orientation sur la conception et la conduite de la surveillance des sites d'immersion marins.

Les lignes directrices s'ouvrent sur les conditions dans lesquelles les permis sont susceptibles d'être délivrés. Les chapitres 4, 6 et 7 ont trait aux considérations pertinentes de l'annexe du Protocole, à savoir les caractéristiques et la composition des matériaux de dragage (section A), les caractéristiques du site d'immersion et les méthodes de dépôt (section B), ainsi que les considérations et conditions générales (section C). Le chapitre 5 fournit des conseils complémentaires sur l'échantillonnage et l'analyse des matériaux de dragage.

2. CONDITIONS DANS LESQUELLES LES PERMIS D'IMMERSION DE MATÉRIAUX DE DRAGAGE PEUVENT ÊTRE DÉLIVRÉS

PARTIE A

ÉVALUATION ET GESTION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1. CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1.1 Aux fins des présentes lignes directrices:

- on entend par "matériaux de dragage" toute formation sédimentaire (argile, limon, sable, graviers, roches et toute roche autochtone apparentée) qui est extraite de zones normalement ou régulièrement recouvertes par les eaux marines, en recourant à un engin de dragage ou à tout autre engin d'excavation;

Pour toute autre définition pertinente, le texte de l'articLe 3 du Protocole relatif à la prévention et à l'élimination de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs ou d'incinération en mer, s'applique.

2. ELIMINATION DES DÉBLAIS DE DRAGAGE

2.1 L'immersion se traduisant dans la grande majorité des cas par une atteinte au milieu naturel, avant toute décision concernant l'octroi d'un permis d'immersion, il convient d'examiner d'autres méthodes d'élimination et explorer toutes les possibilités d'utilisation des matériaux dragués (voir annexe technique 3).

3. PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISIONS

3.1 Il est recommandé de procéder à une bonne sélection du site d'immersion plutôt qu'à des essais en application réelle. Pour réduire au minimum l'impact sur les zones de pêche d'agrément ou de pêche commerciale, la sélection de l'emplacement constitue un élément essentiel dans la protection des ressources; elle est abordée de façon plus approfondie à la section C de l'annexe du Protocole. (On trouvera au chapitre 7 ci-après des indications complémentaires sur la mise en oeuvre de la section C de l'annexe du Protocole).

3.2 Pour pouvoir définir les conditions dans lesquelles les permis d'immersion de matériaux de dragage sont susceptibles d'être accordés, les Parties contractantes devraient mettre en place, à l'échelon national et/ou régional, selon le cas, un mécanisme décisionnel permettant d'évaluer les propriétés des matériaux de dragage et de leurs constituants, au regard de la protection de la santé humaine et du milieu marin.

3.3 Le processus décisionnel s'appuie sur une série de critères élaborés sur une base nationale et/ou régionale, selon le cas, satisfaisant aux dispositions des articles 4, 5 et 6 du Protocole, et applicables à des substances spécifiques. Il conviendrait que lesdits critères tiennent compte de l'expérience acquise quant aux effets potentiels sur la santé humaine ou sur le milieu marin.

Ces critères pourront être exprimés en termes suivants:

a) caractéristiques physiques, chimiques et géochimiques (par exemple, critères de qualité de sédiments);

b) effets biologiques des produits de l'activité d'immersion (impact sur les écosystèmes marins);

c) données de référence liées à telle ou telle méthode d'immersion ou à tel ou tel site d'immersion;

d) effets environnementaux qui, spécifiques aux immersions de matériaux de dragage, sont tenus pour indésirables dans le champ proche et/ou éloigné des sites d'immersion désignés;

e) contribution de l'immersion aux flux de contaminants locaux déjà existants (critère de flux).

3.4 Les critères devraient être déduits des études réalisées sur des sédiments présentant des propriétés géochimiques analogues à celles des sédiments à draguer et/ou du milieu récepteur. Ainsi, en fonction de la variation naturelle de la géochimie des sédiments, il peut s'avérer nécessaire d'élaborer des séries individuelles de critères pour chaque zone dans laquelle le dragage ou l'immersion est réalisé.

3.5 Le processus décisionnel peut, eu égard au bruit de fond naturel et à certains contaminants spécifiés ou à certaines réactions biologiques, stipuler un niveau de référence maximal et un niveau de référence minimal, déterminant trois possibilités:

a) les matériaux contenant des contaminants spécifiés ou suscitant des réactions biologiques dépassant le niveau maximal pertinent devraient en général être considérés comme ne se prêtant pas à une immersion en mer;

b) les matériaux contenant des contaminants spéciaux ou suscitant des réactions biologiques au-dessous du niveau minimal pertinent devraient en général être considérés comme peu préoccupants pour l'environnement en cas d'immersion en mer; et

c) les matériaux de qualité intermédiaire devraient faire l'objet d'une évaluation plus approfondie avant que l'on puisse déterminer s'ils se prêtent à une immersion en mer.

3.6 Lorsque les critères et les limites réglementaires correspondantes ne peuvent être satisfaits (cas a) ci-dessus), une Partie contractante ne devrait pas délivrer de permis, sauf si un examen détaillé, réalisé dans les conditions visées à la section C de l'annexe du Protocole, indique que, néanmoins, l'immersion en mer constitue l'option la moins préjudiciable au regard des autres techniques d'élimination. Si une telle conclusion est tirée, la Partie contractante:

a) met en oeuvre un programme de réduction à la source de la pollution qui parvient dans le milieu dragué, quand cette source existe et qu'elle peut être réduite par un tel programme, dans le but de répondre aux critères définis;

b) prend toutes les mesures concrètes afin d'atténuer l'impact de l'opération d'immersion sur le milieu marin, comme, par exemple, le recours à des méthodes de confinement (capping) et de traitement;

c) établit une hypothèse d'impact sur le milieu marin détaillée;

d) engage une activité de surveillance (activité de suivi), conçue pour vérifier, au regard notamment de l'hypothèse d'impact sur le milieu marin, tout effet préjudiciable que l'immersion est censée avoir;

e) délivre un permis spécifique;

f) rend compte à l'Organisation de l'immersion qui a été réalisée, en indiquent les raisons pour lesquelles le permis d'immersion a été délivré.

Lorsqu'il s'avère improbable que les techniques de gestion des activités de dragage puissent atténuer les effets nocifs des matériaux contaminés, on peut avoir recours au dragage sélectif ou à la séparation physique à terre des fractions les plus contaminées (par exemple en recourant à des hydrocyclones), afin de réduire au minimum les quantités de matériaux pour lesquels ces mesures sont nécessaires.

3.7 Pour évaluer les possibilités d'harmonisation ou de consolidation des critères visés aux paragraphes 3.3 à 3.6 ci-dessus, y compris tous les critères de qualité des sédiments, les Parties contractantes sont priées de communiquer à l'organisation les critères adoptés, ainsi que les éléments scientifiques à la base de l'élaboration des dits critères.

3.8 Dans la gestion des activités de dragage, l'un des éléments importants des présentes lignes directrices tient à la préparation d'une hypothèse d'impact sur le milieu marin (voir partie B, par. 5.1 et 5.2) au titre de chacune des opérations d'immersion en mer. En concluant leurs évaluations des conséquences environnementales de ces opérations, avant que le permis ne soit accordé, les Parties contractantes devraient formuler de telles hypothèses d'impact, conformément aux indications données à la partie B, paragraphes 5.2 à 7.1. Cette hypothèse d'impact constituera la base principale sur laquelle reposera la conception des activités post-opérationnelles de surveillance.

4. APPRÉCIATION DES CARACTÉRISTIQUES ET DE LA COMPOSITION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

Caractérisation physique

4.1 Pour tous les matériaux de dragage destinés à être immergés en mer, les renseignements suivants doivent être obtenus:

- quantité de matériaux (tonnage brut à l'état humide);
- méthode de dragage (dragage mécanique, dragage hydraulique, dragage pneumatique) et application de la MPE[1];
- évaluation préliminaire et grossière des caractéristiques des sédiments (c'est-à-dire argile/limon/sable/graviers/roches).

4.2 Pour pouvoir juger de la capacité de la zone à recevoir des matériaux de dragage, la quantité totale de matériaux et le taux prévu - ou réel - de remplissage de la zone d'immersion doivent être pris en considération.

Caractérisation chimique et biologique

4.3 Les matériaux de dragage doivent faire l'objet d'une caractérisation chimique et biologique, pour apprécier pleinement leur impact potentiel. Il se peut que les renseignements en question puissent être obtenus auprès de sources d'information existantes, par exemple par suite d'observations faites sur le terrain et portant sur l'impact de matériaux analogues sur des sites semblables, ou du fait des résultats d'analyses antérieures effectuées sur des matériaux

[1] Meilleure pratique environnementale

analogues, sous réserve que ces analyses aient été effectuées dans les cinq dernières années, ou encore de la connaissance que l'on a des rejets locaux ou autres sources de pollution, connaissance étayée par des analyses sélectives.

Dans ces cas, il se peut qu'il ne soit pas nécessaire de mesurer à nouveau les effets potentiels de matériaux analogues au voisinage.

4.4 A titre préliminaire, une caractérisation chimique et, le cas échéant, biologique est nécessaire afin d'estimer les charges brutes de contaminants, surtout dans le cas de nouvelles opérations de dragage. En ce qui concerne les éléments et les composés à analyser, les exigences sont exposées au chapitre 5.

4.5 Le but des analyses stipulées au présent chapitre est de savoir si l'immersion en mer de matériaux de dragage renfermant des substances qui présentent des contaminants est susceptible d'avoir des effets indésirables, en particulier des effets toxiques, chroniques ou aigus, chez les organismes marins ou pour la santé humaine, du fait ou non de leur bioaccumulation dans les organismes marins et spécialement dans les espèces comestibles.

4.6 Les procédures d'analyse biologique ci-après peuvent ne pas être nécessaires si la caractérisation physique et chimique antérieure du matériau dragué et de la zone réceptrice, ainsi que les informations biologiques disponibles, permettent d'apprécier, sur une base scientifique adéquate, l'impact sur l'environnement.

Si toutefois :

- l'analyse antérieure du matériau révèle la présence de contaminants à des quantités considérables dépassant le niveau supérieur de référence visé au paragraphe 3.5 a) ci-dessus, ou de substances dont on ne connaît pas les effets biologiques;

- les effets antagonistes ou synergiques de plus d'une substance sont préoccupants;

- il y a un doute quelconque quant à la composition ou aux propriétés exactes du matériau;

les procédures d'analyse biologique appropriées doivent être appliquées.

Ces procédures, portant notamment sur des espèces bio-indicatrices, pourraient éventuellement comprendre:

- analyses de toxicité aiguë;

- analyses de toxicité chronique, capables d'évaluer les effets sublétaux à long terme, telles que les épreuves biologiques sur la totalité du cycle de vie;

- analyses visant à déterminer le potentiel de bioaccumulation de la substance préoccupante;

- analyse visant à déterminer le potentiel d'altération de la substance préoccupante.

4.7 Lorsqu'elles sont larguées dans le milieu marin, les substances présentes dans les matériaux de dragage subissent parfois des modifications physiques, chimiques et biochimiques. La possibilité qu'a le matériau de dragage de subir ces modifications doit être envisagée à la lumière du devenir et des effets potentiels du matériau en question. Ces éléments peuvent être reflétés dans l'hypothèse d'impact ainsi que dans un programme de surveillance continue.

Exemptions

4.9 Les matériaux de dragage peuvent être exemptés des analyses visées aux paragraphes 4.3 et 4.6 des présentes lignes directrices, sous réserve qu'ils répondent à l'un des critères ci-dessous énumérés; dans de tels cas, il convient de tenir compte des dispositions des sections B et C de l'annexe (voir chapitres 6 et 7 ci-après) :

a) Les matériaux dragués sont presque exclusivement composés de sable, de gravier ou de roche; ces matériaux sont fréquemment rencontrés dans des zones à fort courant ou à houle de haute énergie, telles que les cours d'eau aux lits fortement chargés ou les zones côtières à barres et chenaux mobiles;

b) Les matériaux de dragage sont composés de matériaux géologiques jusqu'alors intacts.

c) Les matériaux dragués sont destinés à entretenir, engraisser ou à restaurer des plages et sont surtout composés de sable, de gravier ou de coquilles dont la granulométrie est compatible avec le matériau des plages réceptrices.

Dans le cas de projet de dragage de grands travaux, les autorités nationales peuvent, compte tenu de la nature des matériaux à immerger en mer, exempter une partie des dits matériaux des exigences des présentes lignes directrices, après avoir effectué un échantillonnage représentatif. Cependant, le dragage de grands travaux dans des zones susceptibles de contenir des sédiments pollués, devrait être subordonné à la caractérisation visée dans les présentes lignes directrices, notamment au paragraphe 4.4.

5. LIGNES DIRECTRICES SUR L'ÉCHANTILLONNAGE ET L'ANALYSE DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

Echantillonnage aux fins de la délivrance d'un permis d'immersion

5.1 Dans le cas des matériaux de dragage qui requièrent une analyse détaillée (autrement dit, non exemptés en vertu du paragraphe 4.8 ci-dessus), les lignes directrices suivantes indiquent comment obtenir des données analytiques suffisantes pour délivrer le permis**.** L'appréciation et la connaissance des conditions locales joueront un rôle fondamental dans l'application des présentes lignes directrices à toute opération particulière (voir paragraphe 5.11).

5.2 Il sera procédé à une étude *in situ* de la zone à draguer. Le pas et la profondeur de l'échantillonnage doivent refléter la taille de la zone à draguer, le volume à draguer et la variabilité probable dans la distribution horizontale et verticale des contaminants. Pour évaluer le nombre d'échantillons à analyser, différentes approches peuvent être retenues.

5.3 Deux exemples de ces approches différentes sont donnés ci-dessous:

a. Le nombre de stations d'échantillonnage pourrait être ajusté à la zone à draguer en appliquant la formule N=x/25, où x est la superficie en mètres carrés et N le nombre de stations d'échantillonnage (N $ 4). Compte tenu des caractéristiques d'échange dans la zone à draguer, le nombre de stations d'échantillonnage devrait être plus restreint pour les zones ouvertes (cf. "Recommendations for the management of dredged material in the ports of Spain" (Cedex 1994)).

b. Le tableau ci-après donne des indications sur le nombre d'échantillons qu'il convient d'analyser en rapport avec le nombre de m^3 à draguer afin d'obtenir des résultats représentatifs, si l'on présume que les sédiments de la zone à draguer sont raisonnablement uniformes:

Volume dragué (m^3 *in situ*)	Nombre de stations
Jusqu'à 25 000	3
de 25 000 à 100 000	4 - 6
de 100 000 à 500 000	7 - 15
de 500 000 à 2 000 000	16 - 30
> 2 000 000	10 de plus par million de m^3 supplémentaire

Des carottes seront prélevées là où la profondeur du dragage et où la distribution verticale probable des polluants le justifient, faute de quoi un prélèvement par benne preneuse est considéré comme adéquat. Un échantillonnage effectué à bord d'un engin de dragage n'est pas acceptable.

5.4 Normalement, les échantillons prélevés à chaque station doivent être analysés séparément. Toutefois, si, de toute évidence, les sédiments présentent des caractéristiques homogènes (granulométrie et charge en matière organique), et si le niveau probable de contamination est uniforme, il est possible de réaliser des échantillons composites avec des échantillons prélevés en des emplacements adjacents, à raison de deux ou plus à la fois, sous réserve que des précautions aient été prises afin que les résultats donnent une teneur moyenne justifiée en contaminants. Les échantillons d'origine doivent être conservés jusqu'à ce que la procédure de délivrance du permis soit achevée, et ce dans l'éventualité où, au vu des résultats obtenus, de nouvelles analyses sont nécessaires.

Echantillonnage dans le cas du renouvellement d'un permis d'immersion

5.5 Si une étude prouve que, pour l'essentiel, le matériau est en-dessous du niveau de référence minimal visé au paragraphe 3.5. b) et sous réserve qu'aucun nouvel événement de pollution n'a été la cause de la détérioration de la qualité des matériaux dragués, il n'est pas nécessaire de répéter les études.

5.6 Si les activités de dragage concernent un matériau dont la teneur en contaminant est comprise entre les niveaux de référence maximal et minimal visés au paragraphe 3.5 a) et b) ci-dessus, il peut être possible, au vu de l'étude initiale, de réduire soit le nombre de stations d'échantillonnage, soit le nombre de paramètres à analyser. Les données recueillies doivent cependant permettre de confirmer les résultats obtenus par l'analyse initiale, aux fins de la délivrance du permis. Si un programme d'échantillonnage ainsi réduit ne confirme pas l'analyse antérieure, l'étude initiale doit être réitérée. Si le nombre de paramètres à analyser de façon répétitive est réduit, une nouvelle analyse de tous les paramètres énumérés sur la liste de l'annexe technique 1 est conseillée à des intervalles appropriés mais ne devant pas dépasser 5 ans.

5.7 *A contrario*, dans les zones où les sédiments ont tendance à présenter de hauts niveaux de contamination, et où la distribution des contaminants évolue rapidement en réponse à la fluctuation de facteurs environnementaux, l'analyse des contaminants pertinents doit être fréquente et liée à la procédure de renouvellement des permis.

Communication des données sur les apports

5.8 Le plan d'échantillonnage exposé ci-dessus fournit des renseignements aux fins de la délivrance des permis. Toutefois, on peut aussi s'appuyer sur ce plan pour estimer la totalité des apports; à cet égard et dans l'état actuel des choses, ce plan peut être considéré comme la stratégie la plus précise. Dans ce contexte, il est présumé que les matériaux exemptés d'analyse représentent un apport négligeable de contaminants et qu'il n'est donc pas nécessaire

ni de calculer les charges polluantes, ni d'en faire rapport.

Paramètres et méthodes

5.9 Compte tenu du fait que les contaminants sont surtout concentrés dans la fraction granulométrique fine (# 2 mm) et même plus spécifiquement dans la fraction argileuse (# 2 Fm), l'analyse doit normalement être faite sur la fraction de l'échantillon de granulométrie # 2 mm. Il sera par ailleurs nécessaire, pour que l'impact éventuel des teneurs en contaminants puisse être apprécié, de donner les renseignements suivants:

- distribution granulométrique (% de sable, de limon, d'argile);

- charge de matière organique;

- matière sèche (pourcentage de solides).

5.10 Dans les cas où l'analyse est nécessaire, elle devient alors obligatoire pour les substances métalliques énumérées à l'annexe technique 1 (paramètres du groupe primaire). En ce qui concerne les organochlorés, les polychlorobiphényles (PCB) demeurent d'importants polluants environnementaux, ils doivent être dosés, au cas par cas, sur les matériaux non exemptés. D'autres organohalogénés doivent aussi être dosés s'ils sont susceptibles d'être présents en raison d'apports locaux.

5.11 De plus, l'autorité chargée de la délivrance du permis doit considérer avec attention les apports locaux spécifiques, y compris la probabilité d'une pollution, par exemple par de l'arsenic, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des composés organostanniques. L'autorité doit prendre des dispositions afin de doser ces substances, le cas échéant.

Devraient à ce titre être pris en compte:

- les voies par lesquelles les contaminants pourraient logiquement avoir pénétré dans les sédiments;

- la probabilité d'une contamination due au ruissellement à partir de terres agricoles et au ruissellement urbain;

- les rejets de contaminants dans la zone où le dragage doit être effectué, notamment par suite des activités portuaires;

- les rejets de déchets industriels et municipaux (passé et présents);

- l'origine et l'utilisation antérieure des matériaux de dragage (par exemple, engraissement de plages); et

- la présence de gisements naturels importants de minéraux et autres substances naturelles.

5.12 De plus amples indications sur le choix des paramètres et des méthodes d'analyse des polluants dans les conditions locales, ainsi que sur les procédures à appliquer aux fins de l'harmonisation et de l'évaluation de la qualité, sont données dans les annexes techniques des présentes lignes directrices telles qu'adoptées et actualisées périodiquement par les Parties contractantes.

6. CARACTÉRISTIQUES DU SITE DE L'IMMERSION ET MÉTHODE DE DÉPÔT

6.1 Les études du GESAMP (Rapports et études nE 16: Critères scientifiques de sélection des zones d'élimination des déchets en mer, OMI 1982) (Reports and Studies nE 16: Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites, IMO 1982) ainsi que du CIEM (annexe 6 du neuvième rapport annuel de la Commission d'Oslo) traitent de façon plus approfondie des questions relatives aux critères de sélection des zones d'immersion.

Le choix d'un site d'immersion en mer ne suppose pas seulement la prise en considération de paramètres environnementaux, mais également l'examen de la faisabilité économique et pratique.

6.2 Afin de pouvoir évaluer un nouveau site d'immersion en mer, les renseignements fondamentaux sur les caractéristiques du site en question doivent être examinés par les autorités nationales à un stade très précoce du processus décisionnel.

Aux fins de l'étude de l'impact, ces informations doivent comprendre les coordonnées géographiques de la zone d'immersion (longitude, latitude), sa distance à la côte la plus proche ainsi que sa proximité au regard:

- des aires à usage récréatif;
- des zones de frai, de repeuplement et de reproduction de poissons, crustacés et mollusques;
- des itinéraires de migration connus des poissons ou des mammifères marins;
- des zones de pêche commerciale et sportive;
- des zones de mariculture;
- des zones de beauté naturelle, ou d'une importance particulière du point de vue culturel ou historique;
- des zones d'une importance particulière du point de vue scientifique, biologique ou écologique;
- des routes de navigation;
- des zones réservées aux activités militaires;
- des utilisations industrielles du lit de la mer (par exemple, opérations minières éventuelles ou en cours, sur le fond de la mer, présence de câbles sous-marins, présence de zones de dessalement ou de transformation d'énergie).

L'immersion des matériaux de dragage ne doit pas gêner, ni dévaluer, les utilisations commerciales et économiques légitimes du milieu marin. Le choix des sites d'immersion doit tenir compte de la nature et de l'ampleur des activités de pêche, qu'elles soient commerciales ou d'agrément; il doit également tenir compte de la présence d'exploitations aquacoles ainsi que des aires de frai, d'élevage et d'alimentation.

6.3 Compte tenu des incertitudes entourant la diffusion des contaminants marins provoquant une pollution transfrontière, l'immersion de matériaux de dragage en haute mer n'est pas considérée comme la solution la plus appropriée au plan environnemental pour prévenir la pollution marine, et il convient donc de l'éviter.

6.4 Dans le cas des matériaux de dragage, les seules données à considérer à ce titre engloberont des renseignements sur :

- la méthode d'élimination (p. ex. navire, clapage et autres rejets contrôlés comme le déchargement par goulotte ou canalisation);

- la méthode de dragage (par ex. hydraulique ou mécanique), compte tenu de la meilleure pratique environnementale (MPE).

6.5 Pour l'évaluation des caractéristiques de dispersion, le recours à des modèles mathématiques de diffusion exige que soient collectées un certain nombre de données météorologiques, hydrodynamiques, océanographiques. Il importe en outre que soient rendues disponibles les données relatives à la vitesse du navire qui procède aux immersions et au taux de rejet des matériaux de dragage.

6.6 L'évaluation de base d'une zone, qu'il s'agisse d'un emplacement nouveau ou déjà utilisé, implique que l'on tienne compte des phénomènes susceptibles de survenir du fait de l'augmentation de la teneur de certains composants, ou du fait d'une interaction (effets synergiques, par exemple) avec d'autres substances introduites dans la zone, que ce soit du fait d'autres immersions, d'apports fluviaux et de rejets d'origine côtière, de la présence de zones d'exploitation, des transports maritimes ou de retombées atmosphériques.

Il convient d'évaluer les contraintes qui s'exercent sur les communautés biologiques du fait de telles activités, avant que n'aient lieu de quelconques opérations d'immersion de matériaux de dragage, qu'elles soient nouvelles ou complémentaires.

Les utilisations futures éventuelles des ressources et valeurs d'agrément dans la zone marine réceptrice doivent être gardées à l'esprit.

6.7 Les renseignements issus des études de lignes de base et des études de surveillance continue effectuées aux sites d'immersion existants joueront un rôle important dans l'évaluation de toute nouvelle opération d'immersion sur le même site ou à proximité de celui-ci.

7. CONSIDÉRATIONS ET CONDITIONS GÉNÉRALES

NATURE, PRÉVENTION ET MINIMISATION DE L'IMPACT DE L'ÉLIMINATION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

7.1 Une attention particulière sera portée aux matériaux de dragage contaminés par des hydrocarbures et contenant des substances qui ont tendance à flotter après avoir été remises en suspension dans la colonne d'eau. Ces matériaux ne doivent en effet pas être immergés dans des conditions ni à des emplacements tels qu'ils soient susceptibles de porter atteinte à la pêche, à la navigation, aux valeurs d'agrément ou à d'autres utilisations bénéfiques du milieu marin.

7.2 Dans la sélection des sites d'immersion, il conviendra d'éviter les habitats d'espèces rares, vulnérables ou menacées, eu égard à la préservation de la biodiversité.

7.3 En plus des effets toxicologiques et de la bioaccumulation des constituants des matériaux de dragage, d'autres conséquences éventuelles sur la faune et la flore marines devraient être envisagées, telles que :

- la modification des capacités sensorielles et physiologiques ainsi que du comportement des poissons, notamment au regard des prédateurs naturels;

- l'enrichissement en substances nutritives;

- l'appauvrissement en oxygène;

- l'augmentation de la turbidité;

- la modification de la composition des sédiments et le recouvrement de sol marin.

Impact physique

7.4 Tous les déblais de dragage, contaminés ou non, ont un impact physique important au point d'élimination. Cet impact comprend un recouvrement du fond de la mer, ainsi qu' un accroissement localisé des niveaux de matières en suspension.

L'impact physique peut également s'étendre à des zones autres que la zone d'immersion proprement dite en raison d'un déplacement vers l'avant des matériaux immergés du fait de l'action de la houle, de la marée et des courants résiduels, en particulier dans le cas des fractions fines.

Dans des eaux relativement fermées, la présence de sédiments consommateurs d'oxygène (par exemple riches en carbone organique) peut porter atteinte au régime de l'oxygène des milieux récepteurs; de même, l'immersion de sédiments à forte teneur en éléments nutritifs peut avoir un forte influence sur les flux de ces derniers et, dans les cas extrêmes, contribuer à l'eutrophisation de la zone réceptrice.

Impact chimique

7.5 L'impact chimique de l'élimination des matériaux de dragage sur la qualité des eaux marines (et la matière vivante), résulte principalement de la dispersion des polluants en association avec la matière en suspension, et le relargage des polluants à partir des sédiments accumulés sur le site d'immersion.

La capacité de rétention des contaminants peut varier considérablement. La mobilité des contaminants dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels on peut citer la forme chimique du contaminant, sa distribution, le type de matrice, l'état physique du système (pH, TE, ...), la courantologie, les matières en suspension (présence de matières organiques), le type of processus interactif comme les mécanismes de sorption/désorption - ou de précipitation/ dissolution, et l'activité biologique.

Impact bactériologique

7.6 Du point de vue de la bactériologie, les opérations de dragage ou d'immersion de déblais de dragage peuvent entraîner une remise en suspension de la flore des sédiments et, en particulier, des bactéries fécales, piégées dans ces derniers. Les études réalisées montrent qu'il existe, notamment sur les sites de dragage, une corrélation hautement significative entre les turbidités et les concentrations en germes tests (coliformes fécaux, streptocoques fécaux).

Impact biologique

7.7 Sur le plan biologique, les impacts physiques peuvent avoir pour conséquence immédiate l'étouffement de la faune et de la flore benthiques dans la zone d'immersion.

Néanmoins, dans certains cas, après cessation des immersions, il peut se produire une modification de l'écosystème, notamment lorsque les caractéristiques des sédiments présents dans les matériaux de dragage sont très différentes de celles des sédiments du milieu récepteur.

Dans certaines conditions bien précises, l'immersion peut gêner la migration du poisson ou des crustacés (si, par exemple, le dépôt intervient sur les itinéraires de migration côtière des crabes).

Par ailleurs, l'impact de la pollution chimique résultant de la dispersion des polluants en association avec la matière en suspension, et le relargage des polluants à partir des sédiments accumulés sur le site d'immersion, peut se traduire par un changement dans la composition, la diversité et l'abondance des communautés benthiques..

Impact économique

7.8 Une conséquence importante de la présence physique des opérations d'immersion des matériaux de dragage tient aux atteintes portées aux activités de pêche et, dans certains cas, à la navigation et aux loisirs. La première de ces atteintes concerne à la fois l'étouffement des zones susceptibles d'être utilisées pour la pêche et l'entrave qui en résulte pour les engins de pêche fixes; la formation de hauts-fonds à la suite des immersions peut créer des dangers pour la navigation, tandis que le dépôt d'argile ou de vase peut se révéler une nuisance pour les zones à usage récréatif. Ces problèmes sont parfois aggravés lorsque les déblais sont pollués par des débris portuaires volumineux tels que poutres en bois, ferraille, fragments de câbles, etc.

Les stratégies de gestion

7.9 La présente section ne traite que des techniques de gestion destinées à réduire au minimum les effets physiques de l'élimination des matériaux de dragage. Les mesures de lutte contre la pollution des matériaux de dragage sont abordées dans d'autres chapitres des présentes lignes directrices.

7.10 La clef de la gestion tient au choix judicieux du site (voir chapitre 5) ainsi qu'à l'évaluation du conflit entre les ressources marines, le milieu marin et les activités en mer. Les remarques qui suivent ont pour but de compléter ces considérations.

7.11 Pour éviter une utilisation excessive du lit de la mer, le nombre de sites doit être limité dans toute la mesure du possible, et chacun des sites doit faire l'objet d'une utilisation maximum sans pour autant porter atteinte à la navigation (formation de hauts fonds).

Dès lors que les dépôts cessent, toutes dispositions doivent être prises pour que la recolonisation prenne place.

7.12 Les effets peuvent être réduits en faisant en sorte que, dans toute la mesure du possible, les sédiments contenus dans les matériaux de dragage soient analogues à ceux de la zone réceptrice. Localement, l'impact biologique peut être davantage réduit si la zone de sédimentation est naturellement sujette à une forte agitation (courants horizontaux et verticaux). Lorsque trouver de telles conditions s'avère impossible, et lorsqu'il s'agira de matériaux propres et fins, un style d'immersion délibérément dispersif sera pratiqué afin de limiter le recouvrement à une petite surface.

7.13 Dans le cas des dragages de grands travaux et des dragages d'entretien, la nature des matériaux de dragage peut être différente de celle des sédiments de la zone réceptrice, et la recolonisation pourra être affectée. En cas de dépôt de matériaux volumineux, tels que roches et argile, les activités de pêche risquent d'être gênées, même à long terme.

7.14 Il se peut qu'il faille apporter des restrictions provisoires aux opérations d'immersion (par exemple, au moment des marées, ou des restrictions saisonnières). Les entraves apportées à la migration ou au frai des poissons, ou des crustacés, ou à la pêche saisonnière, peuvent être évitées en imposant un calendrier aux opérations d'immersion.

Le creusement de tranchées, ainsi que les opérations de remblayage risquent aussi de porter atteinte aux comportements migratoires, et des mesures de restriction similaire sont nécessaires.

7.15 S'il y a lieu, les barges procédant à des immersions devraient être équipées d'appareils de localisation précis, comme des systèmes de localisation par satellites. Les barges d'immersion devraient être inspectées et les opérations faire l'objet d'un contrôle régulier afin de s'assurer que les conditions du permis d'immersion sont bien respectées et que l'équipage est conscient des responsabilités qui lui incombent en vertu du permis. Les relevés du bateau et les appareils automatiques de contrôle et d'affichage (par exemple, les boites noires), si le bateau en est équipé, doivent être contrôlés afin de s'assurer que l'immersion a bien lieu dans la zone stipulée.

Lorsque les déchets solides posent problème, il peut être nécessaire de spécifier que la barge (ou la drague) doit être équipée d'une grille surplombant la cale afin de faciliter leur enlèvement en vue d'une élimination (ou d'une récupération) à terre, au lieu d'une immersion en mer.

7.16 La surveillance continue constitue une composante fondamentale des mesures de gestion (voir partie B).

8. TECHNIQUES DE GESTION DES ÉLIMINATIONS

8.1 En définitive, les problèmes posés par l'élimination des matériaux de dragage contaminés ne peuvent être résolus efficacement qu'en mettant en oeuvre des programmes et en adoptant des mesures visant l'élimination progressive de rejets polluants dans des eaux d'où les matériaux de dragage sont prélevés.

Jusqu'à ce que cet objectif ait été atteint, les problèmes posés par les matériaux de dragage contaminés peuvent être résolus en faisant appel à des techniques appropriées de gestion des éliminations.

8.2 "Les techniques de gestion des éliminations" sont constituées par des mesures et des procédés par lesquels l'impact des substances persistantes et potentiellement toxiques présentes dans les matériaux peut être ramené ou maintenu à un niveau qui ne constitue pas un danger pour la santé humaine, ne porte pas atteinte aux ressources vivantes ainsi qu'à la flore et la faune marine, ne compromet pas les valeurs d'agrément ni ne gêne les autres utilisations légitimes de la mer.

8.3 En tout état de cause, le recours à de telles techniques doit se faire en pleine conformité avec les considérations pertinentes de l'annexe du Protocole "Immersions", comme l'évaluation comparative des autres options d'élimination, et doit systématiquement être associé à une surveillance après l'immersion (suivi écologique), destinée à apprécier l'efficacité de la technique ainsi que la nécessité de toute mesure de suivi dans la gestion.

9. PERMIS

9.1 Le permis autorisant le rejet en mer contiendra les clauses et conditions auxquelles le rejet peut avoir lieu et il fournira un cadre servant à évaluer et à assurer la conformité.

9.2 Les conditions du permis seront énoncées dans un langage clair et sans équivoque et elles seront conçues de manière à garantir:

(a) que seules sont immergées les matières qui ont été caractérisées et jugées acceptables pour un rejet en mer sur la base d'une étude d'impact;

(b) que les matières sont rejetées au site choisi pour l'élimination;

(c) que sont appliquées toutes les techniques nécessaires de gestion du rejet identifiées lors de l'étude d'impact; et

(d) que toutes les conditions requises en matière de surveillance continue sont remplies et que les résultats sont communiqués à l'autorité délivrant le permis.

10. RAPPORTS

10.1 Les Parties contractantes doivent notifier à l'Organisation les permis délivrés, la quantité totale de matériaux dragués et les charges de contaminants. Elles doivent également informer l'Organisation de leurs activités de surveillance continue (voir partie B).

10.2 La notification à l'Organisation des matières exemptées d'analyse se fera sur une base volontaire.

PARTIE B

LA SURVEILLANCE DES OPÉRATIONS D'IMMERSION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1. DÉFINITION

1.1 Dans le contexte de l'évaluation et de la réglementation des impacts que les opérations d'immersion des matériaux de dragage ont sur l'environnement et sur la santé humaine, la surveillance est définie comme l'ensemble des mesures qui ont pour objet de déterminer, à partir de la mesure répétée d'un contaminant ou d'un effet, direct ou indirect, de l'introduction de ce contaminant dans le milieu marin, les modifications que subit, dans le temps et dans l'espace, le milieu récepteur, du fait de l'activité considérée.

2. MOTIVATIONS

2.1 En général, les motivations de la surveillance des opérations d'immersion des matériaux de dragage sont les suivantes:

i) savoir si les conditions dont les permis sont assorties sont bien satisfaites - contrôle de conformité - et, par là, s'assurer que celles-ci ont, comme prévu, empêché les effets préjudiciables que les immersions devaient avoir sur la zone réceptrice;

ii) améliorer les bases sur lesquelles les demandes de permis sont appréciées, et ce en améliorant la connaissance que l'on a des effets qu'ont sur le terrain les gros déversements que l'on ne peut estimer directement par le biais d'une évaluation en laboratoire ou grâce à la bibliographie;

iii) fournir les preuves voulues pour démontrer que, dans le cadre du Protocole, les mesures de contrôle appliquées suffisent à faire en sorte que les capacités de dispersion et d'assimilation du milieu marin ne sont pas outrepassées et qu'elles n'entraînent donc aucun dommage pour l'environnement.

3. OBJECTIFS

3.1 Les objectifs de la surveillance sont de déterminer les teneurs en polluants dans tous les sédiments dépassant le niveau de référence minimal visé au paragraphe 3.5 b) des lignes directrices et dans les organismes bio-indicateurs, les effets biologiques et les conséquences que l'immersion des matériaux de dragage ont sur le milieu marin, et, en définitive, de permettre aux responsables de lutter contre l'exposition des organismes aux matériaux de dragage et aux contaminants qui leur sont associés.

4. STRATÉGIE

4.1 Les opérations de surveillance sont coûteuses car elles exigent des ressources considérables aussi bien pour mener les campagnes de mesures et de prélèvement en mer que pour le travail analytique à effectuer ultérieurement sur les échantillons.

Pour pouvoir aborder le programme de surveillance dans des conditions d'utilisation rationnelle des ressources, il est essentiel que celui-ci ait des objectifs clairement définis, que les déterminations effectuées puissent satisfaire à ces objectifs, et que les résultats soient examinés à intervalles réguliers en les comparant auxdits objectifs.

Etant donné que les effets de l'immersion des matériaux de dragage ont des chances d'être similaires dans de nombreuses zones, il semble qu'il ne soit guère justifié de surveiller toutes les zones, en particulier celles qui ne reçoivent que de petites quantités de matériaux de dragage. Il serait plus efficace de procéder à des enquêtes plus détaillées sur quelques zones bien choisies (par exemple, celles sujettes à de gros apports de matériaux de dragage), de manière à accroître la compréhension que l'on a des effets et des processus.

Dans les zones qui présentent les mêmes caractéristiques, physiques, chimiques et biologiques, ou des caractéristiques très proches, il existe de fortes présomptions pour que l'immersion de matériaux de dragage se traduise par des effets identiques. Au plan scientifique et économique, la surveillance de toutes ces zones, et notamment de celles qui reçoivent de petites quantités de matériaux (par ex. moins de 25.000 tonnes) ne se justifie guère. Il est donc préférable et plus rentable de se concentrer sur une étude approfondie de quelques zones judicieusement choisies (par exemple, sujettes à de gros apports de matériaux de dragage) et d'acquérir ainsi une meilleure compréhension des processus et des effets.

5. HYPOTHÈSE D'IMPACT

5.1 Pour pouvoir définir ces objectifs, il convient tout d'abord d'établir une hypothèse d'impact décrivant les effets prévus sur l'environnement physique, chimique et biologique aussi bien de la zone d'immersion que des zones situées en dehors de celle-ci. L'hypothèse d'impact constitue la base de la définition du programme de surveillance sur le terrain.

5.2. Le but d'une hypothèse d'impact est de procéder, à partir des éléments d'information disponibles, à une analyse scientifique concise des effets potentiels de l'opération envisagée sur la santé humaine, sur les ressources biologiques, sur la flore et la faune marine, sur les valeurs d'agrément et autres utilisations légitimes de la mer. A cet effet, une hypothèse d'impact doit intégrer des informations sur les caractéristiques des matériaux de dragage, ainsi que sur les conditions du site d'immersion envisagé. Elle doit englober aussi bien des échelles chronologiques que spatiales des effets potentiels.

L'une des principales exigences de l'hypothèse d'impact est de mettre au point des critères décrivant les effets environnementaux spécifiques des activités d'immersion, effets dont l'apparition doit être empêchée en dehors des zones de dragage et d'immersion désignées (voir partie A, chapitre 3).

6. ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE

6.1. L'évaluation préliminaire devrait être aussi complète que possible. Les zones principales d'impact potentiel devraient être identifiées, ainsi que celles considérées comme ayant les conséquences les plus sérieuses pour la santé humaine et pour l'environnement. A cet égard, les modifications de l'environnement physique, les risques pour la santé humaine, la dépréciation des ressources marines, et la gêne causée aux autres utilisations légitimes de la mer, sont souvent considérés comme des priorités.

6.2. Les conséquences prévues de l'immersion (cibles) pourraient être décrites en termes d'habitats, de processus, d'espèces, de communautés et d'utilisations affectés par l'immersion. La nature précise de la modification, de la réponse du milieu ou de la gêne occasionnée (effet) prévus pourraient alors être décrits. La cible et l'effet pourraient être décrits (quantifiés) ensemble de façon suffisamment détaillée pour qu'il n'y ait pas de doute sur les paramètres à mesurer lors de la surveillance de terrain post-opérationnelle. Dans ce dernier contexte, il pourrait être essentiel de déterminer "où" et "quand" les impacts sont susceptibles d'intervenir.

7. ÉTAT DE RÉFÉRENCE

7.1. Pour développer une hypothèse d'impact, il peut s'avérer nécessaire de réaliser une étude de lignes de base - état de référence - qui décrive non seulement des caractéristiques environnementales, mais également la variabilité de l'environnement. Il peut aussi être utile de créer des modèles mathématiques de transport des sédiments, de l'hydrodynamique et d'autres modèles, ceci afin de déterminer les possibles effets de l'immersion.

Lorsqu'il est estimé que des phénomènes physiques ou chimiques sont susceptibles de se produire sur le lit de la mer, il est alors nécessaire d'étudier la structure de la communauté benthique dans les zones où le matériau de dragage se disperse. Dans le cas des effets chimiques, il peut être aussi nécessaire d'examiner la qualité chimique des sédiments et de la matière vivante (dont le poisson), en particulier les teneurs en polluants majeurs.

Pour pouvoir évaluer l'impact de l'activité proposée sur les milieux environnants, il convient de comparer la qualité physique, chimique et biologique des zones affectées par rapport à des zones de référence situées à l'écart des voies d'élimination des matériaux de dragage. Ces zones peuvent être définies aux premiers stades de l'évaluation d'impact.

8. VÉRIFICATION DE L'HYPOTHÈSE D'IMPACT: CONCEPTION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

8.1. Le programme de mesure devrait être conçu de manière à permettre de vérifier que les modifications physiques, chimiques ou biologiques du milieu récepteur ne sont pas supérieures à celles envisagées par l'hypothèse d'impact.

Plus largement, le programme de mesures doit être conçu afin de déterminer :

a) si la zone d'impact diffère de celle qui était prévue; et

b) si l'ampleur des modifications en dehors de la zone d'impact direct se situe dans les limites de l'échelle prévue.

Il peut être répondu à la première question en concevant une séquence de mesures dans l'espace et dans le temps qui circonscrivent la zone d'impact prévue afin de s'assurer que, sur le plan spatial, l'échelle prévue des modifications n'est pas dépassée.

La réponse à la seconde question peut être apportée en effectuant des mesures physiques, chimiques et biologiques qui renseignent sur l'ampleur des modifications survenues en dehors de la zone d'impact après l'opération d'immersion (vérification de l'hypothèse nulle).

Ainsi, avant que tout programme ne soit mis sur pied et qu'une quelconque mesure ne soit effectuée, il conviendrait de répondre aux questions suivantes:

i) quelles hypothèses vérifiables peut-on établir à partir de l'hypothèse d'impact?

ii) que doit-on mesurer exactement pour vérifier ces hypothèses?

iii) dans quel compartiment ou à quels emplacements les mesures sont-elles le plus efficaces?

iv) pendant combien de temps les mesures doivent-elles se poursuivre pour satisfaire à l'objectif?

v) quelle doit être l'échelle temporelle et spatiale des mesures effectuées?

vi) comment les données doivent-elles être traitées et interprétées.

8.2. Il est recommandé que le choix des polluants à contrôler dépende surtout des objectifs ultimes de la surveillance. Il est certain qu'il n'est pas nécessaire de contrôler régulièrement tous les polluants à tous les emplacements, et qu'il ne devrait pas être nécessaire de faire appel à plusieurs substrats ou effets, afin de répondre à chacun des objectifs.

9. SURVEILLANCE

9.1. L'immersion des matériaux de dragage a surtout un impact sur le lit de la mer. Ainsi, bien qu'il ne faille pas écarter l'étude des effets sur la colonne d'eau aux premiers stades de la planification de la surveillance, il est souvent possible de limiter au lit de la mer la surveillance ultérieure.

9.2. Si l'on considère que les effets sont en grande partie de caractère physique, la surveillance peut être fondée sur des méthodes télémétriques, telles qu'un sonar à balayage latéral, de manière à déceler les modifications de nature du lit de la mer, et telles que des techniques bathymétriques (par exemple, l'échosondage) de manière à identifier les zones où le matériau de dragage s'accumule. Ces deux techniques exigent que l'on prélève quelques échantillons de sédiments au titre de vérité terrain. De plus, un balayage multispectral peut être utilisé afin de contrôler la dispersion de la matière en suspension (panaches, etc.).

9.3. Des traceurs peuvent aussi s'avérer utiles afin de repérer la dispersion du matériau de dragage et d'évaluer toute accumulation mineure de matériau qui n'aurait pas été décelée par les études bathymétriques.

9.4. Lorsque, au regard de l'hypothèse d'impact, il est estimé que des phénomènes soit physiques, soit chimiques, se produiront sur le lit de la mer, il est alors nécessaire d'étudier la structure de la communauté benthique dans les zones où le matériau de dragage se disperse. Dans le cas des effets chimiques, il peut aussi être nécessaire d'étudier la qualité chimique de la matière vivante (dont le poisson).

9.5. La détermination de la portée spatiale de l'échantillonnage doit tenir compte de la dimension de la zone désignée pour l'immersion, de la mobilité du matériau de dragage immergé et des mouvements de l'eau qui détermineront la direction et l'ampleur du transport des sédiments. Il doit être possible de limiter l'échantillonnage à l'intérieur de la zone d'immersion elle-même, si l'on considère que les effets qui se produisent dans cette zone sont acceptables et qu'il n'est pas nécessaire de les définir en détail. Toutefois, un échantillonnage devrait être fait afin de faciliter l'identification du type d'effet susceptible d'intervenir dans d'autres zones, ainsi qu'à des fins de rigueur scientifique.

9.6. La fréquence de l'enquête dépend d'un certain nombre de facteurs. Lorsqu'une opération d'immersion s'est poursuivie pendant plusieurs années auparavant, il peut s'avérer possible de définir l'effet dans des conditions constantes d'apport, les études ne devant alors être répétées que si des modifications sont apportées à l'opération (quantité ou type de matériau de dragage déposé, méthode d'élimination, etc.).

9.7. S'il est décidé de surveiller la restauration d'une zone qui n'est plus utilisée afin d'y immerger des matériaux de dragage, des mesures plus fréquentes pourraient s'avérer nécessaires.

10. NOTIFICATION

10.1. Les Parties contractantes devraient communiquer à l'Organisation leurs activités de surveillance.

De brefs rapports sur les activités de surveillance seront établis et transmis à l'Organisation dès que disponibles conformément à l'article 26 de la Convention de Barcelone.

Ces rapports devraient détailler les analyses effectuées, les résultats obtenus, et préciser comment ces données correspondent aux objectifs de surveillance et confirment les hypothèses d'impact. La fréquence des rapports dépendra de l'ampleur de l'activité d'immersion, de l'intensité des contrôles exercés et des résultats obtenus.

11. RÉTROACTION

11.1. Les renseignements recueillis grâce à la surveillance de terrain (et/ou à d'autres recherches connexes) peuvent être exploités :

a) pour modifier le programme de surveillance sur le terrain ou, dans le meilleur des cas, y mettre fin;

b) pour modifier ou annuler le permis;

c) pour affiner les critères sur la base desquels sont examinées les demandes de permis.

SUPPLÉMENTS TECHNIQUES AUX LIGNES DIRECTRICES POUR LA GESTION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

ANNEXE TECHNIQUE 1

ANALYSES NÉCESSAIRES À L'ÉVALUATION DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

1. La présente annexe renforce les exigences analytiques visées aux paragraphes 5.9 à 5.12 des lignes directrices pour la gestion des matériaux de dragage.

2. Une approche intégrée est essentielle. Elle inclut une démarche par paliers au cours desquels les éléments ci-après sont évalués selon l'ordre de succession suivant:

- propriétés physiques;

- propriétés chimiques;

- propriétés et effets biologiques.

A chacun des paliers, il sera nécessaire de déterminer si l'on dispose d'un volume d'informations suffisant pour pouvoir prendre une décision de gestion, ou si d'autres analyses sont nécessaires. Un complément d'information déterminé par les conditions locales peut éventuellement venir étoffer chacun des paliers.

3. A titre de préliminaire au plan d'analyse par paliers, les renseignements requis par la section 4.1 des lignes directrices devront être disponibles. En l'absence de sources appréciables de pollution, et si la détermination visuelle des caractéristiques des sédiments conduit à conclure que les matériaux de dragage répondent à l'un des critères d'exemption visés au paragraphe 4.9. des lignes directrices, les matériaux ne nécessiteront aucune autre analyse.

4. Il est important qu'à chacun des stades, la procédure d'évaluation tienne compte de la méthode d'analyse.

5. L'analyse devrait être effectuée sur la fraction du sédiment (# 2 mm).

Palier 1: PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

En plus de l'évaluation préliminaire des caractéristiques des sédiments, telle que requise par le paragraphe 4.1 des présentes lignes directrices, il est vivement recommandé de procéder aux déterminations suivantes:

- granulométrie (% sable, limon, argile);
- taux d'humidité (%);
- quantité de matière organique.

Palier II: PROPRIETES CHIMIQUES

1. Paramètres du groupe primaire:

Dans tous les cas où une analyse chimique est exigée, des concentrations des métaux en traces suivants devront être déterminées:

Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)
Cuivre (Cu)	Plomb (Pb)
Mercure (Hg)	Nickel (Ni)
Zinc (Zn)	Etain (Sn)

Dans certains cas, l'analyse peut également porter sur d'autres polluants métalliques. Dans le cas du mercure, une attention particulière sera portée à la spéciation.

S'il y a lieu d'effectuer l'analyse dans la matière sèche, il faut tenir compte du rapport poids frais/poids sec, et effectuer ainsi l'analyse dans l'eau interstitielle.

Dans le contexte de l'étude des tendances toxicologiques du sédiment dragué contaminé, l'analyse doit également porter sur l'eau de lixiviation, avant l'opération d'immersion. Enfin, il sera procédé au dosage du carbone organique total.

Concernant les polluants organiques, il sera procédé à une estimation de la teneur en PCB totaux. Si les conditions locales l'exigent, l'analyse doit être étendue aux familles de congénères.

Dans tous les cas, l'analyse doit être impérativement effectuée sur la fraction du sédiment # 2 mm.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HPA), les composés de tributylétain (TBT) et leurs produits de dégradation, devront aussi être dosés.

Le dosage des PCB, des HPA et du TBT ne sera pas nécessaire dans les cas suivants:

- les informations tirées d'études antérieures suffisent à prouver qu'il n'y a pas de contamination ;

- il n'y a pas de sources significatives (ponctuelles ou diffuses) de contamination, ni d'apports historiques;

- les sédiments sont essentiellement grossiers; et

- les teneurs en carbone organique total sont faibles.

2. Paramètres du groupe secondaire:

Compte tenu des renseignements locaux sur les sources de contamination (sources ponctuelles ou sources diffuses) ou des apports historiques, il peut s'avérer nécessaire de mesurer d'autres paramètres, comme par exemple: arsenic; pesticides organophosphorés; pesticides organochlorés; composés organostanniques; dibenzodioxines polychlorées (PCDD), dibenzofuranes polychlorés (PCDF).

Palier III: PROPRIÉTÉS ET EFFETS BIOLOGIQUES

Dans un grand nombre de cas, les propriétés physiques et chimiques ne permettent pas de mesurer directement l'impact biologique. De plus, elles ne permettent pas non plus de déterminer de manière adéquate tous les bouleversements physiques ni les constituants associés aux sédiments présents dans le matériau de dragage.

Si les impacts potentiels du matériau de dragage devant être immergé ne peuvent être jugés convenablement à partir de la caractérisation chimique et physique, il convient alors de procéder à des mesures biologiques.

1. Analyses biologiques de la toxicité

Les analyses biologiques de la toxicité ont pour principal but d'obtenir des mesures directes des effets de tous les constituants des sédiments agissant de concert, ceci en tenant compte de leur biodisponibilité. Pour classer la toxicité aiguë des sédiments portuaires avant les dragages d'entretien, il suffit souvent de pratiquer des analyses biologiques sur une brève durée:

C Pour pouvoir apprécier les effets du matériau de dragage, des analyses biologiques de la toxicité aiguë peuvent être effectuées sur de l'eau interstitielle, sur un éluat ou sur le sédiment entier. D'une manière générale, une série de 2 à 4 analyses biologiques est conseillée, sur des organismes de divers groupes d'espèces (p. ex. crustacés, mollusques, polychètes, bactéries, échinodermes).

C Dans la plupart des analyses biologiques, c'est la survie de l'espèce testée qui sert d'étalon en dernier ressort. Les analyses biologiques de la chronicité, avec un étalon sublétal (croissance, reproduction. etc.) portant sur une partie significative du cycle de vie de l'espèce testée permettent parfois de prédire de façon plus précise l'impact potentiel des opérations de dragage. Toutefois, les procédures d'analyse normalisées sont encore en cours de mise au point.

Le résultat des analyses biologiques des sédiments peut être indûment influencé par des facteurs autres que les produits chimiques présents dans les sédiments. Des facteurs de confusion, tels que l'ammoniac, l'acide hydrosulfurique, la granulométrie, la teneur en oxygène et le pH doivent par conséquent être déterminés pendant l'analyse.

Des orientations sur le choix des organismes tests appropriés, ainsi que sur l'utilisation et l'interprétation des résultats des analyses biologiques des sédiments, sont données par exemple par l'EPA/CE (1991/1994) et par l'IADC/CEDA (1997), tandis que l'ASTM (1994) donne de son côté des indications sur l'échantillonnage des sédiments destinés aux analyses toxicologiques.

2. Traceurs biologiques

Les traceurs biologiques permettent parfois d'être avertis à un stade précoce de phénomènes (biochimiques) plus subtils à des niveaux de contamination faibles et persistants. Bien que pour la plupart, les traceurs biologiques soient en cours de mise au point, certains d'entre eux peuvent être exploités systématiquement sur le matériau de dragage (p. ex. un traceur qui mesure la présence de composés analogues aux dioxines - Murk *et al.*, 1997) ou sur des organismes recueillis sur le terrain (p. ex. fibres d'ADN et leur cassure chez le poisson plat).

3. Expériences sur le microcosme

Il existe des méthodes d'analyse rapide du microcosme, afin de mesurer la tolérance de la communauté à une substance toxique, comme par exemple sa tolérance à la pollution induite dans une communauté (Pollution Induced Community Tolerance (PICT) (Gustavson et Wangberg, 1995).

4. Expériences sur le mésocosme

En raison de la lourdeur des frais qu'elles entraînent et du temps qu'elles prennent, ces expériences ne peuvent être faites aux fins de l'octroi des permis; elles sont cependant utiles dans les cas où l'extrapolation des analyses *in vitro* aux conditions sur le terrain est complexe ou quand les conditions environnementales sont très variables et gênent la détection des effets toxiques en tant que tels. Les résultats de ces expériences sont alors disponibles pour les décisions à prendre dans l'avenir quant aux permis.

5. Observation des communautés benthiques sur le terrain

La surveillance *in situ* des communautés benthiques (poisson, invertébrés benthiques) au voisinage de la zone d'immersion, permet d'obtenir d'importantes indications sur l'état des sédiments marins. Les observations sur le terrain permettent aussi d'avoir une vue approfondie de l'impact combiné des perturbations physiques et de la contamination chimique. Il existe des lignes directrices portant sur la surveillance des communautés benthiques, par exemple celles de la Convention de Paris ou du CIEM.

6. Autres propriétés biologiques

S'il y a lieu, d'autres mesures biologiques peuvent être pratiquées afin de déterminer, par exemple, le potentiel de bioaccumulation ou de dénaturation du goût.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Les renseignements complémentaires éventuellement nécessaires seront déterminés par les conditions locales et peuvent constituer une partie essentielle de la décision de gestion. Les données correspondantes pourraient être par exemple : le potentiel rédox, la demande en oxygène des sédiments, l'azote total, le phosphore total, le fer, le manganèse, l'information minéralogique ou des paramètres de normalisation des données des métaux en traces (par exemple, aluminium, lithium, scandium - voir annexe technique 2).

ANNEXE TECHNIQUE 2

TECHNIQUES DE NORMALISATION DE LA DISTRIBUTION SPATIALE DES POLLUANTS[2]

1. Introduction

Dans la présente discussion, la normalisation est définie comme une procédure destinée à compenser l'influence que les processus naturels ont sur la variabilité mesurée de la teneur des polluants dans les sédiments. Pour la plupart, les polluants (métaux, pesticides, hydrocarbures) ont une forte affinité avec la matière particulière et, en conséquence, ils s'enrichissent dans les sédiments du fond des estuaires et des zones côtières. Dans la pratique, les substances naturelles et anthropiques qui pénètrent dans le système marin sont soumises à toute une série de processus biogéochimiques. Le résultat est qu'elles s'associent à des solides en suspension à granulométrie fine, ainsi qu'à des particules organiques et inorganiques colloïdales. Le sort ultime de ces substances est dans une large mesure déterminé par la dynamique des particules. Elles ont par conséquent tendance à s'accumuler dans les zones à faible énergie hydrodynamique, où le matériau fin se dépose de préférence. Dans les zones à forte énergie, ces substances sont "diluées" par les sédiments grossiers d'origine naturelle et d'une faible teneur en polluants.

Il est bien évident que la granulométrie est l'un des facteurs les plus importants qui régulent la distribution des composants naturels et anthropiques dans les sédiments. Il est par conséquent nécessaire de procéder à une normalisation au titre des effets de la granulométrie, ceci de façon à disposer d'une base permettant des comparaisons significatives de la présence de substances dans des sédiments présentant des différences de granulométrie et de texture à l'intérieur d'une même zone ou d'une zone à une autre. Les teneurs excédentaires, supérieures aux valeurs ambiantes normalisées, permettraient alors de définir la qualité des sédiments.

Dans toute étude des sédiments, un volume d'informations de base sur leurs caractéristiques physiques et chimiques est nécessaire avant que l'on puisse établir un bilan sur la présence ou l'absence de teneurs anormales en polluants. La concentration à partir de laquelle une pollution peut être décelée dépend de la stratégie d'échantillonnage et du nombre de variables physiques et chimiques que l'on détermine sur chacun des échantillons.

Les diverses approches granulométriques et géochimiques mises en oeuvre dans le contexte de la normalisation des données sur les éléments en traces ainsi que l'identification des sédiments pollués dans les zones estuariennes et côtières, ont été étudiées de manière approfondie par Loring (1988). L'on a choisi dans le cas présent deux stratégies de normalisation, largement appliquées dans les sciences océanographiques et atmosphériques. La première est purement physique et consiste en une caractérisation du sédiment par la mesure de sa teneur en matériaux fins. La deuxième approche est de caractère chimique et se fonde sur le fait que la fraction fine est habituellement riche en minéraux argileux, en oxy-hydroxydes de fer et de manganèse, et en matière organique. De plus, ces composants présentent souvent une forte affinité avec des polluants organiques et inorganiques, et sont responsables de leur enrichissement dans la fraction fine. Des paramètres chimiques (par exemple. Al, Sc, Li) représentatifs de ces composants peuvent ainsi être utilisés afin de caractériser la fraction fine à l'état naturel.

Il est vivement conseillé de faire appel à plusieurs paramètres pour évaluer la qualité des sédiments. Les types d'information pouvant être obtenus par l'emploi de ces divers paramètres sont souvent complémentaires et extrêmement utiles compte tenu de la complexité et de la

---

[2] Extrait de 1989 ACMP Report (Section 14) ICES Coop.Res.Rep.167, pp 68-76.

diversité des situations qui se présentent dans le compartiment sédimentaire. De plus, les dosages et les mesures des paramètres de normalisation, tels que choisis ici, sont assez simples et peu coûteux.

Le présent rapport contient des lignes directrices générales sur la préparation des échantillons, les méthodes d'analyse, ainsi que sur l'interprétation des paramètres physiques et chimiques appliqués dans la normalisation des données géochimiques. Son but est de montrer comment recueillir suffisamment de données pour normaliser au titre de l'effet granulométrique et d'autorisé la détection, à divers niveaux, des teneurs anormales en polluants dans les sédiments estuariens et côtiers.

2. Stratégie d'échantillonnage

L'idéal est que la stratégie d'échantillonnage soit fondée sur une connaissance de la source des polluants, des voies de transport de la matière en suspension et des taux d'accumulation des sédiments dans la région en question. Toutefois, les données disponibles sont souvent trop restreintes pour pouvoir définir un plan d'échantillonnage idéal. Puisque les polluants se concentrent surtout dans la fraction fine, la priorité dans l'échantillonnage doit être accordée aux zones qui contiennent de la matière fine correspondant en général à des zones de retombée.

La forte variabilité des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sédiments implique qu'une évaluation de la qualité des sédiments dans une zone donnée doit obligatoirement être fondée sur un nombre suffisant d'échantillons. Ce nombre peut être évalué par une analyse statistique appropriée de la variance à l'intérieur de l'échantillon ainsi qu'entre les échantillons. Pour tester la représentativité d'un spécimen d'échantillon unique en un emplacement donné, l'on est amené à prélever plusieurs échantillons à une ou deux stations.

La méthodologie d'échantillonnage et d'analyse devrait respecter les recommandations esquissées dans les "Lignes directrices relatives à l'utilisation des sédiments comme outil de surveillance des polluants dans le milieu marin" (Guidelines for the Use of Sediments as a Monitoring Tool for Contaminants in the Marine Environment) (CIEM, 1987). Dans la plupart des cas, la strate supérieure des sédiments, recueillie à l'aide d'un godet d'échantillonnage à fermeture hermétique (niveau 1 dans les lignes directrices), donne suffisamment de renseignements sur la pollution des sédiments dans une zone donnée par rapport aux sédiments des emplacements non pollués ou d'autres matériaux de référence.

Un autre avantage important que présente l'utilisation des sédiments comme outil de surveillance est qu'ils constituent les archives de l'évolution historique de la composition de la matière en suspension qui s'est déposée dans la zone en question. Dans des conditions favorables, il est possible d'estimer le degré de la pollution en comparant les sédiments superficiels aux sédiments plus profonds, prélevés au-dessous de la zone de mixage biologique. Les teneurs en éléments en traces dans les sédiments profonds sont susceptibles de représenter la teneur ambiante naturelle dans la zone en question, et peuvent être définies comme des valeurs de base. Cette approche exige que l'échantillonnage soit fait à l'aide d'un carottier ou d'un carottier à gravité (niveaux 2 et 3 des lignes directrices).

3. Procédures d'analyse

La figure 2 esquisse les méthodes d'analyse typiques qu'il convient d'adopter. Le nombre de stades sélectionnés dépend de la nature et de l'ampleur de l'étude.

3.1 Fractions granulométriques

Il est recommandé qu'au moins la quantité de matériau à granulométrie inférieure à 63

Fm, ce qui correspond au seuil de la classification sable/limon, soit déterminée. Le tamisage de l'échantillon à 63 Fm ne suffit toutefois souvent pas, surtout lorsque les sédiments sont pour l'essentiel constitués par une fraction fine. Dans de tels cas, il vaut mieux normaliser sur des seuils granulométriques moindres, ceci puisque les polluants sont surtout concentrés dans la fraction < 20 Fm, et même plus spécifiquement dans la fraction argileuse (# 2 Fm). Il est par conséquent proposé que l'on détermine, sur un sous-échantillon, la fraction granulométrique # 20 Fm ainsi que celle de # 2 Fm, ceci à l'aide d'une pipette de sédimentation ou par élutriation. Plusieurs laboratoires donnent déjà les résultats qu'ils obtiennent pour les teneurs des fractions fines de diverses granulométries, et ces résultats seront peut-être utiles pour pouvoir comparer les zones.

3.2 Analyse des polluants

Il est essentiel, si le but de l'étude est d'évaluer la qualité, d'analyser la teneur totale en polluants dans les sédiments, et il est donc recommandé d'analyser intégralement le sédiment non fractionné (< 2 mm). La teneur totale en éléments peut être déterminée soit par des méthodes non destructives, telles que la fluorescence aux rayons X ou l'activation neutronique, soit par une digestion complète des sédiments (impliquant l'emploi d'acide fluorhydrique (HF), suivie par des méthodes telles que la spectrophotométrie d'absorption atomique ou la spectroscopie d'émission. De la même manière, les polluants organiques doivent être extraits du sédiment total avec un solvant organique approprié.

Si nécessaire. une fraction granulométrique donnée du sédiment total peut être utilisée dans l'analyse ultérieure, afin de déterminer les teneurs absolues en polluants dans cette fraction, sous réserve que sa contribution au total soit maintenue en perspective lorsque l'on interprète les données. Un tel renseignement sur la fraction granulométrique est susceptible d'être utile lorsque l'on cherche à retracer la dispersion régionale des métaux associés à des fractions granulométriques précises, et que la provenance du matériau reste la même. Toutefois, le fractionnement des échantillons est une procédure fastidieuse, où il y a un risque considérable de pollution, et qui peut entraîner des pertes de polluants par lessivage. Par conséquent, l'applicabilité de cette méthode est limitée.

4. Procédures de normalisation

4.1 Normalisation granulométrique

Etant donné que les polluants tendent à se concentrer dans la fraction fine des sédiments, les corrélations entre les teneurs totales en polluants et le pourcentage du poids de la fraction fine, déterminées séparément sur un sous-échantillon du sédiment, soit par tamisage, soit par sédimentation par gravité, constituent une méthode de normalisation à la fois simple et puissante. L'on constate souvent des relations linéaires entre la teneur et le pourcentage du poids de la fraction fine, et il est alors possible d'extrapoler les relations aux 100% de la fraction étudiée, ou de caractériser la dépendance par rapport à la granulométrie, ceci suivant la pente de la courbe de régression.

4.2 Normalisation géochimique

La normalisation granulométrique ne suffit pas à expliquer la variabilité naturelle des éléments en traces dans les sédiments. Pour pouvoir mieux interpréter la variabilité de la composition des sédiments, il est également nécessaire de s'efforcer de distinguer les composants sédimentaires avec lesquels les polluants sont associés sur l'ensemble du spectre granulométrique. Puisqu'il est extrêmement difficile de séparer et de doser effectivement chacun des composants des sédiments, de telles associations doivent reposer sur des preuves indirectes de ces rapports.

Etant donné que les polluants sont surtout associés aux minéraux argileux, aux oxy-hydroxydes de fer et de manganèse et à la matière organique, lesquels abondent dans la fraction fine des sédiments, de plus amples renseignements peuvent être obtenus en mesurant les teneurs des éléments représentatifs de ces composants dans les échantillons.

Un élément inerte tel que l'aluminium, constituant majeur des minéraux argileux, peut être choisi comme indicateur de ladite fraction. Les teneurs normalisées des éléments en traces, par rapport à l'aluminium, permettent en général de caractériser divers matériaux particulaires sédimentaires (voir ci-après). Il peut être considéré comme un élément majeur de type stable, non affecté dans de fortes proportions par les processus diagénétiques précoces, par exemple, ainsi que par les puissants effets du potentiel rédox observés dans les sédiments.

Dans le cas des sédiments issus de l'érosion glaciaire de roches ignées, l'on a constaté que les rapports polluant/Al ne conviennent pas à la normalisation de la variabilité granulaire (Loring, 1988). En revanche, le lithium semble être dans ce cas un élément idéal pour normaliser l'effet granulométrique, et il a l'avantage, de plus, d'être tout aussi applicable aux sédiments non glaciaires.

Hormis les minéraux argileux, les composés de Mn et de Fe sont souvent présents dans la fraction fine, où ils présentent des propriétés d'adsorption fortement favorables à l'intégration de divers polluants. Mn et Fe s'analysent sans difficulté par spectrométrie d'adsorption atomique à la flamme, et leur dosage permet parfois d'obtenir une vue approfondie du comportement des polluants.

La matière organique joue aussi un rôle important dans le prélèvement des polluants, et contrôle, dans une vaste mesure, les caractéristiques de rédox de l'environnement sédimentaire.

Enfin, la teneur en carbonate des sédiments est facile à déterminer, et constitue une source complémentaire d'information sur l'origine et sur les caractéristiques géochimiques des sédiments. En général, les carbonates ne contiennent que des quantités insignifiantes de métaux en traces, et jouent surtout le rôle de diluants. Dans certains cas toutefois, les carbonates peuvent fixer des polluants tels que le cadmium et le cuivre. On trouvera au tableau 1 le résumé des facteurs de normalisation.

4.3 Interprétation des données

Dans la normalisation géochimique des substances présentes dans les sédiments, le plus simple est d'exprimer le ratio de la teneur d'une substance donnée par rapport à celle du facteur normalisant.

Sur le plan de l'aluminium (ou du scandium), l'on a largement fait appel à la normalisation de la teneur des éléments en traces, et à l'échelle globale, l'on a établi des valeurs de référence des éléments en traces dans divers compartiments: roches de la croûte, sois, particules atmosphériques, matériaux charriés par les fleuves, argiles marines et matières en suspension dans l'eau de mer (cf. par exemple Martin et Whitfield, 1983; Buat-Menard et Chesselet, 1979).

Cette normalisation permet aussi de définir le facteur d'enrichissement d'un élément donné dans tel ou tel compartiment. Le niveau de référence de composition le plus communément utilisé est l'abondance moyenne globale normalisée de l'élément dans la roche de la croûte (valeur de Clarke). Le facteur d'enrichissement EF est donné par la formule suivante:

$$Ef_{croûte} = (X/Al)_{séd.} / (X/Al)_{croûte}.$$

dans laquelle X/Al est le ratio entre la teneur de l'élément X et celle de Al dans le compartiment en question.

Toutefois, l'on peut améliorer les estimations du degré de pollution et les tendances chronologiques de la pollution en tout point d'échantillonnage en procédant à une comparaison avec les teneurs en métaux dans des sédiments équivalents de par leur nature et de par leur texture.

Ces valeurs peuvent être comparées aux valeurs normalisées obtenues pour les sédiments dans une zone donnée. Les gros écarts par rapport à ces valeurs moyennes indiquent soit une pollution des sédiments, soit des anomalies locales de la minéralisation.

Lorsque l'on fait appel à d'autres variables (Fe, Mn, matière organique et carbonates) pour caractériser les sédiments, une analyse de régression des teneurs en polluants donne souvent, avec ces paramètres, des renseignements utiles sur la source de la pollution ainsi que sur la phase minéralogique associée au polluant.

Il a été souvent observé qu'il existait une relation linéaire entre la teneur des constituants en traces et celle du facteur de normalisation (Windom *et al*., 1989). Dans ce cas, et si la population géochimique naturelle d'un élément donné, par rapport au facteur de normalisation, peut être déterminée, l'on peut déceler aisément les échantillons présentant des teneurs normalisées anormales, ce qui peut être l'indice d'apports anthropiques.

Suivant cette méthode, la pente de l'équation de régression linéaire peut être utilisée afin de distinguer le degré de la pollution des sédiments d'une zone donnée. Cette méthode peut aussi être employée afin de mettre en évidence la modification de la charge en polluants d'une zone si la méthode est appliquée à des échantillons prélevés à intervalles de quelques années (Cato, 1986).

Une étude multi-éléments/composants, dans le cadre de laquelle l'on aura mesuré les principaux métaux et les métaux en traces, parallèlement à la granulométrie et à la teneur en carbone organique, permet de définir les interrelations entre les variables, ceci sous la forme d'une matrice de corrélation. A partir d'une telle matrice, le ratio le plus significatif entre métal en traces et paramètre(s) pertinent(s) peut être déterminé et utilisé afin d'identifier les vecteurs de métaux, ainsi qu'afin de normaliser et de déceler les anomalies des teneurs des métaux en traces. Les analyses des facteurs permettent de trier les variables en groupes (facteurs), groupes qui constituent des associations de variables fortement corrélées, de telle sorte que l'on peut déduire de la série de données les facteurs spécifiques et/ou non spécifiques texturels, minéralogiques et chimiques qui déterminent la variabilité des métaux en traces.

Les teneurs ambiantes naturelles peuvent aussi être évaluées à l'échelle locale en étudiant la distribution verticale des composants en question dans la colonne sédimentaire. Toutefois, cette approche exige que plusieurs conditions favorables soient satisfaites: composition stable des sédiments naturels non pollués; connaissance des processus de mixage physiques et biologiques à l'intérieur des sédiments; absence de processus diagénétiques influant sur la distribution verticale du composant en question. Dans de tels cas, la normalisation granulométrique et géochimique permet de compenser la variabilité locale et chronologique des processus de sédimentation.

5. Conclusions

Les mesures de la granulométrie et des ratios des composants/éléments de référence constituent des stratégies utiles à une normalisation complète des variations granulaires et minéralogiques, ainsi qu'à l'identification des teneurs anormales en polluants dans les sédiments. Leur utilisation exige que l'on recueille un gros volume de données analytiques de bonne qualité, et que des conditions géochimiques spécifiques soient satisfaites avant que l'on

puisse tenir compte de la totalité de la variabilité naturelle, et que l'on puisse déceler les teneurs anormales en polluants. Toutefois, les anomalies des teneurs en métaux ne sont pas toujours attribuables à la pollution, puisqu'elles peuvent facilement résulter des différences d'origine des sédiments.

Les études géochimiques impliquant la détermination des principaux métaux et des métaux en traces, des polluants organiques, des paramètres granulométriques, de la matière organique, du carbonate, et de la composition minéralogique des sédiments, conviennent mieux à la détermination des facteurs qui contrôlent la distribution du polluant, que ce n'est le cas de la mesure des teneurs absolues dans des fractions granulométriques spécifiques, ou de l'utilisation des seuls ratios entre polluant potentiel/métal de référence. Elles conviennent donc mieux à la distinction entre sédiments non pollués et sédiments pollués. Ceci est dû au fait que ces études permettent de définir les facteurs qui contrôlent la variabilité des teneurs en polluants dans les sédiments.

6. Bibliographie

Buat-Menard, P. et R. Chesselet (1979), Variable influence of atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter (L'influence variable du flux atmosphérique sur la chimie des métaux en traces de la matière en suspension dans les océans). *Earth Planet.Sc.Lett.*, 42:399-411

Cato, I., J. Mattsson et A. Lindskog (1986), Tungmetaller och petrogena kolväten i Brofjordens bottensediment 1984, samt förändringar efter 1972. (Heavy metals and petrogenic hydrocarbons in the sediments of Broflorden in 1984, and changes after 1972). University of Göteborg, Dep. of Marine Geology, Report No. 3, 95 pp (English summary) (Métaux lourds et hydrocarbures pétrogènes dans les sédiments du Borfjorden en 1984, et modifications intervenues après 1972.1 Université de Göteborg, Département de Géologie Mahne, Rapport NE 3, 95 pp. (résumé en anglais)

CIEM (1987), Report of the Advisory Committee on Marine Pollution, 1986. ICES Coop. Res. Rep. No. 142, pp.72-75 (Rapport 1986 du Comité consultatif du CIEM sur la pollution marine. Rapport de recherche en coopération CIEM No. 142, pp. 72-75)

Gustavson, K. et S.A. Wangberg (1995), Tolerance induction and succession in microalgae communities exposed to copper and atrazine. (Induction de la tolérance et succession dans des communautés de microalgues exposées au cuivre et à l'atrazine). *Aquat.Toxicol.*, 32:283-302

Loring, D.H. (1988), Normalization of trace metal data. Report of the ICES Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution. (La normalisation des données sur les métaux en traces. Rapport du Groupe de travail CIEM sur les sédiments marins par rapport à la pollution). CIEM, Doc. C.M. 1988/E: 25, Annexe 3

Martin, J.M. et M. Whitfield (1983), River input of chemical elements to the ocean (Apports fluviaux d'éléments chimiques à l'océan). In: Trace Metals in Sea-Water, edited by C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton and E.D. Goldberg. Plenum Press, New York et Londres. pp.265-296

Windom, H.L., S.J. Schropp, F.D. Calder, J.D. Ryan, R.G. Smith Jr., L.C. Bumey, F.G. Lewis, et C.H. Rawlinson (1989), Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sédiments of the southeastern United States (Les teneurs naturelles en métaux en traces dans les sédiments estuariens, côtiers et marins du sud-est des Etats-Unis). *Environ.Sci.Tech.*, 23:314-320

ANNEXE TECHNIQUE 3

CONSIDÉRATIONS AVANT TOUTE OPÉRATION DE DÉLIVRANCE D'UN PERMIS D'IMMERSION

Cette annexe technique a été préparée en ayant présent à l'esprit que, bien que les Lignes directrices s'appliquent uniquement à l'immersion des matériaux de dragage , les Parties contractantes sont fortement incitées à examiner toutes les méthodes d'élimination autres que l'immersion (par ex. l'élimination à terre), et d'explorer toutes les possibilités d'utilisation et de valorisation des matériaux dragués, avant de décider de l'octroi d'un permis d'immersion (voir Partie A, para. 2). Le but de cette Annexe technique n'est pas de balayer toutes les possibilités offertes par les différentes techniques, mais de donner quelques indications à leur sujet.

I. UTILISATION VALORISANTE DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

Les matériaux provenant des dragages de travaux neufs sont souvent utilisés pour la construction. Ce n'est, cependant, généralement pas le cas des matériaux de dragage provenant des dragages d'entretien. Quoiqu'il en soit, si le matériau de dragage est propre ou faiblement contaminé, il peut être considéré comme une ressource de valeur et, par voie de conséquence, être considéré pour une utilisation valorisante. Cependant; avant de choisir une utilisation valorisante spécifique, il est nécessaire d'effectuer une analyse coût/bénéfice pour établir que le coût de l'option retenue n'est pas prohibitif (Principe BATNEEC : Best available techniques not entailing excessive costs). .

Selon sa composition et sa granulométrie, le matériau de dragage peut être utilisé avec profit pour la construction ou l'amélioration de l'environnement.

Utilisations aux fins de construction

Généralement, ces usages sont situés dans les zones côtières ou adjacentes à celles-ci, ou sur les berges des voies navigables. Citons, pour exemple, la création de terrains, l'amendements de terres, l'engraissement de plages, la formation de banquettes au large, la construction de barrages ou de digues, le remblaiement d'excavations (restauration de carrières de matériaux de construction désaffectées, remblayage de canaux et de bassin portuaires désaffectés, ...).

Amélioration de l'environnement

De nombreuses applications des matériaux de dragage pour l'amélioration de l'environnement peuvent être envisagées. Celles-ci vont de la restauration et de la création de zones humides au développement de sites multi fonctions, y compris la restauration et la création d'habitats terrestres, d'îles destinées à la nidification, et de pêcheries. Elles comprennent également la construction de récifs artificiels, particulièrement si le matériaux de dragage est volumineux (par exemple, des rochers) (Toute construction de récifs artificiels, cependant, devrait être précédé d'une étude spécifique de l'impact de la structure sur l'environnement marin : dans ce cas, l'avis de biologistes spécialisés dans les pêches est essentiel) . Dans tous les cas, au cours et après l'exécution du projet, l'impact et les résultats de l'utilisation valorisante devraient faire l'objet d'un contrôle continu.

Pour évaluer les possibilités en matière d'utilisation valorisante des matériaux dans des situations spécifiques, les paramètres suivants doivent être pris en considération : caractérisation physique, état des contaminants, options en matière d'utilisation valorisante, sélection du site, faisabilté technique, acceptabilité sur le plan réglementaire, analyses coût/bénéfice.

Si lorsqu'on envisage les possibilités autres que l'immersion, aucune solution acceptable en matière d'utilisation valorisante est trouvée, les options demeurent l'élimination et/ou le traitement à terre.

II. ÉLIMINATION A TERRE

Lorsque, en matière d'options, ni la "relocalisation durable" ni l' "utilisation valorisante" ne s'avèrent appropriées, l'élimination à terre dans des installations confinées est la seule option qui demeure.

En principe, les sites d'élimination confinés situés à terre sont préférés pour les matériaux de dragage pollués qui ne conviennent pas à une élimination en pleine eau.

Différentes configurations sont possibles mais aucune ne présente une complète garantie contre les risques de pollution environnementale. Les possibles voies, facteurs de risque, sont les suivantes : les effluents exprimés à partir des sites d'élimination, au cours et après le dépôt ; le lessivage et le transport des contaminants dans les eaux souterraines et de surface avoisinantes ; l'ingestion par les animaux et les plantes, les émissions de poussière et de gaz, et les affaissements.

Les effets potentiels de tels sites dépendent à la fois des caractéristiques du site et de ses environs (principalement concernant la situation de la nappe phréatique), et des caractéristiques des matériaux de dragage, y compris les contaminants qui y sont présents.

Pour minimiser le transport par advection et diffusion des contaminants dans la nappe phréatique et l'eau de surface environnante, l'application de couches isolantes ou une gestion hydrologique doivent être considérés. Le traitement de l'eau en excès résultant de l'expulsion de l'eau du matériau de dragage après tassement, doit aussi être pris en considération.

III. TRAITEMENT DES MATÉRIAUX DE DRAGAGE

Le traitement est défini comme le moyen de réduire le volume de matériaux contaminés (par ex. par séparation) ou de réduire la contamination pour satisfaire aux normes et aux critères de nature réglementaire.

Les procédés de traitement peuvent être généralement classés comme suit :

- Prétraitement. Le prétraitement a pour objet de réduire le volume de matériaux de dragage qui nécessiteront un traitement ou une élimination ultérieurs et d'améliorer la qualité physique du matériau pour manipulation et traitement ultérieurs ; les principales catégories de prétraitement sont : l'assèchement, la séparation granulométrique, le lavage, la séparation gravimétrique, la séparation magnétique

- Traitement biologique (dégradation des substances organiques par les micro-organismes) ;

- Traitement chimique (réajustement du pH, oxydation, échange ionique etc.) ; les catégories de traitement chimique sont : la destruction et l'extraction des matières organiques, l'extraction des métaux ;

- Traitement thermique (désorption thermique, incinération, réduction thermique et vitrification) (Dans cette catégorie, la plupart des technologies donnent un produit comme des graviers ou des briques qui peuvent être utilisés comme matériau de construction);

- Traitement par immobilisation (en liant chimiquement les contaminants aux particules solides - fixation - or en empêchant physiquement la migration des contaminants - solidification).

- Prétraitement de l'eau en excès.

Le coût du traitement est généralement plus élevé, parfois considérablement plus élevé, que le coût de l'élimination. Le rapport coût/efficacité est une des plus importantes questions auxquelles auront à faire face toute autorité nationale de contrôle.

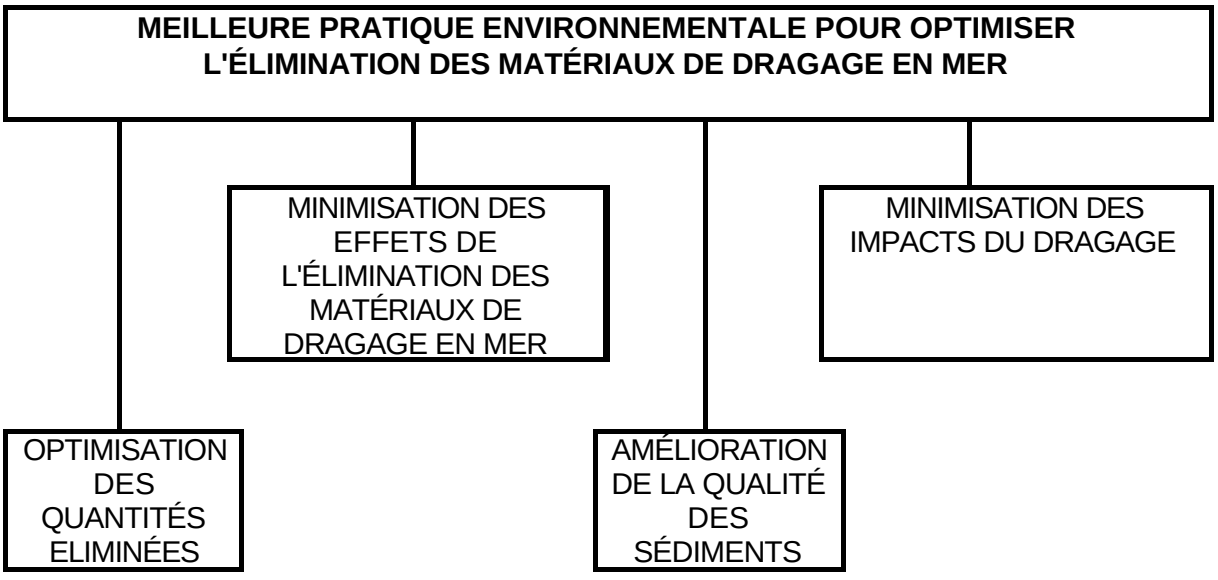
ANNEXE TECHNIQUE NE 4

MEILLEURE PRATIQUE ENVIRONNEMENTALE EN MATIÈRE DE DRAGAGES (MPE)

La présente annexe technique a été élaborée en tenant compte du fait que, bien qu'à strictement parler, les lignes directrices ne s'appliquent qu'à l'élimination des matériaux de dragage, les Parties contractantes sont incitées à exercer également un contrôle sur les opérations de dragage elles-mêmes.

Le but de la présente annexe est de donner des orientations, aux autorités nationales de tutelle, aux exploitants des dragues et aux autorités portuaires, sur la façon de minimiser les effets que les opérations de dragage et d'élimination ont sur l'environnement. Une évaluation et une planification attentives des opérations de dragage s'imposent pour minimiser les impacts sur les espèces et les habitats marins.

Les éléments indiqués comme la MPE sous les diverses têtes de chapitres de la présente annexe sont donnés à titre d'exemples. Leur applicabilité varie en général en fonction des conditions propres à chacune des opérations, et il est clair que d'autres stratégies sont susceptibles d'être applicables. On trouvera des renseignements approfondis sur les techniques et les procédés de dragage dans [Aspects environnementaux du dragage, Guide 4: Dragage, transport, équipement, techniques et procédés d'élimination. IADC/CEDA] (*sous presse*).



Point A - La "Minimisation des effets de l'élimination des matériaux de dragage " est décrite de manière très complète dans le corps du texte des présentes lignes directrices.

Point B - "Optimisation des quantités éliminées", **Point C**, ou "Amélioration de la qualité des sédiments" et **Point D**, "Minimisation des impacts du dragage" : ces points ne tombent pas rigoureusement sous le coup du mandat de la Commission d'Oslo; en revanche, ils concernent très directement la prévention de la pollution du milieu marin, telle que résultant de l'élimination des matériaux de dragage. Des descriptions des MPE relatives à ces activités figurent dans les appendices I et II.

Figure 1 : CADRE POUR L'ÉVALUATION DES DÉBLAIS DE DRAGAGE

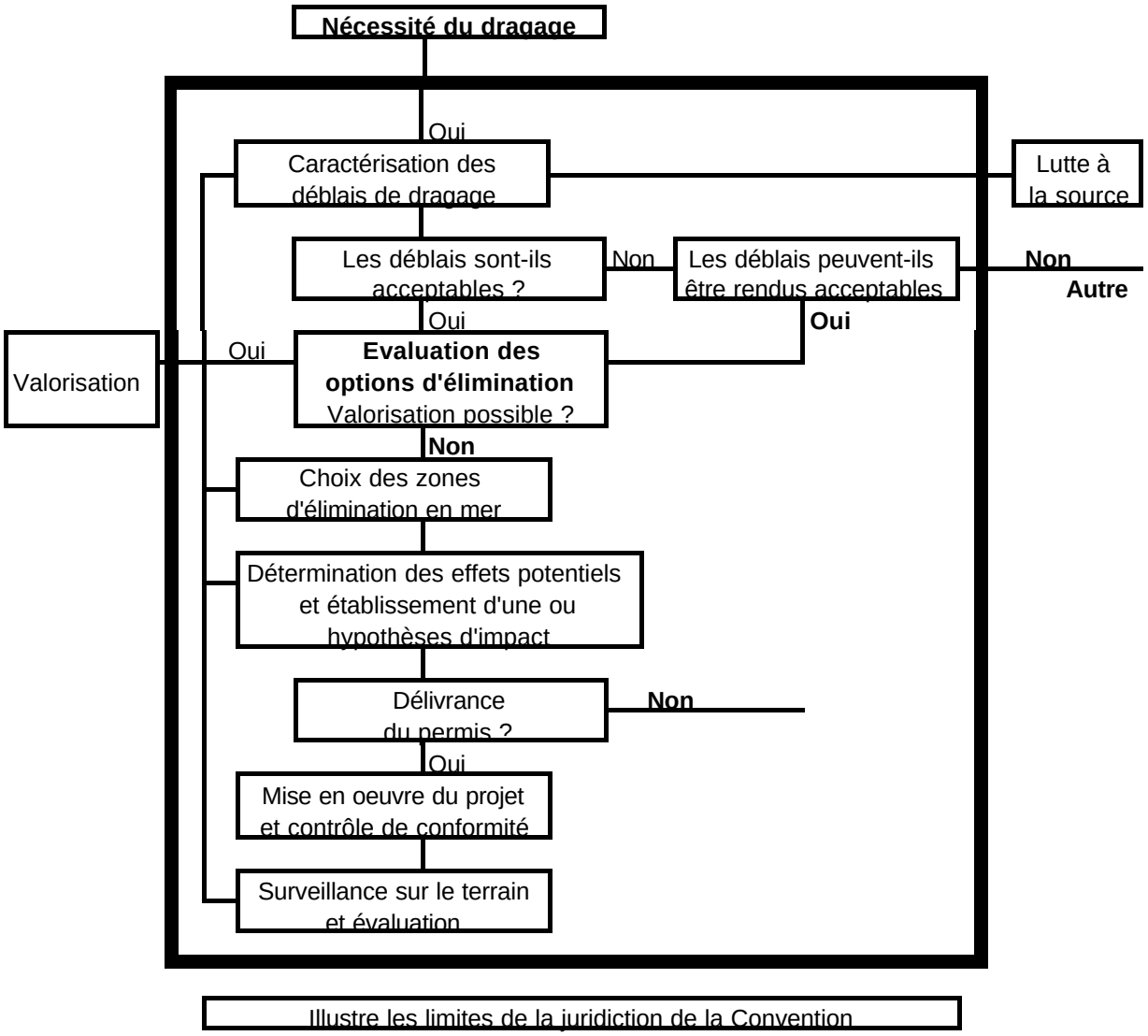


Figure 2 : STRATÉGIE TYPIQUE DE DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SÉDIMENTS MARINS

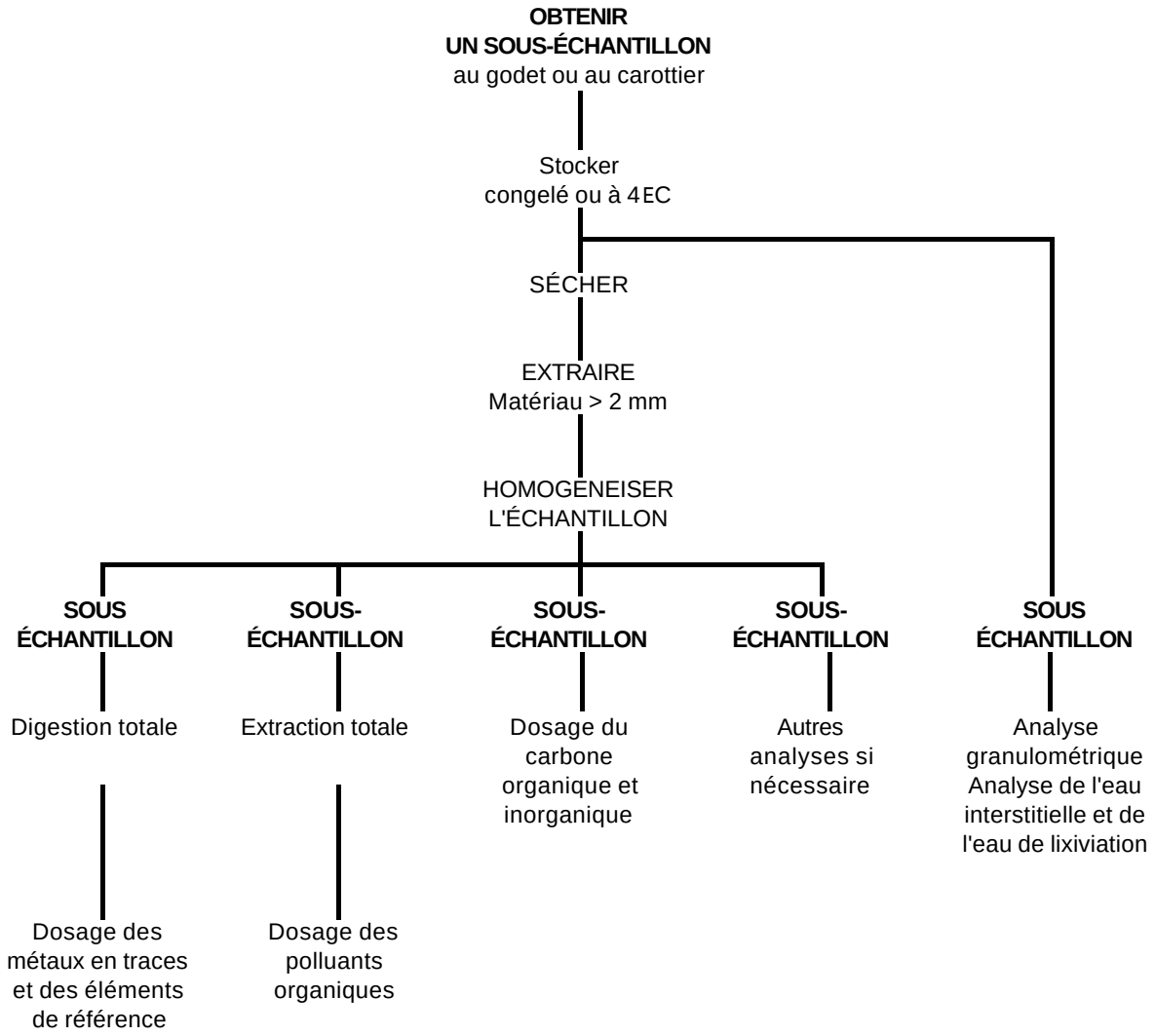


Tableau 1 : RÉSUMÉ DES FACTEURS DE NORMALISATION

FACTEUR DE NORMALISATION	GRANULOMETRIE (Fm)	INDICATEUR	ROLE
Texturel			Détermine la distribution physique et le profil de sédimentation des métaux
Sables	2000 à 63	Minéraux/composés grossiers pauvres en métaux	Diluent en général les teneurs en métaux-trace
Boues	< 63	Minéraux/composés vecteurs de métaux, granulométrie	En général concentrateurs globaux de métaux-trace
Argiles	< 2	Minéraux argileux riches en métaux	Matériaux à granulométrie fine, en général accumulateurs de métaux en traces
Chimique			
Si		Quantité et distribution du quartz pauvre en métaux	Matériau grossier, dilueur de polluants
Al		Silicates de Al, mais utilisés pour tenir compte des variations granulo-métriques de silicates de Al riches en métaux, granulométrie limon/argile	Traceur chimique de silicates de Al, en particulier les minéraux argileux
Li, Sc		Structurellement combinés dans les minéraux argileux et dans les micas	Traceurs de minéraux argileux, en particulier les sédiments contenant des silicates de Al dans toutes les fractions granulométriques
Carbone organique		Matière organique à grains fins	Traceur de polluants organiques. Parfois accumulateur de métaux en traces comme Hg et Cd
Fe, Mn		Minéraux argileux vecteurs de Fe, riches en métaux, granulométrie limon/argile, minéraux lourds riches en Fe et Mn et oxydes hydreux de Fe et Mn	Traceur chimique de la fraction argileuse riche en Fe. Force capacité d'adsorption de polluants organiques et inorganiques
Carbonates		Sédiments marins bio-géniques	Dilueur de polluants. Accumule parfois des métaux en traces comme Cd et Cu.

DIRECTRICES PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

La Reunión Conjunta del Comité Cientifico y del Comité Socioeconómico, celebrada en Atenas del 3 al 7 de mayo de 1993, pidió a la Secretaría que preparara unas directrices relativas a la sección B del anexo I del Protocolo sobre la Prevención de la Contaminación del Mar Mediterráneo causada por Vertidos desde Buques y Aeronaves, aprobado en 1976 (en adelante "el protocolo sobre Vertidos"). Posteriormente el texto modificado del Protocolo sobre Vertidos, adoptado por las Partes Contratantes en junio de 1995, preveía que se prepararan y adoptaran directrices relativas al vertido de materiales de dragado (artículo 6).

Una primera reunión de los expertos designados por los gobiernos en la preparación de directrices sobre el manejo de los materiales de dragado, respaldada por el Gobierno de España, se celebró en Valencia (España) del 20 al 22 de mayo de 1996 para examinar un primer conjunto de un proyecto de directrices preparado por la Secretaría. La reunión revisó el texto y pidió a la Secretaría que enmendara el proyecto de directrices sobre la base de las deliberaciones celebradas en esa reunión (UNEP(OCA)/MED WG.114/4).

Una segunda reunión, de que fue anfitrión el Gobierno de Malta, se celebró, en Sliema (Malta) del 30 de noviembre al 2 de diciembre de 1998 con el apoyo financiero de la Comisión Europea (UNEP(OCA)/MED WG.149/4). La reunión revisó el proyecto de directrices preparado por la Secretaría y se puso de acuerdo sobre un texto que se transmitiría a la reunión de los Coordinadores Nacionales de MED POL para su aprobación y, posteriormente, a las Partes Contratantes para su adopción.

El presente documento contiene el texto de las directrices tal como fue aprobado por las Partes Contratantes en su undécima Reunión Ordinaria celebrada en Malta del 27 al 30 de octubre de 1999.

ÍNDICE

Página No.

Prefacio 1

Introducción 1

1. PRESCRIPCIONES DEL PROTOCOLO SOBRE VERTIDOS 2

2. CONDICIONES EN QUE SE PUEDEN EXPEDIR PERMISOS DE VERTIDO DE MATERIALES DE DRAGADO 3

PARTE A

EVALUACIÓN Y MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

1. Caracterización del material de dragado 3

2. Eliminación de los materiales de dragado 3

3. Procedimiento de adopción de decisiones 3

4. Evaluación de las características y la composición de los materiales de dragado 5
Características físicas 5
Características químicas y biológicas 5
Exclusiones 7

5. Directrices sobre toma de muestras y análisis de los materiales de dragado 7
Toma de muestras a los efectos de expedir un permiso de vertido 7
Muestreo en el caso de renovación de un permiso de vertido 8
Comunicación de datos sobre los aportes 9
Parámetros y métodos 9

6. Características del lugar donde se efectúa el vertido y método de depósito 10

7. Consideraciones y condiciones generales 11
Naturaleza, prevención y minimización del impacto de la eliminación de los materiales de dragado 11
- Impacto físico 12
- Impacto químico 12
- Impacto bacteriológico 12
- Impacto biológico 13
- Impacto económico 13
- Métodos de gestión 13

8. Técnicas de manejo de las eliminaciones 14

9. Permisos 15

10. Informes 15

Página No.

PARTE B

VIGILANCIA DE LAS OPERACIONES DE VERTIDO DE MATERIALES DE DRAGADO

1.	**Definición**	16
2.	**Fundamento lógico**	16
3.	**Objetivos**	16
4.	**Estrategia**	16
5.	**Hipótesis sobre el impacto**	17
6.	**Evaluación preliminar**	17
7.	**Base de referencia**	18
8.	**Verificación de la hipótesis sobre el impacto: determinación del programa de vigilancia**	18
9.	**Vigilancia**	19
10.	**Notificación**	20
11.	**Utilización de la información obtenida**	20

SUPLEMENTOS TÉCNICOS A LAS DIRECTRICES PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

ANEXO TÉCNICO 1: REQUISITOS ANALÍTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

Primer elemento: Propiedades físicas		21
Segundo elemento: propiedades químicas		21
1.	Determinantes del grupo primario	21
2.	Determinantes del grupo secundario	22
Tercer elemento: Propiedades y efectos biológicos		22
1.	Bioensayos de toxicidad	22
2.	Indicadores biológicos	23
3.	Experimentos en el microcosmos	23
4.	Experimentos en el mesocosmos	23
5.	Observaciones sobre el terreno de las comunidades bentónicas	23
6.	Otras propiedades biológicas	23
Información suplementaria		24

Página No.

ANEXO TÉCNICO 2: TÉCNICAS DE NORMALIZACIÓN PARA LOS ESTUDIOS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS CONTAMINANTES 24

1. Introducción 24
2. Estrategia de muestreo 25
3. Procedimientos analíticos 26
   - 3.1 Fracciones granulométricas 26
   - 3.2 Análisis de contaminantes 26
4. Procedimientos de normalización 26
   - 4.1 Normalización granulométrica 26
   - 4.2 Normalización geoquímica 27
   - 4.3 Interpretación de los datos 27
5. Conclusiones 29
6. Bibliografía 29

ANEXO TÉCNICO 3: CONSIDERACIONES QUE SE HAN DE TOMAR EN CUENTA AL ADOPTAR UNA DECISIÓN DE OTORGAR UN PERMISO DE VERTIDO 30

I. UTILIZACIONES PROVECHOSAS DE LOS MATERIALES DE DRAGADO 30

II. ELIMINACIÓN EN TIERRA 31

III. TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO 31

ANEXO TÉCNICO 4: MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA) DE LAS ACTIVIDADES DE DRAGADO 32

FIGURAS Y CUADRO

Figura 1: Diagrama de flujos indicativo 34

Figura 2: Enfoque típico para la determinación de los parámetros físicos y químicos de los sedimentos marinos 35

Cuadro 1: Resumen de los factores de normalización 36

Prefacio

Las presentes directrices tienen por objeto ayudar a las Partes Contratantes en la aplicación del Protocolo para la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves o de incineración en el mar, en adelante designado “el Protocolo”, con respecto al manejo de los materiales de dragado; el Protocolo, firmado en 1995 por 16 Partes Contratantes, no ha entrado todavía en vigor.

Algunos aspectos de estas directrices son una adaptación al contexto técnico económico de la cuenca mediterránea del marco para la evaluación de los materiales de dragado, adoptado el 8 de diciembre de 1995 por las Partes Contratantes en la Convención de Londres sobre la prevención de la contaminación marina resultante del vertido de desechos y otras materias, de 13 de noviembre de 1972, en la forma modificada en 1993.

Sin embargo, se reconoce implícitamente que las consideraciones generales y los procedimientos detallados descritos en las directrices no son aplicables en su totalidad a todas las situaciones nacionales o locales.

Introducción

Las actividades de dragado son un componente esencial de las actividades portuarias.

Cabe distinguir dos grandes categorías de dragados:

- **Dragado inicial**, principalmente con fines de navegación, para ampliar o profundizar los canales y las zonas portuarias existentes o crear otros nuevos; este tipo de actividad de dragado incluye algunas actividades técnicas en el fondo del mar como la excavación de zanjas para tuberías o cables, la apertura de túneles, la eliminación de material poco adecuado para los cimientos o la supresión de la cubierta en caso de extracciones de agregados;

- **Dragado de mantenimiento** para que los canales, los amarraderos o las obras de ingeniería civil conserven sus dimensiones de diseño.

Todas estas actividades pueden producir grandes cantidades de material que habrá que eliminar. Una pequeña parte de este material puede estar contaminado por las actividades humanas en tal medida que habrá que imponer condiciones ecológicas a los lugares donde los sedimentos se dragan o vierten.

Se debe reconocer asimismo que las actividades de dragado como tales pueden dañar el medio marino, especialmente cuando se efectúan en mar abierto cerca de zonas sensibles (zonas de acuicultura, zonas recreativas, ...). Así sucede en particular cuando las operaciones de dragado tienen una repercusión física (aumento de la turbidez) y vuelven a poner en suspensión o a liberar contaminantes importantes (metales pesados, contaminantes orgánicos o bacterianos).

Dado cuanto antecede, se insta encarecidamente a las Partes Contratantes a que ejerzan el control sobre las operaciones de dragado paralelamente al que ejercen sobre los vertidos. El empleo de las mejores prácticas ambientales (MPA) en las actividades de dragado es una condición previa esencial para los vertidos, con el fin de reducir al mínimo la cantidad de materiales que se tienen que dragar y la repercusión de las actividades de dragado y vertido en las zonas marítimas.

Se puede obtener asesoramiento de varias organizaciones internacionales, entre ellas la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de Navegación 1986: Eliminación

del Material de Dragado en el Mar (LDC/SG9/2/1). Por medio de su Marco de la Política Ambiental y de sus estrechos lazos con la industria en la elaboración de tecnologías de producción industrial más limpias, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) puede ofrecer asesoramiento de expertos y capacitación para mejorar las capacidades con el fin de elaborar un plan de gestión integrado con respecto a los materiales de desecho dragados.

1. PRESCRIPCIONES DEL PROTOCOLO SOBRE VERTIDOS

1.1 Con arreglo al párrafo 1 del artículo 4 del Protocolo queda prohibido el vertido de desechos y otras materias.

No obstante, de conformidad con el apartado a) del párrafo 2 del artículo 4 del Protocolo, en determinadas condiciones cabe renunciar a este principio y autorizar el vertido de materiales de dragado.

1.2 Con arreglo al artículo 5, el vertido requiere un permiso especial previo de las autoridades nacionales competentes.

1.3 Además, de conformidad con el artículo 6 del Protocolo, los permisos a que se ha hecho referencia en el artículo 5 se expedirán únicamente después de un meticuloso examen de los factores indicados en el Anexo al Protocolo. El párrafo 2 del artículo 6 dispone que las Partes Contratantes establecerán y adoptarán criterios, directrices y procedimientos para el vertido de desechos u otras materias enumeradas en el artículo 4.2 con el fin de evitar, reducir y eliminar la contaminación.

1.4 Estas directrices para el manejo de los materiales de dragado, que incluyen asesoramiento sobre el muestreo y análisis de los materiales de dragado se han preparado con el fin de proporcionar pautas a las Partes Contratantes sobre:

a) el cumplimiento de sus obligaciones con respecto a la cuestión de los permisos para el vertido de materiales de dragado de conformidad con las disposiciones del Protocolo;

b) la transmisión a la organización de datos fiables sobre las aportaciones de contaminantes a las aguas del Protocolo por medio del vertido de materiales de dragado.

1.5 Habida cuenta de cuanto antecede, estas directrices están destinadas a permitir a las Partes Contratantes que manejen los materiales de dragado sin contaminar el medio marino. De conformidad con el apartado a) del párrafo 2 del artículo 4 del Protocolo sobre Vertidos, estas directrices se refieren concretamente al vertido de materiales de dragado desde los buques y las aeronaves. No conciernen a las operaciones de dragado ni a la eliminación de los materiales dragados por métodos distintos del vertido.

1.6 Las directrices se presentan en dos partes. La parte A se ocupa de la evaluación y manejo del material dragado, mientras que la Parte B aporta orientaciones sobre la concepción y ejecución de actividades de vigilancia de los lugares de vertidos marinos.

Las directrices comienzan con una pauta sobre las condiciones en las que se pueden expedir permisos. Las secciones 4, 6 y 7 abordan las consideraciones pertinentes en el Anexo al Protocolo, a saber: las características y composición del material de dragado (Parte A), las características del lugar del vertido y método de depósito (Parte B) y las consideraciones y condiciones generales (Parte C). La sección 5 contiene orientaciones adicionales sobre el muestreo y análisis de los materiales de dragado.

2. CONDICIONES EN QUE SE PUEDEN EXPEDIR PERMISOS PARA PROCEDER AL VERTIDO DE MATERIALES DE DRAGADO

PARTE A

EVALUACIÓN Y MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

1. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE DRAGADO

1.1 A los efectos de las presentes directrices, se aplican la(s) definición(definiciones) siguiente(s):

- por “material de dragado” se entiende cualquier formación sedimentaria (arcilla, cieno, arena, grava, rocas y cualquier material rocoso autóctono afín) extraído de zonas que están normal o regularmente cubiertas por el agua de mar, mediante el empleo de un equipo de dragado u otro equipo de excavación;

Para cualquier otra definición pertinente, se aplica el texto del art. 3 del Protocolo para la prevención y eliminación de la contaminación del mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves o la incineración en el mar.

2. ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

2.1 En la inmensa mayoría de los casos el vertido menoscaba el entorno natural por lo que antes de adoptar la decisión de otorgar un permiso de vertido se deben tomar en consideración otros métodos de eliminación. En particular se debe considerar todos los posibles usos de los materiales de dragado (véase el anexo técnico 3).

3. PROCEDIMIENTO DE ADOPCIÓN DE DECISIONES

3.1 Se recomienda la elección de un lugar adecuado para los vertidos más que una aplicación de prueba. La selección del lugar para reducir al mínimo la repercusión en las zonas de pesca comerciales o recreativas es una consideración importante en la protección de los recursos y está abordada de manera pormenorizada en la Parte C del Anexo del Protocolo. (En la sección 7 infra se dan otras orientaciones para la aplicación de la Parte C del Anexo).

3.2 Para determinar las condiciones en las que se pueden expedir permisos para el vertido de materiales de dragado, las Partes Contratantes deben establecer sobre una base nacional y/o regional, según un procedimiento de adopción de decisiones para evaluar las propiedades de los materiales y sus componentes, teniendo en cuenta la protección de la salud humana y del medio marino.

3.3 El procedimiento de adopción de decisiones se basa en un conjunto de criterios elaborados sobre una base nacional y/o regional, según proceda, que se ajusten a lo dispuesto en los artículo 4, 5 y 6 del Protocolo y sean aplicables a sustancias concretas. Estos criterios deben tener en consideración la experiencia adquirida con respecto a los efectos potenciales sobre la salud humana y el medio marino.

Esos criterios se pueden describir como sigue:

a) características físicas, químicas y geoquímicas (por ejemplo, criterios sobre la

calidad de los sedimentos);

b) efectos biológicos de los productos de la actividad de vertido (impacto en los ecosistemas marinos);

c) datos de referencia relacionados con métodos particulares de vertido o con lugares de vertido;

d) efectos ambientales que son específicos del vertido de los materiales de dragado y que se consideran indeseables fuera y/o en las cercanías de los lugares de vertido designados;

e) la contribución de los vertidos a los flujos de contaminantes locales ya existentes (criterios del flujo).

3.4 Los criterios se deben deducir de estudios de los sedimentos que tienen propiedades geoquímicas similares a las de los materiales dragados y/o los del sistema de recepción. Según la variación natural de la geoquímica de los sedimentos, puede que sea necesario establecer conjuntos individuales de criterios para cada zona en la que se efectúen dragados o vertidos.

3.5 El procedimiento de adopción de decisiones, con respecto al nivel de referencia de base natural y a algunos contaminantes específicos o respuestas biológicas, puede fijar un umbral de referencia superior y otro inferior, dando así origen a tres posibilidades:

a) los materiales que contienen contaminantes especificados o que causan respuestas biológicas que superan el umbral superior pertinente deben considerarse en general como inadecuados para ser vertidos en el mar;

b) los materiales que contienen contaminantes especificados o que causan respuestas biológicas por debajo del umbral mínimo pertinente en general se considera que afectan poco al medio ambiente en caso de ser vertidos en el mar;

c) los materiales de calidad intermedia deben ser sometidos a una evaluación más detallada para determinar si se prestan a ser vertidos en el mar.

3.6 Cuando los criterios y los límites reguladores conexos no se pueden satisfacer (caso a) supra), una Parte Contratante no debe expedir un permiso a menos que un examen detallado de conformidad con la Parte C del Anexo del Protocolo indique que el vertido en el mar es, no obstante, la opción menos nociva, en comparación con otras técnicas de eliminación. Si se llega a esa conclusión, la Parte Contratante debe:

a) aplicar un programa para la reducción en la fuente de la contaminación que alcanza la zona de dragado, cuando existe una fuente que se puede reducir por medio de ese programa, con miras a satisfacer los criterios establecidos;

b) tomar todas las medidas prácticas para mitigar la repercusión de la operación de vertido en el medio marino con inclusión, por ejemplo, de la utilización de métodos de contención (capsulado) o de tratamiento;

c) preparar una hipótesis de la repercusión ambiental marina detallada;

d) iniciar la vigilancia (actividad de seguimiento) destinada a verificar cualquier efecto adverso previsto del vertido, en particular con respecto a la hipótesis del

impacto sobre el medio marino;

e) expedir un permiso específico;

f) informar a la Organización sobre el vertido que se ha llevado a cabo, indicando las razones por las que se expidió el permiso correspondiente.

Cuando es poco probable que las técnicas de manejo del dragado alivien los efectos nocivos del material contaminado, puede recurrirse a la separación física sobre la tierra de las fracciones más contaminadas (verbigracia, mediante el empleo de hidrociclones) para reducir al mínimo las cantidades de material para las que se requieren esas medidas.

3.7 Con miras a evaluar la posibilidad de armonizar o consolidar los criterios a que se ha hecho referencia en los párrafos 3.3 a 3.6 supra, con inclusión de cualquier criterio relativo a la calidad de los sedimentos, las Partes Contratantes están obligadas a informar a la Organización de los criterios adoptados, así como de la base científica sobre la que se han elaborado esos criterios.

3.8 Un elemento importante de estas directrices para la realización de las actividades de dragado es la preparación de una hipótesis del impacto sobre el medio marino (véase la Parte B, párrafos 5.1 y 5.2) con respecto a cada operación de vertido marino. Al concluir sus evaluaciones de las repercusiones ambientales de esas operaciones, antes de la expedición de un permiso, las Partes Contratantes deben formular hipótesis sobre el impacto de conformidad con la directriz prevista en la Parte B, párrafos 5.2 a 7.1. Esta hipótesis sobre el impacto constituirá la base principal para la concepción de las actividades de vigilancia posteriores a la operación.

4. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y LA COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES DRAGADOS

Características físicas

4.1 Con respecto a todo el material de dragado que se vierta en el mar se debe obtener la información siguiente:

- cantidad de los materiales dragados (en toneladas brutas);

- método de dragado (dragado mecánico, hidráulico o neumático y aplicación de la mejor práctica ambiental);

- determinación preliminar aproximada de las características de los sedimentos (por ejemplo arcilla/limo/arena/grava/roca).

4.2 Para evaluar la capacidad del lugar de recibir materiales de dragado, se deben tomar en consideración tanto la cantidad total de materiales como el ritmo de carga prevista o efectiva en el lugar de vertido.

Características químicas y biológicas

4.3 Se necesitará una caracterización química y biológica para evaluar plenamente el impacto potencial. La información podrá proceder de las fuentes existentes, por ejemplo, de las observaciones sobre el terreno del impacto de materiales similares en lugares análogos, o de los datos de pruebas anteriores relativos a materiales similares puestos a prueba hace no más de cinco años, y del conocimiento de las descargas locales u otras fuentes de

contaminación, respaldados por un análisis selectivo en esos casos que puede resultar innecesario para volver a medir los efectos potenciales de materiales similares en las zonas circundantes.

4.4 La caracterización química y, en la forma que proceda, biológica, será necesaria como un primer paso para estimar la carga bruta de contaminantes, especialmente en lo que se refiere a las nuevas operaciones de dragado. Las prescripciones relativas a los segmentos y compuestos que se han de analizar figuran en la sección 5.

4.5 El objetivo de las pruebas indicadas en la presente sección es determinar si el vertido en el mar de materiales de dragado que contengan contaminantes puede causar unos efectos indeseables, especialmente la posibilidad de efectos crónicos o tóxicos agudos en los organismos marinos o la salud humana, derivados o no de su bioacumulación en los organismos marinos y especialmente en las especies alimenticias.

4.6 Los siguientes procedimientos de pruebas biológicas podrían no resultar necesarios si la caracterización física y química anterior de los materiales de dragado y de la zona receptora, y la disponibilidad de información biológica, permiten una evaluación del impacto ambiental sobre una base científica adecuada.

Sin embargo:

- si el análisis anterior de los materiales muestra la presencia de contaminantes en cantidades que superan el umbral de referencia superior indicado en el párrafo 3.5 a) supra o de sustancias cuyos efectos biológicos no se conocen,

- si existe una preocupación por los efectos antagónicos o sinergéticos de más de una sustancia;

- o si existe alguna duda en cuanto a la composición exacta o propiedades del material,

es necesario aplicar los procedimientos de prueba biológica adecuados.

Estos procedimientos, que deben entrañar especies de bioindicadores pueden incluir los siguientes:

- pruebas de toxicidad aguda;

- pruebas de toxicidad crónica capaces de evaluar los efectos subletales a largo plazo, como los biotests que se extienden a todo un ciclo de vida;

- pruebas para determinar la posibilidad de bioacumulación de la sustancia de que se trate;

- pruebas para determinar la posibilidad de alteración de la sustancia de que se trate.

4.7 Las sustancias contenidas en los materiales de dragado pueden experimentar cambios físicos, químicos y bioquímicos al depositarse en el medio marino. La susceptibilidad de los materiales de dragado a esos cambios deben examinarse a la luz del destino definitivo y los efectos potenciales de los materiales de dragado. Esto se puede reflejar en la hipótesis relativa al impacto y también en un programa de seguimiento.

Exclusiones

4.8 Los materiales de dragado pueden quedar excluidos de las pruebas a que se hace referencia en los párrafos 4.3 y 4.6 de estas directrices si satisfacen alguno de los criterios enumerados más adelante; en esos casos, las disposiciones de las Partes B y C del Anexo del Protocolo (véanse las secciones 6 y 7 infra) deben tenerse en cuenta.

a) los materiales de dragado están constituidos casi exclusivamente por arena, grava o roca; esos materiales se encuentran frecuentemente en zonas de elevadas corrientes o energía del oleaje, como las corrientes con grandes cargas de fondo o zonas costeras con barreras y canales móviles;

b) los materiales de dragado están integrados por materiales geológicos anteriormente inalterados;

c) los materiales de dragado están destinados a mantener o restaurar las playas y están compuestos predominantemente por arena, grava o caparazones de moluscos, con partículas de una dimensión compatible con los materiales de las playas de recepción.

En los proyectos de dragado inicial, las autoridades nacionales pueden, teniendo en cuenta la índole del material que se ha de vertir en el mar, excluir a parte de ese material de las disposiciones de las presentes directrices después de haber efectuado una toma de muestras representativa. Sin embargo, el dragado inicial en zonas que pueden contener sedimentos contaminados debería atenerse a la caracterización de conformidad con las presentes directrices, en particular el párrafo 4.4.

5. DIRECTRICES SOBRE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

Toma de muestras a los efectos de expedir un permiso de vertido

5.1 Para los materiales de dragado que requieren análisis detallados (verbigracia, que no estén exceptuados con arreglo al párrafo 4.8 supra, las directrices siguientes indican cómo se puede obtener una información analítica suficiente a los efectos de expedir un permiso. La valoración y el conocimiento de las condiciones locales serán esenciales en la aplicación de estas directrices con respecto a cualquier actuación particular (véase el párrafo 5.11).

5.2 Se deberá efectuar un estudio *in situ* de la zona que va a ser objeto de dragado. La distribución y profundidad del muestreo debe reflejar la dimensión de la zona que se va a dragar, el volumen que se ha dragado y la variabilidad prevista en la distribución horizontal y vertical de contaminantes. Para evaluar el número de muestras que se han de analizar, pueden utilizarse diversos enfoques.

5.3 A continuación figuran dos ejemplos de estos enfoques diferentes:

a. El número de estaciones de muestreo debe ajustarse a la zona que se va a dragar mediante la aplicación de la fórmula N=**p**X/25, donde x es la zona en metros cuadrados y N el número de estaciones de muestreo, siendo N$4. Según las características del intercambio de la zona que se va a dragar, el número de estaciones de muestreo debe ser menor para espacios abiertos (véase “Recommendations for the management of dredged material in the port of Spain” (Cedex 1994)).

b. En el cuadro que sigue figura una indicación del número de muestras que se han de analizar en relación con el número de m^3 que se han de dragar para obtener resultados representativos, partiendo del supuesto de que en la zona que se va a dragar los sedimentos son razonablemente uniformes.

Cantidad dragada (m^3 *in situ*)	**Número de estaciones**
Hasta 25 000	3
de 25 000 a 100 000	4 - 6
de 100 000 a 500 000	7 - 15
de 500 000 a 2 000 000	16 - 30
> 2 000 000	10 más por millón de m^3

Se deberían tomar testigos donde la profundidad del dragado y la distribución vertical prevista de contaminantes lo justifique: de no ser posible, una muestra tomada al azar se considera adecuada. El muestreo efectuado a bordo de una draga no es aceptable.

5.4 Normalmente, las muestras de cada ubicación deben analizarse por separado. Sin embargo, si los sedimentos presentan unas características claramente homogéneas con respecto a las características del sedimento (fracciones granulométricas y carga en materia orgánica) y al nivel previsto de contaminación, es posible obtener muestras compuestas de lugares adyacentes, dos o más a la vez, a condición de que se procure que los resultados den un valor medio justificado con respecto a los contaminantes. Las muestras de origen deben conservarse hasta que haya quedado completado el procedimiento para la emisión de un permiso, por si los resultados indicaran que era necesario proceder a otro análisis.

Muestreo en el caso de renovación de un permiso de vertido

5.5 Si un estudio indica que los materiales están esencialmente por debajo del umbral de referencia que figura en el apartado b) del párrafo 3.5 supra y no se ha producido ningún nuevo acontecimiento de contaminación que indique que la calidad de los materiales se ha deteriorado, los estudios no tendrán que repetirse.

5.6 Si la actividad de dragado entraña materiales con un contenido contaminante entre los umbrales de referencia superior e inferior que figuran en los apartados a) y b) del párrafo 3.5, puede que sea posible, sobre la base del estudio inicial, reducir sea el número de estaciones de muestreo sea el número de parámetros que se han de medir. No obstante, se debe proporcionar suficiente información para confirmar el análisis inicial para expedir un permiso. Si ese programa de muestreo reducido no confirma el análisis anterior, habrá que repetir todo el estudio. Si el número de parámetros con respecto a las mediciones repetitivas es reducido, es conveniente proceder a un nuevo análisis de todos los parámetros enumerados en el Anexo Técnico I a intervalos adecuados no mayores de cinco años.

5.7 Con todo, en zonas en las que existe una tendencia a que los sedimentos muestren elevados niveles de contaminación, o cuando la distribución de los contaminantes cambia rápidamente como reacción a diversos factores ambientales, el análisis de los contaminantes pertinentes debe ser frecuente y estar vinculado al procedimiento de renovación de los permisos.

Comunicación de datos sobre los aportes

5.8 El plan de muestreo anteriormente descrito aporta información a los efectos de la expedición de permisos. Sin embargo, el plan puede simultáneamente proporcionar una base adecuada para la estimación de los aportes totales y, por el momento en la situación actual, puede ser considerado el criterio más preciso del que se dispone para este fin. En este contexto, se da por supuesto que los materiales no sometidos a análisis representan unos aportes insignificantes de contaminantes y, en consecuencia, no es preciso calcular ni comunicar las cargas de contaminantes.

Parámetros y métodos

5.9 Como los contaminantes se concentran principalmente en la fracción granulométrica fina (# 2 mm) e incluso más concretamente en la fracción arcillosa (# 2 Fm), el análisis debe efectuarse normalmente sobre la muestra de la fracción granulométrica fina (# 2 mm). Será asimismo necesario, para evaluar el probable impacto de los niveles de contaminantes, suministrar información sobre:

- las fracciones granulométricas (% arena, limo, arcilla);
- la carga de materia orgánica;
- la materia seca (% de sólidos).

5.10 Cuando haga falta efectuar un análisis, debe ser obligatorio para las sustancias metálicas enumeradas en el Anexo Técnico I (Determinantes del grupo primario). Con respecto a las sustancias organocloradas, los policlorobifenilos (PCB) deben analizarse caso por caso en los sedimentos no exentos porque siguen siendo contaminantes ambientales importantes. Otros organohalógenos deben medirse igualmente si es probable que estén presentes como resultado de aportaciones locales.

5.11 Además, la autoridad encargada de la expedición de los permisos debe examinar meticulosamente las aportaciones locales concretas, con inclusión de la probabilidad de contaminación por arsénico, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y compuestos orgánicos del estaño. La autoridad debe adoptar disposiciones para proceder al análisis de esas sustancias cuando sea necesario.

A este respecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- las posibles vías por las que los contaminantes podrían razonablemente introducirse en los sedimentos;

- la probabilidad de contaminación debida a la escorrentía de superficie a partir de tierras agrícolas y urbanas;

- los derrames de contaminantes en la zona que se va a dragar, en particular como resultado de actividades portuarias;

- las descargas de desechos industriales y municipales (en el pasado y actualmente);

- el origen y la utilización anterior de los materiales dragados (por ejemplo, la alimentación de las playas); y

- depósitos naturales importantes de minerales y otras sustancias naturales.

5.12 En los anexos técnicos a las presentes directrices en la forma adoptada y actualizada periódicamente por las Partes Contratantes figuran otras pautas sobre la selección de determinantes y métodos de análisis de los contaminantes en condiciones locales y sobre los procedimientos que se han de utilizar a los efectos de la armonización y la evaluación de la calidad.

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DONDE SE EFECTÚA EL VERTIDO Y MÉTODO DE DEPÓSITO

6.1 Las cuestiones relacionadas con los criterios de selección del lugar donde se efectúa el vertido se examinan de manera más detallada en los estudios preparados por GESAMP (Informes y Estudios Nº 16: Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea, OMI 1982) y por el ICEM (Noveno Informe Anual de la Comisión de Oslo, Anexo 6).

La elección de un lugar para efectuar vertidos en el mar no sólo entraña la consideración de los parámetros ambientales, sino también la viabilidad económica y operacional.

6.2 Para poder evaluar un nuevo lugar de vertidos, las autoridades nacionales tendrán que examinar una información básica sobre sus características en una de las primeras etapas del proceso de adopción de decisiones.

A los efectos de estudiar el impacto, esta información debe incluir las coordenadas geográficas del lugar del vertido (latitud y longitud), la distancia a la costa más cercana así como la proximidad de la zona de vertido a:

- las zonas recreativas;
- las zonas de desove, repoblación y reproducción de peces, crustáceos y moluscos;
- las rutas conocidas de las migraciones de los peces o mamíferos marinos;
- las zonas de pesca comercial o deportiva;
- las zonas de maricultura;
- las zonas de belleza natural o de considerable importancia cultural o histórica;
- las zonas de importancia especial científica, biológica o ecológica;
- las rutas de navegación;
- las zonas reservadas a actividades militares;
- las utilizaciones técnicas del fondo del mar (por ejemplo, la extracción en curso o potencial de minerales de los fondos marinos, el tendido de cables submarinos, la desalinización o los lugares de conversión de la energía).

El vertido de los materiales de dragado no debe interferir ni menoscabar los usos comerciales y económicos legítimos del medio marino. La selección de los lugares de vertido debe tener en cuenta el carácter y la extensión de la pesca comercial y recreativa, así como la existencia de zonas de acuicultura, desove, reproducción y alimentación.

6.3 Dada las incertidumbres en lo que respecta a la difusión de los contaminantes marinos que dan origen a una contaminación transfronteriza, el vertido de los materiales de dragado en el mar abierto **no se considera que es la solución ecológica más adecuada para prevenir la contaminación marina y, en consecuencia, debe evitarse.**

6.4 En lo que respecta a los materiales dragados, los únicos datos que se han de tomar en consideración a estos efectos deben incluir información sobre:

- el método de eliminación (por ejemplo, descarga de buques o gánguiles y otros métodos controlados, como la descarga a través de tuberías);

- el método del dragado (por ejemplo, hidráulico o mecánico), teniendo en cuenta las mejores prácticas ambientales (MPA).

6.5 Para la evaluación de las características de dispersión, la utilización de modelos matemáticos de difusión requiere la recopilación de determinados datos meteorológicos, hidrodinámicos y oceanográficos. Además, se debe disponer de datos sobre la velocidad del buque desde el que se vierten los materiales y el ritmo del vertido.

6.6 La evaluación básica de un lugar ya sea nuevo o anterior, incluye la consideración de los posibles efectos que podrían surgir debido al aumento de determinados componentes o a la interacción (verbigracia, los efectos sinergéticos) con otras sustancias introducidas en la zona, sea a través de otros vertidos, de aportaciones desde los ríos, de descargas desde las zonas costeras, de zonas de explotación, del transporte marítimo o a través de la atmósfera.

La tensión existente en las comunidades biológicas como resultado de esas actividades debe evaluarse antes de proceder a ninguna operación nueva o adicional de vertido.

Los posibles usos futuros de los recursos y atractivos de la zona receptora del mar deben tenerse presentes.

6.7 La información procedente de estudios de referencia y de vigilancia en los vertederos existentes será importante para la evaluación de cualquier nueva actividad de vertido en el mismo lugar o cerca de él.

7. CONSIDERACIONES Y CONDICIONES GENERALES

NATURALEZA, PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

7.1 Se debe prestar particular atención a los materiales de dragado contaminados por hidrocarburos y que contienen sustancias que tienen una tendencia a flotar después de volver a estar en suspensión en la columna de agua. Esos materiales no deben vertirse de una manera o en un emplazamiento que pueda interferir con la pesca, la navegación, las actividades recreativas u otros usos beneficiosos del medio marino.

7.2 Al elegir los vertederos, se deben evitar los hábitat de especies raras, vulnerables o en peligro, teniendo en cuenta la preservación de la diversidad biológica.

7.3 Además de los efectos toxicológicos y de la bioacumulación de los componentes de los materiales de dragado, se deben tomar en consideración otras repercusiones posibles en la vida marina, como:

- la alteración de las capacidades sensoriales y fisiológicas y del comportamiento de los peces en particular con respecto a los predadores naturales;

- el enriquecimiento en nutrientes;

- el agotamiento del oxígeno;

- el aumento de la turbidez;

- la modificación de la composición de los sedimentos y el recubrimiento del fondo del mar.

Impacto físico

7.4 Todos los materiales de dragado, estén o no contaminados, producen un considerable impacto físico en el punto de eliminación. Este impacto comprende el recubrimiento del lecho del mar y un aumento localizado de los niveles de los sólidos en suspensión.

El impacto físico puede asimismo extenderse a zonas que quedan fuera de la zona de vertido como tal, como resultado del desplazamiento hacia adelante de los materiales vertidos debido a la acción de las olas, las mareas y las corrientes residuales, especialmente cuando se trata de fracciones finas.

En las aguas relativamente cerradas, los sedimentos que consumen oxígeno (por ejemplo, los que son ricos en carbono orgánico) pueden influir negativamente en el régimen de oxígeno de los sistemas receptores. De la misma manera, el vertido de sedimentos con altos niveles de nutrientes puede afectar considerablemente a los flujos de nutrientes y, posteriormente, en casos extremos, contribuir fuertemente a la eutrofización de la zona receptora.

Impacto químico

7.5 El impacto químico de la eliminación de los materiales de dragado sobre la calidad de las aguas marinas y la biota marina se debe principalmente a la dispersión de contaminantes en asociación con partículas en suspensión, y a la liberación de contaminantes de los sedimentos del vertedero.

La capacidad de retención de los contaminantes puede variar considerablemente. La movilidad de los contaminantes depende de varios factores entre los que figuran la forma química del contaminante, su distribución, el tipo de matriz, el estado físico del sistema (verbigracia, PH, T^{o}, ...), las corrientes, la materia en suspensión (materia orgánica), el estado físico-químico del sistema, el tipo de procesos interactivos, como los mecanismos de absorción/desorción o de precipitación/ disolución, y las actividades biológicas.

Impacto bacteriológico

7.6 Desde el punto de vista bacteriológico, las actividades de dragado y el vertido de los materiales de dragado pueden entrañar la resuspensión de la flora sedimentaria, particularmente las bacterias fecales, que se encuentran atrapadas en los sedimentos. Los estudios realizados muestran que, en particular en los vertederos, existe una importante correlación entre la turbidez y las concentraciones de gérmenes puestos a prueba (coliformes fecales, estreptococos fecales).

Impacto biológico

7.7 La consecuencia biológica inmediata de este impacto físico comprende la sofocación de la flora y fauna bentónicas en la zona de vertido.

No obstante, en algunos casos, después de suspenderse las actividades de vertido, puede producirse una modificación del ecosistema, en particular cuando las características físicas de los sedimentos en los materiales de dragado son muy distintas de las de la zona receptora.

En determinadas circunstancias especiales, la eliminación puede obstaculizar la migración de los peces o crustáceos (por ejemplo, si el vertido se efectúa en los itinerarios de migración costera de los cangrejos).

Por otra parte, el impacto de la contaminación química resultante de la dispersión de contaminantes asociados con materias en suspensión, y de los contaminantes liberados de los sedimentos que se acumulan en el vertedero, puede provocar un cambio en la composición, la diversidad biológica y la abundancia de comunidades bentónicas.

Impacto económico

7.8 Una consecuencia importante de la presencia física del vertido de materiales de dragado es la interferencia con las actividades de pesca y, en algunos casos, con la navegación y las actividades recreativas. El primer aspecto está relacionado con el encubrimiento de zonas que se pueden utilizar para la pesca y las trabas resultantes para los aperos de pesca fijos; el entarquinamiento como resultado de los vertidos puede ocasionar peligros para la navegación y el depósito de arcilla o limo puede causar daños a las zonas recreativas. Estos problemas se agravan a veces cuando a los escombros se acumulan desechos portuarios voluminosos como vigas de madera, fragmentos de metales, trozos de cables, etc.

Métodos de gestión

7.9 La presente sección trata únicamente de las técnicas de gestión para minimizar los efectos físicos de la eliminación de materiales de dragado. Las medidas de control de la contaminación de los materiales de dragado se examinan en otras secciones de las presentes directrices.

7.10 La clave de la gestión reside en la selección meticulosa del lugar (véase la sección 5) y la evaluación de la discrepancia entre los recursos marinos, el medio marino y las actividades. Estas observaciones tienen por finalidad complementar esas consideraciones.

7.11 Para evitar una utilización excesiva de los fondos marinos, el número de lugares se debe reducir lo más posible y cada lugar debe utilizarse al máximo sin obstaculizar la navegación (formación de bajos de arena).

Se deben adoptar cuantas medidas se pueda para facilitar la recolonización una vez que se hayan detenido los depósitos.

7.12 Los efectos se pueden atenuar logrando que, en la medida de lo posible, los sedimentos en los materiales de dragado y en las zonas de recepción sean similares. Localmente, el impacto biológico puede reducirse aún más si la zona de sedimentación está sujeta naturalmente a una agitación física (corrientes horizontales y verticales). Cuando esto no es posible, y los materiales son limpios y finos, se debe recurrir a una forma de vertido deliberadamente dispersiva para reducir el recubrimiento a una pequeña superficie.

7.13 Con el dragado inicial y de mantenimiento, los materiales pueden ser de un carácter diferente de los sedimentos en el lugar de recepción y la recolonización puede verse afectada. Cuando se depositan materiales voluminosos como rocas y arcilla, la pesca puede quedar obstaculizada, incluso a largo plazo.

7.14 Es posible que haya que imponer restricciones temporales a las actividades de vertido (por ejemplo en el momento de las mareas o en determinadas estaciones). Las trabas a la migración o el desove de los peces o crustáceos o a las actividades de pesca estacionales pueden evitarse imponiendo un calendario para las operaciones de vertido.

Las actividades de cavado de fosas y de relleno pueden también obstaculizar los comportamientos migratorios, por lo que serán necesarias medidas restrictivas similares.

7.15 Cuando proceda, los buques que efectúan los vertidos deben estar dotados de unos sistemas de localización precisos, por ejemplo, sistemas de satélite. Es preciso inspeccionar los barcos que efectúan los vertidos y controlar las operaciones periódicamente para que se respeten las condiciones del permiso de vertido y que la tripulación esté consciente de las responsabilidades que le incumben con arreglo al permiso. Los registros de los buques y los dispositivos automáticos de vigilancia y despliegue (por ejemplo las cajas negras) cuando se han instalado, deben inspeccionarse para asegurarse de que el vertido se efectúa en el lugar especificado.

Cuando los desechos sólidos constituyen un problema, puede ser necesario que el buque que efectúa los vertidos (o la draga) esté dotado de una rejilla para facilitar su retirada con miras a la eliminación (o recuperación) en tierra, en lugar de que se vierta en el mar.

7.16 La vigilancia es un componente esencial de la gestión (véase la Parte B).

8. TÉCNICAS DE MANEJO DE LAS ELIMINACIONES

8.1 Por último, el problema de la eliminación de los materiales de dragado contaminado sólo puede resolverse con eficacia mediante la aplicación de programas y la adopción de medidas para la eliminación progresiva de las descargas de contaminantes en las aguas de las que se toman los materiales de dragado.

Hasta que se alcance este objetivo, los problemas causados por materiales de dragado contaminados podrían resolverse recurriendo a técnicas adecuadas de manejo de las eliminaciones.

8.2 Las “técnicas de manejo de las eliminaciones” están constituidas por medidas y procedimientos que permiten reducir la repercusión de las sustancias potencialmente tóxicas y persistentes contenidas en los materiales de dragado o para mantenerlas a un nivel que no constituya un riesgo para la salud humana, ni cause daños a los recursos vivos y a la vida marina o a los lugares de esparcimiento ni obstaculice otros usos legítimos del mar.

8.3 En cualquier caso, esas técnicas deben utilizarse en plena conformidad con las consideraciones pertinentes que figuran en el anexo al Protocolo sobre Vertidos como la evaluación comparativa de diversas opciones de eliminación y deben siempre ir asociadas con una vigilancia posterior a la eliminación (seguimiento ecológico) para evaluar la eficacia de las técnicas y la necesidad de cualesquiera otras medidas de gestión complementarias.

9. PERMISOS

9.1 Todo permiso que autorice la eliminación en el mar indicará las condiciones en que se puede feectuar la eliminación así como un marco para evaluar y garantizar el cumplimiento.

9.2 Las condiciones del permiso deben redactarse en términos sencillos y claros y tendrán por objeto velar por que:

a) sólo se viertan los materiales que se hayan considerado por sus características aceptables para ser eliminados en el mar, sobre la base de la evaluación del impacto;

b) el materia sólo se deposite en el vertedero elegido;

c) se apliquen todas las técnicas necesarias de manejo de la eliminación determinadas durante el análisis del impacto; y

d) se cumplan los requisitos de vigilancia y se comuniquen los resultados a la autoridad que otorga el permiso.

10. INFORMES

10.1 Las Partes Contratantes deben comunicar a la organización que ha extendido los permisos la cantidad total de material dragado y las cargas de contaminantes. Deben también informar a la organización de sus actividades de vigilancia (véase la parte B).

10.2 La comunicación a la organización de los materiales excluidos del análisis será voluntaria.

PARTE B

VIGILANCIA DE LAS OPERACIONES DE VERTIDO DE MATERIALES DRAGADOS

1. DEFINICIÓN

1.1 En el contexto de la evaluación y regulación de las operaciones de vertido de materiales dragados que afectan al medio ambiente y a la salud humana, la vigilancia se define como el conjunto de medidas que tienen por objeto determinar, a partir de la medición repetida de un contaminante o efecto, ya sea directo o indirecto, de la introducción de este contaminante en el medio marino, las modificaciones espaciales y temporales que se producen en la zona de recepción como resultado de la actividad objeto de examen.

2. FUNDAMENTO LÓGICO

2.1 La vigilancia de las operaciones de vertido de los materiales dragados suele responder a las razones siguientes:

i) comprobar si se han respetado las condiciones del permiso - control de la conformidad - y si se han evitado, en consecuencia, como estaba previsto, los efectos adversos en la zona de recepción como consecuencia del vertido;

ii) mejorar la base sobre la que se valoran las solicitudes de permiso mediante el mejoramiento de los conocimientos de los efectos sobre el terreno de descargas importantes que no pueden estimarse directamente por medio de una evaluación de laboratorio o de la documentación;

iii) aportar las pruebas necesarias para demostrar que, en el marco del Protocolo, las medidas de seguimiento aplicadas bastan para garantizar que las capacidades de dispersión y asimilación del medio marino no se han excedido y, por tanto, que no se causan daños al medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1 Los objetivos de la vigilancia son determinar los niveles de contaminantes en todos los sedimentos por encima del umbral de referencia menor que figura en el apartado b) del párrafo 3.5 de las directrices y en los organismos bioindicadores, los efectos biológicos y las consecuencias para el medio marino del vertido de los materiales dragados y, por último, para ayudar a los gestores a combatir la exposición de los organismos a los materiales de dragado y contaminantes conexos.

4. ESTRATEGIA

4.1 Las actividades de vigilancia son caras puesto que requieren considerables recursos tanto para ejecutar los programas de medición y muestreo en el mar como para la labor analítica posterior de las muestras.

Para abordar el programa de vigilancia de una manera eficaz en función de los recursos, es esencial que el programa persiga objetivos claramente definidos, que las mediciones efectuadas correspondan a esos objetivos y que los resultados se examinen a intervalos regulares en relación con los objetivos.

Como los efectos del vertido de materiales de dragado es probable que sean similares en muchas zonas, no parece que esté muy justificado vigilar todos los lugares, particularmente los que reciben pequeñas cantidades de materiales dragados. Sería más eficaz llevar a cabo investigaciones más detalladas en unos pocos lugares cuidadosamente elegidos (por ejemplo, los que reciben grandes aportes de materiales de dragado) para obtener una mejor comprensión de sus procesos y efectos.

En zonas que presentan las mismas características físicas, químicas y biológicas, o casi las mismas características, existen fuertes presunciones de que los efectos del vertido de materiales de dragado son similares. En los planos científico y económico, es muy difícil justificar la vigilancia de todos los lugares, particularmente de los que reciben pequeñas cantidades de materiales de dragado (por ejemplo, menos de 25.000 toneladas al año). En consecuencia, es más adecuado y rentable concentrarse en investigaciones detalladas en unos pocos lugares cuidadosamente seleccionados (por ejemplo, los que están sometidos a grandes aportes de materiales de dragado) para obtener una mejor comprensión de los procesos y efectos correspondientes.

5. HIPÓTESIS SOBRE EL IMPACTO

5.1 Para establecer esos objetivos, es primeramente necesario deducir una hipótesis sobre la repercusión que describa los efectos previstos en el medio físico, químico y biológico tanto de la zona de vertido como de las zonas externas. La hipótesis sobre la repercusión constituye la base para determinar el programa de vigilancia sobre el terreno.

5.2 El objetivo de una hipótesis sobre la repercusión es facilitar, sobre la base de la información disponible, un análisis científico conciso de los efectos potenciales de la operación propuesta sobre la salud humana, los recursos vivos, la vida marina, las zonas recreativas y otras utilizaciones legítimas del mar. Con este fin, la hipótesis sobre el impacto debe incorporar información sobre las características del material dragado y sobre las condiciones del vertedero propuesto. Debe abarcar escalas temporales y espaciales de los efectos potenciales.

Uno de los principales requisitos de la hipótesis sobre el impacto es que se han de elaborar criterios que describan los efectos ambientales concretos de las actividades de vertido, teniendo en cuenta que esos efectos han de evitarse fuera de las zonas de dragado y vertido designadas (véase la parte A, sección 3).

6. EVALUACIÓN PRELIMINAR

6.1 La evaluación preliminar debe ser lo más completa posible. Se deben identificar las zonas principales del impacto potencial así como las que se considera que sufren las consecuencias más graves para la salud humana y el medio ambiente. A menudo se consideran prioridades a este respecto las alteraciones del medio físico, los riesgos para la salud humana, la reducción del valor de los recursos marinos y el obstáculos de otras utilizaciones legítimas del mar.

6.2 Las consecuencias previstas del vertido (metas) pueden describirse en función de los hábitat, los procesos, las especies, las comunidades y los usos afectados por el vertido. El carácter preciso del cambio, la reacción o el obstáculo (efecto) previsto pueden describirse a continuación. La meta y el efecto pueden describirse (cuantificados) junto con el suficiente lujo de detalles para eliminar cualquier duda en cuanto a los parámetros que se han de medir durante la vigilancia posterior a la actividad sobre el terreno. En este último contexto, podría ser esencial determinar “dónde” y “cuándo” cabe prever las repercusiones.

7. BASE DE REFERENCIA

7.1 Para elaborar una hipótesis sobre el impacto, puede ser necesario realizar un estudio de base que describa no sólo las características ambientales, sino también la variabilidad del medio ambiente. Puede ser igualmente útil elaborar modelos sobre el transporte de los sedimentos, la hidrodinámica y otros modelos posibles para determinar los posibles efectos del vertido.

Dondequiera que se esperen efectos físicos o químicos en el fondo del mar, será necesario examinar la estructura de la comunidad bentónica en zonas en las que se dispersa el material de dragado. Si se trata de efectos químicos, puede ser asimismo necesario examinar la calidad química de los sedimentos y la biota (con inclusión de los peces), en particular el contenido de los principales contaminantes.

Para evaluar la repercusión de la actividad propuesta en el entorno circundante, será necesario comparar la calidad física, química y biológica de las zonas afectadas con los lugares de referencia situados fuera de las rutas de vertido de los materiales de dragado. Esas zonas se pueden identificar durante las primeras etapas de la evaluación del impacto.

8. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS SOBRE EL IMPACTO: DETERMINACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA

8.1 Se debe encomendar al programa de medición la misión de comprobar que los cambios físicos, químicos y biológicos en el entorno receptor corresponden a los proyectados y no superan a la hipótesis sobre la repercusión prevista.

El programa de medición debe tener por objeto determinar:

a) si la zona de impacto difiere de la proyectada; y

b) si la amplitud de los cambios fuera de la zona de impacto directo corresponde a la escala prevista.

Cabe responder a la primera pregunta concibiendo un orden de mediciones en el espacio y en el tiempo que circunscriba la zona proyectada del impacto para que no se supere la escala espacial proyectada del cambio.

A la segunda pregunta se puede contestar efectuando mediciones físicas, químicas y biológicas que aporten información sobre la extensión del cambio que se produce fuera de la zona de impacto, una vez que se han efectuado las operaciones de vertido (verificación de una hipótesis nula).

A continuación, antes de que se elabore cualquier programa y se tomen mediciones, habrá que abordar las preguntas siguientes:

i) ¿qué hipótesis comprobables se pueden deducir de la hipótesis sobre el impacto?

ii) ¿con qué grado de exactitud se deben efectuar las mediciones para poner a prueba esas hipótesis sobre el impacto?

iii) ¿en qué sector o en qué emplazamientos se pueden efectuar las mediciones con mayor eficacia?

iv) ¿cuánto tiempo deben proseguir las mediciones para alcanzar el objetivo inicial?

v) ¿cuál debe ser la escala temporal y espacial de las mediciones?

vi) ¿cómo se deben procesar e interpretar los datos?

8.2 Se recomienda que la elección de los contaminantes que se han de vigilar dependa principalmente de los objetivos últimos de la vigilancia. Es evidente que no es necesario vigilar con regularidad todos los contaminantes en todos los lugares y tampoco debe ser necesario utilizar más de un substrato o efecto para alcanzar cada objetivo.

9. VIGILANCIA

9.1 El vertido de materiales de dragado produce su primer impacto en el fondo del mar. En consecuencia, aunque no cabe descartar un examen de los efectos en la columna de agua en las primeras etapas de la planificación de la vigilancia, suele ser posible limitar la vigilancia posterior al fondo del mar.

9.2 Cuando se considera que los efectos serán en gran parte físicos, la vigilancia puede basarse en métodos telemétricos como el sonar de exploración lateral, para determinar los cambios en el carácter del fondo del mar, y en técnicas batimétricas (por ejemplo, el ecosondeo) para conocer las zonas de acumulación del material de dragado. Ambas técnicas requerirán cierta cantidad de muestras de sedimentos para establecer la verdad sobre el terreno. Además, se puede recurrir a la exploración multiespectral para vigilar la dispersión de los materiales en suspensión (plumas, etc.)

9.3 Las pruebas de rastreo pueden resultar también útiles para seguir la dispersión de los materiales de dragado y para evaluar cualquier pequeña acumulación de material no detectado por los estudios batimétricos.

9.4 Cuando, en relación con la hipótesis sobre el impacto, no se prevén efectos físicos ni químicos en el fondo del mar, será necesario examinar la estructura de la comunidad bentónica en las zonas donde se dispersan los materiales de dragado. Si se trata de efectos químicos, puede ser asimismo necesario examinar la calidad química de la biota (con inclusión de los peces).

9.5 La extensión espacial del muestreo tendrá que tener en cuenta la superficie de la zona designada para el vertido, la movilidad de los materiales de dragado vertidos y los movimientos del agua que determinan la dirección y amplitud del transporte de sedimentos. Debe ser posible limitar el muestreo dentro del propio vertedero, si los efectos en esta zona se consideran aceptables y su definición detallada innecesaria. No obstante, se deberá proceder a cierto muestreo para ayudar a determinar el tipo de efecto que cabe prever en otras zonas y en aras del rigor científico.

9.6 La frecuencia de los estudios dependerá de cierto número de factores. Cuando se ha realizado una operación de vertido durante varios años, quizá sea posible determinar el efecto en condiciones constantes de aporte y los estudios repetidos únicamente serían necesarios si se introducen cambios en la operación (cantidades o tipo de material de dragado vertido, método de eliminación, etc.).

9.7 Si se decide vigilar la recuperación de una zona que ya no se utiliza para el vertido de materiales de dragado, podrían ser necesarias mediciones más frecuentes.

10. NOTIFICACIÓN

10.1 Las Partes Contratantes deben informar a la Organización de sus actividades de vigilancia.

Se deben preparar y transmitir a la Organización informes concisos sobre las actividades de vigilancia tan pronto como se disponga de ellos, de conformidad con el Artículo 26 del Convenio de Barcelona.

Los informes deben indicar las mediciones efectuadas, los resultados obtenidos y la relación de estos datos con los objetivos de la vigilancia, y confirmar su hipótesis sobre el impacto. La frecuencia de la presentación de informes dependerá del volumen de la actividad de vertido, la intensidad de la vigilancia y los resultados obtenidos.

11. UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

11.1 La información adquirida gracias a la vigilancia sobre el terreno (y/u otras investigaciones conexas) puede utilizarse para:

a) modificar o, en el mejor de los casos, concluir el programa de vigilancia sobre el terreno;

b) modificar o revocar el permiso;

c) mejorar la base sobre la que se evalúan las solicitudes de permiso.

SUPLEMENTOS TÉCNICOS A LAS DIRECTRICES PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

ANEXO TÉCNICO 1

REQUISITOS ANALÍTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

1. El presente anexo amplía los requisitos analíticos establecidos en los párrafos 5.9 a 5.12 de las directrices para el manejo de los materiales de dragado.

2. Es esencial un enfoque integrado, que comprende tres elementos que se deben evaluar sucesivamente:

- las propiedades físicas;

- las propiedades químicas;

- las propiedades y los efectos biológicos.

En cada elemento habrá que determinar si se cuenta con una información suficiente para que se pueda adoptar una decisión de gestión o si se requieren más análisis. En cada elemento se puede añadir una información complementaria determinada por las circunstancias locales.

3. Como etapa preliminar de este plan de análisis, se dispondrá de la información requerida con arreglo a la sección 4.1 de las directrices. A falta de unas fuentes apreciables de contaminación y si la determinación visual de las características del sedimento lleva a la conclusión de que los materiales de dragado satisfacen uno de los criterios de exclusión con arreglo al párrafo 4.8 de las directrices, el material no requerirá otros análisis.

4. Conviene que en cada etapa el procedimiento de evaluación tenga en cuenta el método de análisis.

5. Los análisis deben efectuarse sobre una fracción del sedimento (# 2 mm).

PRIMER ELEMENTO: PROPIEDADES FÍSICAS

Además de la evaluación preliminar de las características de los sedimentos que exige el párrafo 4.1 de las presentes directrices, se recomienda encarecidamente que se determine lo siguiente:

- la granulometría (% de arena, limo y arcilla);

- la relación de humedad (%);

- la cantidad de materia orgánica.

SEGUNDO ELEMENTO: PROPIEDADES QUÍMICAS

1. Determinantes del grupo primario:

En todos los casos en que se requiera un análisis químico, habrá que determinar las concentraciones de los siguientes metales trazas:

Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)
Cobre (Cu)	Plomo (Pb)
Mercurio (Hg)	Níquel (Ni)
Zinc (Zn)	Estaño (Sn)

En algunos casos el análisis puede incluir asimismo otros contaminantes metálicos. En el caso del mercurio, se debe prestar particular atencióna la especiación.

Cuando hace falta analizar la materia seca, hace falta tener en cuenta la relación peso fresco/peso seco y el análisis tiene que efectuarse en el agua de los intersticios.

Al examinar las tendencias tóxicas del sedimento dragado contaminado, el análisis debe incluir igualmente el agua de lixiviación antes de la operación de vertido. Por último, se debe medir el carbono orgánico total.

Con respecto a los contaminantes orgánicos, se debe calcular el contenido total de BPC. Si las circunstancias locales lo requieren, el análisis debe ampliarse a familias de congéneres.

En cualquier caso, el análisis debe realizarse sobre la fracción del sedimento (# 2 mm).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y los compuestos de tributilestaño y sus productos de degradación deben asimismo medirse.

La medición de los BPC, los HAP y los compuestos de tributilestaño no son necesarios cuando:

- se posee suficiente información de investigaciones anteriores que indica la ausencia de contaminación;

- no existen fuentes conocidas (puntos de difusión) de contaminación ni de aportes históricos;

- los sedimentos son predominantemente gruesos; y

- los niveles de carbono orgánico total son reducidos.

2. Determinantes del grupo secundario:

Sobre la base de información local sobre las fuentes de contaminación (punto o fuente de difusión) o de los aportes históricos, puede ser necesario medir otros determinantes, por ejemplo, el arsénico, los plaguicidas organofosforados, los plaguicidas organoclorados, los compuestos orgánicos del estaño, las dibenzodioxinas policloradas y los dibenzofuranos policlorados.

TERCER ELEMENTO: PROPIEDADES Y EFECTOS BIOLÓGICOS

En un número considerable de casos las propiedades físicas y químicas no permiten medir directamente el impacto biológico. Además, no ponen adecuadamente al descubierto las perturbaciones físicas ni los componentes asociados con los sedimentos presentes en los materiales de dragado.

Si la repercusión potencial de los materiales de dragado que se van a vertir no se puede evaluar de manera adecuada sobre la base de las características químicas y físicas, habrá que efectuar mediciones biológicas.

1. Bioensayos de toxicidad

El objetivo primordial de los bioensayos biológicos es aportar unas mediciones directas de los efectos de todos los componentes de los sedimentos que actúan juntos, teniendo en cuenta su biodisponibilidad. Para clasificar la toxicidad aguda de los sedimentos de los puertos antes del dragado de mantenimiento, los bioensayos de breve duración pueden a menudo bastar como un instrumento de cribado:

C Para evaluar los efectos de los materiales de dragado, se pueden realizar bioensayos de la toxicidad aguda con agua porosa sobre la decantación o sobre todo el sedimento. En general, se recomienda una serie de dos a cuatro bioensayos con organismos de diferentes grupos taxonómicos (verbigracia, crustáceos, moluscos, poliquetos, bacterias o equinodermos);

C En la mayor parte de los bioensayos, la supervivencia de las especies de la prueba se utiliza como un último punto de referencia. Los bioensayos crónicos con puntos de referencia subletales (crecimiento, reproducción, etc.) que abarcan una parte importante

del ciclo de vida de la especie sometida a prueba puede aportar predicciones más precisas de las repercusiones potenciales de las operaciones de dragado. No obstante, los procedimientos de análisis normalizados siguen en fase de elaboración.

El resultado de los bioensayos de los sedimentos puede estar indebidamente influido por factores distintos de las sustancias químicas asociadas con el sedimento. Factores que pueden producir confusión como el amoníaco, el sulfuro de hidrógeno, la granulometría, el contenido de oxígeno y el pH deben determinarse, en consecuencia, durante los bioensayos.

Directrices sobre la selección de los organismos de prueba adecuados, la utilización e interpretación de los bioensayos de los sedimentos se encuentran, por ejemplo, en EPA/CE (1991/1994) e IADC/CEDA (1997) mientras que ASTM (1994), por ejemplo, da pautas sobre el muestreo de los sedimentos destinados a los análisis toxicológicos.

2. Indicadores biológicos

Los indicadores biológicos pueden dar la alerta de efectos más sutiles (bioquímicos) a niveles reducidos y sostenidos de contaminación. La mayor parte de los indicadores biológicos siguen en fase de elaboración, pero algunos ya se pueden aplicar en forma rutinaria con los materiales de dragado (por ejemplo, uno que mide la presencia de compuestos similares a la dioxina - Murk *et al.*, 1997) u organismos recogidos sobre el terreno (por ejemplo, los filamentos /rupturas del ADN en la platija).

3. Experimentos en el microcosmos

Existen unas pruebas de corta duración en el microcosmos para medir la tolerancia de la comunidad a los tóxicos, por ejemplo, la tolerancia de la comunidad a la contaminación inducida (Gustavson y Wangberg, 1995).

4. Experimentos en el mesocosmos

Debido a los costos y el tiempo que entrañan estos experimentos, no se pueden utilizar para expedir permisos, pero son útiles en casos en los que la extrapolación de las pruebas de laboratorio a las condiciones sobre el terreno resulta complicada o cuando las condiciones ambientales son muy variables y obstaculizan la identificación de efectos tóxicos como esos. Los resultados de estos experimentos estarán a disposición para la adopción de las futuras decisiones sobre los permisos.

5. Observaciones sobre el terreno de las comunidades bentónicas

La vigilancia *in situ* de las comunidades bentónicas (peces, invertebrados bentónicos) en la zona del lugar de eliminación puede aportar importantes indicaciones sobre el estado de los sedimentos marinos. Las observaciones sobre el terreno permiten percibir la repercusión conjunta de las perturbaciones físicas y la contaminación química. Aportan directrices sobre la vigilancia de las comunidades bentónicas, por ejemplo, la Convención de París (1992) y el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM).

6. Otras propiedades biológicas

Cuando proceda, se podrán aplicar otras mediciones biológicas para determinar, por ejemplo, la posibilidad potencial de bioacumulación y de infición.

INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

La necesidad de esta información vendrá determinada por las circunstancias locales y es posible que constituya una parte esencial de la decisión de gestión. Los datos adecuados podrían incluir: potencial de oxidación-reducción (potencial redox), demanda de oxígeno de los sedimentos, nitrógeno total, fósforo total, hierro, manganeso, información mineralógica o parámetros de normalización de los datos sobre los metales trazas (por ejemplo, aluminio, litio, escandio, véase el Anexo Técnico 2).

ANEXO TÉCNICO 2

TÉCNICAS DE NORMALIZACIÓN PARA LOS ESTUDIOS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS CONTAMINANTES [1]

1. Introducción

En el presente debate la normalización se define como un procedimiento destinado a compensar la influencia de los procesos naturales en la variabilidad medida de la concentración de contaminantes en los sedimentos. La mayor parte de los contaminantes (metales, plaguicidas, hidrocarburos) muestran una gran afinidad con la materia en partículas y, en consecuencia, se enriquecen en los sedimentos del fondo de los estuarios y las zonas costeras. En la práctica las sustancias naturales y antropogénicas que forman parte del sistema marino están sometidas a diversos procesos biogeoquímicos. Como resultado de ello, se asocian con sólidos en suspensión de granulometría fina y con partículas coloidales orgánicas e inorgánicas. El destino final de estas sustancias viene determinado en gran medida por la dinámica de las partículas. Por consiguiente, tienden a acumularse en zonas de escasa energía hidrodinámica en las que se deposita de preferencia el material fino. En zonas de energía superior, estas sustancias son “diluidas” por los sedimentos más gruesos de origen natural y de escaso contenido de contaminantes.

Es evidente que la granulometría es uno de los factores más importantes que determinan la distribución de los componentes naturales y antropogénicos en los sedimentos. Por esa razón, es esencial normalizar los efectos de la granulometría con el fin de crear una base para hacer comparaciones significativas de la aparición de sustancias en los sedimentos de diversa granulometría y textura dentro de cada zona o entre las zonas. Los niveles excesivos, superiores a los valores de base normalizados, pueden utilizarse luego para establecer la calidad de los sedimentos.

Para efectuar cualquier estudio de los sedimentos hace falta un volumen básico de información sobre sus características físicas y químicas antes de que se pueda hacer una evaluación de la presencia o ausencia de concentraciones de contaminantes anómalas. La concentración a la que puede detectarse una contaminación depende de la estrategia de muestreo y del número de variables físicas y químicas que se determinan en las muestras individuales.

Los diversos métodos granulométricos y geoquímicos utilizados para la normalización de los datos sobre los elementos trazas, así como para la identificación de los sedimentos contaminados en los sedimentos costeros han sido ampliamente examinados por Loring (1988). Se han elegido dos criterios de normalización ampliamente utilizados en la oceanografía y en las ciencias atmosféricas. El primero es puramente físico y consiste en

---

[1] Extraído del informe del CACM de 1989 (Sección 14) CIEM Coop. Res. Rep. 167, págs. 68-75.

determinar las características del sedimento mediante la medición de su contenido de materia fina. El segundo criterio es de carácter químico y se basa en que la fracción de pequeño tamaño suele ser rica en minerales arcillosos, hierro y oxihidróxidos de manganeso y materia orgánica. Además, estos componentes a menudo presentan una alta afinidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos y son la causa de su enriquecimiento en la fracción fina. Los parámetros químicos (verbigracia, AI, Sc y Li) que representan a estos componentes pueden utilizarse de ese modo para caracterizar a la fracción pequeña en condiciones naturales.

Se insta encarecidamente a que se utilicen varios parámetros en la evaluación de la calidad de los sedimentos. Los tipos de información que se pueden obtener por medio de la utilización de estos diversos parámetros son frecuentemente complementarios y sumamente útiles dada la complejidad y diversidad de situaciones que se dan en el entorno sedimentario. Por otro lado, las mediciones de la normalización de los parámetros elegidos son bastante sencillas y baratas.

Este informe presenta directrices generales para la preparación de la muestra, los procedimientos analíticos y la interpretación de los parámetros físicos y químicos utilizados para la normalización de los datos geoquímicos. Su objetivo es demostrar cómo se pueden recopilar datos suficientes para normalizar el efecto granulométrico y facilitar la detección, en diversos niveles, de concentraciones anómalas de contaminantes dentro de los sedimentos costeros.

2. Estrategia de muestreo

Teóricamente una estrategia de muestreo se debe basar en el conocimiento de la fuente de contaminantes, las rutas de transporte de la materia en suspensión y los índices de acumulación de los sedimentos en la región que interesa. Sin embargo, los datos existentes a menudo son demasiado reducidos para determinar un plan ideal de muestreo. Como los contaminantes se concentran principalmente en la fracción fina, el muestreo debe dar prioridad a zonas que contengan materia fina que corresponden habitualmente a zonas de sedimentación.

La alta variabilidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sedimentos implica que toda evaluación de la calidad del sedimento en una zona dada debe basarse en un número suficiente de muestras. Este número se puede evaluar por medio de un análisis estadístico adecuado de la varianza dentro y entre las muestras. Para poner a prueba la representatividad de un único espécimen de sedimento en una localidad determinada, se deben tomar varias muestras en una o dos estaciones.

La metodología de muestreo y análisis debe seguir las recomendaciones esbozadas en las “Guidelines for the Use of Sediments as a Monitoring Tool for Contaminants in the Marine Environment” (Directrices para la utilización de sedimentos como instrumento de vigilancia de los contaminantes en el medio marino) (CIEM 1987). En la mayoría de los casos la capa superior de los sedimentos recogida con un rastreador de muestras herméticamente cerrado (Nivel I en las Directrices) basta para proporcionar la información relativa a la contaminación de los sedimentos de una zona determinada en comparación con los sedimentos de emplazamientos no contaminados u otro material de referencia.

Otra ventaja digna de destacar del empleo de sedimentos como dispositivos de vigilancia es que han registrado la evolución histórica de la composición de la materia en suspensión depositada en la zona que interesa. En condiciones favorables, el grado de contaminación puede estimarse mediante la comparación de los sedimentos de superficie con muestras más profundas, tomadas por debajo de la zona de mezcla biológica. Las concentraciones de elementos trazas en los sedimentos más profundas pueden representar

un nivel de base natural en la zona de que se trate y pueden definirse como valores de referencia. Este método requiere una toma de muestras con una perforadora o una perforadora de gravedad (Niveles II y III de las Directrices).

3. Procedimientos analíticos

En la figura 2 se esbozan los procedimientos analíticos típicos que se han de seguir. El número de etapas elegidas dependerá de la índole y extensión de la investigación.

3.1 Fracciones granulométricas

Se recomienda que por lo menos se determine la cantidad de material <63 Fm, que corresponde al límite de la clasificación arena/limo. El cribado de la muestra a 63 Fm, sin embargo, a menudo no es suficiente, especialmente cuando los sedimentos están constituidos predominantemente por una fracción fina. En esos casos, es preferible la normalización con unos umbrales granulométricos menores puesto que los contaminantes se concentran principalmente en la fracción <20 Fm e incluso más concretamente en la fracción de arcilla (# 2 Fm). Se propone, por lo tanto, que se determine, en una submuestra, la fracción granulométrica # 20 Fm, así como la de # 2 Fm con la ayuda de una pipeta de sedimentación por elutriación. Varios laboratorios ya han comunicado sus resultados relativos al contenido de las fracciones finas de varias magnitudes y esos resultados pueden ser útiles para efectuar comparaciones entre las zonas.

3.2 Análisis de contaminantes

Es esencial analizar el contenido total de contaminantes en los sedimentos, si la meta del estudio es una evaluación de calidad, por lo que se recomienda que se analice en su totalidad la muestra no fraccionada (# 2 Fm). El contenido total de elementos se puede determinar sea por métodos no destructivos, como la fluorescencia con rayos X o la activación neutrónica, sea mediante la digestión completa de los sedimentos (lo que entraña la utilización de ácido fluorhídrico (HF)) seguido de métodos como la espectrofotometría de absorción atómica o la espectroscopia de emisión. De la misma manera, deben extraerse los contaminantes orgánicos del sedimento total con el disolvente orgánico adecuado.

De ser necesario, se puede utilizar una fracción granulométrica dada del sedimento total para efectuar análisis posteriores, con el fin de determinar las concentraciones absolutas de contaminantes en esa fracción, a condición de que su contribución al total se mantenga en perspectiva al interpretar los datos. Esa información sobre la fracción granulométrica podría ser útil para seguir la dispersión regional de los metales asociados con fracciones granulométricas específicas, cuando la procedencia del material no cambia. Sin embargo, el fraccionamiento de las muestras es un procedimiento fastidioso que presenta considerables riesgos de contaminación y pérdidas potenciales de contaminantes por lixiviación. La aplicabilidad de este método es, por tanto, limitada.

4. Procedimientos de normalización

4.1 Normalización granulométrica

Como los contaminantes suelen concentrarse en la fracción fina de los sedimentos, las correlaciones entre las concentraciones totales de contaminantes y el porcentaje ponderal de la fracción fina, determinado por separado en una submuestra del sedimento mediante el tamizado o sedimentación por gravedad, constituye un método de normalización sencillo pero eficaz. A menudo se dan relaciones lineales entre la concentración y el porcentaje ponderal de la fracción fina en cuyo caso es posible extrapolar las relaciones al 100% de la fracción estudiada o caracterizar la dependencia en relación con la granulometría siguiendo la pendiente

de la línea de regresión.

4.2 Normalización geoquímica

La normalización granulométrica por sí sola no basta para explicar toda la variabilidad natural de las trazas en los sedimentos. Para interpretar mejor la variabilidad de la composición de los sedimentos, es también necesario tratar de hacer una distinción entre los componentes sedimentarios con los que están asociados los contaminantes a lo largo del conjunto del espectro granulométrico. Como es sumamente difícil efectuar la separación y el análisis de los componentes individuales de los sedimentos, esas asociaciones deben basarse en las pruebas indirectas de esas relaciones.

Como los contaminantes se asocian principalmente con los minerales arcillosos, el hierro y los oxihidróxidos de hiero y manganeso y materia orgánica abundante en la fracción fina de los sedimentos, se puede obtener más información midiendo las concentraciones de los elementos representativos de esos componentes en las muestras.

Puede elegirse como indicador de esa fracción un elemento inerte como el aluminio, que es un componente importante de los minerales arcillosos. Las concentraciones normalizadas de los elementos trazas con respecto al aluminio se utilizan por lo común para caracterizar las diversas partículas sedimentarias (véase más adelante). Se puede considerar como un elemento estable importante, que no se ve afectado considerablemente, por ejemplo, por los procedimientos diagenéticos precoces y los fuertes efectos de oxidación-reducción observados en los sedimentos.

En el caso de los sedimentos derivados de la erosión glacial de rocas volcánicas, se ha descubierto que las relaciones contaminante/A no son adecuadas para normalizar la variabilidad granular (Laringe, 1988). El litio, sin embargo, parece ser un elemento ideal para normalizar el efecto granulométrico en este caso y tiene la ventaja adicional de ser igualmente aplicable a sedimentos no glaciales.

Además de los minerales arcillosos, a menudo suelen encontrarse compuestos de Mn y Fe en la fracción fina, donde presentan propiedades de absorción que favorecen mucho la incorporación de diversos contaminantes. Mn y Fe se analizan fácilmente por espectrometría de absorción atómica a la llama y su medición puede permitir conocer el comportamiento de los contaminantes.

La materia orgánica desempeña asimismo una importante función como depuradora de contaminantes y controla, en grado importante, las características de oxidación-reducción del entorno sedimentario.

Por último, el contenido de carbonato de los sedimentos es fácil de determinar y aporta información adicional sobre el origen y las características geoquímicas de los sedimentos. Los carbonatos suelen contener cantidades insignificantes de metales trazas y actúan principalmente como diluentes. En determinadas circunstancias, no obstante, los carbonatos puede fijar contaminantes como el cadmio y el cobre. En el cuadro 1 figura un resumen de los factores de normalización.

4.3 Interpretación de los datos

El criterio más sencillo en la normalización geoquímica de las sustancias en los sedimentos consiste en expresar la relación de la concentración de una sustancia dada con la del factor normalizador.

La normalización de la concentración de los elementos trazas con respecto al aluminio (o al escandio) se ha utilizado ampliamente y se han establecido valores de referencia a escala mundial para los elementos trazas en diversos compartimentos: rocas de la corteza, suelos, partículas atmosféricas, materiales transportados por los ríos, arcillas marinas y materia en suspensión marina (cf., por ejemplo, Martin y Whitfield, 1983; Buat-Menard y Chesselet, 1979).

Esta normalización permite asimismo definir el factor de enriquecimiento de un elemento dado con respecto a un compartimento dado. El nivel de referencia de la composición más comúnmente utilizado es la abundancia mundial media normalizada del elemento en las rocas de la corteza (valor Clarke). El factor de enriquecimiento FE viene dado por:

$$FE\ corteza = (X/Al)\ sed/\ (X/Al)\ corteza$$

donde X/Al se refiere a la relación de la concentración del elemento X con el de Al en el compartimento dado.

Sin embargo, las estimaciones del grado de contaminación y las tendencias cronológicas de la contaminación en cada emplazamiento de muestreo pueden mejorar haciendo una comparación con los niveles de los metales en los sedimentos de origen y textura equivalentes.

Estos valores se pueden comparar con los valores normalizados obtenidos de los sedimentos de una zona determinada. Un gran desvío de estos valores medios indica la contaminación del sedimento o anomalías locales de mineralización.

Cuando se utilizan otras variables (Fe, Mn, materia orgánica y carbonatos) para caracterizar el sedimento, el análisis de regresión de las concentraciones de contaminantes con estos parámetros a menudo produce una información útil sobre la fuente de contaminación y sobre la fase mineralógica asociada con el contaminante.

A menudo se ha observado una relación lineal entre la concentración de los elementos trazas y la del factor de normalización (Windom *et al.*, 1989). En este caso y si se puede determinar la población geoquímica natural de un elemento dado en relación con el factor de normalización, se detectan fácilmente muestras con concentraciones normalizadas anómalas lo que puede indicar la existencia de aportes antropogénicos.

Según este método, la pendiente de la ecuación de regresión lineal se puede utilizar para distinguir el grado de contaminación de los sedimentos en una zona determinada. Este método puede también utilizarse para indicar el cambio de la carga de contaminantes en una zona, si el método se utiliza en muestras tomadas a intervalos de algunos años (Cato, 1986).

Un estudio de elementos/componentes múltiples en el que se hayan medido los principales metales y los metales trazas, paralelamente a la granulometría y al contenido de carbono orgánico, permite establecer las interrelaciones entre las variables en forma de una matriz de correlación. De esa matriz se puede deducir la relación más significativa entre los metales trazas y los parámetros pertinentes y utilizarse para identificar a los vectores de metales, y con miras a la normalización y a la detección de los valores de metales trazas anómalos. Los análisis de los factores permiten clasificar todas las variables en grupos (factores) que son asociaciones de variables fuertemente correlacionadas, de manera que del conjunto de los datos se pueden deducir los factores específicos y/o no específicos estructurales, mineralógicos y químicos que controlan la variabilidad de los metales trazas.

Los niveles naturales del medio ambiente se pueden también evaluar a escala local mediante el examen de la distribución vertical de los componentes de interés en la columna

sedimentaria. Este método requiere, sin embargo, que se den varias condiciones favorables: una composición constante de los sedimentos naturales no contaminados; el conocimiento de los procesos de mezcla físicos y biológicos dentro de los sedimentos; la falta de procesos diagenéticos que afecten a la distribución vertical del componente de interés. En esos casos, la normalización granulométrica y geoquímica permite compensar la variabilidad local y temporal de los procesos de sedimentación.

5. Conclusiones

La utilización de las mediciones granulométricas y de las relaciones entre componentes/ elementos de referencia son métodos útiles para completar la normalización de las variaciones granulares y mineralógicas y poner al descubierto concentraciones anómalas de contaminantes en los sedimentos. Su empleo exige que se reúna una gran cantidad de datos analíticos de calidad y que se den unas condiciones específicas geoquímicas para que se tenga en cuenta toda la variabilidad natural y se puedan detectar los niveles de contaminantes anómalos. No obstante, los niveles anómalos de metales no siempre se pueden atribuir a la contaminación sino que podrían fácilmente reflejar las diferencias de procedencia de los sedimentos.

Los estudios geoquímicos que implican la determinación de los metales principales y de los metales trazas, los contaminantes orgánicos, los parámetros granulométricos, la materia orgánica, el carbonato y la composición mineralógica de los sedimentos son más idóneos para determinar los factores que controlan la distribución de los contaminantes que la medición de las concentraciones absolutas en fracciones granulométricas concretas o la utilización únicamente de relaciones potenciales entre contaminantes y metales de referencia. Por esa razón, son más adecuados para hacer la distinción entre los sedimentos no contaminados y los contaminados. Esto se debe a que esos estudios pueden determinar los factores que controlan la variabilidad de la concentración de los contaminantes en los sedimentos.

6. Bibliografía

Buat-Menard, P. y R. Chesselet (1979), Variable influence of atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth Planet.Sc.Lett.*, 42:399-411

Cato, I., J. Mattsson y A. Lindskog (1986), Tungmetaller och petrogena kolväten I Brofjordens bottensediment 1984, samt förändringar efter 1972. / Heavy metals and petrogenic hydrocarbons in the sediments of Brofjorden in 1984, and changes after 1972. / Universidad de Göteborg, Departamento de Geología Marina, Report No. 3, 95 págs. (resumen en inglés)

ICES (1987), Report of the ICES Advisory Committee on Marine Pollution, 1986. ICES Coop. Res. Report No. 142, págs. 72 a 75

Gustavson, K. y S.A. Wangberg (1995), Tolerance induction and succession in microalgae communities exposed to copper and atrazine. *Aquat.Toxicol.*, 32:283-302

Loring, D.H. (1988), Normalization of trace metal data. Report of the ICES Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution. ICES, Doc. C.M.1988/E:25, Annex 3

Martin, J.M. y M. Whitfield (1983), River input of chemical elements to the ocean. En: Trace Metals in Sea-Water, redactado por C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton y E.D. Goldberg. Plenum Press, Nueva York y Londres, págs. 265 a 296

Windom, H.L., S.T. Schropp, F.D. Calder, J.D. Ryan, R.G. Smith Jr., L.C. Burney, F.G. Lewis, y C.H. Rawlinson (1989), Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States. *Environ.Sci.Tech.*, 23:314-320

ANEXO TÉCNICO 3

CONSIDERACIONES QUE SE HAN DE TOMAR EN CUENTA AL ADOPTAR UNA DECISIÓN DE OTORGAR UN PERMISO DE VERTIDO

Este anexo técnico se preparó teniendo presente que, aunque las directrices sólo se aplican estrictamente a la eliminación de los materiales de dragado, se insta a las Partes Contratantes a que consideren la conveniencia de aplicar otros métodos de eliminación distintos del vertido (por ejemplo, eliminación en tierra), y explorar todas las posibles utilizaciones beneficiosas de los materiales de dragado antes de adoptar cualquier decisión con respecto a la concesión de un permiso de vertido (véase la Parte A, párr. 3). El objetivo de este anexo técnico no es investigar todas las posibilidades que brindan las distintas técnicas, sino dar algunas indicaciones acerca de ellas.

I. UTILIZACIONES PROVECHOSAS DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

Los materiales procedentes de los dragados iniciales se utilizan a menudo con fines de construcción. Con todo, esto no es habitual cuando los materiales de dragado proceden de dragados de mantenimiento. Sea como sea, si los materiales de dragado están limpios o ligeramente contaminados, podrían considerarse como un recurso valioso y, en consecuencia, de utilización provechosa. No obstante, antes de elegir una utilización provechosa concreta, es necesario efectuar un análisis costo/beneficios para comprobar que el costo de esa opción no es prohibitivo (principio BATNEEC: Best available techniques not entailing excessive costs).

Según su composición y la distribución granulométrica de los materiales de dragado, cabría utilizarlos de manera provechosa para la construcción o para mejorar el medio ambiente.

Utilizaciones con fines de construcción

En general se procede a estas utilizaciones en las zonas costeras o adyacentes a las zonas costeras o en las orillas de los cursos de agua. Sirvan de ejemplos la creación de terrenos, el sustento de las playas, la formación de bermas adecuadas a lo largo de las costas, la construcción de diques o presas, el relleno de reemplazamiento (restablecimiento de lugares de excavación anteriores de materiales de construcción, canales y muelles anticuados, ...).

Mejoramiento del medio ambiente

Se pueden prever numerosas aplicaciones de los materiales de dragado para el mejoramiento del medio ambiente, que van desde la restauración y el establecimiento de marismas hasta la preparación de lugares para fines múltiples, con inclusión de la restauración y el establecimiento de hábitat terrestres, islas destinadas a la nidificación y pesquerías. Incluye asimismo la construcción arrecifes artificiales, particularmente si los materiales de dragado son voluminosos (por ejemplo, rocas). (Cualquier construcción de un arrecife artificial, sin embargo, debe ir precedida de un estudio concreto de la repercusión de la estructura en el medio ambiente natural; en este caso, es esencial contar con el asesoramiento de biólogos especializados en pesquerías). En cualquier caso, durante y después de la ejecución del proyecto, la repercusión y los resultados de la utilización beneficiosa deben ser objeto de seguimiento.

Para evaluar las posibilidades de la utilización provechosa de los materiales en una situación concreta, habrá que tomar en consideración los parámetros siguientes: caracterización física, estado de los contaminantes, opciones de utilizaciones beneficiosas, selección del lugar, viabilidad técnica, aceptabilidad en el plano reglamentario y análisis costo/beneficios.

Al analizar las posibilidades distintas del vertido, si no se encuentra ninguna solución de utilización beneficiosa aceptable, la eliminación en tierra y/o el tratamiento son las otras opciones.

II. ELIMINACIÓN EN TIERRA

Cuando no son adecuadas la relocación sostenible ni las opciones de utilización beneficiosas, la eliminación en tierra basada en instalaciones de eliminación confinadas suele ser la única opción que queda.

En principio, los lugares de eliminación confinados en tierra se prefieren para los materiales de dragado contaminados que no se prestan a la eliminación en aguas abiertas.

Son posibles diversas configuraciones, pero ninguna presenta una protección completa contra el riesgo de la contaminación ambiental. Las posibles vías que producen riesgos son: los efluentes expelidos de los lugares de eliminación durante y después de ésta; la lixiviación y el transporte de contaminantes en los terrenos circundantes y en la superficie del agua; la ingestión de animales y plantas, las emisiones de polvo y gases, y las excavaciones.

Los efectos potenciales de esos lugares dependen, por consiguiente, tanto de las características del lugar y de sus alrededores (principalmente en lo que respecta a la situación de la capa freática) como de las características de los materiales de dragado, incluidos los contaminantes que contienen.

Para reducir al mínimo el traslado de contaminantes a la capa freática y aguas de superficie circundante por medio de procesos de advección y difusión podría considerarse la aplicación de capas de aislamiento o la ordenación hidrológica. El tratamiento de las aguas de superficie resultante de la expulsión del agua de los materiales de dragado comprimidos, podría también tomarse en consideración.

III. TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES DE DRAGADO

El tratamiento se define como un proceso que tiene por objeto reducir la cantidad de material contaminado (por ejemplo, por separación) o de reducir la contaminación para respetar las normas y los criterios reglamentarios.

Los procedimientos utilizables para el tratamiento se pueden clasificar en general como sigue:

- Pretratamiento cuya meta es reducir el volumen de los materiales de dragado que requieren un nuevo tratamiento o eliminación y mejorar la calidad física del material para su manipulación o tratamiento posterior; las principales categorías de pretratamiento son: deshidratación; separación granulométrica; lavado; separación por densidad; separación magnética.

- Tratamiento biológico (degradación de las sustancias orgánicas por microorganismos).

- Tratamiento químico (ajuste del pH, oxidación, intercambio de iones, etc.); las categorías de tratamiento químico son: destrucción de los compuestos orgánicos; extracción de los compuestos orgánicos; extracción de metales.

- Tratamiento térmico (desorpción térmica, incineración, reducción térmica y vitrificación). (La mayoría de las tecnologías de esta categoría crean un producto como grava o ladrillos que se pueden utilizar como materiales de

construcción).

- Tratamiento de inmovilización (ligando químicamente los contaminantes a las partículas sólidas - fijación - o impidiendo físicamente el movimiento a los contaminantes - solidificación).

- Pretratamiento del exceso de agua.

El costo del tratamiento suele ser mayor, a veces considerablemente mayor, que el costo de la eliminación. La relación costo/eficacia es una de las cuestiones más importantes a la que tienen que hacer frente las autoridades nacionales de control.

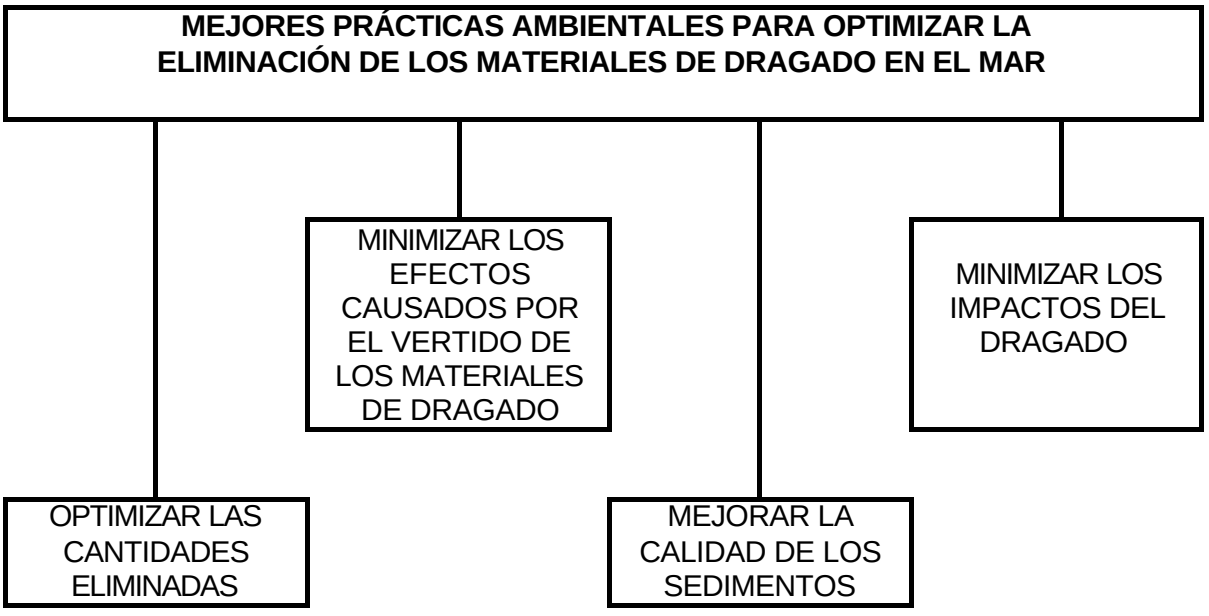
ANEXO TÉCNICO 4

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA) DE LAS ACTIVIDADES DE DRAGADO

El presente anexo técnico se preparó teniendo presente que, aunque las directrices sólo se aplican estrictamente a la eliminación de los materiales de dragado, se alienta también a las Partes Contratantes a ejercer el control sobre las operaciones de dragado.

El anexo tiene por objeto proporcionar pautas a las autoridades reguladoras nacionales, a los explotadores de buques de dragado y a las autoridades portuarias sobre la manera de reducir al mínimo los efectos en el medio ambiente de las operaciones de dragado y eliminación. Es preciso evaluar y planificar meticulosamente las operaciones de dragado para minimizar las repercusiones en las especies y hábitat marinos.

Los elementos que se indican como MPA en los diferentes capítulos del presente anexo técnico se dan a título de ejemplo. Su aplicabilidad variará en general según las circunstancias particulares de cada operación y es evidente que diferentes métodos pueden resultar adecuados. En la Guía 4 de la Serie de Aspectos Ambientales de las Operaciones de Dragado (Serie de IADC/CEDA) se da información más detallada sobre las técnicas y procedimientos de dragado.



Punto A - La reducción al mínimo de los efectos causados por la eliminación de los materiales de dragado se describe de manera muy completa en el cuerpo principal de las presentes directrices

Punto B - Optimización de las cantidades eliminadas; Punto C - “mejoramiento de la calidad de los sedimentos; y Punto D - “minimizar los impactos de los dragados” no corresponden rigurosamente al Protocolo, pero conciernen a la prevención de la contaminación del medio marino resultante del vertido de materiales de dragado.

Figura 1: DIAGRAMA DE FLUJOS INDICATIVO

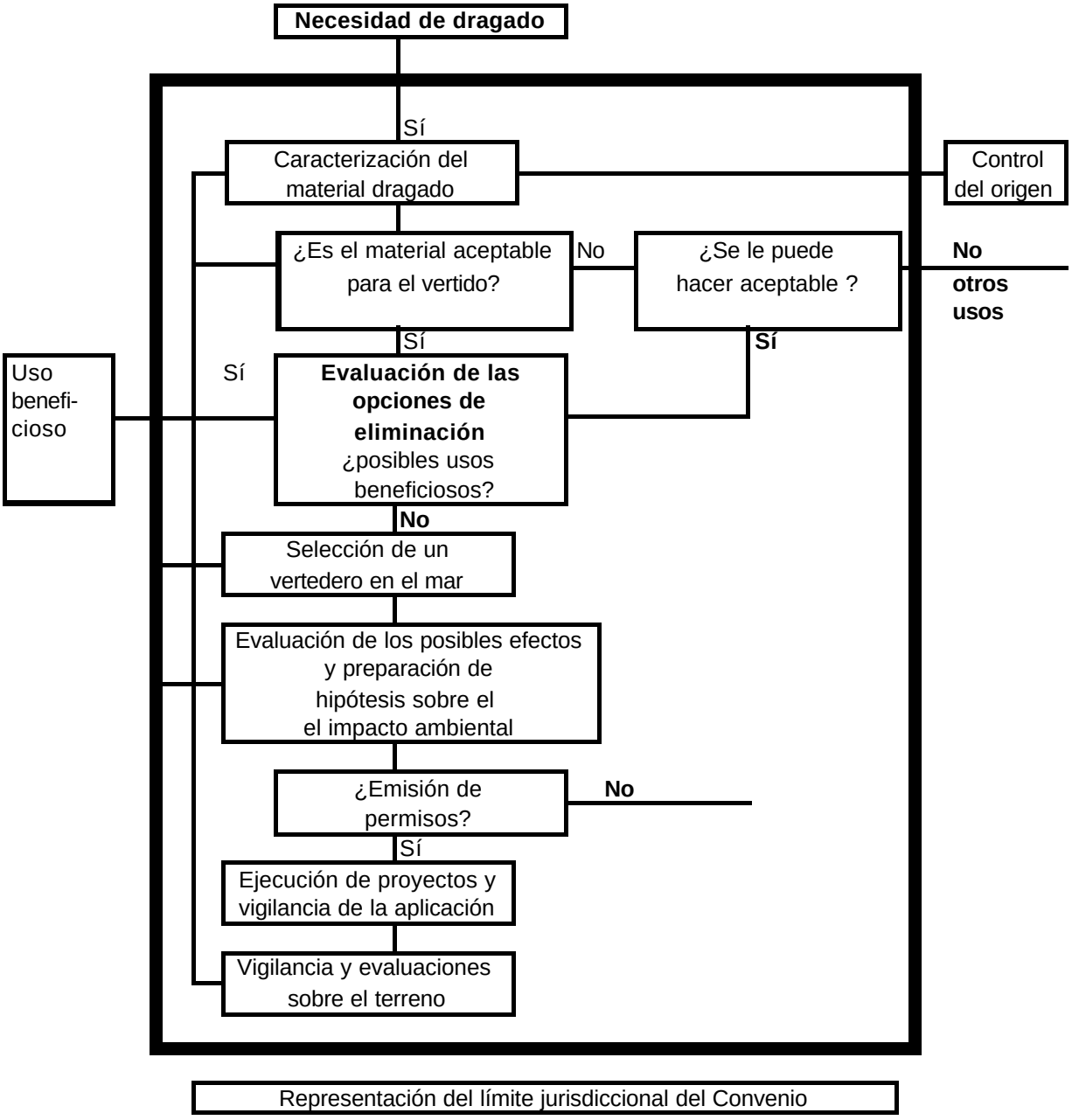
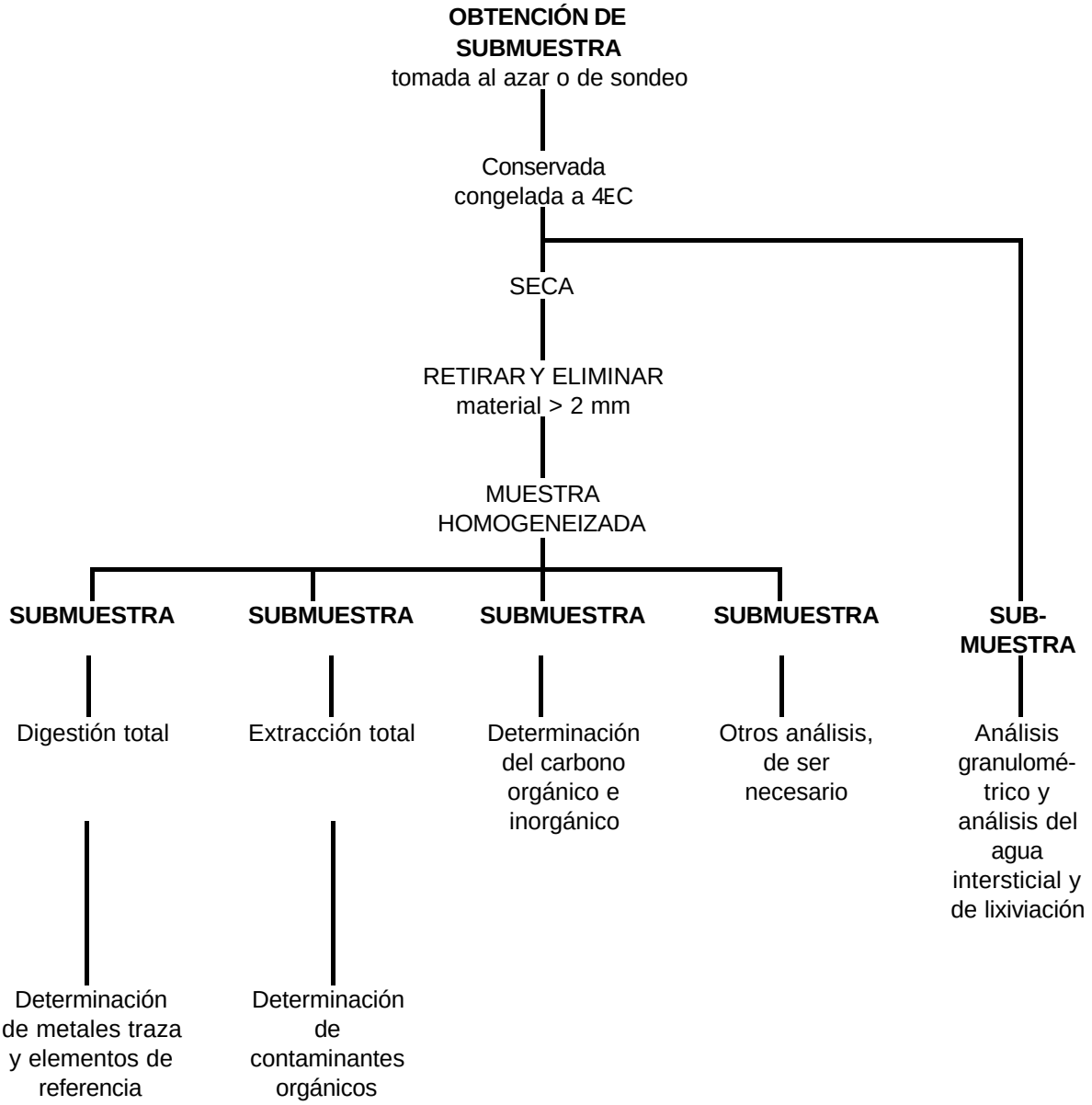


Figura 2: ENFOQUE TÍPICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS SEDIMENTOS MARINOS



Cuadro 1: RESUMEN DE LOS FACTORES DE NORMALIZACIÓN

FACTOR DE NORMALIZACIÓN	DIMENSIÓN DE LA PARTÍCULA (Fm)	INDICADOR	FUNCIÓN
Textura			Determina la clasificación física y la estructura deposicional de los metales
Arena	2000 a 63	Minerales/compuestos de grano grueso y pobres en metales	Habitualmente diluente de concentraciones de metales traza
Lodo	< 63	Minerales/compuestos metalíferos de dimensión de la arcilla y el limo	Habitualmente concentrador total de metales traza
Arcilla	< 2	Minerales arcillosos ricos en metales	Habitualmente acumulador de granos finos de metales traza
Composición química			
Sí		Cantidad y distribución de cuarzo pobre en metales	Diluidor de grano grueso de contaminantes
Al		Todos los silicatos, pero utilizados para explicar las variaciones de los silicatos de aluminio de tamaño de arcilla y limo fino ricos en metales	Trazador químico de silicatos de aluminio, particularmente los minerales arcillosos
Li, Sc		Minerales arcillosos y micas estructuralmente combinados	Trazador de minerales arcillosos, particulamente en sedimentos que contengan silicatos de aluminio en fragmentos de todos los tamaños
Carbono orgánico		Materia orgánica de grano fino	Trazador de contaminantes orgánicos. A veces acumulador de metales traza como mercurio y cadmio
Fe, Mn		Minerales arcillosos ferríferos con finura de arcilla y limo ricos en metales. Minerales pesados ferríferos y óxidos hidratados de hierro y manganeso	Trazador químico de fracciones con partículas menores de 2 micrómetros ricas en hierro. Alta capacidad de absorción de contaminantes orgánicos e inorgánicos
Carbonatos		Sedimentos marinos biogénicos	Diluidor de contaminantes. Algunas veces acumula metales traza como cadmio y cobre

مبادئ توجيهية لإدارة مواد الحفر

طلب الاجتماع المشترك للجنة العلمية واللجنة الاجتماعية الاقتصادية المعقود في أثينا في الفترة 3-7 أيـــار/مـــايو 1993 إلى الأمانة أن تعد مبادئ توجيهية متعلقة بالقسم باء من المرفق الأول من بروتوكول حماية البحر المتوسط من التلوث بواسطة الإلقاء من السفن والطائرات المعتمد في عام 1976 (يشار إليه هنا "بـــروتوكول الإلقـــاء"). ودعا فيما بعد النص المعدل لبروتوكول الإلقاء، الذي اعتمدته الأطراف المتعاقدة في حزيران/يونيه 1995 إلى إعداد واعتماد مبادئ توجيهية لإلقاء مواد الحفر (المادة 6).

عقد الاجتماع الأول للخبراء المعينين من الحكومات بشأن إعداد مبادئ توجيهية لإدارة مواد الحفر، بدعم من حكومة إسبانيا، في فالنثيا (إسبانيا) في الفترة 20-22 أيار/مايو 1996 للنظر في أول مجموعة من مشـــروع المـــبادئ الـــتوجيهية التي أعدتها الأمانة. واستعرض الاجتماع النص وطلب إلى الأمانة أن تعدل مشروع المبادئ التوجيهية علـــى أســـاس المناقشـــات التـــي عقـــدت فـــي ذلـــك الاجتماع (UNEP(OCA)/MED WG.114/4).

وعقد اجتماع ثانٍ استضافته حكومة مالطة في سليما (مالطة) في الفترة 30 تشرين الثاني/نوفمبر - 2 كـــانون الأول/ديســـمبر 1998 بدعم مالي من اللجنة الأوروبية (UNEP(OCA)/MED WG.149/4). ونقّـــح الاجـــتماع مشروع المبادئ التوجيهية الذي أعدته الأمانة واتفق على نص ليحال إلى اجتماع المدراء الوطنيين لمد بول للموافقة عليه ولتعتمده الأطراف المتعاقدة فيما بعد.

تحتوى هذه الوثيقة على نص المبادئ التوجيهية كما قدم الى المنسقين الوطنيين لمدبول مع عدد من الـــتعديلات، أشير اليها بين أقواس معقوفة، أرسلها منسقو مدبول الى الأمانة بعد اجتماعهم (ريدجيو كالابريا، 20-23 حزيران/يونية 1999).

جدول المحتويات

تمهيد

مقدمة

أولاً- متطلبات بروتوكول الإلقاء

ثانياً- الشروط التي بمقتضاها تصدر تصاريح إلقاء مواد الحفر

الجزء ألف

تقييم مواد الحفر وإدارتها

1- وصف مواد الحفر

2- التخلص من مواد الحفر

3- عملية اتخاذ القرارات

4- تقييم خصائص مواد الحفر وتكوينها

الوصف الفيزيائي

الوصف الكيميائي والبيولوجي

الاستثناءات

5- مبادئ توجيهية بشأن أخذ عينات مواد الحفر وتحليلها

أخذ العينات لأغراض إصدار تصريح بالإلقاء

أخذ العينات في حالة تجديد تصريح الإلقاء

توفير بيانات المدخلات

المؤشرات والطرق

6- خواص موقع الإلقاء وطريقة التخلص

7- اعتبارات وشروط عامة

7-1 طابع مواد الحفر ومنع وتقليل أثر التخلص منها إلى أدنى حد

- الأثر الفيزيائي
- الأثر الكيميائي
- الأثر البكتريولوجي
- الأثر البيولوجي
- الأثر الاقتصادي

7-2 نهوج الإدارة

8- تقنيات إدارة التخلص

9- التصاريح

10- التقارير

الجزء باء
رصد عمليات إلقاء مواد الحفر

1- التعريف
2- الأسباب
3- الأهداف
4- الاستراتيجية
5- الأثر الافتراضي
6- التقييم الأوّلي
7- خط الأساس المرجعي
8- التحقق من الأثر الافتراضي : تحديد برنامج الرصد
9- الرصد
10- الإخطار
11- التغذية المرتدة

مكملات تقنية للمبادئ التوجيهية لإدارة مواد الحفر

المرفق التقني 1
المتطلبات التحليلية لتقييم مواد الحفر

المرحلة الأولى: الخواص الفيزيائية
المرحلة الثانية: الخواص الكيميائية

1- محددات المجموعة الأولى
2- محددات المجموعة الثانية

المرحلة الثالثة: الخواص البيولوجية وآثارها

1- التحليلات البيولوجية للسمية
2- المحددات البيولوجية
3- تجارب تطور الكائنات الصغيرة
4- تجارب تطور الكائنات المتوسطة
5- الرصد الميداني للمجتمعات القاعية
6- خواص بيولوجية أخرى

معلومات إضافية

المرفق التقني 2
تقنيات المعالجة للدراسات بشأن التوزيع المكاني للملوثات

1- مقدمة

2- استراتيجية أخذ العينات

3- الإجراءات التحليلية

3-1 تحديد حجم الحبيبات

3-2 تحليل الملوثات

4- إجراءات التقييس

4-1 التقييس الحبيبي

4-2 التقييس الكيميائي الأرضي

4-3 تفسير البيانات

5- الاستنتاجات

المراجع

المرفق التقني 3
الاعتبارات الواجب اتخاذها قبل منح تصريح الإلقاء

المرفق التقني 4
أفضل ممارسة بيئية لأنشطة الإلقاء

الأشكال والجداول

الشكل 1: رسم تدفقي إشاري

الشكل 2: نهج معياري لتحديد المؤشرات الفيزيائية والكيميائية في الرسوبيات البحرية

الجدول 1: مرجز لعوامل التقييس

تمهيد

صممت هذه المبادئ التوجيهية لمساعدة الأطراف المتعاقدة في تنفيذ بروتوكول حماية البحر المتوسط من التلوث بواسطة الإلقاء من السفن والطائرات أو الترميد في البحر، الذي يشار إليه هنا بـ "البروتوكول" فيما يتعلق بإدارة مواد الحفر؛ وقد وقِّع على البروتوكول 16 طرفاً متعاقداً في عام 1995 ولكنه لم يبدأ نفاذه بعد.

إن بعض جوانب المبادئ التوجيهية هذه هو تكييف للسياق التقني الاقتصادي لحوض البحر المتوسط في إطار تقييم مواد الحفر المعتمد في 8 كانون الأول/ديسمبر 1995 من قبل الأطراف المتعاقدة في اتفاقية لندن بشأن منع التلوث البحري بواسطة إلقاء النفايات والمواد الأخرى في 13 تشرين الثاني/نوفمبر 1972 كما عُدِّلت في عام 1993.

ومع ذلك، يسلَّم ضمنيا بأن الاعتبارات العامة والإجراءات التفصيلية الواردة في المبادئ التوجيهية لا تنطبق بكاملها على جميع الحالات الوطنية أو المحلية.

مقدمة

إن أنشطة الحفر هي جزء ضروري لأنشطة المرافئ والموانئ.

ويمكن تمييز فئتين رئيسيتين للحفر:

- **الحفر الرئيسي**، وهو لأغراض الملاحة أساساً وذلك لتوسيع أو تعميق القنوات أو مناطق الموانئ الحالية أو لإنشاء مناطق جديدة؛ ويشمل هذا النوع من نشاط الحفر أيضاً بعض الأنشطة التقنية في قاع البحر مثل الخنادق لوضع الأنابيب أو الكابلات أو حفر الأنفاق أو إزالة المواد غير المناسبة للإنشاءات أو إزالة مجموعة المواد المستخرجة غير الضرورية؛

- **حفر الصيانة**، وذلك لضمان أن القنوات والمرافئ أو أعمال الإنشاءات يجري صيانتها على أساس الأبعاد التي صُممت من أجلها.

قد تؤدي كل هذه الأنشطة إلى تراكم كميات كبيرة من المواد يتعين القضاء عليها. وقد يكون جزء صغير من هذه المواد ملوِّثاً بواسطة الأنشطة البشرية إلى الحد الذي يتعين بناء عليه فرض شروط إيكولوجية صارمة حيث يجري حفر أو إلقاء المواد الرسوبية.

وينبغي التسليم بأن عمليات الحفر قد تضر البيئة البحرية ولا سيما عندما تحدث في البحر المفتوح الملاصق للمناطق الحساسة (مناطق تربية الأحياء المائية ومناطق الترويح...). وهذه هي الحالة ولا سيما عندما يكون لعمليات الحفر أثر مادي (العكارة المتزايدة) أو تؤدي إلى إعادة تعليق أو إطلاق ملوثات رئيسية (المعادن الثقيلة والملوثات العضوية أو البكتيرية).

ونظـــراً لمـــا ســـبق، يتعين حث الأطراف المتعاقدة على ممارسة الرقابة على عمليات الحفر بشكل متوازن مع ممارسة عمليات الإلقاء. إن استخدام أفضل ممارسة بيئية لأنشطة الحفر ضروري كشرط أساسي للإلقاء وذلك لخفض كمية المواد إلى أدنى حد التي يتعين حفرها وكذلك أثر الحفر وأنشطة الإلقاء في المنطقة البحرية.

وهـــناك مشـــورة متاحة من عدد من المنظمات الدولية بما في ذلك Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC) 1986: Disposal of Dredged Material at Sea (LDC/SG9/2/1). ومـــن خـــلال إطـــار السياسة البيئية والاتصالات الوثيقة مع الصناعة لوضع تكـــنولوجيات لإنتاج صناعي أنظف، باستطاعة منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية أن تقدم مشورة الخبراء والتدريب لتعزيز قدرات وضع خطة إدارة متكاملة لمواد نفايات الحفر.

1- متطلبات بروتوكول الإلقاء

1-1 بناء على المادة 4-1 من البروتوكول، يحظر إلقاء النفايات والمواد الأخرى.

ومع ذلك، وبناء على المادة 4-2(أ) من البروتوكول، يمكن التخلي عن هذا المبدأ والترخيص بإلقاء مواد الحفر بناء على بعض الشروط.

1-2 وبناء على المادة 5، يتطلب الإلقاء تصريحاً خاصاً مسبقاً من السلطات الوطنية المختصة.

1-3 وفضـــلاً عـــن ذلك، وطبقاً للمادة 6 من البروتوكول، يصدر التصريح المشار إليه في المادة 5 بعد النظر بعناية كافية في العوامل الواردة في مرفق البروتوكول. وتنص المادة 6-2 أن تضع الأطراف المتعاقدة وتعـــتمد معايير ومبادئ توجيهية وتدابير لإلقاء النفايات أو المواد الأخرى الواردة في المادة 4-2 بحيث تمنع التلوث وتخفضه وتقضي عليه.

1-4 لقـــد أعدت المبادئ التوجيهية لإدارة مواد الحفر، التي تشمل المشورة بشأن أخذ عينات مواد الحفر وتحليلها، لغرض تقديم التوجيه إلى الأطراف المتعاقدة بشأن:

(أ) الإيفاء بالتزاماتها المتعلقة بإصدار التصاريح لإلقاء مواد الحفر طبقاً لأحكام البروتوكول؛

(ب) إرســـال بيانات يعتمد عليها إلى المنظمة بشأن مدخلات الملوثات في مياه البروتوكول عن طريق إلقاء مواد الحفر.

1-5 ونظـــراً لمـــا سبق، فقد صممت هذه المبادئ التوجيهية لتسمح للأطراف المتعاقدة بإدارة مواد الحفر دون تـــلويث البيـــئة البحرية. وطبقاً للمادة 4-2(أ) من بروتوكول الإلقاء، تتعلق هذه المبادئ التوجيهية بإلقاء مـــواد الحفر من السفن والطائرات. ولا تتعلق بعمليات الحفر أو التخلص من مواد الحفر بطرق أخرى غير الإلقاء.

6-1 وتعرض هذه المبادئ التوجيهية في جزأين. يتناول الجزء ألف تقييم مواد الحفر وإدارتها بينما الجزء باء يقدم التوجيه بشأن تصميم ورصد مواقع الإلقاء البحرية.

وتبدأ هذه المبادئ التوجيهية بتوجيه عن الشروط التي تصدر التصاريح بمقتضاها. وتتناول الأقسام 4 و6 و7 الاعتبارات ذات العلاقة في مرفق البروتوكول أي خواص مواد الحفر وتشكيلها (الجزء ألف) وخواص موقع الإلقاء وطريقة التخلص (الجزء باء) واعتبارات وشروط عامة (الجزء جيم). ويقدم القسم 5 توجيهاً إضافياً بشان أخذ عينات مواد الحفر وتحليلها.

الشروط التي تصدر بمقتضاها تصاريح إلقاء مواد الحفر

الجزء ألف

تقييم مواد الحفر وإدارتها

1- وصف مواد الحفر

1-1 لأغراض المبادئ التوجيهية هذه، ينطبق التعريف [التعاريف] التالى [التالية] :

- تعـــني "مواد الحفر" أي تكوين رسوبي (الطَفَل والغرين والرمل والحصى والصخور وأي مواد من الصـــخور الأساسية الأصلية) التي تمت إزالتها من مناطق تغطيها عادة أو تغطيها بشكل منتظم مياه البحر باستخدام معدات حفر أو تنقيب أخرى؛

بالنسبة لأى تعريف آخر ذى علاقة، ينطبق نص المادة 3 من بروتوكول منع التلوث والقضاء عليه فى البحر المتوسط بواسطة إلقاء النفايات من السفن والطائرات أو الترميد فى البحر.

2- التخلص من مواد الحفر

2-1 فـــي أغـــلب الحالات، يضر الإلقاء بالبيئة الطبيعية ولهذا قبل اتخاذ أي قرار بمنح تصريح بالإلقاء ينبغى النظر في وسائل أخرى للتخلص. وعلى نحو خاص، ينبغي النظر في جميع الاستخدامات الممكنة لمواد الحفر (انظر المرفق التقني 3).

3- عملية اتخاذ القرارات

3-1 يوصـــى باخـــتيار موقع إلقاء مناسب بدلاً من تطبيق اختياري. إن اختيار موقع يقلل من الأثر على مـــناطق مصـــايد الأسماك التجارية أو الترويحية إلى أدنى حد هو اعتبار رئيسي في حماية الموارد ويشمله الجـــزء جيم من المرفق بالبروتوكول بتفاصيل كثيرة. (يرد في القسم 7 أدناه مزيداً من التوجيه لتطبيق الجزء جيم من المرفق).

3-2 ولتحديد الشروط التي بمقتضاها تصدر تصاريح إلقاء مواد الحفر، ينبغي على الأطراف المتعاقدة أن تضـــع أساساً وطنياً أو إقليمياً، حسب الاقتضاء، وعملية لاتخاذ القرارات لتقييم خواص المواد وعناصرها مع الأخذ في الاعتبار حماية الصحة البشرية والبيئة البحرية.

3-3 تقـــوم عمـــلية اتخاذ القرارات على مجموعة من المعايير وضعت على أساس وطني و/أو إقليمي، حســـب الاقتضـــاء، بحيث تلبي أحكام المواد 4 و5 و6 من البروتوكول وتطبق على مواد محددة. وينبغي أن تأخذ هذه المعايير في عين الاعتبار الخبرة المكتسبة من الآثار المحتملة على الصحة البشرية والبيئة البحرية.

ويمكن وصف هذه المعايير على الأساس التالي:

(أ) خواص فيزيائية وكيميائية وكيميائية أرضية (مثلاً معايير نوعية الترسب)؛

(ب) الآثار البيولوجية على منتجات نشاط الإلقاء (الأثر على الأنظمة الإيكولوجية)؛

(ج) البيانات المرجعية المتصلة بطرق معينة للإلقاء أو لمواقع الإلقاء؛

(د) الآثـــار البيـــئية المحددة لإلقاء مواد الحفر التي تعتبر غير مرغوبة خارج و/أو قريبة من مواد الإلقاء المعينة؛

(هـ) مساهمة الإلقاء في تدفقات الملوثات المحلية الموجودة فعلاً (معايير التدفق).

4-3 ينـــبغي أن تشتق المعايير من دراسات المواد الرسوبية المماثلة للخواص الكيميائية الأرضية للمواد التي يجري حفرها و/أو من مواد النظام المتلقي. قد يكون من الضروري وضع مجموعة فردية من المعايير لكل منطقة يجري فيها حفر أو إلقاء، ويعتمد على التغير الطبيعي في الكيمياء الأرضية للمواد الرسوبية.

5-3 قـــد تـــلجأ عمـــلية اتخاذ القرارات، بالنسبة للمستوى المرجعي للأساس الطبيعي ولبعض الملوثات المحددة أو الاستجابات البيولوجية، إلى وضع بداية مرجعية عليا وسفلى مما يؤدي إلى ثلاث إمكانيات:

(أ) المواد التي تحتوي على ملوثات محددة أو التي تسبب استجابات بيولوجية مفرطة أعلى من الحدود العليا المسموح بها ينبغي اعتبارها بصورة عامة غير مناسبة لإلقائها في البحر؛

(ب) المـــواد التي تحتوي على ملوثات محددة أو التي تسبب استجابات بيولوجية أقل من الحدود الدنيا المسموح بها ينبغي اعتبارها بصورة عامة بأنها ذات أثر بيئي أقل لإلقائها في البحر؛

(ج) مـــواد ذات نوعيـــة متوســـطة ينبغي أن تخضع لتقييم تفصيلي أكثر قبل أن تكون مناسبة لإلقائها في البحر.

6-3 عـــندما لا يمكـــن تلبية المعايير والحدود الناظمة المرتبطة بها (الحالة (أ) أعلاه)، لا ينبغي للطرف المتعاقد أن يصدر تصريحاً ما لم يشير الاعتبار التفصيلي طبقاً للجزء جيم من المرفق بالبروتوكول أن الإلقاء فـــي الـــبحر مـــع ذلك هو أقل خيار بضرر بالمقارنة مع تقنيات التخلص الأخرى. وإذا تم التوصل إلى هذا الاستنتاج، ينبغي على الطرف المتعاقد:

(أ) تـــنفيذ بـــرنامج لخفض مصادر التلوث التي تدخل منطقة الحفر، حيث يوجد مصدر يمكن خفضه بواسطة هذا البرنامج من اجل تلبية المعايير الموضوعة؛

(ب) اتخاذ جميع الخطوات العملية للتخفيف من أثر عملية الإلقاء على البيئة البحرية بما في ذلك مثلاً استخدام (تغطية) الملوثات أو طرق معالجة؛

(ج) إعداد دراسة الأثر الافتراضي على البيئة البحرية؛

(د) بـــدء الرصد (نشاط متابعة) مصمم للتحقق من أي آثار ضارة متوقعة من الإلقاء ولا سيما فيما يتعلق بافتراض الأثر على البيئة البحرية؛

(هـ) إصدار تصريح محدد؛

(و) إبلاغ المنظمة بالإلقاء الذي تم تنفيذه وتوضيح أسباب إصدار تصريح الإلقاء.

وعندما يكون من غير المحتمل ألا تخفف تقنيات إدارة الحفر من الآثار الضارة للمواد الملوثة، يمكن اســتخدام حفــر اختياري أو فصل [حفر اختيارى أو فصل] **فصل مادى على الأرض** لأكثر الأجزاء تلوثاً (مــثلاً باســتخدام الإعصارات المائية) لخفض كميات المواد التي يتعين وضع تدابير لها إلى أدنى حد **(تعديل مقترح من أسبانيا)**

3-7 ومن أجل تقييم إمكانية تنسيق أو تجميع المعايير المشار إليها في الفقرات من 3-3 إلى 3-6 أعلاه، بمــا فــي ذلك أي معايير لنوعية المواد الرسوبية، يطلب من الأطراف المتعاقدة أن تخطر المنظمة بالمعايير المعتمدة وكذلك الأساس العلمي التي وضعت على أساسه المعايير.

3-8 إن العنصر المهم في هذه المبادئ التوجيهية لإدارة أنشطة الحفر هو إعداد دراسة الأثر الافتراضي عــلى البيــئة الــبحرية (انظر الجزء باء، الفقرتان 5-1 و5-2) لكل عملية إلقاء بحري. وعند الانتهاء من تقييماتهــا للآثــار البيــئية لهــذه العمليات، وقبل إصدار التصريح، ينبغي على الأطراف المتعاقدة أن تضع افتراضات للأثر طبقاً للتوجيه الوارد في الجزء باء، الفقرات من 5-2 إلى 7-1. ويوفر افتراض الأثر أساس لتصميم أنشطة الرصد بعد التشغيل.

4- تقييم خصائص مواد الحفر وتكوينها

<u>الوصف الفيزيائي</u>

4-1 بالنسبة لجميع مواد الحفر التي تلقى في البحر، ينبغي الحصول على المعلومات التالية:

- كمية مواد الحفر (الحمولة الإجمالية السائلة)؛

- طــريقة الحفــر (الحفر الميكانيكي، الحفر المائي، الحفر بالهواء المضغوط) وتطبيق أفضل ممارسة بيئية؛

- تحديد تقديري أوّلي لخواص المواد الرسوبية (أي الطفل والغرين والرمل والحصى والصخور).

4-2 ولـتقييم قدرة الموقع على تلقي مواد الحفر، ينبغي أخذ كل من مجموع كمية المواد والمعدل المتوقع أو الفعلي للحمل في موقع الإلقاء في عين الاعتبار.

<u>الوصف الكيميائي والبيولوجي</u>

4-3 هـناك حاجـة إلى وصـف كيميائي وبيولوجي للتقييم الكامل للأثر المحتمل. وتتاح المعلومات من المصـادر الحالية، مثلاً من الرصد الميداني لأثر مواد مماثلة في مواقع مماثلة أو من بيانات اختبارات سابقة لمـواد مماثـلة تـم اختبارها خلال فترة لا تتجاوز خمس سنوات ومن معرفة عمليات التصريف المحلية أو مصـادر أخـرى للتلوث يدعمها في ذلك تحليل نوعي. وفي هذه الحالات، قد لا يكون من الضروري القياس مرة ثانية للآثار المحتملة لمواد مماثلة قريبة.

4-4 إن الوصـف الكيميائي، وكلما كان ملائماً الوصف البيولوجي، ضروري كخطوة أولى لتقدير الحمل الإجمالي للملوثات ولا سيما لعمليات الحفر الجديدة. إن متطلبات العناصر والمركبات الواجب تحليلها ترد في القسم 5.

4-5 إن الغـرض مـن إجـراء اختبارات، بناء على هذا القسم، هو التأكد من أن الإلقاء في البحر لمواد الحفـر المحـتوية على ملوثات قد تسبب آثاراً غير مرغوبة ولا سيما إمكانية الآثار المزمنة أو السامة الحادة على الكائنات البحرية أو الصحة البشرية أو ما إذا كانت ناشئة عن التراكم الأحيائي في الكائنات البحرية ولا سيما في أنواع الأغذية البحرية.

4-6 قـد لا تكـون إجراءات الاختبار البيولوجية التالية ضرورية إذا كان الوصف الفيزيائي والكيميائي السـابق لمـواد الحفر وللمنطقة المتلقية والمعلومات البيولوجية المتاحة تسمح بتقييم للأثر البيئي على أساس علمي كاف.

ومع ذلك، إذا:

- بيَّن التحليل السابق للمواد وجود ملوثات بكميات تفوق بداية الحدود العليا الواردة في الفقرة 3-5(أ) أعلاه أو مواد آثارها البيولوجية غير مفهومة؛

- إذا كان هناك قلق بشأن الآثار المضادة والتآزرية في أكثر من مادة واحدة؛

- أو إذا كان هناك أي شك بالنسبة للتركيب الصحيح أو خواص المادة؛

من الضروري استخدام تدابير اختبار بيولوجية مناسبة.

إن هذه التدابير، التي ينبغي أن تشمل أنواع لمؤشرات بيولوجية قد تشمل ما يلي:

- اختبارات شدة السمية؛

- اختبارات السمية المزمنة القادرة على تقييم الآثار دون المميتة طويلة الأجل مثل الاختبارات البيولوجية التي تشمل دورة الحياة بكاملها؛

- اختبارات لتحديد التراكم الأحيائي المحتمل للمادة ذات الشاغل؛

- اختبارات لتحديد البديل المحتمل للمادة ذات الشاغل.

4-7 تمر المواد الموجودة في مواد الحفر بتغيرات فيزيائية وكيميائية وكيميائية أحيائية عند تصريفها في البيئة البحرية. وينبغي النظر في مدى تأثر مواد الحفر بهذه التغييرات على ضوء المصير النهائي والآثار المحتملة لمواد الحفر. وقد ينعكس ذلك في افتراض الأثر وفي برنامج الرصد.

الاستثناءات

4-8 قد تستثنى مواد الحفر من إجراء الاختبارات المشار إليه في الفقرتين 4-3 و4-6 من المبادئ التوجيهية إذا لبت أحد المعايير الواردة أدناه؛ وفي هذه الحالات، ينبغي أخذ أحكام الجزأين باء وجيم من المرفق بالبروتوكول (انظر القسمان 6 و7 أدناه).

(أ) تتشكل مواد الحفر من الرمل أو الحصى أو الصخور على وجه الحصر تقريباً؛ وتوجد عادة هذه المواد في مناطق التيارات العالية أو الطاقة الموجية مثل المجاري المائية ذات الأحمال القاعية الكبيرة أو المناطق الساحلية ذات الرواسب الرملية المتحركة والقنوات؛

(ب) تتشكل مواد الحفر من مواد جيولوجية لم تتعرض للاضطراب في السابق؛

(ج) إن مواد الحفر لإخصاب الشواطئ أو لترميمها وتتألف أساساً من الرمل أو الحصى أو الأصداف مع أحجام جزيئات تتوافق مع المواد في الشواطئ المتلقية.

4-9 وفي حالة مشروعات الحفر الأساسية قد تستثني السلطات الوطنية، مع أخذ طابع المواد التي ستلقى في البحر في عين الاعتبار، جزءاً من تلك المواد من أحكام المبادئ التوجيهية هذه بعد أخذ عينات ممثلة. ومع ذلك فإن الحفر الرئيسي في المناطق التي قد تحتوي على مواد رسوبية ملوثة ينبغي أن تخضع للوصف طبقاً للمبادئ التوجيهية هذه ولا سيما الفقرة 4-4.

5- مبادئ توجيهية بشأن أخذ عينات مواد الحفر وتحليلها

أخذ العينات لأغراض إصدار تصريح بالإلقاء

5-1 بالنسبة لمواد الحفر التي تتطلب تحليلاً تفصيلياً (أي التي لا تتطلب استثناء بناء على الفقرة 4-8 أعلاه)، تشير المبادئ التوجيهية التالية كيف أن المعلومات التحليلية الكافية يمكن الحصول عليها لأغراض إصدار التصريح. إن الحكم والمعرفة في الأوضاع المحلية ضرورية لتطبيق هذه المبادئ التوجيهية على أي عملية معينة (انظر الفقرة 5-11).

5-2 ينبغي تنفيذ مسح في الموقع الطبيعي للمنطقة التي سيجري حفرها. وينبغي أن يعكس توزيع وعمق العينات حجم المساحة التي سيجري حفرها وكمية الحفر والتوافر المتوقع للتوزيع الأفقي والرأسي للملوثات. ولتقييم عدد العينات التي يجري تحليلها ينبغي الحفاظ على نهوج مختلفة.

5-3 ويرد فيما يلي مثالان للنهوج المختلفة:

أ. ينبغي تعديل عدد محطات أخذ العينات للمنطقة التي سيجري حفرها باستخدام المعادلة $N=\sqrt{x}/25$، حيث x هي المساحة بالأمتار المربعة وN عدد محطات أخذ العينات حيث $N\geq 4$. وطبقاً لتبادل خواص المنطقة التي سيجري حفرها، ينبغي أن يكون عدد محطات أخذ العينات أصغر من المناطق المفتوحة (انظر Recommendations for the management of dredged material in the port of Spain (Cedex 1994)).

ب. يبيِّن الجدول التالي عدد العينات التي يجري تحليلها فيما يتعلق بعدد الأمتار المكعبة التي يجري حفرها للحصول على نتائج ممثلة مع افتراض مواد رسوبية موحدة معقولة في المنطقة التي يجري الحفر فيها.

الكمية المحفورة (بالأمتار المكعبة في الموقع الطبيعي)	عدد المحطات
حتى 25 000	3
من 25 000 إلى 100 000	6 - 4
من 100 000 إلى 500 000	15- 7
من 500 000 إلى 2 000 000	30-16
> 2 000 000	بزيادة 10 لكل مليون متر مكعب

ينبغي أخذ العينات الرئيسية حيث عمق الحفر والتوزيع الرأسي المتوقع للملوثات يسمح بذلك، وإلا فتعتبر عينة الكباش مناسبة. ولا تقبل العينات من الحفارة.

5-4 عـــادة ينـــبغي تحليل العينات من كل مكان على نحو منفصل. ومع ذلك، إذا كانت المواد الرسوبية متجانســـة بوضوح فيما يتعلق بسمات الترسب (جزيئات حجم الحبيبة وحمل المادة العضوية) ومستوى التلوث المـــتوقع، مـــن الممكن أخذ عينات مركبة من أماكن متاخمة، عينتين أو أكثر في كل مرة، على شرط العناية الفائقة لضمان أن النتائج تعطي متوسط قيم للملوثات. وينبغي الاحتفاظ بالعينات الأصلية حتى يتم الانتهاء من إجراء إصدار التصريح، وذلك في حالة تشير فيها النتائج إلى ضرورة إجراء مزيد من التحليل.

أخذ العينات في حالة تجديد تصريح الإلقاء

5-5 إذا أشار المسح بأن المادة هي أقل أساساً من الحدود الدنيا الواردة في الفقرة 3-5(ب) أعلاه وأنه لم يحدث تلوث جديد يشير إلى تدهور نوعية المادة يتعين تكرار عمليات المسح.

5-6 إذا كـــان نشاط الحفر يتضمن مادة ذات محتوى ملوث بين بدايات الحدود العليا والدنيا الواردتين في الفقـــرتين 3-5(أ) و(ب) أعـــلاه، يكون من الممكن، على أساس المسح الأوّلي، خفض إما عدد محطات أخذ العيـــنات أو عـــدد المؤشرات التي يجري قياسها. ومع ذلك، ينبغي توفير معلومات كافية تؤكد التحليل الأوّلي لغـــرض إصـــدار التصريح. وإذا لم يؤكد برنامج أخذ العينات المخفض التحليل الأولي، ينبغي تكرار المسح بالكـــامل. وإذا تـــم خفـــض عـــدد المؤشرات للقياس المتكرر، من المستحسن إجراء مزيد من التحليل لجميع المؤشرات الواردة في المرفق التقني الأول في فترات مناسبة لا تتجاوز 5 سنوات.

5-7 ومـــع ذلك، وفي المناطق التي يكون فيها اتجاه المواد الرسوبية يبين مستويات مرتفعة من التلوث أو توزيـــع التـــلوث يـــتغير بسرعة استجابة لعوامل بيئية مختلفة، ينبغي تكرار تحليل الملوثات ذات العلاقة وأن ترتبط بإجراء تجديد التصريح.

توفير بيانات المدخلات

5-8 إن مخطـــط أخذ العينات الوارد أعلاه يوفر معلومات لغرض إصدار التصاريح. ومع ذلك يمكن أن يوفـــر المخطط في نفس الوقت أساسا مناسباً لتقدير مجموع المدخلات، وفي نفس الوقت وفي الحالة الراهنة، يمكـــن أن يعتبر أكثر النهوج الدقيقة المتاحة لهذا الغرض. وفي هذا السياق، من المفترض أن المواد المستثناة مـــن التحـــليل تمثل مدخلات غير ذات قيمة للملوثات وبالتالي ليس من الضروري حساب أحمال الملوثات أو الإبلاغ عنها.

المؤشرات والطرق

5-9 نظـــراً لأن المـــلوثات تتركز أساساً في الجزيئات الدقيقة (≤ 2 mm) وعلى نحو أكثر في جزيئات الطفـــل (≤ 2 µm)، ينـــبغي تـــنفيذ التحـــليل عـــادة على عينة الجزيئات الدقيقة (≤ 2 mm). وسيكون من الضروري أيضاً، لتقييم الأثر المحتمل لمستويات الملوثات أن تتوفر معلومات عن:

- جزيئات حجم الحبيبة (النسبة المئوية للرمل والغرين والطفل)؛

- حمل المادة العضوية؛

- المواد الجافة (النسبة المئوية للمواد الصلبة).

5-10 وفي الحالات التي يطلب فيها تحليل، يتعين أن تكون ملزمة للمواد المعدنية الواردة في المرفق التقني 1 (ملوثات المجموعة الأولى). وفيما يتعلق بـ Organochlorines, polychlorobiphenyls (PCBs) ينبغي تحليل كل حالة على حدة بالنسبة للمواد الرسوبية غير المستثناة لأنها تظل ملوثات بيئية مهمة. وينبغي قياس الهالوجينات العضوية إذا كان من المحتمل أن توجد نتيجة لمدخلات محلية.

5-11 وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي ان تنظر السلطة المسؤولة عن إصدار التصاريح في مدخلات محلية محددة، بما في ذلك احتمال التلوث بواسطة الزرنيخ polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) ومركبات القصدير العضوية. وينبغي ان توفر السلطة التحليل لهذه المواد حسب الحاجة.

ينبغي أخذ ما يلي في عين الاعتبار في هذا الصدد:

- الطرق المحتملة التي يمكن أن تدخل الملوثات منها إلى المواد الرسوبية؛

- احتمال التلوث من الجريان السطحي الزراعي والحضري؛
- انسكاب الملوثات في المناطق التي يجري فيها الحفر ولا سيما نتيجة لأنشطة الموانئ؛

- عمليات تصريف النفايات الصناعية والحضرية (الماضية والحالية)؛

- مصادر مواد الحفر واستخدامها السابق (مثلاً تغذية الشاطئ)؛

- المواد الرسوبية المعدنية الطبيعية والمواد الطبيعية الأخرى.

5-12 توجد في المرفقات التقنية للمبادئ التوجيهية كما اعتمدت واستكملت دورياً من قبل الأطراف المتعاقدة مزيداً من التوجيه بشان اختيار المحددات وطرق تحليل الملوثات تحت الأوضاع المحلية والإجراءات التي تستخدم للمعالجة وأغراض تقييم النوعية.

6- خواص موقع الإلقاء وطريقة التخلص

6-1 إن المواد المتعلقة باختيار معايير اختيار موقع الإلقاء توجد على نحو تفصيلي في الدراسات التي أعدها GESAMP (Reports and Studies No. 16: Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea, IMO 1982) and by ICES (Ninth Annual Report of the Oslo Commission, Annex B).

إن اختيار موقع للإلقاء في البحر لا يتضمن فقط اعتبارات المؤشرات البيئية بل أيضاً الجدوى الاقتصادية والتشغيلية.

6-2 للتمكن من تقييم موقع إلقاء جديد، يتعين على السلطات الوطنية أن تنظر في المعلومات الأساسية بشأن خواص موقع الإلقاء في مرحلة مبكرة من عملية اتخاذ القرارات.

ولغرض دراسة الأثر، ينبغي ان تشمل هذه المعلومات الأنساق الجغرافية لمنطقة الإلقاء (خط الطول وخط العرض) والمسافة إلى أقرب خط ساحلي وكذلك قرب منطقة الإلقاء كما يلي:

- مناطق الترويح؛
- مناطق وضع بيض الأسماك وتجديدها وأحواض الأسماك والقشريات والرخويات؛
- طرق الهجرة المعروفة للأسماك أو الثدييات البحرية؛
- مناطق صيد الأسماك التجارية والرياضية؛
- مناطق تربية الأحياء البحرية؛
- المناطق ذات الجمال الطبيعي أو ذات الأهمية الثقافية أو التاريخية؛
- المناطق ذات الأهمية العلمية أو البيولوجية أو الإيكولوجية الخاصة؛
- طرق النقل البحري؛
- المناطق العسكرية الخالصة؛
- الاستخدامات الهندسية لقاع البحر (مثلاً تعدين قاع البحر المحتمل أو الحالي والكوابل في قاع البحر ومواقع محطات إزالة ملوحة مياه البحر أو تحويل الطاقة).

ينبغي ألا يتدخل إلقاء مواد الحفر أو يقلل من القيمة المشروعة للاستخدامات التجارية والاقتصادية للبيئة البحرية. ينبغي ان يأخذ اختيار مواقع الإلقاء في عين الاعتبار طابع ومدى صيد الأسماك التجاري والترويحي وكذلك وجود مناطق لتربية الأحياء المائية ووضع البيض وأحواض الأسماك ومناطق التغذية.

6-3 نظراً لعدم التيقن المتعلق بانتشار الملوثات البحرية الذي يؤدي إلى تلوث عبر الحدود، **لا يعتبر** إلقاء مواد الحفر في عرض البحر **أكثر الحلول البيئية المناسبة لمنع التلوث ولهذا ينبغي تجنبه.**

4-6 وبالنسبة لمواد الحفر، فإن البيانات التي ينبغي النظر فيها لهذا الغرض تشمل المعلومات بشان:

- طريقة التخلص (مثلاً السفن وقادوس التصريف والوسائل الخاضعة للرقابة الأخرى مثل التصريف من خلال الأنابيب)؛

- طريقة الحفر (مثلاً المائية أو الميكانيكية)، مع إيلاء الاعتبار لأفضل ممارسة بيئية.

5-6 ولتقييم خواص عملية التخلص، يتطلب استعمال نماذج الانتشار الرياضية لجمع بعض البيانات للأحوال الجوية والديناميكية المائية والأقيانوغرافية. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي إتاحة بيانات عن سرعة السفينة التي تلقي بالمواد ومعدل الإلقاء.

6-6 يشمل التقييم الأساسي لموقع، سواء جديد أو موجود، النظر في الآثار الممكنة التي يمكن أن تنشأ نتيجة لزيادة بعض المكونات أو التفاعل (مثلاً الآثار التآزرية) مع بعض المواد الأخرى المدخلة في المنطقة سواء من خلال إلقاء آخر أو مدخلات من الأنهار أو عمليات تصريف من مناطق ساحلية أو مناطق الاستغلال أو النقل البحري أو من خلال الجو.

وينبغي تقييم الإجهاد الحالي على المجتمعات البيولوجية نتيجة لهذه الأنشطة قبل إجراء أي عمليات إلقاء جديدة أو إضافية.

وينبغي الأخذ في الاعتبار إمكانية الاستخدامات في المستقبل للموارد وأماكن الترويح في المنطقة البحرية المتلقية.

7-6 إن المعلومات من دراسات الأساس والرصد لمواقع الإلقاء الحالية مفيدة في تقييم أي نشاط إلقاء جديد في نفس الموقع أو قريباً منه.

7- اعتبارات وشروط عامة

طابع ومنع وتقليل أثر التخلص من مواد الحفر إلى أدنى حد

1-7 ينبغي إيلاء عناية خاصة لمواد الحفر الملوثة بالهيدروكربونات والتي تحتوي على مواد تطفو عقب إعادة تعليقها في عمود الماء. ولا ينبغي إلقاء هذه المواد بطريقة أو في مكان قد يتدخل معه صيد الأسماك أو النقل البحري أو مناطق الترويح أو الاستخدامات المفيدة الأخرى للبيئة البحرية.

2-7 وعند اختيار مواقع الإلقاء، ينبغي تجنب موائل الأنواع النادرة أو المعرضة للتأثر أو المهددة بالانقراض مع أخذ حفظ التنوع البيولوجي في عين الاعتبار.

3-7 وبالإضافة إلى الآثار السامة والتراكم الأحيائي لمكونات مواد الحفر، ينبغي النظر في الآثار المحتملة الأخرى على الحياة البحرية مثل:

- تعديل قدرات الحساسية والفسيولوجية وسلوك الأسماك ولا سيما فيما يتعلق بالكائنات المفترسة الطبيعية؛

- الإثراء الغذائي؛

- استنفاد الأوكسجين؛

- زيادة العكارة؛

- تغيير ترتيب المواد الرسوبية وحجب قاع البحر.

<u>الأثر الفيزيائي</u>

7-4 إن جميع مواد الحفر، سواء كانت ملوثة أم لا، لها تأثير فيزيائي كبير عند نقطة التخلص منها. ويشمل هذا الأثر حجب قاع البحر وزيادة مركزة لمستويات المواد الصلبة المعلقة.

وقد يمتد الأثر المادي أيضا إلى مناطق خارج منطقة الإلقاء الناتجة عن الحركة الأمامية للمواد الملقاة نتيجة لأفعال الأمواج والمد والجزر وحركات التيارات القاعية ولا سيما في حالة الجزيئات الدقيقة.

وفي المياه المحصورة نسبياً، يمكن أن تؤثر المواد الرسوبية المستهلكة للأوكسجين (مثل المياه الغنية بالكربون العضوي) تأثيراً معاكساً على نظام الأوكسجين للنظم المتلقية. وبنفس الطريقة، قد يؤثر إلقاء المواد الرسوبية ذات المستويات العالية من المغذيات تأثيراً كبيراً على تدفقات المغذيات وبالتالي، وخاصة في الحالات القصوى، تساهم مساهمة كبيرة في تخثث المنطقة المتلقية.

<u>الأثر الكيميائي</u>

7-5 إن الأثر الكيميائي لمواد الحفر الملقاة على نوعية المياه البحرية والحيويات البحرية هي أساساً من تشتت الملوثات المرتبطة بالجزيئات العالقة وإطلاق الملوثات من المواد الرسوبية في موقع الإلقاء.

إن قدرة ربط الملوثات تتفاوت تفاوتاً كبيراً. إن حركة الملوثات تعتمد على عوامل عديدة من بينها الشكل والتوزيع الكيميائي للملوث ونوع القاعدة والحالة الفيزيائية للنظام (مثل pH,T°) وتدفق المياه والمواد العالقة (المادة العضوية) والحالة الفيزيائية الكيميائية للنظام ونوع عمليات التفاعل مثل آليات الامتزاز والمج أو الترسيب والانحلال والأنشطة البيولوجية.

<u>الأثر البكتريولوجي</u>

7-6 من الناحية البكتريولوجية، قد تتضمن أنشطة الحفر وإلقاء مواد الحفر إعادة تعليق النباتات الرسوبية ولا سيما البكتيريا الغائطية التي توجد داخل المواد الرسوبية. وتبين الدراسات المنفذة، ولا سيما في

مواقـــع الحفـــر، أن هـــناك علاقـــة متبادلة مهمة بين العكارة وتركيزات الجراثيم التي تم اختبارها (القولونية الغائطية المكورات العقدية الغائطية).

الآثار البيولوجية

7-7 إن التسلســـل البيولوجي المباشر للأثر المادي هذا يشمل اختناق الحياة الحيوانية والنباتية القاعية في منطقة الإلقاء.

ومع ذلك، وفي بعض الحالات، بعد توقف أنشطة الإلقاء قد يكون هناك تعديل في النظام الإيكولوجي ولا ســيما عـــندما تكون الخصائص المادية للمواد الرسوبية في مواد الحفر تختلف عن الموجودة في المنطقة المتلقية.

وفي بعض الظروف الخاصة، قد يتدخل الإلقاء مع هجرة الأسماك أو القشريات (مثلاً إذا كان الإلقاء في مجرى الهجرة الساحلية لسرطان البحر).

ومن ناحية أخرى، يمكن أن يؤدي أثر التلوث الكيميائي الناتج عن تشتت الملوثات المرتبطة بالمواد العالقـــة ومن الملوثات من المواد الرسوبية التي تتراكم أحيائياً في موقع الإلقاء إلى تغير في التشكيل والتنوع البيولوجي ووفرة المجتمعات القاعية.

الأثر الاقتصادي

8-7 إن أحـــد النتائج المهمة للوجود المادي لإلقاء مواد الحفر هو التداخل مع أنشطة صيد الأسماك، وفي بعـــض الأحيـــان مع الملاحة والترويح. وتتعلق الأولى بكل من اختناق المناطق التي يمكن أن تستخدم لصيد الأســـماك والـــتداخل مع معدات صيد الأسماك الثابتة، ويمكن أن تؤدي الضحالة التي تلي الإلقاء إلى مخاطر ملاحيـــة وقـــد يكون ترسب الطفل أو الغرين ضاراً في المناطق الترويحية. ويمكن أن تتفاقم هذه المشاكل إذا كانت أنقاض الحفر ملوثة بركام كبير في المرافئ مثل العوارض الخشبية ومعادن الخردة وقطع الكابلات وما إلى ذلك.

نهوج الإدارة

9-7 يتـــناول هذا القسم فقط تقنيات الإدارة لتقليل الآثار المادية لإلقاء مواد الحفر إلى أدنى حد. أما تدابير مكافحة تلوث مواد الحفر فترد في أقسام أخرى من المبادئ التوجيهية هذه.

10-7 إن الأساس فى الإدارة مرتبط في اختيار الموقع بعناية (انظر القسم 5) وتقييم التنافس على الموارد البحرية والبيئة البحرية والأنشطة. إن القصد من هذه الملاحظات هو استكمال هذه الاعتبارات.

11-7 ولتجـــنب الإفراط في استخدام قاع البحر، ينبغي أن يكون عدد المواقع محدوداً كلما كان ممكناً وأن يستخدم كل موقع إلى أقصى حد ممكن دون التدخل مع الملاحة (مخاطر تشكيل الرمال).

وينبغي اتخاذ جميع التدابير للسماح لإعادة الاستيطان بمجرد توقف الترسب.

7-12 يمكـــن خفض التأثيرات من خلال الضمان إلى أقصى حد ممكن ان المواد الرسوبية في مواد الحفر والمنطقة المتلقية متماثلة. ويمكن خفض الأثر البيولوجي محلياً إذا كانت عملية منطقة الترسيب تخضع طبيعياً لاضـــطراب مـــادي (التيارات الأفقية والرأسية). وإذا لم يكن هذا ممكناً والمواد نظيفة ودقيقة ينبغي استخدام طريقة مشتتة عمداً للإلقاء بحيث تحد من التركز فى موقع صغير.

7-13 ومع الحفر الرئيسي وللصيانة، قد تكون المواد مختلفة في طابعها بالنسبة للمواد الرسوبية في الموقع المستقبل وقد يتأثر إعادة استيطانها. وعندما تلقى مواد كبيرة مثل الصخور والطفل، قد يكون هناك تدخلاً مع أنشطة صيد الأسماك حتى في المدى الطويل.

7-14 وقد تفرض قيود مؤقتة على أنشطة الإلقاء (مثلاً قيود المد والجزر والموسمية). إن التدخل مع هجرة الأســـماك أو القشريات أو أنشطة وضع البيض أو صيد الأسماك الموسمي يمكن تجنبه بفرض تقويم لعمليات الإلقاء.

إن حفر الخنادق وأنشطة إعادة الملء قد تتدخل أيضاً في أنماط الهجرة وبالتالي هناك حاجة لتدابير لفرض قيود مماثلة.

7-15 ينبغي ان تجهز سفن الإلقاء، كلما كان ملائماً، بنظم تحديد المواقع بدقة مثل شبكات السواتل. وينبغي التفتيش على سفن الإلقاء ورقابة عملياتها بشكل منتظم لضمان أن شروط تصريح الإلقاء يجري مراعاتها وأن الطـــاقم عـــلى وعـــي بمســـؤولياته بناء على التصريح. وينبغي التفتيش على سجلات السفن وأجهزة الرصد الأوتومـــاتيكي والعرض (مثل الصناديق السوداء)، إذا كانت مركبة، لضمان أن الإلقاء يحدث في موقع إلقاء محدد.

وعـــندما تكـــون الـــنفايات الصلبة مشكلة، قد يكون من الضروري أن يركب على سفينة الإلقاء (أو الحفارة) شبكة لتيسير التخلص (أو الاستعادة) على الأرض بدلاً من الإلقاء في البحر.

7-16 إن الرصد هو عنصر أساسي لعملية الإدارة (انظر الجزء باء).

8- تقنيات إدارة التخلص

8-1 وفي النهاية، يمكن حل مشكلة إلقاء مواد الحفر الملوثة بفاعلية من خلال تنفيذ برامج واعتماد تدابير للقضاء التدريجي على عمليات التصريف الملوثة في المياه التي تؤخذ منها مواد الحفر.

وحتى يمكن تحقيق هذا الهدف يمكن حل المشاكل التي تسببها مواد الحفر الملوثة عن طريق استخدام تقنيات ملائمة لإدارة التخلص.

2-8 إن "تقـنيات إدارة التخـلص" هـي أعمـال وعمليات يمكن عن طريقها خفض أثر المواد المداومة ومحتملة السمية الواردة في مواد الحفر أو الحفاظ على مستوى لا يشكل خطراً على الصحة البشرية أو يؤذي الموارد الحية والحياة البحرية أو يضر بأماكن الترويح أو يتدخل في الاستخدامات المشروعة للبحر.

3-8 وعـلى أي حـال، ينبغي استخدام هذه التقنيات تمشياً مع الاعتبارات ذات العلاقة الواردة في مرفق بـروتوكول الإلقـاء مـثل التقييم المقارن للخيارات البديلة للإلقاء وينبغي أن يرتبط دائماً بالرصد بعد الإلقاء (المتابعة الإيكولوجية) لتأثير فاعلية التقنيات والحاجة إلى أي إجراء إداري للمتابعة.

9- التصاريح

1-9 يحـتوى تصـريح التخلص فى البحر على الشروط والقواعد التى يجرى بموجبها الإلقاء فى البحر وكذلك يوفر إطارا لتقييم وضمان الامتثال.

2-9 ينبغى صياغة شروط التصريح بلغة سهلة غير غامضة ويصمم لضمان:

(أ) إلقـاء المـواد التى تم وصفها ووجد أنها مقبولة لإلقائها فى البحر فقط وذلك على أساس تقييم الأثر؛

(ب) يجرى التخلص من المواد فى موقع الإلقاء المختار؛

(ج) تنفذ أى تقنيات لإدارة التخلص ضرورية حددت أثناء تحليل الأثر؛

(د) الإيفاء بأى متطلبات للرصد وتبلغ النتائج للسلطة التى أصدرت التصريح.

10- التقارير

1-10 ينبغى أن ترسل الأطراف المتعاقدةالتصاريح الصادرة ومجموع كميات مواد الحفر وأحمال الملوثات الى المنظمة. وينبغى عليها أيضا إخطار المنظمة بأنشطة رصدها (انظر الجزء باء).

2-10 إن إبلاغ المنظمة بالمواد المستثناة من التحليل مسألة طوعية.

الجزء باء

رصد عمليات إلقاء مواد الحفر

1- تعريف

1-1 في سياق تقييم وتنظيم الآثار البيئية والصحة البشرية لعمليات إلقاء مواد الحفر، يعرَّف الرصد على أنه جميع التدابير المقصود منها تحديد ما إذا كانت التعديلات المكانية والزمانية، بناء على القياس المتكرر لملوث أو أثره، من إدخال هذا الملوث في البيئة البحرية مباشرة أو بطريقة غير مباشرة، قد مرت بها المنطقة المتلقية نتيجة للنشاط قيد النظر.

2- الأسباب

1-2 يجري الاضطلاع برصد عمليات إلقاء مواد الحفر عامة نتيجة للأسباب التالية:

'1' التأكد من أن شروط التصريح قد تم احترامها - رقابة الامتثال - وبالتالي، كما هو القصد، منع الآثار الضارة على البيئة المتلقية نتيجة للإلقاء؛

'2' تحسين الأساس الذي تقيم بناء عليه طلبات التصاريح من خلال تحسين معرفة الآثار الميدانية لعمليات التصريف الرئيسية التي لا يمكن تقديرها مباشرة بواسطة التقييم المختبري أو من المنشورات؛

'3' توفير الدليل الضروري لبيان أنه في إطار البروتوكول تعتبر تدابير الرقابة المطبقة كافية لضمان أن القدرات التشتتية والاستيعابية للبيئة البحرية لم يتم تجاوزها، وبالتالي لا تسبب ضرراً على البيئة.

1-3 الأهداف

1-3 إن أهداف الرصد هي تحديد مستويات الملوثات في جميع المواد الرسوبية على أنها أعلى من المستويات الدنيا الواردة في الفقرة 3-5(ب) من المبادئ التوجيهية وفي المؤشرات البيولوجية للكائنات والآثار البيولوجية وبالتالي في البيئة البحرية من جراء إلقاء مواد الحفر، وفي النهاية، مساعدة المدراء على مكافحة تعرض الكائنات إلى مواد الحفر والملوثات المتصلة بها.

4- الاستراتيجية

1-4 إن عمليات الرصد باهظة التكاليف نظراً لأنها تتطلب موارد كثيرة لتنفيذ القياس وبرامج أخذ العينات من البحر والأعمال التحليلية للعينات فيما بعد.

ولتناول برنامج الرصد بطريقة ذات فعالية للموارد، من الضروري أن يكون البرنامج محدد الأهداف وأن المقاييس التي تتم تلبي هذه الأهداف وأن تستعرض النتائج على فترات منتظمة فيما يتعلق بالأهداف.

ونظراً لأن آثار إلقاء مواد الحفر من المحتمل أن تكون مماثلة في مناطق كثيرة، يبدو أن من الصعب تبرير رصد جميع المواقع، ولا سيما المواقع التي تتلقى كميات صغيرة من مواد الحفر. وقد يكون أكثر فاعلية تنفيذ دراسات تفصيلية أكثر في مواقع قليلة مختارة بعناية (مثل المواقع التي تخضع لمدخلات كثيرة من مواد الحفر) وذلك للحصول على فهم أفضل للعمليات والآثار التي تشتمل عليها.

وفي المناطق التي تعرض نفس الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية أو نفس الخواص تقريباً، هناك دليل افتراضي بأن آثار إلقاء مواد الحفر مماثلة. وعلى أساس علمي واقتصادي، من الصعب تبرير رصد جميع المواقع، ولا سيما المواقع التي تتلقى كميات صغيرة من مواد الحفر (مثلاً، أقل من 000 25 طن سنوياً). ولهذا فمن الملائم وعلى أساس فعالية التكلفة التركيز على الدراسات التفصيلية لمواقع قليلة مختارة بعناية (مثل المواقع التي تخضع لمدخلات كثيرة من مواد الحفر) وذلك للحصول على فهم أفضل للعمليات والآثار المتضمنة.

5- الأثر الافتراضي

5-1 ولوضع هذه الأهداف، من الضروري أولاً التوصل إلى الأثر الافتراضي ليصف الآثار المتوقعة على البيئة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في كل من منطقة الإلقاء والمنطقة خارجها. ويشكل الأثر الافتراضي أساساً لتحديد برنامج الرصد الميداني.

5-2 إن الهدف من الأثر الافتراضي هو تقديم، على أساس المعلومات المتاحة، تحليلاً علمياً مختصراً للآثار المحتملة للعملية المقترحة على الصحة البشرية والموارد الحية والحياة البحرية وأماكن الترويح والاستخدامات المشروعة الأخرى للبحر. ولهذا الغرض، ينبغي أن يشمل الأثر الافتراضي على معلومات عن خواص مواد الحفر وأوضاع موقع الإلقاء المقترح. وينبغي أن يشمل الأثر الافتراضي كل من المقاييس الزمنية والمكانية للآثار المحتملة.

إن أحد المتطلبات الرئيسية للأثر الافتراضي هو وضع معايير تصف آثار بيئية محددة لأنشطة الإلقاء، مع أخذ حقيقة تجنب هذه الآثار خارج منطقتي الحفر والإلقاء في عين الاعتبار (انظر الجزء ألف، القسم 3).

6- التقييم الأوّلي

6-1 ينبغي أن يكون التقييم الأوّلي شاملاً بقدر الإمكان. وينبغي تحديد المناطق الرئيسية للأثر المحتمل وكذلك المناطق التي تعتبر أكثر خطورة على الصحة البشرية والبيئة. وتعتبر التعديلات على البيئة المادية والخطر على الصحة البشرية وخفض قيمة المواد البحرية والتدخل في الاستخدامات المشروعة الأخرى للبحر ذات أولوية في هذا الصدد.

2-6 يمكـــن وصـــف النتائج المتوقعة للإلقاء (الأهداف) على أساس الموائل والعمليات والأنواع والعشائر والاســـتخدامات المتأثرة بالإلقاء. ومن ثم يمكن وصف الطابع المحدد للتغيير أو الاستجابة أو التدخل (الأثر) المتوقع. ويمكن وصف الهدف والأثر (محدد كمياً) معاً بتفصيل كاف للقضاء على أي شك بالنسبة للمؤشرات الـــتي تقـــاس خـــلال الرصد الميداني بعد العملية. وفي السياق الأخير، قد يكون من الضروري تحديد "أين" و"متى" يمكن توقع الآثار.

7- خط الأساس المرجعي

7-1 لوضـــع الأثـــر الافتراضـــي، قد يكون من الضروري القيام بمسح لخط الأساس لا يصف الخواص البيـــئية فحسب، بل أيضاً متغيرية البيئة. وقد يكون مفيداً وضع نماذج رياضية لانتقال المواد الرسوبية والقوة المائية ونماذج أخرى لتحديد الآثار الممكنة للإلقاء.

وعـــندما لا يتوقع أي آثار فيزيائية أو كيميائية في قاع البحر، فمن الضروري دراسة هيكل المجتمع القاعي في المناطق التي تتشتت فيها مواد الحفر. وفي حالة الآثار الكيميائية، قد يكون من الضروري دراسة كميـــة المـــواد الكيميائيـــة لـــلمواد الرسوبية والحيويات (بما في ذلك الأسماك) ولا سيما محتويات الملوثات الرئيسية.

ولتقييم أثر النشاط المحتمل على البيئة المحيطة، من الضروري مقارنة النوعية الفيزيائية والكيميائية والـــبيولوجية للمـــناطق المتأثرة بالمناطق المرجعية الموجودة بعيداً عن طرق إلقاء مواد الحفر. ويمكن تحديد هذه المناطق خلال المراحل الأولى لتقييم الأثر.

8- التحقق من الأثر الافتراضي : تحديد برنامج الرصد

8-1 ينـــبغي تصـــميم برنامج القياس للتأكد من أن التغييرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في البيئة المتلقية هي في إطار التغييرات المتوقعة ولا تتجاوز الأثر الافتراضي المتوقع.

ينبغي تصميم برنامج القياس ليحدد:

(أ) ما إذا كانت منطقة التأثر تختلف عن المنطقة المتوقعة؛
(ب) ما إذا كان مدى التغيرات خارج منطقة التأثر المباشر هي في نطاق القياس المتوقع.

يمكن الإجابة على السؤال الأول بواسطة تصميم سلسلة من المقاييس من ناحية المكان والزمان تحدد المنطقة المتوقعة للتأثر لضمان أن المقياس المكاني المتوقع للتغير لا يجري تجاوزه.

ويمكـــن الإجابـــة عـــلى الســـؤال الثاني بواسطة القيام بمقاييس فيزيائية وكيميائية وبيولوجية توفر معلومات عن مدى التغير الحادث خارج منطقة التأثر، بعد حدوث الإلقاء (التحقق من افتراض باطل).

وقبل وضع أي برنامج وإجراء أي مقاييس، ينبغي توجيه الأسئلة التالية:

'1' ما هو الافتراض القابل للاختبار الممكن اشتقاقه من الأثر الافتراضي؟

‘2‘ ماذا ينبغي قياسه بدقة لاختبار الآثار الافتراضية هذه؟

‘3‘ في أي قسم أو مكان يمكن إجراء المقاييس بفاعلية أكثر؟

‘4‘ ما هو طول المدة الواجب خلالها مواصلة المقاييس لتلبي الهدف الأصلي؟

‘5‘ ما هو المقاس الزمني والمكاني الذي يستخدم للمقاييس؟

‘6‘ كيف ينبغي معالجة البيانات وتفسيرها؟

8-2 يوصى بأن يكون اختيار الملوثات التي ترصد تعتمد أولاً على الأغراض النهائية من الرصد. وليس من الضروري إطلاقاً الرصد المنتظم لجميع الملوثات في جميع المواقع وليس ضرورياً استخدام أكثر من أساس أو أثر لتلبية كل هدف.

9- الرصد

9-1 إن إلقاء مواد الحفر له أثر أوّلي على قاع البحر. وبالرغم من عدم إمكانية تجاهل اعتبار آثار عمود الماء في المراحل الأوّلية لتخطيط الرصد، من الممكن غالباً تقييد الرصد فيما بعد بقاع البحر.

9-2 وعندما تعتبر الآثار فيزيائية في مجملها، قد يقوم الرصد على أساس وسائل عن بعد مثل جهاز سبر لتحديد التغيرات في طابع قاع البحر، وتقنيات قياس الأعماق (مثل سبر العمق) لتحديد تراكم مواد الحفر. وتتطلب كلا التقنيتين أخذ كمية من عينات المواد الرسوبية للتحقق من حقيقة الأرض. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الفحص متعدد الأطياف لرصد تشتت المواد العالقة (الأعمدة وما إلى ذلك).

9-3 قد تكون الاختبارات التتبعية مفيدة لتتبع تشتت مواد الحفر وتقييم أي تراكم بسيط للمواد لم تكتشفها عمليات مسح الأعماق.

9-4 وفيما يتعلق بالأثر الافتراضي، سواء كان هناك توقع للآثار الفيزيائية أو الكيميائية في قاع البحر، من الضروري دراسة هيكل المجتمع القاعي في المناطق التي تتشتت فيها مواد الحفر. وفي حالة الآثار الكيميائية، قد يكون من الضروري دراسة النوعية الكيميائية للحيويات (بما في ذلك الأسماك).

9-5 يحتاج المدى المكاني لأخذ العينات الأخذ في الاعتبار حجم المنطقة المعينة للإلقاء وانتقالية مواد الحفر الملقاة وتحركات المياه التي تحدد اتجاه ومدى انتقال الموارد الرسوبية. وينبغي أن يكون من الممكن الحد من أخذ العينات داخل موقع الإلقاء نفسه إذا اعتبرت الآثار في هذه المنطقة مقبولة وتعريفها التفصيلي غير ضروري. ومع ذلك، ينبغي أخذ بعض العينات للمساعدة في تحديد نوع الأثر المتوقع في مناطق أخرى ومن أجل أسباب الدقة العلمية.

6-9 إن تكرار المسح يعتمد على عدد من العوامل. عندما تكون عملية الإلقاء تجري منذ عدة سنوات، قد يكون من الممكن التعرف على الأثر في حالة دائمة من المدخلات ويكون تكرار عمليات المسح ضروري فقط إذا كانت هناك تغييرات في العملية (كميات أو نوع مواد الحفر الملقاة وطريقة التخلص منها وما إلى ذلك).

7-9 إذا تقرر رصد منطقة لم تعد تستخدم لإلقاء مواد الحفر، قد تكون هناك حاجة لقياسات متكررة أكثر.

10- الإخطار

1-10 ينبغي على الأطراف المتعاقدة أن تخطر المنظمة بأنشطة الرصد.

ينبغي إعداد تقارير موجزة لأنشطة الرصد وإحالتها إلى المنظمة بمجرد أن تصبح متاحة، وذلك تمشياً مع المادة 26 من اتفاقية برشلونة.

ينبغي أن تفصل التقارير القياسات المنفذة والنتائج التي تم الحصول عليها وكيفية تعلق هذه البيانات بأهداف الرصد وتأكيد الأثر الافتراضي. ويعتمد تكرار الإبلاغ على مقياس نشاط الإلقاء وكثافة الرصد والنتائج المتحققة.

11- التغذية المرتدة

1-11 يمكن استخدام المعلومات التي تم الحصول عليها من الرصد الميداني (و/أو بحوث ذات علاقة أخرى) وذلك:

(أ) لتعديل أو، في أفضل الحالات، إنهاء برنامج الرصد الميداني؛

(ب) تعديل أو إلغاء التصريح؛

(ج) تنقيح الأساس الذي تقيم بناء عليه طلبات التصاريح.

استكمالات تقنية للمبادئ التوجيهية لإدارة مواد الحفر

المرفق التقني 1

المتطلبات التحليلية لتقييم مواد الحفر

1- يتوسع هذا المرفق في المتطلبات التحليلية الواردة في الفقرات من 5-9 إلى 5-12 من المبادئ التوجيهية لإدارة مواد الحفر.

2- إن وجود نهج متكامل مسألة ضرورية. وهو يشمل نهج مرحلي يمكن بمقتضاه تقييم ما يلي على نحو متتابع:

- الخواص الفيزيائية؛
- الخواص الكيميائية؛
- الخواص البيولوجية والآثار.

في كل مرحلة يتعين تحديد ما إذا كانت هناك معلومات كافية تسمح باتخاذ قرار إداري أو هناك حاجة لمزيد من التحليل. ويمكن إضافة مزيد من المعلومات تحددها الظروف المحلية لكل مرحلة.

3- وكخطوة أولية لمخطط التحليل المرحلي، يتعين إتاحة المعلومات المطلوبة بمقتضى القسم 4-1 من المبادئ التوجيهية. وفي غياب مصادر تلوث يمكن فهمها وإذا كان التحديد البصري لخواص المواد الرسوبية يؤدي إلى استنتاج أن مواد الحفر تلبي معايير الاستثناء بمقتضى الفقرة 4-9 من المبادئ التوجيهية، تحتاج المواد إلى مزيد من التحليل.

4- ومن المهم، في كل مرحلة، أن يأخذ إجراء التقييم طريقة التحليل في عين الاعتبار.

5- ينبغي تنفيذ التحليل على جزء من المادة الرسوبية (≤ 2 mm).

المرحلة الأولى: الخواص الفيزيائية

بالإضافة إلى التقييم الأوّلي لخواص المواد الرسوبية المطلوبة في الفقرة 4-1 من المبادئ التوجيهية، يوصى بشدة تحديد ما يلي:

- توزيع حجم الحبيبة (النسبة المئوية للرمل والغرين والطفل)؛
- نسبة الرطوبة (النسبة المئوية)؛
- كمية المادة العضوية.

المرحلة الثانية: الخواص الكيميائية

محددات المجموعة الأولى

في جميع الحالات التي يطلب فيها إجراء تحليل كيميائي، ينبغي تحديد تركيزات المعادن النزرة التالية:

الكادميوم (Cd)	الكروم (Cr)
النحاس (Cu)	الرصاص (Pb)
الزئبق (Hg)	النيكل (Ni)
الزنك (Zn)	القصدير (Sn)

وفي بعض الحالات، قد يشمل التحليل أيضاً ملوثات معدنية أخرى. وفي حالة الزئبق، ينبغي إيلاء عناية خاصة للأنواع.

وعندما يطلب إجراء تحليل للمواد الجافة، ينبغي النظر في نسبة الوزن الرطب/الوزن الجاف، ويتعين أن يتم التحليل على المياه المسامية.

وعند دراسة الاتجاهات السامة للمواد الرسوبية الملوثة المحفورة، ينبغي أن يشمل التحليل مياه النض قبل عملية الإلقاء. وأخيراً، ينبغي قياس مجموع الكربون العضوي.

وفيما يتعلق بالملوثات العضوية، ينبغي تقدير مجموع محتوى PCB. وإذا تطلبت الظروف المحلية ذلك، ينبغي أن يمتد التحليل إلى عائلات المجانسات.

وعلى أي حالة، ينبغي إجراء التحليل على جزء من المادة الرسوبية (≤ 2 mm).

وينبغي أيضاً قياس (PAH) polycyclic aromatic hydrocarbons و tributylin compounds (TBT) ونواتجها المتحللة.

وليس من الضروري قياس PCB وPAH وTBT عندما:

- تشير معلومات كافية من الدراسات السابقة عن غياب التلوث؛
- لا تعرف مصادر (مصدر أو انتشار) التلوث أو أي مدخلات تاريخية؛
- تكون المواد الرسوبية السائدة خشنة؛
- تكون مستويات مجموع الكربون العضوي منخفضة.

محددات المجموعة الثانية

وعـــلى أســـاس المعلومات المحلية بشأن مصادر التلوث (مصادر الأصل أو الانتشار) أو مدخلات تاريخية، قد تكون هناك حاجة إلى محددات أخرى لقياس مثلاً: الزرنيخ ومبيدات الآفات الفوسفورية العضوية ومـــبيدات الآفات الكلورية العضوية ومركبات القصدير العضوي و polychlorinated dibenzodioxins (PCDD) polychlorinated dibenzofurans (PCDF).

المرحلة الثالثة: الخواص البيولوجية والآثار

فـــي عدد من بعض الحالات المهمة لا تسمح الخواص الفيزيائية والكيميائية بقياس الأثر البيولوجي مباشرة. وفضلاً عن ذلك، لا تحدد بما فيه الكفاية جميع الاضطرابات الفيزيائية أو المكونات المرتبطة بالمواد الرسوبية الموجودة في مواد الحفر.

وإذا لـــم يكن من الممكن تقييم الأثر المحتمل لمواد الحفر التي ستلقى على أساس الخواص الفيزيائية والكيميائية، ينبغي إجراء قياسات بيولوجية.

1- التحليلات البيولوجية للسمية

إن الأغـــراض الأساسية للتحليلات البيولوجية هو توفير مقاييس مباشرة لآثار جميع مكونات المواد الرسوبية التي تعمل معا، مع أخذ توافرها البيولوجي في عين الاعتبار. ولترتيب وتصنيف شدة السمية للمواد الرسوبية في المرافئ قبل إجراء الحفر للصيانة، قد يكون إجراء تحليلات بيولوجية قصيرة الأجل كافية كأداة للفحص:

- لـــتقييم آثـــار مـــواد الحفـــر، يمكن إجراء التحليلات البيولوجية لشدة السمية للمياه المسامية للمواد الرســـوبية الـــنقية أو جميعهـــا. وعامة، يوصى بعد 2-4 تحليل بيولوجي للكائنات من مجموعات تصنيفية مختلفة (مثل القشريات والرخويات والديدان عديدة الأشواك والبكتيريا وشوكيات الجلد)؛

- فـــي معظم التحليلات البيولوجية، يستخدم اختبار بقاء الأنواع حيه كنقطة نهاية. وقد توفر التحليلات الـــبيولوجية المزمـــنة لـــنقطة نهاية دون مميتة (النمو والتكاثر وما إلى ذلك) تشمل جزءاً مهماً من اخـــتيار دورة حياة الأنواع توقعاً أكثر دقة للآثار المحتملة لعمليات الحفر. ومع ذلك، لا تزال تدابير الاختبارات المعيارية قيد التطوير.

إن نـــاتج التحـــليلات البيولوجية للمواد الرسوبية يمكن أن تتأثر بعوامل أخرى غير المواد الكيميائية المرتـــبطة بـــالمواد الرسوبية. إن عوامل التداخل مثل الأمونيا وكبريتيد الإيدروجين وحجم الحبيبة ومحتوى الأكسجين وتركيز أيون الإيدروجين ينبغي تحديدها خلال التحليلات البيولوجية.

يقـدم، مثلاً، EPA/CE (1991-1994) وIADC/CEDA (1997) التوجيه بشأن اختيار كائنات الاختـبارات الملائمـة واستخدام وتفسير التحليلات البيولوجية للمواد الرسوبية، بينما يقدم ASTM (1994) التوجيه بشأن أخذ عينات المواد الرسوبية لاختبار السمية.

2- المحددات البيولوجية

قـد توفـر المحـددات الـبيولوجية إنذارا مبكراً أكثر دقة للآثار (الكيميائية الحيوية) عند مستويات منخفضـة وثابـتة للتـلوث. ولا تزال معظم المحددات البيولوجية قيد التطوير إلا أن بعضها يستخدم بشكل روتيني على مواد الحفر (مثل المحدد الذي يقيس وجود مركبات مشابهة للديوكسين Murk et al., 1997 أو الكائنات التي تم جمعها في الميدان (مثل جديلة تقسيم DNA في الأسماك المفلطحة).

3- تجارب تطور الكائنات الصغيرة

هـناك اختباراتلتطور الكائنات الصغيرة قصيرة الأجل متاحة لقياس احتمال السمية للمجتمعات مثل Pollution Induced Community Tolerance (PICT) (Gustavson and Wangberg, 1995).

4- تجارب تطور الكائنات المتوسطة

بسـبب التكاليف والوقت اللازم لإجراء هذه التجارب لا يمكن استخدامها لإصدار تصاريح إلا أنها مفيـدة فـي الحالات التي يكون فيها استكمال الاختبارات المختبرية للأوضاع الميدانية معقدة أو عندما تكون الأوضـاع البيـئية متغيرة جداً وتعوق تحديد الآثار السامة. ومن ثم تتاح نتائج هذه التجارب لاتخاذ قرارات بشأن التصاريح في المستقبل.

5- الرصد الميداني للمجتمعات القاعية

قـد يوفر الرصد في الموقع الطبيعي للمجتمعات القاعية (الأسماك واللافقاريات القاعية) في مناطق الإلقـاء مؤشـرات مهمة لحالة المواد الرسوبية البحرية. إن الرصد الميداني يوفر تبصراً في الأثر المشترك للاضطراب الفيزيائي والتلوث الكيميائي. وتوفر Paris Convention, 1992, ICES مبادئ توجيهية بشأن رصد المجتمعات القاعية.

6- الخواص البيولوجية الأخرى

يمكـن تطـبيق مقـاييس بيولوجيـة أخرى، حسب الاقتضاء، وذلك لتحديد، مثلاً، التراكم الأحيائي المحتمل والتلوث.

معلومات إضافية

إن الحاجة إلى هذه المعلومات ستحددها الظروف المحلية وقد تشكل جزءاً أساسياً من قرار الإدارة. وقد تشمل البيانات الملائمة: التأكسد الاختزالي المحتمل وطلب المواد الرسوبية للأكسجين ومجموع النيتروجين ومجموع الفوسفور والحديد والمنجنيز والمعلومات المعدنية أو مؤشرات لتنسيق بيانات المعادن النزرة (مثل الألمنيوم والليثيوم والأسكانديوم، انظر المرفق التقني 2).

المرفق التقني 2

تقنيات التقييس بشأن التوزيع المكاني للملوثات[2]

1- مقدمة

يعـــرف التقييس في هذه المناقشة على أنه إجراء لتعويض أثر العمليات الطبيعية بشان التغاير الذي يقـــاس لـــتركيز المـــلوثات فـــي المـــواد الرســـوبية. وتظهـــر معظـــم الملوثات (المعادن ومبيدات الآفات والهيدروكـــربونات) ألفـــة كبيرة لمواد معينة، وبالتالي تصبح أكثر خصوبة في قاع المواد الرسوبية لمصبات الأنهار والمناطق الساحلية. وتخضع، بصورة خاصة، المواد الطبيعية والبشرية التي تدخل النظام البحري إلى عمـــليات كيميائية أرضية بيولوجية مختلفة. ونتيجة لذلك، تصبح مرتبطة بالمواد الصلبة العالقة ذات الحبيبات الدقيقة والجزيئات العضوية الغروانية وغير العضوية. ويتحدد المصير النهائي لهذه المواد، إلى درجة كبيرة، مـــن خـــلال ديـــناميكيات معينة. وتتجه إلى التراكم في مناطق الطاقة المائية المنخفضة، حيث يجري ترسب المواد الدقيقة. أما في المناطق ذات الطاقة العالية، فيجري تخفيف هذه المواد بواسطة المواد الرسوبية الأكثر خشونة ذات المصدر الطبيعي والمحتوى الملوث المنخفض.

مـــن الواضح أن حجم الحبيبة هو أحد العوامل المهمة للتحكم في توزيع المكونات الطبيعية والبشرية فـــي المواد الرسوبية. ولهذا من الضروري تقييس آثار حجم الحبيبة لتوفير أساس ذي معنى لإجراء مقارنات لوجـــود المـــواد الرسوبية في القياس الحبيبي والبنية المختلفة في داخل مناطق منفردة أو فيما بين المناطق. ويمكن استخدام المستويات المفرطة، الأكثر من القيم الأساسية للتقييس، لوضع نوعية للمواد الرسوبية.

ومـــن أجـــل وضـــع أى دراسة للمواد الرسوبية، تُطلب كمية أساسية من المعلومات عن خواصها الفيـــزيائية والكيميائيـــة قبل إجراء أي تقييم عن وجود أو غياب تركيزات ملوثة حبيبية. ويعتمد التركيز الذي يمكن بناء عليه استكشاف التلوث على استراتيجية أخذ العينات وعدد من المتغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدد في العينات منفردة.

---

(2) أخوذة من 1989 ACMP Report (Section 14) ICES Coop. Res. Rep. 167, pp.68-75

إن نهـوج تحديـد حجـم الحبيبات والكيميائية الأرضية المختلفة المستخدمة لتقييس بيانات العناصر الـنزرة وكذلك لتحديد المواد الرسوبية الملوثة في المواد الرسوبية الساحلية قد استعرضها Loring (1988) بعمق. وقد تم اختيار نهجين للتقييس يستخدمان في الأقيانوغرافيا وفي العلوم الجوية. والأول هو فيزيائي بحت ويـتألف من وضع خصائص للمواد الرسوبية عن طريق قياس محتوى المواد الدقيقة. والنهج الثاني كيميائي فـي طابعـه ويقـوم عـلى أساس حقيقة أن جزيء الحجم الدقيق غالباً ما يكون غنياً بمعادن الطفل والحديد والمنجـنيز والأكاسـيد المائية والمواد العضوية. وفضلاً عن ذلك، تظهر هذه المكونات ألفة عالية للملوثات العضوية وغير العضوية وهي مسؤولة عن التخصب في الجزيئات الدقيقة. ويمكن استخدام مؤشرات كيميائية ممثلة لهذه المكونات لوضع خصائص لجزيء الحجم الصغير تحت الأوضاع الطبيعية.

يقترح استخدام مؤشرات عديدة لتقييم نوعية المواد الرسوبية. وغالباً ما تكون أنواع المعلومات التي يمكـن الحصـول عليها باستخدام المؤشرات المختلفة هذه مكملة ومفيدة جداً نظراً لتعقيد وتنوع الحالات التي يجـري مواجهـتها فـي البيئة الرسوبية. وفضلاً عن ذلك، فإن قياسات مؤشرات المعالجة المختارة هنا هي بسيطة وغير مكلفة.

ويعـرض هذا التقرير مبادئ توجيهية عامة لإعداد العينات والإجراءات التحليلية وتفسير المؤشرات الفيـزيائية والكيميائيـة المستخدمة لتقييس البيانات الكيميائية الأرضية. والغرض منه بيان كيفية جمع بيانات كافية لمعالجة أثر حجم الحبيبة والسماح باكتشاف، على مستويات مختلفة، تركيزات شاذة للملوثات في المواد الرسوبية الساحلية.

2- استراتيجية أخذ العينات

إن الوضـع الأمثل هو أن تقوم استراتيجية أخذ العينات على أساس معرفة مصدر الملوثات وطرق انـتقال المـواد العالقة ومعدلات تراكم المواد الرسوبية في المنطقة ذات الاهتمام. ومع ذلك، فغالباً ما تكون البيانات الحالية محدودة جداً لتحديد مخطط مثالي لأخذ العينات. ونظراً لأن الملوثات تتركز أساساً في الجزء الدقيق، ينبغي إيلاء أولوية أخذ العينات للمناطق المحتوية على مواد دقيقة تتمشى عادة مع مناطق الترسب.

إن الـتغيرات العاليـة في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمواد الرسوبية تعني أن تقييم نوعيـة هـذه المـواد في منطقة ما ينبغي أن تقوم على أساس عدد كاف من العينات. ويمكن تقييم هذا العدد بواسـطة تحليل إحصائي ملائم للاختلاف داخل العينات وبينها. ولاختبار تمثيل عينة مادة رسوبية واحدة في مكان ما، ينبغي أخذ عينات عديدة من محطة أو محطتين.

ينـبغي أن تتبع منهجية أخذ العينات والتحليل التوصيات الموجزة في " Guidelines for the Use of Sediments as a Monitoring Tool for Contaminants in the Marine Environment" (ICES 1987). وفـي معظـم الحـالات، تكون الطبقة العليا للمواد الرسوبية التي يجري جمعها بكباش أخذ العينات (المستوى الأول في المبادئ التوجيهية) كافية لتوفير معلومات عن تلوث المواد الرسوبية في منطقة ما مقارنة بمواقع غير ملوثة أو مواد مرجعية أخرى.

والميـــزة المهمـــة الأخـــرى لاستخدام مواد رسوبية كأداة للرصد هي أنها سجلت التطور التاريخي لتشـــكيل المواد العالقة المترسبة في المنطقة ذات الاهتمام. وتحت أوضاع ملائمة، يمكن تقدير درجة التلوث بمقارنتها بمساحة المواد الرسوبية ذات العينات المأخوذة على نحو أعمق، تحت منطقة الخلط البيولوجي. وقد تمثل تركيزات العناصر النزرة في المواد الرسوبية الأعمق المستوى الطبيعي الأصلي في المنطقة قيد النظر ويمكـــن تحديدها باعتبارها قيماً للأساس. ويتطلب هذا النهج أخذ عينات قاطعة جوفية أو قاطعة عينات جوفية بالجاذبية (المستويان الثاني والثالث في المبادئ التوجيهية).

3- الإجراءات التحليلية

يوجـــز الشكل 2 الإجراءات التحليلية النمطية الواجب اتباعها. ويعتمد عدد الخطوات المختارة على طابع ومدى البحث.

3-1 تجزئة حجم الحبيبة

يوصى بتحديد كمية المادة $63 \mu m >$ على الأقل، التي تتمشى مع حدود تصنيف الرمل/الغرين. ومع ذلـــك، فـــإن غربلة العينة عند $63 \mu m$ غير كاف، ولا سيما عندما تكون المواد الرسوبية حبيبات دقيقة. وفي هـــذه الحـــالات، من الأفضل تقييس بدايات حجم أقل نظراً لأن الملوثات تتركز أساساً في الجزء $20 \mu m >$ وعـــلى نحو محدد أكثر في جزء الطفل ($2\mu m \geq$). ويقترح وضع تحديد لهيئة فرعية ذات وزن جزء $20 \leq \mu m$ وأن تكـــون $2\mu m \geq$ بمساعدة ماصة ترسيب أو بواسطة الترويق. وأبلغت بعض المختبرات عن نتائجها المتعلقة بمحتوى الأجزاء الدقيقة لأحجام مختلفة وقد تكون هذه النتائج مفيدة للمقارنة فيما بين المناطق.

3-2 تحليل الملوثات

مـــن الضروري تحليل مجموع محتوى الملوثات في المواد الرسوبية إذا كان الهدف من الدراسة هو تقييـــم الـــنوعية؛ ولـــذا يوصى بتحليل العينة ($2mm \leq$) غير المجزأة بكاملها. ويمكن تحديد مجموع محتوى العناصـــر إما بواسطة طرق غير تدميرية، مثل تفلور أشعة إكس أو تنشيط النيترون أو بواسطة هضم كامل لـــلمواد الرسوبية (بما في ذلك استخدام (hydrofluoric acid (HF) يتبع طرق مثل القياس الضوئي الطيفي للامتصـــاص الـــذري أو دراسة طيف الانبعاث. وبنفس الطريقة، ينبغي استخراج الملوثات العضوية بواسطة مذيب عضوي ملائم من مجموع المواد الرسوبية.

ويمكـــن اســـتخدام جزء من حجم فردي من جميع المواد الرسوبية للتحليل فيما بعد، إذا طلب ذلك، لـــتحديد التركيزات المطلقة للملوثات في ذلك الجزء، على شرط أن تظل مساهمته في المجموع منظورية عند تفســـير الـــبيانات. قد تكون المعلومات عن حجم الجزء مفيدة لتتبع التشتت الإقليمي للمعادن المرتبطة بأجزاء محـــددة لحجم الحبيبة، عندما يكون مصدر المادة هو نفسه. ومع ذلك، فإن تجزئة العينة إجراء صعب يؤدي إلى خطر التلوث وخسارة محتملة للملوثات نتيجة للنض. ولهذا فإن تطبيق هذا النهج محدود.

4- إجراءات التقييس

4-1 تقييس القياس الحبيبي

نظـراً لـتركز المـلوثات في الأجزاء الدقيقة من المواد الرسوبية، والعلاقات المتبادلة بين مجموع تركيـزات المـلوثات والنسـبة المئوية لوزن الأجزاء الدقيقة، المحددة على نحو منفصل لعينة فرعية لمادة رسـوبية بواسـطة النخل أو الاستقرار بالجاذبية، فإنها تشكل طريقة بسيطة ولكن قوية للتقييس. وتوجد غالباً علاقـات خطية بين التركيز والنسبة المئوية لوزن الجزء الدقيق ومن ثم فمن الممكن استقراء العلاقات بنسبة مائة في المائة للجزء الذي تمت دراسته أو لوصف الاعتماد على الحجم بواسطة انحدار الانحسار الخطي.

4-2 التقييس الكيميائي الأرضي

إن الـتقييس القياسـي الحبيـبي لوحـدة غيـر كاف لشرح جميع تغيرات الأثر الطبيعية في المواد الرسـوبية. ولتفسـير التغير التركيبي للمواد الرسوبية على نحو أفضل، من الضروري أيضاً محاولة تمييز المكونـات الرسوبية التي ترتبط مع الملوثات من خلال طيف حجم الحبيبة. ونظراً لأن الفصل الفعال وتحليل المكونات المنفردة للمواد الرسوبية صعباً جداً، ينبغي أن تظل هذه الارتباطات قائمة على أساس إثبات مباشر لهذه العلاقات.

ونظـراً لأن المـلوثات ترتبط أساساً بمعادن الطفل والأكاسيد المائية للحديد والمنجنيز ووفرة المواد العضوية في الجزء الدقيق للمواد الرسوبية، يمكن الحصول على مزيد من المعلومات بواسطة قياس تركيزات عناصر ممثلة لتلك المكونات في العينات.

ويمكـن اخـتيار عنصر خامل مثل الألمنيوم، وهو عنصر رئيسي في معادن الطفل، كمؤشر لذلك الجزء. وتستخدم التركيزات المقيسة للعناصر النزرة بالنسبة للألمنيوم لوصف المواد الدقيقة الرسوبية المختلفة (انظـر أدنـاه). ويمكـن اعتـباره عنصرا رئيسياً متحفظاً، أي لا يتأثر تأثراً كبيراً، مثلاً، بواسطة العمليات التشخيصية الأولى والآثار القوية لقدرة الأكسدة – الاجاعية الملاحظ في المواد الرسوبية.

وفـي حالـة المـواد الرسـوبية المشـتقة من التآكل الجليدي للصخور النارية، فقد وجد أن نسب المـلوث/الألمـنيوم غيـر مناسبة لتقييس التغيرات الحبيبية (Loring, 1988). ويبدو، مع ذلك، أن الليثيوم عنصراً مثالياً لتقييس أثر حجم الحبيبة في هذه الحالة وله ميزة مضافة لتطبيقه بالتساوي على المواد الرسوبية غير الجليدية.

وبالإضافة إلى معادن الطفل، توجد مركبات المنجنيز والحديد في الجزء الدقيق، حيث تظهر خواص امـتزاز تميل بقوة لاستيعاب مختلف الملوثات. ويجري تحليل المنجنيز والحديد بسهولة بواسطة لهب القياس الطيفي للامتصاص الذري وقد يوفر قياسهما إلى ملاحظة سلوك الملوثات.

وتقوم المواد العضوية أيضاً بدور مهم كملتقطة للملوثات ومكافحة خواص الأكسدة – الارجاع للبيئة الرسوبية، إلى درجة كبيرة. وأخيراً، يحدد بسهولة محتوى الكربونات للمواد الرسوبية ويقدم معلومات إضافية عـــن المنشأ والخواص الكيميائية الأرضية للمواد الرسوبية. وتحتوي عادة الكربونات على كميات ضئيلة من المعـــادن النزرة وتعمل أساساً كمخفف. وتحت ظروف معينة، يمكن، مع ذلك، أن تثبت الكربونات الملوثات مثل الكادميوم والنحاس. ويرد في الجدول 1 موجزاً لعوامل المعالجة.

3-4 تفسير البيانات

إن أبسط نهج للتقييس الكيميائي الأرضي للمواد في المواد الرسوبية هو التعبير عن نسبة التركيز في مادة ما لتلك النسبة في عامل التقييس.

استخدم تقييس تركيز العناصر النزرة بالنسبة للألمنيوم (أو سكانديوم) استخداماً واسعاً ووضعت قيم مرجعية على نطاق شامل للعناصر النزرة في مقسمات مختلفة: الصخور البلورية والتربة والجزيئات الجوية والمـــواد المحمولة نهرياً والطفل البحري والمواد البحرية العالقة (انظر، مثلا، Martin and Whitfield, 1983; Buat-Menard and Chesselet, 1979).

ويسمح هذا التقييس أيضاً بتعريف عامل الإخصاب لعنصر ما بالنسبة لمقسم معين. إن أكثر مستوى مرجعي شائع مستخدم للتشكيل هو متوسط وفرة التقييس الشامل لعنصر في صخر بلوري (Clarke value) ويجري الحصول على عامل الإخصاب EF كما يلي:

$$EF\ crust = (X/Al)\ sed/\ (X/Al)\ crust$$

حيث X/Al تشير إلى نسبة تركيز العنصر X بالنسبة لـ Al في مقسم معين.

ومـــع ذلك، يمكن تحسين تقديرات درجة التلوث واتجاهات زمن التلوث عند كل موقع لأخذ العينات بواسطة إجراء مقارنة مع مستويات المعدن في مواد رسوبية مساوية في الأصل والتكوين.

يمكـــن مقارنة هذه القيم بقيم التقييس التي تم الحصول عليها من مواد رسوبية في منطقة ما. ويشير الخروج على متوسط القيم هذه إما تلوث المواد الرسوبية أو شذوذ التعدُّن المحلي.

وعـــندما تســـتخدم متغيرات أخرى (الحديد والمنجنيز والمواد العضوية والكربونات) لوصف مواد رســـوبية، يـــؤدي التحليل الانحساري لتركيزات الملوثات مع هذه المؤشرات إلى معلومات مفيدة عن مصدر التلوث وعن المرحلة التعدينية المرتبطة بالملوث.

لقـــد تـــم ملاحظـــة علاقة خطية بين تركيز المكونات النزرة وعامل التقييس (Windorm *et al.*, 1989). وفـــي هـــذه الحالة، وإذا أمكن تحديد مجموعة كيميائية أرضية طبيعية لعنصر ما في علاقتها بعامل التقييس، يمكن بسهولة اكتشاف العينات ذات التركيزات الشاذة المقيسة وقد تشير إلى مدخلات بشرية.

وطبقاً لهذه الطريقة، يمكن استخدام معادلة انحدار الانحسار الخطي لتمييز درجة تلوث مواد رسوبية في منطقة ما. ويمكن استخدام هذه الطريقة أيضاً لبيان تغير حمل الملوثات في منطقة إذا استخدمت الطريقة في عينات مأخوذة على فترات لبضع سنوات (Cato, 1986).

إن دراسة عنصر/مكون متعدد تم فيها قياس معادن رئيسية ونزرة، مع حجم الحبيبة ومحتويات الكربون العضوي، تسمح بعلاقات متبادلة بين المتغيرات التي توضع على هيئة مصفوفة تبادلية. ومن هذه المصفوفة، يمكن تحديد أهم نسبة بين معدن نزر ومؤشر (مؤشرات) ذات علاقة وتستخدم لتحديد حوامل المعادن والتقييس واكتشاف قيم المعادن النزرة الشاذة. ويمكن لتحليلات العامل ترتيب جميع المتغيرات في مجموعات (عوامل) هي ترابطات ذات متغيرات عالية التبادل، بحيث أن العوامل المحددة و/أو غير المحددة التكوينية والتعدينية والكيميائية التي تتحكم في تغير المعادن النزرة يمكن الاستدلال عليها من مجموعة البيانات.

يمكن أيضاً تقييم المستويات الطبيعية الأصلية على نطاق محلي بواسطة دراسة التوزيع الرأسي للمكونات ذات الأهمية للعمود الرسوبي. ويتطلب هذا النهج تلبية عدة شروط موائمة: تشكيل مستمر للموارد الرسوبية الطبيعية غير الملوثة، معرفة عمليات الخلط الفيزيائية والبيولوجية داخل المواد الرسوبية، غياب عمليات تشخيصية تؤثر على التوزيع الرأسي للمكون ذي الاهتمام. وفي هذه الحالات، يسمح حجم الحبيبة والتقييس الكيميائي الأرضي تعويض التغير المحلي والمؤقت لعمليات تكوين الترسب.

5- الاستنتاجات

إن استخدام القياسات الحبيبية ونسب عنصر المكون/المرجع هما نهجان مفيدان للتقييس التام للتغيرات الحبيبية والمعدنية وتحديد التركيزات الشاذة للملوثات في المواد الرسوبية. ويتطلب استخدامها جمع كمية كبيرة من البيانات التحليلية الجيدة وتلبية شروط كيميائية أرضية محددة قبل وصف جميع التغيرات الطبيعية، ومن ثم يمكن اكتشاف مستويات الملوثات الشاذة. ومع ذلك، قد لا تعزى دائماً مستويات المعادن الشاذة إلى التلوث، ولكن يمكن أن تكون ببساطة انعكاساً لاختلافات مصادر المواد الرسوبية.

إن الدراسات الكيميائية الأرضية التي تتضمن تحديد المعادن الرئيسية والنزرة والملوثات العضوية ومؤشرات حجم الحبيبة والمواد العضوية والكربونات والتكوين المعدني في المواد الرسوبية هي مناسبة لتحديد العوامل التي تتحكم في توزيع الملوثات أكثر من قياس التركيزات المطلقة في أجزاء حجم محدد أو استخدام نسب الملوث المحتمل/المرجع المعدني فقط. ومن ثم فهي مناسبة أكثر للتمييز بين المواد الرسوبية الملوثة وغير الملوثة. وهذا بسبب أن هذه الدراسات يمكن أن تحدد العوامل التي تتحكم في تغير تركيز الملوثات في المواد الرسوبية.

Buat-Menard, P. and R. Chesselet (1979), Variable influence of atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth Planet.Sc.Lett.*, 42:399-411

Cato, I., J. Mattsson and A. Lindskog (1986), Tungmetaller och petrogena kolväten I Brofjordens bottensediment 1984, samt förändringar efter 1972. / Heavy metals and petrogenic hydrocarbons in the sediments of Brofjorden in 1984, and changes after 1972. / University of Gteborg, Dep. of Marine Geology, Report No. 3, 95 p. (English summary)

ICES (1987), Report of the ICES Advisory Committee on Marine Pollution, 1986. ICES Coop. Res. Report No. 142, pp.72-75

Gustavson, K. and S.A. Wangberg (1995), Tolerance induction and succession in microalgae communities exposed to copper and atrazine. *Aquat.Toxicol.*, 32:283-302

Loring, D.H. (1988), Normalization of trace metal data. Report of the ICES Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution. ICES, Doc. C.M.1988/E:25, Annex 3

Martin, J.M. and M. Whitfield (1983), River input of chemical elements to the ocean. In: Trace Metals in Sea-Water, edited by C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton and E.D. Goldberg. Plenum Press, New York and London. pp.265-296

Windom, H.L., S.T. Schropp, F.D. Calder, J.D. Ryan, R.G. Smith Jr., L.C. Burney, F.G. Lewis, and C.H. Rawlinson (1989), Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the southeastern United States. *Environ.Sci.Tech.*, 23:314-320

المرفق التقني 3

الاعتبارات الواجبة قبل اتخاذ قرار بمنح تصريح بالإلقاء

أُعــد المرفق التقني هذا مع الأخذ في الاعتبار أنه بالرغم من أن المبادئ التوجيهية تطبق فقط على التخــلص من مواد الحفر، يجري حث الأطراف المتعاقدة على النظر في وسائل أخرى للتخلص غير الإلقاء (مــثلاً التخلص في الأرض) واستكشاف جميع الاستخدامات المفيدة الممكنة لمواد الحفر، قبل اتخاذ أي قرار بمنح تصريح بالإلقاء (انظر الجزء ألف، الفقرة 3). إن هدف المرفق التقني هذا ليس فحص جميع الإمكانيات التي توفرها تقنيات مختلفة، بل توفير إشارات عنها.

أولاً- الاستخدامات المفيدة لمواد الحفر

غالباً ما تستخدم المواد الناشئة عن الحفر الرئيسي لأغراض البناء. ومع ذلك، ليست هذه هي الحالة عادة عندما تكون المواد ناتجة عن حفر الصيانة. وبغض النظر عن هذا، إذا كانت مواد الحفر نظيفة أو ملوثة قليلاً، قد تعتبر موارد ذات قيمة، وبالتالي، تعتبر ذات استخدام مفيد. ولكن قبل اختيار استخدام مفيد محدد، من الضروري إجراء تحليل لمردودية التكلفة للتأكد من أن تكاليف هذا الخيار ليست باهظة (مبدأ BATNEEC: إن أفضل تقنيات متاحة لا تتضمن تكاليف باهظة).

وقــد تســتخدم المواد استخداماً مفيداً للبناء أو لتعزيز البيئة، يعتمد ذلك على التكوين وتوزيع حجم الحبيبة لمواد الحفر.

<u>الاستخدامات في البناء</u>

توجــد هذه الاستخدامات عامة في أو بجوار المناطق الساحلية أو داخل حدود الطرق المائية. وأمثلة ذلــك هي إنشاء الأراضي وتغذية الشواطئ وتشكيل حواف ناتئة بعيدة عن الشاطئ وبناء حواجز صخرية أو ســدود والمــلء الإحلالي (استعادة مواقع التنقيب السابقة لمواد البناء إلى وضعها السابق والقنوات وأحواض السفن...).

<u>التعزيز البيئي</u>

يمكن تصور استخدامات عديدة لمواد الحفر لتعزيز البيئة. وتتراوح هذه الاستخدامات ما بين استعادة أو إنشــاء أراضٍ رطبة وتنمية مواقع متعددة الأغراض، بما في ذلك استعادة أو إنشاء موائل أرضية وجزر للتعشيش ومصايد الأسماك. وتشمل أيضاً بناء حواجز مرجانية اصطناعية، ولا سيما عندما تكون مواد الحفر كبيرة (مثلا، صخور). (إن أي بناء لشعب مرجانية اصطناعية ينبغي أن يسبقه دراسة محددة لأثر البناء على البيــئة الطبيعية: وفي هذه الحالة، تعتبر مشورة أخصائي في بيولوجيا مصايد الأسماك ضرورية). وعلى أي حال، وخلال تنفيذ مشروع وبعده، ينبغي رصد أثر وأداء الاستخدام المفيد.

ولـــتقييم إمكانيـــات الاستخدام المفيد للمواد في حالة معينة، ينبغي اعتبار المؤشرات التالية: الوصف الفيـــزيائي وحالة الملوثات وخيارات الاستخدام المفيد واختيار الموقع والجدوى التقنية والقبول الناظم وتحليل مردودية التكلفة.

وعند النظر في إمكانيات غير الإلقاء، وإذا لم يوجد استخدام مفيد مقبول، يعتبر التخلص في الأرض و/أو المعالجة خيارات أخرى.

ثانيا- التخلص في الأرض

عـــندما لا تكون خيارات إعادة تحديد أو استخدام موقع مستدامة أو مفيدة، يصبح خيار التخلص في مرافق تخلص محصورة في الأرض هو الوحيد.

ومـــن ناحيـــة المبدأ، يفضل التخلص من مواد الحفر الملوثة غير المناسبة في مرافق محصورة في الأرض بدلاً من التخلص منها في المياه المفتوحة.

هـــناك تشـــكلات مختـــلفة ممكنة ومع ذلك لا يشكل أي منها ضماناً تاماً من خطر تلوث البيئة. إن الطـــرق الممكـــنة لـــلخطر هي: الملوثات التي تتشتت بعيدا عن مواقع الإلقاء، خلال التخلص وبعده، النض وانـــتقال المـــلوثات إلى الأراضـــي المجاورة ومياه السطح، امتصاص الحيوان والنبات والأتربة والانبعاثات الغازية وعمليات التنقيب.

ولهـــذا فإن الآثار المحتملة لهذه المواقع تعتمد على كل من خواص الموقع والبيئة المحيطة به (فيما يتعلق أساساً بحالة مستوى المياه الجوفية) وخواص مواد الحفر، وتشمل الأخيرة الملوثات الموجودة.

ولخفـــض انـــتقال الملوثات إلى أدنى حد إلى المياه الجوفية ومياه السطح المجاورة من خلال انتقال الحـــرارة في الاتجاه الأفقي وعمليات الانتشار، يمكن النظر في استخدام طبقات عازلة أو إدارة مائية. ويمكن أيضاً النظر في معالجة المياه الفائضة الناجمة عن فصل المياه عن مواد الحفر المضغوطة.

ثالثا- معالجة مواد الحفر

تعـــرف المعالجة على أنها طريقة للمعالجة الهدف منها خفض كمية المواد الملوثة (مثل الفصل) أو خفض التلوث لتلبية المعايير الناظمة.

ويمكن تصنيف عمليات المعالجة كما يلي:

- المعالجـــة المســـبقة، الهدف منها خفض حجم مواد الحفر المطلوب مزيد من معالجتها أو التخـــلص مـــنها وتحســـين النوعية الفيزيائية للمواد لمزيد من تناولها ومعالجتها؛ والفئات الرئيسية للمعالجة المسبقة هي: إزالة المياه وفصل الحجم والغسيل وفصل الكثافة والفصل المغناطيسي؛
- المعالجة البيولوجية (تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة)؛

- المعالجـــة الكيميائيـــة (تعديـــل تركيز أيون الإيدروجين والتأكسد وتبادل الأيونات وما إلى ذلـــك)؛ إن فئات المعالجة الكيميائية هي: تدمير المركبات العضوية؛ استخلاص المركبات العضوية؛ استخلاص المعادن؛

- المعالجة الحرارية (المج الحراري والترميد والخفض الحراري والتحول إلى زجاج) (توفر معظـــم التكـــنولوجيات في هذه الفئة منتجات مثل الحصى والطوب الذي يمكن استخدامها كمواد للبناء)؛

- المعالجـــة اللاانـــتقالية (بواسطة الدمج الكيميائي بالملوثات بحيث تصبح جزيئات صلبة – التثبيت – أو بواسطة منع الملوثات عملياً من الانتقال – التصلب)؛

- المعالجة المسبقة لعملية معالجة المياه الزائدة.

إن تكـــاليف المعالجة هي مرتفعة بصورة عامة، وفي بعض الأحيان أكثر من تكاليف التخلص. إن نسبة التكاليف مقابل الفعالية هي من أهم الأسئلة التي تواجهها كل سلطة رقابة وطنية.

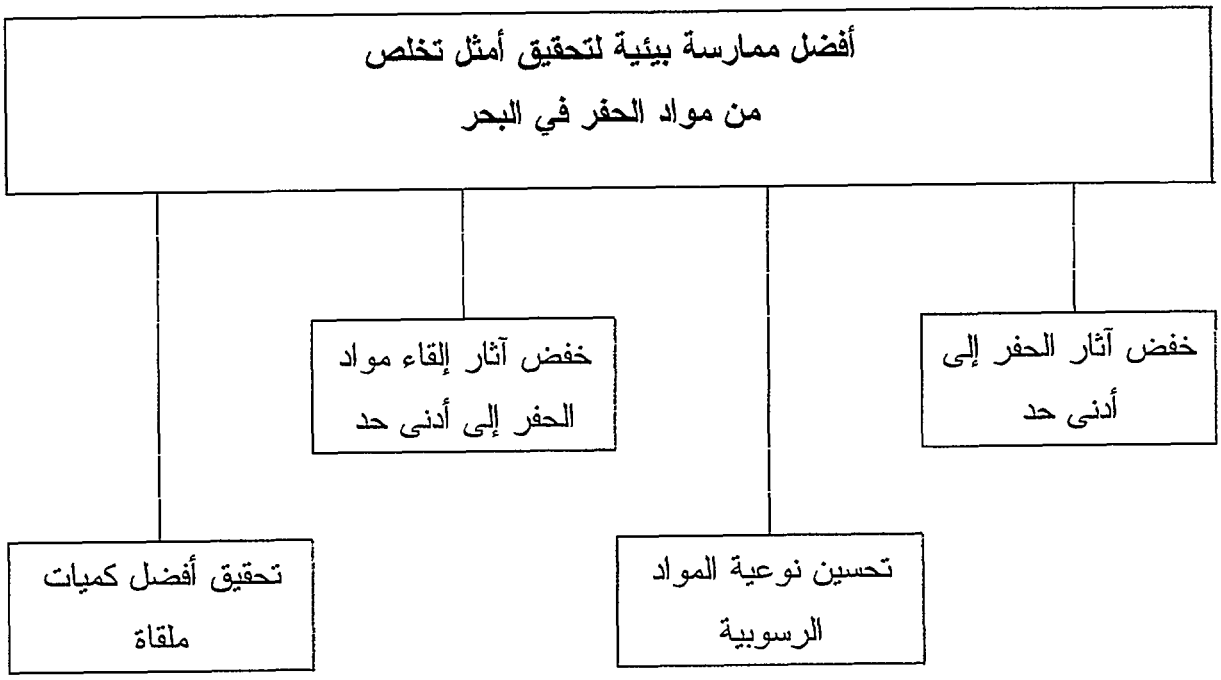
المرفق التقني 4

أفضل ممارسة بيئية لأنشطة الحفر

أعـــد المرفق التقني هذا مع الأخذ في الاعتبار أنه بالرغم من أن المبادئ التوجيهية تطبق فقط على التخلص من مواد الحفر، يجري تشجيع الأطراف المتعاقدة أيضاً على ممارسة الرقابة على عمليات الحفر.

إن هـــدف المـــرفق التقـــني هذا هو توفير التوجيه للسلطات الوطنية الناظمة ولمشغلي سفن الحفر وســـلطات المـــوانئ بشأن كيفية خفض الآثار على البيئة من عمليات الحفر والتخلص إلى أدنى حد. إن تقييم وتخطيط عمليات الحفر ضرورية لخفض الآثار على الأنواع والموائل البحرية إلى أدنى حد.

إن البنود الواردة كأفضل ممارسة بيئية تحت عناوين مختلفة في المرفق التقني هذا هي مجرد أمثلة. إن تطبيقها يختلف بناء على الظروف الخاصة لكل عملية ومن الواضح أن النهوج المختلفة قد تكون ملائمة. ولمـــزيد مـــن المعـــلومات التفصـــيلية عـــن تقنيات وعمليات الحفر يمكن الرجوع إلى Guide 4 of the IADC/CEDA series on Environmental Aspects of Dredging.

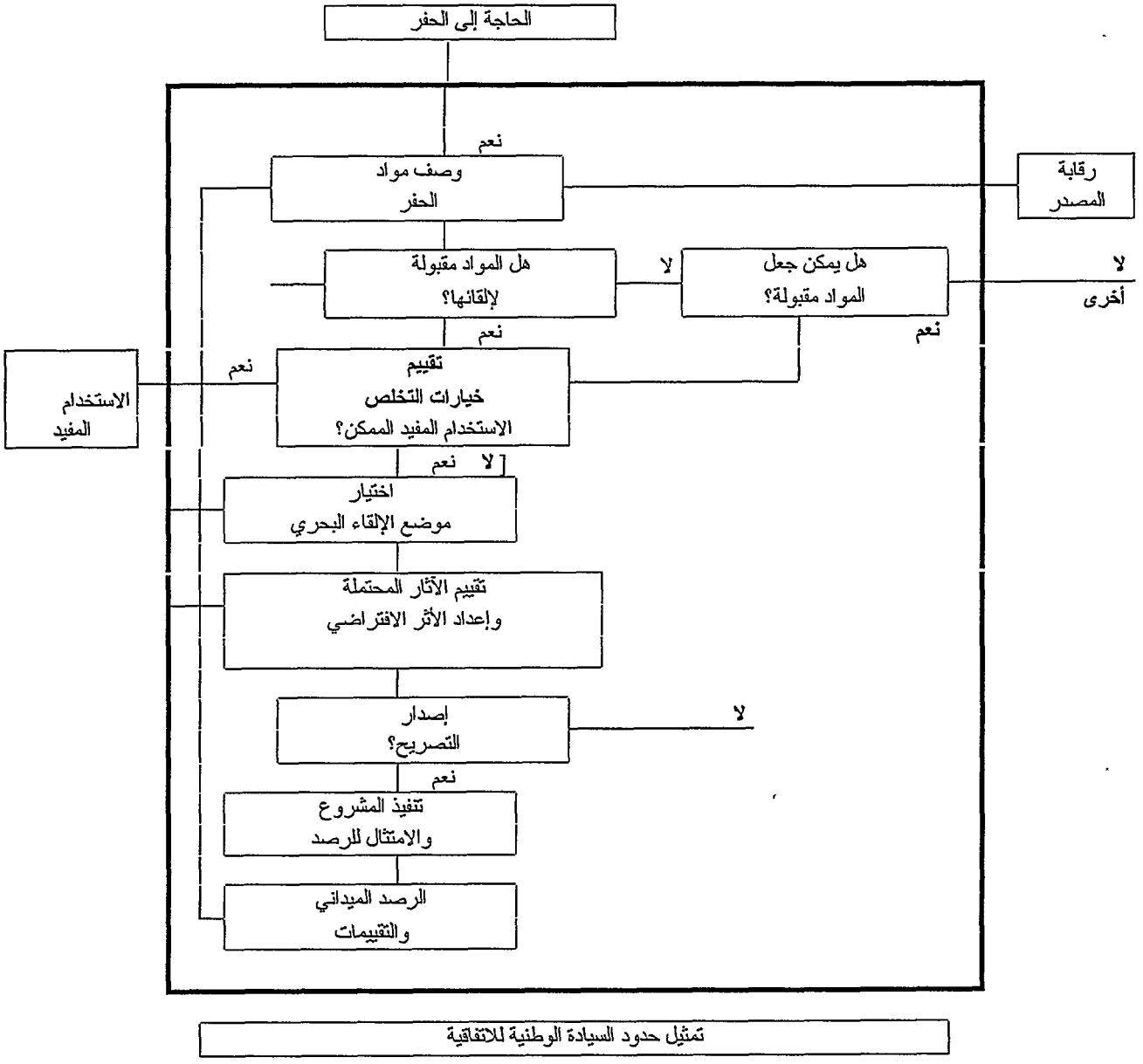


النقطة ألف- تم وصف خفض آثار التخلص من مواد الحفر وصفاً شاملاً في نص المبادئ التوجيهية.

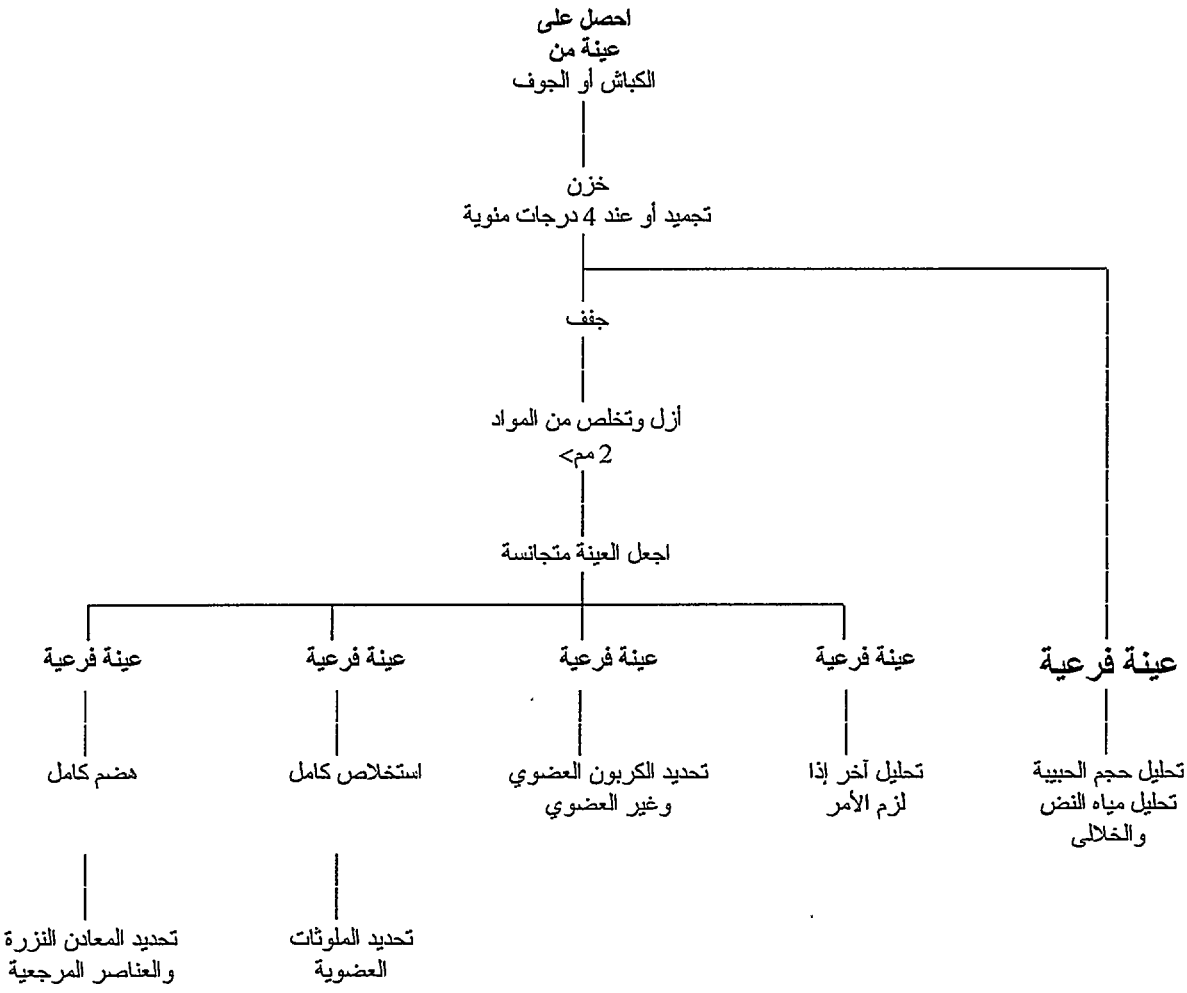
النقطة باء-تحقيق أفضل كميات ملقاة؛ النقطة جيم: "تحسين نوعية المواد الرسوبية"، والنقطة دال - "خفض آثار الحفر إلى أدنى حد" لا تقع بشكل محدد في نطاق البروتوكول، ولكنها ذات علاقة لمنع تلوث البيئة البحرية الناجم عن إلقاء مواد الحفر.

الشكل 1: رسم تدفقي إشاري

(تعديل مقترح من أسبانيا)



الشكل 2: نهج معياري لتحديد المؤشرات الفيزيائية والكيميائية في المواد الرسوبية البحرية



الجدول 1: موجز لعوامل التقييس

الدور	المؤشر	حجم الحبيبة (µm)	عامل التقييس
تحديد الفرز الفيزيائي ونمط ترسب المعادن			التكويني
غالبا مخفف لتراكيز المعادن النزرة	مركبات/معادن ضئيلة ذات حبيبات خشنة	من 2000 إلى 63	رمل
غالبا مركز شامل للمعادن النزرة	مركبات/معادن حاملة لمعادن في حجم الغرين والطفل	63>	طين
غالبا مراكم للحبيبات الدقيقة للمعادن النزرة	طفل غني بالمعادن	2>	طفل
			الكيميائي
مخفف للحبيبات الخشنة للملوثات	كمية وتوزيع الكوارتز ضئيل المعادن		السيليكون Si
محدد كيميائي للألومينا- السليكات، ولا سيما معادن الطفل	جميع السيليكات ولكن تستخدم لوصف التغيرات الحبيبية للغرين الدقيق الغني بالمعادن وحجم الطفل للألومينا – السليكات		الألمنيوم Al
محدد لمعادن الطفل ولا سيما في المواد الرسوبية المحتوية على الألومينا – السليكات في جميع أحجام الجزيئات	يجمع تركيبيا معادن الطفل والميكا		الليثيوم، السكانديوم Li, Sc
محدد الملوثات العضوية. وفي بعض الأحيان مراكم للمعادن النزرة مثل الزئبق والكادميوم	مواد عضوية لحبيبات دقيقة		كربون عضوي
محدد كيميائي لجزء طفلي غني بالحديد. قدرة عالية لامتصاص الملوثات العضوية وغير العضوية	غرين غني بالمعادن وطفل معدني يحتوي على حديد. معادن ثقيلة غنية بالحديد وأكاسيد المنجنيز والحديد المائية.		الحديد، المنجنيز Fe, Mn
مخفف للملوثات. وفي بعض الأحيان يراكم المعادن النزرة مثل الكادميوم والنحاس	مواد رسوبية بحرية جينية أحيائية		كربونات

PUBLICATIONS OF THE MAP TECHNICAL REPORTS SERIES

*Please note that MTS 1 – 20 are presently out of print (as marked with an *).*

MTS 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 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). 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 pgs.) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 2. (*) UNEP/FAO: **Baseline studies and monitoring of metals, particularly mercury and cadmium, in marine organisms (MED POL II).** MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). 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 pgs.) (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 3. (*) UNEP/FAO: **Baseline studies and monitoring of DDT, PCBs and other chlorinated hydrocarbons in marine organisms (MED POL III).** MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). 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 pgs.) (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 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 pgs.) (Parts in English, French or Spanish only). PNUE/FAO: **Recherche sur les effets des pollutants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV).** MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pgs.) (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 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 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/FAO: **Recherche sur les effets des pollutants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V).** MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pgs.) (Parties en anglais ou français seulement).

MTS 6. (*) UNEP/IOC: **Problems of coastal transport of pollutants (MED POL VI).** MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pgs.) (English).

MTS 7. **(*)** UNEP/WHO: **Coastal water quality control (MED POL VII).** MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/OMS: **Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII).** MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pgs.) (Parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/AIEA/COI: **Etudes biogéochimiques de certains pollutants au large de la Méditerranée (MED POL VIII).** MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (English).

MTS 10. (*) UNEP: **Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G). Final reports on projects dealing with toxicity (1983-85).** MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Réhabilitation et reconstruction des établissements historiques méditerranéens. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985).** MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 12. (*) UNEP: **Water resources development of small Mediterranean islands and isolated coastal areas. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985).** MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Développement des ressources en eau des petites îles et des zones côtières isolées méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985).** MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 13. (*) UNEP: **Specific topics related to water resources development of large Mediterranean islands. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1985-1986).** MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Thèmes spécifiques concernant le développement des ressources en eau des grandes îles méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986).** MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 14. (*) UNEP: **Experience of Mediterranean historic towns in the integrated process of rehabilitation of urban and architectural heritage. Documents produced in the second phase of the Priority Action (1986).** MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 15. (*) UNEP: **Environmental aspects of aquaculture development in the Mediterranean region. Documents produced in the period 1985-1987.** MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Promotion de la protection des sols comme élément essentiel de la protection de l'environnement dans les zones côtières méditerranéennes. Documents sélectionnés (1985-1987).** MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). 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 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels.** MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pgs.).

MTS 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 pgs.) (English and French). 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 pgs.).

MTS 20. (*) UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and health effects (1983-86).** MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/UNESCO/FAO: **Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme.** MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 22. UNEP/FAO: **Study of ecosystem modifications in areas influenced by pollutants (Activity I).** MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des pollutants (Activité I).** MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 23. UNEP: **National monitoring programme of Yugoslavia, Report for 1983-1986.** MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). 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 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (English).

MTS 26. UNEP/IUCN: **Directory of marine and coastal protected areas in the Mediterranean Region. Part I - Sites of biological and ecological value.** MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pgs.) (English).

MTS 27. UNEP: **Implications of expected climate changes in the Mediterranean Region: An overview.** MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pgs.) (English).

MTS 28. UNEP: **State of the Mediterranean marine environment.** MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pgs.) (English).

MTS 29. UNEP: **Bibliography on effects of climatic change and related topics.** MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pgs.) (English).

MTS 30. UNEP: **Meteorological and climatological data from surface and upper measurements for the assessment of atmospheric transport and deposition of pollutants in the Mediterranean Basin: A review.** MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/OMM: **Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE.** MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 32. UNEP/FAO: **Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activity K).** MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K).** MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (English and French). 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 pgs.).

MTS 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 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le cadmium et les composés de cadmium.** MAP Technical Reports Seri es No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pgs.).

MTS 35. UNEP: **Bibliography on marine pollution by organotin compounds.** MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (français seulement).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherché consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H).** MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (English, French, Spanish and Arabic). PNUE: **Mesures communes adoptées par les Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.** MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pgs.). PNUE: **Medidas comunes adoptadas por las Partes Contratantes en el convenio para la Proteccion del Mar Mediterraneo contra la Contaminacion.** MAP Technical Reports Series No. 38, UNEP, Athens, 1990 (100 pgs.).

MTS 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 pgs.) (English and French). 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 pgs.).

MTS 40. UNEP/FAO: **Final reports on research projects (Activities H, I and J).** MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche (Activités H, I et J).** MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pgs.).

MTS 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 pgs.) (English and French). 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 pgs).

MTS 42. UNEP/IUCN: **Report on the status of Mediterranean marine turtles.** MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pgs.) (English and French). PNUE/UICN: **Rapport sur le statut des tortues marines de Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pgs.).

MTS 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 pgs.) (français seulement).

MTS 44. UNEP: **Bibliography on aquatic pollution by organophosphorus compounds.** MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pgs.) (English).

MTS 45. UNEP/IAEA: **Transport of pollutants by sedimentation: Collected papers from the first Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987).** MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pgs.) (English).

MTS 46. UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and rotarus-induced gastro-enteritis among bathers (1986-88).** MAP Technical Reports Series No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Les proliferation's de medusas en Méditerannée. Actes des IIèmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 48. UNEP/FAO: **Final reports on research projects (Activity G).** MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche (Activité G).** MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques. Survie des Pathogènes. Rapports finaux sur les projets de recherche (activité K).** MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 50. UNEP: **Bibliography on marine litter.** MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant du mercure, de la toxicité et des techniques analytiques.** MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 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 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la bioaccumulation et de la toxicité des polluants chimiques.** MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 53. UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on epidemiological study on bathers from selected beaches in Malaga, Spain (1988-1989).** MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pgs.) (English).

MTS 54. UNEP/WHO: **Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects.** MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pgs.) (English).

MTS 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 pgs.) (English).

MTS 56. UNEP/IOC/FAO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by persistent synthetic materials which may float, sink or remain in suspension.** MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991 (113 pgs.) (English and French). PNUE/COI/FAO: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension.** MAP Technical Reports Series No. 56. UNEP, Athens, 1991 (113 pgs).

MTS 57. UNEP/WHO: **Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G): Final reports on projects dealing with carcinogenicity and mutagenicity.** MAP Technical Reports Series No. 57. UNEP, Athens, 1991 (59 pgs.) (English).

MTS 58. UNEP/FAO/WHO/IAEA: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organophosphorus compounds.** MAP Technical Reports Series No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS/AIEA: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les composés organophosphorés.** MAP Technical Reports Series No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pgs.).

MTS 59. UNEP/FAO/IAEA: **Proceedings of the FAO/UNEP/IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990), edited by G.P. Gabrielides.** MAP Technical Reports Series No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pgs.) (English).

MTS 60. UNEP/WHO: **Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects (1987-1990).** MAP Technical Reports Series No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/OMS: **Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique (1987-1990).** MAP Technical Reports Series No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 61. UNEP: **Integrated Planning and Management of the Mediterranean Coastal Zones. Documents produced in the first and second stage of the Priority Action (1985-1986).** MAP Technical Reports Series No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Planification intégrée et gestion des zones côtières méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première et de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986).** MAP Technical Reports Series No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 62. UNEP/IAEA: **Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Radioactive Substances.** MAP Technical Reports Series No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pgs) (English and French). PNUE/AIEA: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances radioactives.** MAP Technical Reports Series No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pgs.).

MTS 63. PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K) - Survie des pathogènes - Rapports finaux sur les projets de recherche (1989-1991).** MAP Technical Reports Series No. 63. UNEP, Athens, 1992 (86 pgs.) (français seulement).

MTS 64. UNEP/WMO: **Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/UNEP Workshop.** MAP Technical Reports Series No. 64. UNEP, Athens, 1992 (246 pgs.) (English).

MTS 65. UNEP: **Directory of Mediterranean Marine Environmental Centres.** MAP Technical Reports Series No. 65, UNEP, Athens, 1992 (351 pgs.) (English and French). PNUE: **Répertoire des centres relatifs au milieu marin en Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 65. UNEP, Athens, 1992 (351 pgs.).

MTS 66. UNEP/CRU: **Regional Changes in Climate in the Mediterranean Basin Due to Global Greenhouse Gas Warming.** MAP Technical Reports Series No. 66. UNEP, Athens, 1992 (172 pgs.) (English).

MTS 67. UNEP/IOC: **Applicability of Remote Sensing for Survey of Water Quality Parameters in the Mediterranean. Final Report of the Research Project.** MAP Technical Reports Series No. 67. UNEP, Athens, 1992 (142 pgs.) (English).

MTS 68. UNEP/FAO/IOC: **Evaluation of the Training Workshops on the Statistical Treatment and Interpretation of Marine Community Data.** MAP Technical Reports Series No. 68. UNEP, Athens, 1992 (221 pgs.) (English).

MTS 69. UNEP/FAO/IOC: **Proceedings of the FAO/UNEP/IOC Workshop on the Biological Effects of Pollutants on Marine Organisms (Malta, 10-14 September 1991), edited by G.P. Gabrielides.** MAP Technical Reports Series No. 69. UNEP, Athens, 1992 (287 pgs.) (English).

MTS 70. UNEP/IAEA/IOC/FAO: **Organohalogen Compounds in the Marine Environment: A Review.** MAP Technical Reports Series No. 70. UNEP, Athens, 1992 (49 pgs.) (English).

MTS 71. UNEP/FAO/IOC: **Selected techniques for monitoring biological effects of pollutants in marine organisms.** MAP Technical Reports Series No. 71. UNEP, Athens, 1993 (189 pgs.) (English).

MTS 72. UNEP: **Costs and Benefits of Measures for the Reduction of Degradation of the Environment from Land-based Sources of Pollution in Coastal Areas. A - Case Study of the Bay of Izmir. B - Case Study of the Island of Rhodes.** MAP Technical Reports Series No. 72. UNEP, Athens, 1993 (64 pgs.) (English).

MTS 73. UNEP/FAO: **Final Reports on Research Projects Dealing with the Effects of Pollutants on Marine Communities and Organisms.** MAP Technical Reports Series No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets de polluants sur les communautés et les organismes marins.** MAP Technical Reports Series No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pgs.).

MTS 74. UNEP/FIS: **Report of the Training Workshop on Aspects of Marine Documentation in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 74. UNEP, Athens, 1993 (38 pgs.) (English).

MTS 75. UNEP/WHO: **Development and Testing of Sampling and Analytical Techniques for Monitoring of Marine Pollutants (Activity A).** MAP Technical Reports Series No. 75. UNEP, Athens, 1993 (90 pgs.) (English).

MTS 76. UNEP/WHO: **Biogeochemical Cycles of Specific Pollutants (Activity K): Survival of Pathogens.** MAP Technical Reports Series No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Survie des pathogènes.** MAP Technical Reports Series No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pgs.).

MTS 77. UNEP/FAO/IAEA: **Designing of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms.** MAP Technical Reports Series No. 77. UNEP, Athens, 1993 (236 pgs.) (English).

MTS 78. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication problems.** MAP Technical Reports Series No. 78. UNEP, Athens, 1994 (139 pgs.) (English).

MTS 79. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with toxicity of pollutants on marine organisms.** MAP Technical Reports Series No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pgs.) (parts in English or French only). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la toxicité des polluants sur les organismes marins.** MAP Technical Reports Series No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 80. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with the effects of pollutants on marine organisms and communities.** MAP Technical Reports Series No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pgs.) (English).

MTS 81. UNEP/IAEA: **Data quality review for MED POL: Nineteen years of progress.** MAP Technical Reports Series No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pgs.) (English).

MTS 82. UNEP/IUCN: **Technical report on the State of Cetaceans in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 82. UNEP, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, 1994 (37 pgs.) (English).

MTS 83. PNUE/UICN: **Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente.** MAP Technical Reports Series No. 83. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pgs) (français seulement).

MTS 84. UNEP: **Integrated Management Study for the Area of Izmir.** MAP Technical Reports Series No. 84. UNEP, Regional Activity Centre for Priority Actions Programme, Split, 1994 (130 pgs.) (English).

MTS 85. UNEP/WMO: **Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991.** MAP Technical Report Series No. 85. Athens, 1994 (304 pgs.) (English).

MTS 86. UNEP: **Monitoring Programme of the Eastern Adriatic Coastal Area - Report for 1983-1991.** MAP Technical Report Series No. 86. Athens, 1994 (311 pgs.) (English).

MTS 87. UNEP/WHO: **Identification of microbiological components and measurement development and testing of methodologies of specified contaminants (Area I) - Final reports on selected microbiological projects.** MAP Technical Reports Series No. 87. UNEP, Athens, 1994 (136 pgs.) (English).

MTS 88. UNEP: **Proceedings of the Seminar on Mediterranean Prospective.** MAP Technical Reports Series No. 88. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Actes du Séminaire débat sur la prospective méditerranéenne.** MAP Technical Reports Series No. 88. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 89. UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume I. Environmental Management within the Context of Environment-Development.** MAP Technical Reports Series No. 89. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (144 pgs.) (English).

MTS 90. UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume II. Systemic and Prospective Analysis.** MAP Technical Report Series No. 90. Sophia Antipolis, 1994 (142 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective.** MAP Technical Reports Series No. 90. UNEP, Sophia Antipolis, 1994 (142 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 91. PNUE: **Une contribution de l'écologie à la prospective. Problèmes et acquis.** MAP Technical Reports Series No. 91. Sophia Antipolis, 1994 (162 pgs.) (français seulement).

MTS 92. UNEP/WHO: **Assessment of the State of Pollution in the Mediterranean Sea by Carcinogenic, Mutagenic and Teratogenic Substances.** MAP Technical Reports Series No. 92. UNEP, Athens, 1995 (238 pgs.) (English).

MTS 93. UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to the environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms.** MAP Technical Reports Series No. 93. UNEP, Athens, 1995 (118 pgs.) (English).

MTS 94. UNEP: **Proceedings of the Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources.** MAP Technical Reports Series No. 94. UNEP, Athens, 1995 (214 pgs.) (parts in English or French only). PNUE: **Actes de l'Atelier sur l'application d'une approche intégrée au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau.** MAP Technical Reports Series No. 94. UNEP, Athens, 1995 (214 pgs.) (parties en anglais ou français seulement).

MTS 95. UNEP: **Common measures for the control of pollution adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution.** MAP Technical Reports Series No 95. UNEP, Athens, 1995 (69 pgs.) (English and French). PNUE: **Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.** MAP Technical Reports Series No. 95. UNEP, Athens, 1995 (69 pgs.).

MTS 96. UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on plankton composition and spatial distribution, near the sewage outfall of Athens (Saronikos Gulf, Greece).** MAP Technical Reports Series No. 96. UNEP, Athens, 1996 (121 pgs.) (English).

MTS 97. UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on marine communities.** MAP Technical Reports Series No. 97. UNEP, Athens, 1996 (141 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux des projets de recherche sur les effets (Domaine de recherche III) -Effets de la pollution sur les communautés marines.** MAP Technical Reports Series No. 97. UNEP, Athens, 1996 (141 pgs.).

MTS 98. UNEP: **Implications of Climate Change for the Albanian Coast.** MAP Technical Reports Series No. 98. UNEP, Athens, 1996 (179 pgs.) (English).

MTS 99. UNEP: **Implications of Climate Change for the Sfax Coastal Area (Tunisia).** MAP Technical Reports Series No. 99. UNEP, Athens, 1996 (326 pgs.) (English and French). PNUE: **Implications des changements climatiques sur la zone côtière de Sfax.** MAP Technical Reports Series No. 99. UNEP, Athens, 1996 (326 pgs.).

MTS 100. UNEP: **State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region.** MAP Technical Reports Series No. 100. UNEP, Athens, 1996 (142 pgs.) (English).

MTS 101. PNUE: **Etat du milieu marin et du littoral de la région méditerranéenne.** MAP Technical Reports Series No. 101. UNEP, Athens, 1996 (148 pgs.) (français seulement).

MTS 102. UNEP: **Implications of Climate Change for the Coastal Area of Fuka-Matrouh (Egypt).** MAP Technical Reports Series No. 102. UNEP, Athens, 1996 (238 pgs.) (English).

MTS 103. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with biological effects (Research Area III).** MAP Technical Reports Series No. 103. UNEP, Athens, 1996 (128 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche relatifs aux effets biologiques (Domaine de Recherche III).** MAP Technical Reports Series No. 103. UNEP, Athens, 1996 (128 pgs.).

MTS 104. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication and heavy metal accumulation.** MAP Technical Reports Series No. 104. UNEP, Athens, 1996 (156 pgs.) (English and French). PNUE/FAO: **Rapports finaux sur les projets de recherche relatifs à l'eutrophisation et à l'accumulation des métaux lourds.** MAP Technical Reports Series No. 104. UNEP, Athens, 1996 (156 pgs.).

MTS 105. UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean sea by zinc, copper and their compounds.** MAP Technical Reports Series No. 105. UNEP, Athens, 1996 (288 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le zinc, le cuivre et leurs composés.** MAP Technical Reports Series No. 105. UNEP, Athens, 1996 (288 pgs.).

MTS 106. UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean sea.** MAP Technical Reports Series No. 106. UNEP, Athens, 1996 (456 pgs.) (English and French). PNUE/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 106. UNEP, Athens, 1996 (456 pgs.).

MTS 107. UNEP/WHO: **Guidelines for authorization for the discharge of liquid wastes into the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 107. UNEP, Athens, 1996 (200 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Lignes directrices concernant les autorisations de rejet de déchets liquides en mer Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 107. UNEP, Athens, 1996 (200 pgs.).

MTS 108. UNEP/WHO: **Assessment of the state of microbiological pollution of the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 108. UNEP, Athens, 1996 (270 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution microbiologique de la mer Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 108. UNEP, Athens, 1996 (270 pgs.).

MTS 109. UNEP/WHO: **Survey of pollutants from land-based sources in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 109. UNEP, Athens, 1996 (188 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'enquête sur les polluants d'origine tellurique en Méditerranée (MED X BIS).** MAP Technical Reports Series No. 109. UNEP, Athens, 1996 (188 pgs.).

MTS 110. UNEP/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by anionic detergents.** MAP Technical Reports Series No. 110. UNEP, Athens, 1996 (260 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les détergents anioniques.** MAP Technical Reports Series No. 110. UNEP, Athens, 1996 (260 pgs.).

MTS 111. UNEP/WHO: **Guidelines for treatment of effluents prior to discharge into the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 111. UNEP, Athens, 1996 (247 pgs.) (English).

MTS 112. UNEP/WHO: **Guidelines for submarine outfall structures for Mediterranean small and medium-sized coastal communities.** MAP Technical Reports Series No. 112. UNEP, Athens, 1996 (98 pgs.) (English and French). PNUE/OMS: **Lignes directrices pour les émissaires de collectivités côtières de petite et moyenne taille en Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 112. UNEP, Athens, 1996 (98 pgs.).

MTS 113. UNEP/IOC: **Final reports of research projects on transport and dispersion (Research Area II) - Modelling of eutrophication and algal blooms in the Thermaikos Gulf (Greece) and along the Emilia Romagna Coast (Italy).** MAP Technical Reports Series No. 113. UNEP, Athens, 1996 (118 pgs.) (English).

MTS 114. UNEP: **Workshop on policies for sustainable development of Mediterranean coastal areas, Santorini island, 26-27 April 1996. Presentation by a group of experts.** MAP Technical Reports Series No. 114. UNEP, Athens, 1996 (184 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Journées d'étude sur les politiques de développement durable des zones côtières méditerranéennes, Ile de Santorin, 26-27 avril 1996. Communications par un groupe d'experts.** MAP Technical Reports Series No. 114. UNEP, Athens, 1996 (184 pgs.) (Parties en anglais ou français seulement).

MTS 115. UNEP/BP **Methodes et outils pour les etudes systemiques et prospectives en Méditerranée, PB/RAC, Sophia Antipolis, 1996.** MAP Technical Reports Series No. 115. UNEP/BP, Athens, 1996 (117 pgs.) (français seulement).

MTS 116. UNEP/IAEA: **Data Quality Review for MED POL (1994-1995), Evaluation of the analytical performance of MED POL laboratories during 1994-1995 in IAEA/UNEP laboratory performance studies for the determination of trace elements and trace organic contaminants in marine biological and sediment samples.** MAP Technical Reports Series No. 116. UNEP, Athens, 1997 (126 pgs.) (English).

MTS 117. UNEP: **La Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et le développement durable.** MAP Technical Reports Series No. 117. UNEP, Athens, 1997 (97 pgs.) (Français seulement).

MTS 118. UNEP/WMO: **The Input of Anthropogenic Airborne Nitrogen to the Mediterranean Sea through its Watershed.** MAP Technical Reports Series No. 118. UNEP, Athens, 1997 (95 pgs.) (English).

MTS 119. UNEP: **Strategic Action Programme to Address Pollution from Land-Based Activities.** MAP Technical Reports Series No. 119. UNEP, Athens, 1998, (178 pgs) (English and French) PNUE: **Programme d'Actions Stratégiques visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre.** MAP Technical Reports Series No. 119. PNUE Athens 1998, (178 pgs) (Francais et anglais)

MTS 120. UNEP: **MED POL Phase III. Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (1996-2005).** MAP Technical Reports Series No. 120. UNEP, Athens, 1998, (120 pgs).

MTS 121. PNUE: **MED POL Phase III. Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région Méditerranéenne (1996-2005).** MAP Technical Reports Series No. 121. Athens 1998, (123 pgs).
(In publication)

MTS 122. UNEP/WMO: **Atmospheric Input of Mercury to the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 122. Athens, 1998, (78 pages).

MTS 123. UNEP/WMO: **MED POL Manual on Sampling and Analysis of Aerosols and Precipitation for Major Ions and Trace Elements.** MAP Technical Reports Series No. 123. UNEP, Athens, 1998, (166 pgs.).

MTS 124. UNEP/WHO: **Identification of Priority Hot Spots and Sensitive Areas in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 124. UNEP, Athens, 1999. (102 pgs.). PNUE/OMS: **Identification des "Points Chauds" et "Zones Sensibles" de polution prioritaire en Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 124. UNEP, Athens, 1999 (102 pgs.).

MTS 125. UNEP: **Proceedings of the Workshop on Invasive *Caulerpa* Species in the Mediterranean,** Heraklion, Crete, Greece, 18-20 March 1998. MAP Technical Reports Series No. 125, UNEP, Athens 1999. (317 pgs). (English and French). PNUE: **Actes de l'atelier sur les especes *Caulerpa* invasives en Méditerranée,** Heraklion, Crète, Grèce, 18-20 mars 1998. No. 125 de la série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes, 1999. (317 pgs). (Anglais et francais).

MTS 126. UNEP/MCSD/Blue Plan: **Report of the Workshop on Tourism and Sustainable Development in the Mediterranean,** Antalya, Turkey, 17-19 September 1998. MAP Technical Reports Series No. 126, UNEP, Athens 1999. (English and French). PNUE/CMDD/Plan Bleu: **Rapport de l'atelier sur le tourisme et le développement durable en Méditerranée**, Antalya, Turquie, 17-19 septembre 1998. No. 126 de la série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes, 1999. (Anglais et francais).

MTS 127. UNEP: **Minutes of the Seminar, Territorial Prospective in the Mediterranean and the Approach by Actors,** Sophia Antipolis, France, 7-9 November 1996. MTS No. 127, UNEP, Athens 2000. (French only). PNUE: **Actes du séminaire, La prospective territoriale en Méditerranée et l'approche par acteurs,** Sophia Antipolis, 7-9 novembre 1996. No. 127 de la série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes, 2000. (In French with English introduction and 1 paper).

MTS 128. UNEP/MED POL/WHO: **Municipal Wastewater Treatment Plants in Mediterranean Coastal Cities.** MTS no. 128, UNEP, Athens 2000 (English and French).
PNUE/MED POL/OMS**: Les Stations d'épuration des eaux usées municipales dans les villes cotières de la Méditerranée.** No. 128 de la série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes, 2000. (Anglais et français).

Issued and printed by:

UNEP

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:

PNUE

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