



**UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
MEDITERRANEAN ACTION PLAN**



MED POL

**GUIDELINES ON SEWAGE TREATMENT AND DISPOSAL
FOR THE MEDITERRANEAN REGION**

**LIGNES DIRECTRICES SUR LE TRAITEMENT ET L'ELIMINATION
DES EAUX USEES DANS LA REGION MEDITERRANEENNE**



World Health Organisation

MAP Technical Reports Series No. 152

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/MAP concerning the legal status of any State, Territory, city or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of their frontiers or boundaries.

This document was prepared within the GEF Project "Determination of priority actions for the further elaboration and implementation of the Strategic Action Programme for the Mediterranean Sea", under the coordination of Mr. Ante Baric, Ph.D., Project Manager.

Responsibility for the concept and preparation of this document was entrusted to WHO/MED POL (Dr. George Kamizoulis, WHO/MED POL Programme Officer).

Prof. Jure Margeta has prepared the first draft of the document, which was reviewed by the MED POL staff members. The revised draft document was sent to the countries for comments and it was reviewed by a governmental designated experts meeting. The revised document was adopted by the meeting of MED POL National co-ordinators, San Gemini (Italy) 27-30 May 2003.

© 2004 United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP)
P.O. Box 18019, Athens, Greece.

ISSN 1011-7148

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/MAP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source.

This publication cannot be used for resale or for any other commercial purpose whatsoever without permission in writing from UNEP/MAP.

For bibliographic purposes this volume may be cited as:

UNEP/MAP/MED POL/WHO: Guidelines on sewage treatment and disposal for the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 152, UNEP/MAP, Athens, 2004.

The thematic structure of the MAP Technical Series is as follows:

- Curbing Pollution
- Safeguarding Natural and Cultural Resources
- Managing Coastal Areas
- Integrating the Environment and Development



**UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
MEDITERRANEAN ACTION PLAN**



MED POL

**GUIDELINES ON SEWAGE TREATMENT AND DISPOSAL
FOR THE MEDITERRANEAN REGION**



World Health Organisation

MAP Technical Reports Series No. 152

FOREWORD

The riparian States of the Mediterranean Sea, aware of their responsibility to preserve and develop the region in a sustainable way, and recognizing the threat posed by pollution to the marine environment, agreed in 1975 to launch an Action Plan for the Protection and Development of the Mediterranean Basin (MAP) under the auspices of the United Nations Environment Programme (UNEP) and, in 1976, to sign a Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution (the Barcelona Convention). The Convention entered into force in 1978 and was amended in 1995.

Recognizing that pollution from land-based activities and sources has the highest impact on the marine environment, the Contracting Parties to the Barcelona Convention signed in 1980 a Protocol for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution from Land-Based Sources (LBS Protocol). The Protocol entered into force in 1983 and was revised in 1996 to better cover industrial pollution sources and activities and to enlarge the coverage to include the hydrologic basin.

A Strategic Action Programme (SAP MED) to address pollution from land-based activities, which represents the regional adaptation of the principles of the UNEP Global Programme of Action (GPA) to address land-based pollution activities, was adopted by the Contracting Parties to the Barcelona Convention in 1997 as a follow up to the provisions of the revised LBS Protocol. The SAP MED identifies the major pollution problems of the region, indicates the possible control measures, shows the cost of such measures and establishes a work plan and timetable for their implementation.

In order to assist the Mediterranean countries in the long-term implementation of the SAP MED, particularly in the formulation, adoption and implementation of National Actions Plans (NAPs), a three-year GEF Project "Determination of priority actions for the further elaboration and implementation of the Strategic Action Programme for the Mediterranean Sea" was implemented by MAP, and in particular by the MED POL Programme, the MAP Regional Activity Centres and WHO/EURO. The project consists of numerous activities which include, among others, the preparation of regional guidelines and regional plans, whose main aim is to guide and assist countries to achieve the pollution reduction targets specified in SAP MED.

The present document is part of a series of publications of the MAP Technical Reports that include all the regional plans and guidelines prepared as part of the GEF Project for the implementation of the SAP MED.

TABLE OF CONTENTS

	Page
EXECUTIVE SUMMARY.....	1
1. INTRODUCTION.....	5
Purpose of Document.....	6
Target Audience.....	6
Methodology used.....	7
2. ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS.....	9
Background water quality.....	9
Wastewater characteristics.....	9
Characteristics of wastewater discharges.....	11
Aesthetics.....	11
Pathogens.....	11
Nutrients.....	12
Toxicants.....	12
Dissolved solids.....	13
Suspended solids.....	13
Other considerations.....	13
Environmental uses and water quality.....	14
Use area definition.....	14
Environmental Quality Objective and Environmental Quality Standards.....	15
Legislation and role of authorities.....	17
Approaches.....	17
Role of authorities.....	19
Monitoring.....	20
3. MANAGEMENT FRAMEWORK.....	20
Aims and Objectives.....	20
Strategy and Principles.....	21
Control Mechanisms.....	22
Regulations.....	22
Enforcement.....	22
Economic tools.....	23
Effluent Quality.....	24
Effluent management and environmental values/water uses.....	24
Technology-based guidelines.....	25
Determination of effluent quality.....	26
Receiving Water Body and Aquatic Ecosystem Protection.....	27
Stakeholders.....	28
The Role of the Wastewater Company/Authority.....	28
Community Consultation.....	28
4. OPTIONS FOR EFFLUENT MANAGEMENT.....	30
Waste Minimisation.....	31
Managing the Collection Systems.....	33
Managing the Treatment Systems.....	34
Effluent Reuse.....	35
Land Application.....	37
Discharge to Coastal Waters.....	40
Discharge to Inland Waters.....	41
Treatment of wastewater.....	42
Treatment processes.....	42

Sludge processing and disposal/reuse.....	43
Selection of flow scheme.....	46
Submarine Outfall	47
Mixing zone.....	49
Treatment and disposal design philosophy	50
Environmental quality objectives	50
Use areas	51
Design of wastewater sanitation schemes/sewerage schemes	51
5. GUIDELINES FOR DISPOSAL	53
Guidelines for Land Application	53
Guidelines for Coastal Waters.....	54
Guidelines for Inland Waters	58
6. SAMPLING AND MONITORING.....	62
The Environment.....	62
The Effluent	63
APPENDICES	66
Appendix 1: Glossary	66
Appendix 2: Bibliography.....	70

EXECUTIVE SUMMARY

This document deals with the overall management of the wastewater sanitation system, and particularly with the problem of wastewater treatment and disposal. It has been developed as a basis for a common Mediterranean approach throughout the Mediterranean region. The purpose of the document is to raise awareness of environmental impacts of urban wastewater and to improve practice and highlight approaches related to treatment and disposal of wastewater to avoid or minimise these impacts by adopting suitable treatment and disposal methods. The Guide is a regional initiative intended to facilitate the implementation of the Strategic Action Program (SAP) at the national level of all MAP countries.

These guidelines consider and respect the generally known principles, as well as relevant EU directives. The effluent parameters of major concern, the minimum level of treatment, and the commonly required level of treatment are indicated for each of the discharge options. The guidelines can be applied for the assessment of the existing effluent discharges, new schemes, and proposals for effluent management.

Environmental considerations

Rivers, estuaries, coastal water and underground water are all integral parts of the natural environment. Careful planning and management is needed to protect and conserve them, and to ensure that the water they supply is suitable for a variety of uses. The water we use eventually returns to watercourses and sea. Provided it is not polluted with harmful, persistence substances, water can be used again and again. Waters, with the plants and animals that live in them, can dilute, disperse and break down some materials that enter into them. For a long time we have made use of this capacity, both of coastal and inland waters, to dispose of waste. That is why we must seek to ensure that the water body and its living components are able to purify the water, and that the entry of pollutants does not threaten water quality. Effluent management requires wastewater treatment to a level, which will prevent further deterioration, secure protection and enhance the status of aquatic ecosystems, minimise risk of human disease, and protect environmental uses/values of the waters. The fundamental principle of the Mediterranean policy for the protection of the aquatic and marine environments is that the standards to which individual discharges are required to conform should be set with reference to and objective for the quality of the water affected.

Recent legislation related to pollution problems and wastewater management of many Mediterranean countries, as well as of the European Union, is based on a "combined approach" where WQOs and Emission Limit Values are used to mutually reinforce each other. The "combined approach" to pollution control requires: (i) limiting pollution at the source by setting emission limit values; and (ii) establishing water quality standards (objectives) for water bodies receiving effluent and permissible water uses. In this approach, the level of the wastewater treatment and method of disposal of the effluent are directly or indirectly prescribed by appropriate regulations.

Management framework

The basic aim of wastewater management is to return treated wastewater to the environment in a way which the community accepts after considering both environmental and cost factors. The ecologically sustainable development provides the basis for water quality management. A comprehensive strategy for achieving sustainable water quality management in the Mediterranean region has to be based on a set of principles: High level of protection; Precautionary principle; Prevention action; Rectification of pollution at the source; Polluter pays principle; User pay principle; Waste hierarchy approach (prevention, minimisation,

treatment/disposal); and Integration of environmental protection into other national policies (transport, agriculture, energy, tourism, fishery, etc.).

Most important control mechanisms are regulations and economic tools. The uses of economic instruments are a part of a programme of measures for sustainable water quality management. The principles of recovery of the costs of water services, including environmental and resources costs associated with damage or negative impact on the aquatic environment, have to be taken into account in accordance with polluter-pays and user-pays principle. Any wastewater programme needs to address financing and cost recovery for sustainable sanitation schemes and ensure equity as much as possible. Unfortunately, users are willing to pay only for what they see as a benefit or priority.

A prerequisite of sustainable wastewater management is the determination of the required effluent quality in accordance with the selected environmental values/water uses of the water/sea bodies and their sensitivity to adverse effects on the environment, such as eutrophication or increased concentration of nitrates in drinking water. When adopting action plan and measures, it is necessary to take into account the best available techniques and the best environmental practice. Management has to consider the appropriate role of stakeholders.

Options for effluent management

Each country in the region has some specificity related to wastewater management as a result of cultural, environmental, political, economic and other factors, and thus needs to have a specific list of sustainable options. However, general philosophy, objectives and principles have to be respected because they are part of global and regional policy of sustainable development and water resources management. Wastewater management options should address the management of the wastewater sanitation system as a whole (users/wastewater, collecting system, treatment and disposal) and each of the aspects individually. The important aspects are waste minimisation; managing of collecting system; managing of treatment system (wastewater and sludge); effluent reuse; effluent discharge to: land, coastal waters, inland waters; and marine disposal system. In the selection of the options it is necessary to apply a hierarchical approach for waste management by encouraging wastewater producer, services providers and authorities to choose waste management options towards the top of the hierarchy.

Waste minimisation is the one of the priorities of any sustainable wastewater management strategy and should be first addressed. Waste minimisation means risk minimisation. It is the activity at the top of the "waste hierarchy" approach. The application of good waste minimisation practices will push the volume of wastewater and quantity of potential pollutants to a minimum, and thus the risk to the human health and the environment.

Effluent reuse serves an important function in water resources management by providing a means to produce a quality source of water for irrigation, industrial, and urban water requirements throughout the region. With many countries facing severe water shortages, reusing water for irrigation and industrial purposes is gaining ground. It is an application of effluent in a way that also provides income, reduces costs and leads to some other benefits. Directly or indirectly, it could result in economic, social and environmental benefits.

Land applications have been used to return the discharged water to the water cycle. It includes systems such as evaporation ponds, soakage systems and irrigation by which water returns to the water cycle by evaporation and evapotranspiration, or infiltration. In this case irrigation has a goal to maximise the discharge of water and its return to the water cycle, thus the principles of effluent reuse have to be applied.

For the coastal communities effluent is directly or indirectly discharged to the associated coastal waters. The aim is to maintain water quality that protects the water body's environmental values/water uses. Historically, the Mediterranean coastal communities have made much use of the treatment and dispersing properties of the sea for this purpose. The important part of such concept is sea outfall, which has been designed/used to ensure that the effluent is discharged in the best practicable environmental manner. The treatment must be appropriate and the outfall has to be relatively long and equipped with diffuser to achieve high levels of dilution and dispersion. Usually, a mixing zone around the discharge point/diffuser will be specified, beyond which the environmental uses are maintained.

Inland waters mean all standing or flowing waters on the surface of the land, and all groundwater on the landward side of the baseline from which the breadth of territorial waters is measured. Where effluent is discharged in inland waters, the aim is to maintain a water quality that protects the water body's environmental values (aquatic ecosystems, terrestrial ecosystems and wetlands directly depending on the aquatic ecosystem, and water uses). Special attention has to be paid to the groundwater.

Wastewater treatment involves various processes used individually or in series to obtain the required effluent quality. The most common level of treatment is *secondary treatment*, which usually includes the first three levels (preliminary, primary and secondary treatment), in series or combined in varying configurations. Secondary treatment is normally a prerequisite of advanced treatment and disinfection. Nutrient removal, as well as advanced wastewater treatment, is generally associated with protection of nutrient-sensitive areas, or specific uses of water bodies such as drinking purposes. Advanced treatment and disinfection are also associated with effluent reuse. Advance cleaning of wastewater that goes beyond the secondary or biological stage is also named as *tertiary treatment*. Safe handling and disposal of various residual produced in different treatment units are of equal importance. By-products of wastewater treatment are solids: screenings, grease and oils, and biosolids or sludge cake. Because the treatment and disposal of sludge is expensive, sludge-handling costs are often the overriding consideration in the design of wastewater treatment plants.

Many unit operations and processes can be combined to develop a flow scheme to achieve a desired level of treatment. To develop the best possible flow scheme a designer must evaluate many factors that are related to operation and maintenance, process efficiency under variable flow conditions, and environmental constraints. Final technology selection also requires a detailed assessment of other pollution sources, further projection of population size and waste production, community and cultural characteristics, and financial capacity of the community.

The aim of wastewater treatment and outfall/disposal design is to ensure that the wastewater is discharged in the best practicable environmental manner. Different environmental conditions that exist in different places need to be taken into account in reaching decisions on water treatment and disposal. Decision on treatment and disposal has to be based on objectives set by the authorities for the quality of the stretch of water to which the discharge is made as well as any relevant standards from national or international Directives.

Guidelines for disposal

Guidelines for Land Application: Land application is the discharge of the effluent on an area of land with the primary aim of returning the water to the water cycle by evaporation, evapotranspiration and/or infiltration. This is one of the measures that are part of sustainable water resources management or water conservation. These guidelines describe the levels of treatment required for effluent prior to land application (Table 9). The land application does not include raw water discharge because it is not part of effluent management. Water quality limits are set to minimise potential health risk and negative effects on the receiving environment. The prescribed limits should be monitored to determine compliance.

Land application is a feasible alternative for inland communities, especially smaller communities in arid and semiarid areas for total effluent disposal or surplus effluent disposal after application of reuse. This method is also feasible in areas where direct discharge to the surface and ground water is not permitted, such as water for drinking purposes or very sensitive waters.

Guidelines for Coastal Waters: Many of the human uses of marine waters are directly dependent upon the nature and quality of the biological, chemical, and physical systems present. That way the maintenance of acceptable water quality is a priority. The effluent is discharged into different coastal waters: open coastal waters, estuaries and bays. The effluent can be discharged directly into the sea by long/extended submarine outfalls far from shore, or nearshore/coastal discharge sites or coastal outlets. The effluent can also be discharged into the sea indirectly, via discharges into rivers, estuaries and groundwater.

Use of sea for additional treatment of effluent discharged via long submarine outfall and diffuser system is still today an attractive and realistic option for some countries in the region. Such alternative can be used if environmental capacity is sufficient to accommodate the remaining waste after a partial treatment, and if it is the initial step in the development of higher level of treatment/protection of sea. The important element of such approach is monitoring, which has to provide sufficient information on the impact on water quality, sediment and biological community.

Treatment plant and submarine outfall have to be considered integrally, as a unique treatment scheme. Long/extended submarine outfall has to be used in all cases when disinfection is not used in treatment scheme. Disinfection can not be used if effluent has not been treated with at least secondary level of treatment. Table 10 lists the various categories of discharge to coastal waters, and indicates the related environmental values, issues and guideline treatment levels that apply. These categories are dependent upon the mixing processes that dominate the discharge.

Guidelines for Inland Waters: Many Mediterranean countries, especially in the southern and eastern parts, are undergoing rapid and/or economic growth and urbanisation resulting in improper wastewater management. These issues highlight the need for wastewater sanitation systems to manage the impact of urbanisation on land waters and the need for increasingly more stringent controls of effluent. The goal is to manage wastewater sanitation systems in such a way as to meet present and future needs by developing lower-cost but adequate services that can be implemented and sustained at the community level. It can be realised by identification and implementation of strategies and actions that will reverse current trends of resource degradation and depletion.

If necessary, due to financial, social and other constraints that effluent causes water quality objectives to be exceeded, the mixing zone associated with the discharge should be defined and designated in a waste discharge licence. The aim must be to progressively reduce the declared mixing zone size until the discharge no longer impairs water quality objectives. Generally, for inland waters, the secondary level of treatment is necessary in order to protect human health and the environment. It is especially necessary for the countries lacking the water for irrigation because there is a high possibility that effluent will be reused, controlled or uncontrolled. Table 11 sets out the effluent parameters of concern and the guideline treatment levels for discharge to inland waters.

Sampling and monitoring

Monitoring is an essential part of the implementation of the whole range of water legislation. Sampling and monitoring of the environment and effluent are needed to determine whether: (i) the predicted effluent quality is achieved; (ii) the level of impact or change caused by the management system is as predicted; (iii) the agreed environmental values are met. Table 12

gives the recommended sampling frequency for different plants, which have to be harmonised with relevant national regulations. Monitoring programme has to be properly designed in order to be efficient and rational. Monitoring without the specification of information needs, prior to the actual network design, will be a waste of money.

1. INTRODUCTION

Mediterranean region generates large volumes of wastewater, with urban water use alone accounting for about $38 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$. Out of it, the northern region produces $23 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$; eastern $7.5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$, and southern $7.5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$. Wastewater also comes from industry, commerce and tourist resorts. The wastewater from urban areas, "urban/municipal wastewater", means domestic wastewater or the mixture of domestic wastewater with industrial wastewater and/or run-off rain water. Treated wastewater, known as effluent, is normally discharged to the environment (land, inland waters, and coastal waters), requiring proper management to protect public health and the environment.

A wastewater collecting system:

- receives domestic, commercial and pre-treated industrial wastewaters;

a wastewater treatment and disposal system:

- treats the wastewater to the required level;
- discharges the resulting effluent and solids into the environment.

In providing this service, the wastewater sanitation system (the combined collection, treatment and disposal system):

- manages the liquid waste produced by a community, to protect public health and the environment;
- treats and disposes of the effluent at a location distant from population and protected areas;
- enables where appropriate large scale treatment installations with combined wastewater from many small settlements to be built and operated, resulting in considerable cost savings;
- results in few point source rather than many scattered point and diffuse source discharges, which are easier to manage, monitor and modify.

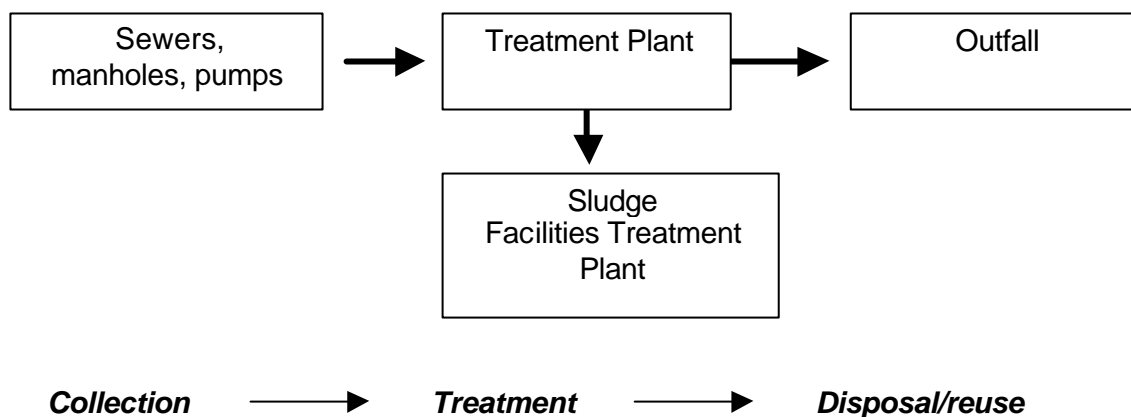


Figure 1. Wastewater sanitation system components

Purpose of Document

This document is a part of the MAP MEDPOL programme and the Mediterranean GEF Project related to Strategic Action Programme (SAP) to address pollution from land-based activities. This series of documents-guidelines covers different issues of protection of the Mediterranean Sea against land-based sources. This document deals with the overall management of the wastewater sanitation system, and particularly with the problem of wastewater treatment and disposal. It has been developed as a basis for a common Mediterranean approach throughout the Mediterranean region.

These guidelines deal with urban wastewater and effluent from urban wastewater treatment plants for domestic and pre-treated industrial wastes. They do not cover effluent discharged directly into the environment from sources such as:

- industries;
- storm water drains;
- overflows;
- septic tanks, etc.

The guidelines do not apply to cases where raw wastewater is applied to land as a part of the treatment processes.

Wastewater treatment and discharges from treatment plants of industries are not covered by these guidelines.

In these guidelines it is assumed that the industrial wastewater connected with urban wastewater collecting system was pre-treated at the industrial treatment plant in accordance with the local and national guidelines for industrial trade wastewater-effluent. The general rule is that industrial effluent, prior to being discharged into the urban wastewater collecting system, should have quality equal to or better than the typical domestic wastewater in order to be transported to and treated at the urban wastewater treatment plant. Only certain higher levels of concentration of biodegradable organic matter than domestic wastewater can be acceptable, which has to be regulated in advance.

These guidelines are intended to apply until the next revision of this document. They describe the principles and practice of managing effluent in accordance with the Mediterranean context, and help identify and select appropriate methods for the Mediterranean region. These guidelines consider and respect the generally known principles, as well as relevant EU directives, and especially the Council Directive concerning urban wastewater treatment (91/271/EEC). The effluent parameters of major concern, the minimum level of treatment, and the commonly required level of treatment are indicated for each of the discharge options. The guidelines can be applied for assessment of the existing effluent discharges, new schemes, and proposals for effluent management. The guidelines are not intended as a replacement for national or international regulations in this field, and especially not for EU countries and the relevant directives.

Target Audience

These guidelines are intended to be used in the Mediterranean region, and particularly in the non-EU countries in the region by:

- decision makers on the wastewater treatment, disposal and effluent management in the urban areas;
- planners and designer of wastewater treatment and disposal systems;

- individuals and organisations such as: government agencies, water authorities, decision makers, regulators, community and special interest groups involved in the preparation of coastal areas, river basin or catchment management plans;
- those involved with different levels of the approval processes;
- as a training material for capacity building in the field;
- all others with an interest in the management of wastewater sanitation systems.

Methodology Used

The wastewater management problem is: (i) complex for solving because equal significance shall be given to the environment, economy and social aspect of the problem; (ii) costly because of great investment costs and permanent operating costs with the tendency of constant increase; (iii) sensitive since solutions are directly related to the environment and population; (iv) a long-term one since implementation of problem solution and expected improvement of environment conditions are slow, while monitoring measures shall be carried out constantly. Since all above are different and mutually linked elements of the system, which are mainly in mutual conflict of interest, no ideal solution exists. Instead, they shall be the most acceptable compromise in observed situation and time. This means that solutions shall be economically acceptable, both for population and stakeholders and will contribute to the improvement of environmental protection and sustainability. The solutions shall also be flexible enough to be constantly upgraded and improved in order to fulfil expected environment protection requirements that are getting more and more strict.

In such situation, participation of decision-makers and others in problem solving procedure is very hard, especially for those without sufficient knowledge and experience in the issue. Therefore, it is necessary and useful to have uniform regional guidelines for numerous possible situations, as it would provide, relatively simply and fast, an overview of the characteristics of a possible solution. Using the guidelines, fast and reliable information can be obtained that is necessary for accurate problem solving. This will save time and money and also decrease the possibility of applying an unacceptable solution.

In order to better comprehend this complex and multidisciplinary problem and guidelines application, themes are presented in a systematic manner as necessary to understand the problem completely. Its structure also enables fast and simple access to required information without a need to read the whole text. Thus, each chapter is a theme for itself, but also a part of an integral unit and framework within which real problems are solved, i.e. framework on which the guidelines for wastewater treatment and disposal are based. At first, broader frameworks for problem solving are given, which are narrowed down in connection to wastewater management in order for the guidelines to be presented in the end.

In that sense, a broader, global framework of present water conservation and wastewater management is presented first in Chapter 2. The framework includes themes such as: background water, wastewater characteristics, characteristics of wastewater discharges, environmental uses and water quality, legislation and role of authorities and monitoring. In this chapter, the reader will obtain necessary information on the importance of water and the need for its protection, characteristics of wastewater and its impact on people and environment. This chapter is intended for those who do not have sufficient knowledge of the problems of water quality and water protection systems against pollution.

Chapter 3 gives detailed description of the narrow management framework for wastewater management. The elaborated themes are: aims and objectives, strategy and principles, control mechanisms, effluent quality, receiving water body and aquatic ecosystem protection, stakeholders, the role of wastewater company/authority and community consultation. The basic elements of urban wastewater control system and guidelines that should be followed in solving wastewater management problems, are explained in detail. In this chapter, the reader will obtain necessary information to understand better the possible solutions. The chapter is

intended to those who want detailed information on wastewater management problem and the factors that influence the process of solution selection, as well as its impact on the environment, population and economy.

Chapter 4 presents methods for effluent management including the problem of waste decrease, wastewater treatment, disposal of treated wastewater to soil, sea and land water as reuse of treated effluent. Basic characteristics of technical and non-technical solutions for effluent management and disposal are presented, as well as design procedure. Problems elaborated in this chapter are professional and closely connected with solution selection and therefore intended for professional public in wastewater management area.

Chapter 5 refers to guidelines for treatment and disposal. The guidelines are given for selection of required treatment level, in compliance with characteristics of wastewater and a recipient. Thus, they refer to treatment and disposal to soil, coastal sea and land freshwater. Moreover, explanations of characteristics of each disposal procedure are described, together with their advantages and disadvantages, as well as necessary prerequisites for a selection of an accurate solution. This chapter is directly connected with the selection of possible solution, since it enables, in a simple and concise manner, selection of an acceptable solution in compliance with present practice in the region. It is intended for all those who want quick and unambiguous information on acceptable solution.

In the end, characteristics of water and effluent monitoring, necessary for control of efficiency of applied measures, are presented in detail.

Besides of the listed basic chapters, at the beginning of Chapter 1: "Introduction", an explanation is given why this document has been issued, what is expected of it and whom it is intended for. Enclosures in the end contain Glossary necessary for understanding the text, as well as references used in elaboration of these guidelines, also containing literature that could be consulted.

As can be observed, concept of the document enables interested parties to easily access necessary information based on which, decision on selection of problem solution could be made for certain problem using the given guidelines (Chapter 5). The document also contains necessary information for complete understanding of wastewater treatment and disposal problem, as well as presented guidelines (Chapters 2, 3, 4 and 6). This means that the reader, based on the needs, can use the document in different manners. In the case of a clear situation and complete understanding of the problem, direct guidelines are used (Chapter 5), while in the case of incompletely defined problem and need of good understanding, he can have an overview of the entire problem and guidelines in order to select the most acceptable option.

The document also contains explanations and guidelines for several different themes from the area of wastewater management, so it can be used in different situations encountered in practice (monitoring, public participation, regulations, economic aspects, water quality objectives, water quality standards, wastewater treatment, disposal methods etc.) Thus, the document has broader significance and application.

It shall be emphasized that the aim of this document is not to replace the national EU regulations, but to provide users with an overview of everyday common regional practice in problem solving, and therefore enable uniform and harmonized approach to achieve common aims for protecting the water and the sea.

2. ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS

Water is essential for life. It also plays an important part in the economy of a modern country. Ensuring that water resources are understood, respected and managed correctly is vital for any nation future. Coping with the various demands for water, and seeking to maintenance and improve the quality of water, is an important and sometimes difficult challenge.

Rivers, estuaries, coastal water and underground water are all integral parts of the natural environment. Careful planning and management is needed to protect and conserve them, and to ensure that the water they supply is suitable for a variety of uses.

Water provides important habitats for wild plants and animals. We use water for agriculture and industry, for leisure activities- and of course for drinking.

The water we use eventually returns to watercourses and sea. Provided it is not polluted with harmful, persistence substances, water can be used again and again. Even so, we do need to ensure that we do not take too much water at any one time from a river or other sources.

Waters, with the plants and animals that live in them, can dilute, disperse and break down some materials that enter them. For a long time we have made use of this capacity, both of coastal and inland waters, to dispose of waste. That why we must seek to ensure that the water body and its living components are able to purify the water, and that the entry of pollutants does not threaten water quality.

Background Water Quality

The water environment is a complex system controlled by a variety of physical, chemical and biological processes. The understanding of these processes is a prerequisite of any consideration of man's past or future impact on water. Of particular interest in this context is the description of the processes and their spatial and temporal scales, which are important in different water areas and for different pollution situations.

Identification of water sensitive areas is one of important background activities for implementation of appropriate treatment. A water body can be identified as sensitive related to their ecological characteristics (e.g. eutrophic or potentially eutrophic waters) as well as related to water uses (e.g. water intended for the abstraction of drinking water or food production).

Wastewater Characteristics

Municipal wastewater consists of a mixture of domestic wastewater, effluents from commercial and industrial establishments and urban runoff. Municipal wastewater composition depends on the specific water consumption. This can vary from 50 - 300 l/capita/day and together with other than discharges from households (industry) explains the wide concentration range of main wastewater constituents.

Municipal wastewater contains over 99.1 percent water. The rest includes material such as suspended and dissolved organic and inorganic matter and microorganisms. These materials give physical, chemical, and biological quality that are characteristics of municipal wastewaters. A typical composition of municipal wastewater is given in Table 1. The values vary with the type of wastewater collecting system used and wastewater input. Concentrations are higher in separate systems than in combined systems. Wastewater quality data show seasonal, daily, and hourly variations. Concentrations are also different in wet and dry periods. For design, the actual composition of wastewater should always be measured.

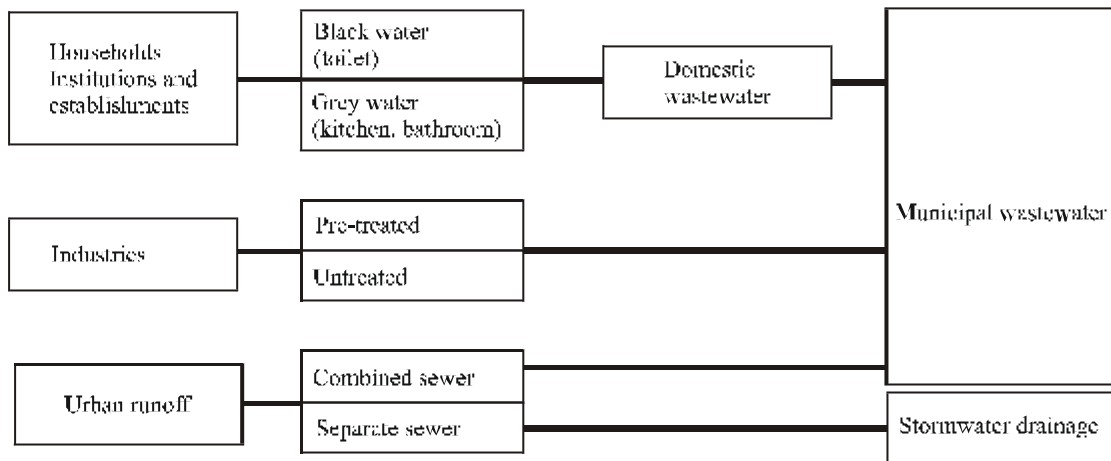


Figure 2. Municipal wastewater components

Table 1
Typical composition of municipal wastewater (UNEP - GPA, 2000)

Parameter	Description	Range of Concentration
Qm (l/capita/day)	Average wastewater flow per capita per day	150 - 250
TS (mg/l)	Organic and inorganic, settleable, suspended and dissolved matter.	300 - 1000
SS (mg/l)	Portion of organic and inorganic solids that are not dissolved.	150 - 350
BOD5 (mg/l)	Biochemical oxygen demand (5-d, 20 C). It represents the biodegradable portion of organic component.	100 - 400
Total N (mg/l)	Total nitrogen includes organic, ammonia, nitrite, and nitrate nitrogen.	20 - 85
Organic N (mg/l)	It is nitrogen bound in protein, amino acid, and urea.	8 - 35
N - NH ₃ (mg/l)	Ammonia nitrogen is produced as first stage of decomposition of organic nitrogen.	12 - 50
Total P (mg/l)	Total phosphorus exists in organic and inorganic form.	5 - 15
Organic P (mg/l)	Organic phosphorus is bound in organic matter.	1 - 5
Inorganic P (mg/l)	Inorganic form of phosphorus exists as orthophosphate and polyphosphate.	4 - 10
Total Coliforms	The group of aerobic and facultatively anaerobic Gram-negative, non-spore-forming, lactose-fermenting bacteria which typically inhabit the large intestine of man and animals.	10 ⁶ -10 ⁹ /100ml
Cl ⁻ (mg/l)	Chloride in wastewater comes from water supply, human waste and domestic water softener.	30 - 100
Sulphates (mg/l)	Sulphates contents in wastewater.	20 - 50

Loading of suspended and dissolved solids in municipal wastewater on a per capita basis remain relatively stable, Table 2. The variation in constituent loading per capita per day may be due to industries served, usage of garbage grinders and domestic water softeners, and discharge of septage. In small treatment facilities their effects may be significant.

The population equivalent of a waste may be determined by dividing the total mass per day by the per capita mass load.

Table 2**Typical unit waste loadings**

Constituent	Loading
BOD ₅ (g/cap/d)	60 - 80
COD (g/cap/d)	110 - 160
Total suspended solid (TSS) (g/cap/d)	70 - 100
Total nitrogen (as N) (g/cap/d)	11 - 14
Total phosphorus (as P) (g/cap/d)	2 - 4
Total coliforms (b.c./cap/d)	10 ¹⁰ - 10 ¹²

Characteristics of Wastewater Discharges

Effluent management requires wastewater treatment to a level, which will prevent further deterioration, secure protection and enhance the status of aquatic ecosystems, minimise risk of human disease, and protect environmental uses/values of the waters. Inappropriate treatment of wastewater can cause significant and irreparable damage to receiving waters and land environments. Major threats to the environment are contaminants such as: for inland waters primarily phosphorus and than nitrogen, for the sea waters primarily nitrogen and phosphorus, BOD/COD, suspended solids, heavy metals and toxic substances, pathogens. They can cause environmental damage and threat to human health, directly or indirectly, by food chain processes.

Aesthetics

Protection of aesthetic environmental values is necessary to avoid unacceptable visual, odour, and taste problems, as well as other visual evidence of wastewater solids being discharged: colour, floating materials, grease and oils. Generally, there should be no surface slick visible and no floatable wastewater solids, especially in the bathing areas. This can be achieved through the application of pre treatment processes, and much better, by primary treatment.

Pathogens

Faecal waste from humans and animals contains pathogen micro-organisms (viruses, bacteria, fungi, and protozoan) which are directly harmful to human health. Water-related diseases, such as gastro-intestinal diseases, remain among the main health concerns.

Raw wastewater contains many species of micro-organisms which determine the potential health risk associated with recreational uses of receiving waters or consumption of seafood. Discharged by effluent, pathogens end up in the waters. The pathogens die off slowly in rivers, lakes and sea, and taint fish and shellfish. Rate of die off is significantly higher in sea than fresh waters. The level to which pathogens have to be reduced to ensure appropriate environmental values/uses is prescribed in appropriate standards.

Faecal coliforms are the most widely used indicators for likely presence of pathogens, selected because of their ability to indicate the presence of fresh faecal material and thus the possible source of pathogens.

Nutrients

The nutrients, phosphorous and nitrogen are usually present in domestic wastewater. Increased concentration of nutrients (phosphorus and nitrogen) in receiving waters usually leads to over-fertilisation and blooms of algae or dino-flagelates (eutrophication) which alters the natural ecosystems. This can also in some cases cause development of undesirable species - cyanobacteria which produce biotoxins that cause skin rashes on bathers, and can kill animals which drink affected waters. Once these organisms die off, they start rotting and deplete oxygen, which in turn affects all higher life forms in waters.

Acceptable levels of nutrients vary widely and must be assessed on a case-by-case basis. A water body must be considered as nutrient-sensitive if:

- natural freshwater lakes, other bodies, estuaries and coastal waters are found to be eutrophic or have poor water exchange;
- surface waters intended for the abstraction of drinking water contain more than the concentration of nitrate laid down under drinking water standard.

Less sensitive areas are marine water bodies or fresh-water areas in which wastewater does not affect adversely the environment as a result of morphology, hydrology or specific hydraulic conditions which exist in that area. Generally, these areas have high rate of water exchange/circulation and are not subject of eutrophication or oxygen depletion.

Toxicants

Toxicants in effluent, such as heavy metals (mercury, cadmium, etc.), and persistent organic substances, such as PCBs, can influence health, either as acute or chronic effects. Toxicants are a chronic risk to human health when they are:

- persistent in the aquatic environment;
- bioconcentrated several thousand fold;
- exerting a toxic effect after prolonged exposure to low concentrations of the toxic constituent.

The most common toxicants are heavy metals and chlorinated organic. They are of concern in all environments. PCBs and other persistent organics can be transferred through marine food chain to end up in the fat tissues and milk of adult seals. It is necessary to set out a list of priority substances, on the basis of their toxicity, persistence and bio-accumulation, which present a significant risk to or via the aquatic environment.

The appropriate approach is to control toxicants at the source. It is necessary for all industrial wastewaters, which contain such matter. The aim is to eliminate or to reduce pollution of water by certain dangerous substances. To do so it is necessary to set emission standards for sewers and waters, establish system of prior authorisation, and implement programmes to prevent or reduce pollution. Toxicants can be partly removed from wastewater through biodegradation, or are retained in the sludge. The substances should not be allowed to contaminate wastewater sludge to such extent that the reuse of sludge can be prohibited.

The use of chlorine for disinfection is of special concern if the discharge is to water, as the concentration present can be harmful to aquatic life. Where the discharge is to waters, treatment techniques that do not add to the aquatic toxicity of the effluent are preferred. Good example is long submarine outfall, which uses sea water for disinfection. Where a chlorine is the only practical disinfection option, the need for dechlorination of the effluent should be considered where there is not sufficient dilution through dispersion to ensure that chlorine concentrations are below toxic levels.

Toxic inorganic chemicals, like metals, in higher concentrations may cause synergistic or antagonistic effects in terms of toxicity in biological wastewater treatment plants.

Dissolved solids

Dissolved solids are portions of organic and inorganic solids that are not filterable. The impact of concentration and nature of soluble salts in treated effluent on land and fresh waters has to be considered very carefully. Salt discharged with effluent may alter salinity of fresh water, which may affect ecosystems, depending on the level of stress and ecosystem characteristics. It can also affect possible uses of fresh waters.

Dissolved solids in land application must be also very carefully considered. They may create serious environmental problems, particularly in association with higher water tables. This is especially a problem in the case when effluent or water are used for irrigation. Even if the concentration of dissolved salts is low it can result in a high concentration of salt in soil and reduction in crop production.

Suspended solids

Suspended solids originate from households and industrial waste, but also from urban run-off. The suspended solids render river and lake waters turbid, which in turn affects the biological productivity in water. Much of suspended solids are organic. When it settles out in lakes, rivers and estuaries it will start rotting creating a local oxygen-poor environment with same effects as BOD. Also, disposal of wastewater in shallow and close sea may lead to this condition. At the same time, suspended solids are comparatively cheap to remove. It is the logical first step to build primary treatment to remove suspended solids, and add the next biological treatment steps later as funds become available.

Other considerations

In the review of each discharge all other parameters must be considered. Such parameters are temperature, sand, pH, oils, biochemical oxygen demands, etc. Organic matter (BOD) causes depletion of oxygen in the surface water. As a result, fish die, the water turns black and septic.

The review should assess the impact of parameters on the ecosystems and environmental values of receiving water or land.

Box 1: Constituents in wastewater and their impacts on the marine environment

Characterisation	Impact
Solids	High levels of suspended solids may cause excessive turbidity, shading of seagrasses and result in sedimentation, which is potentially damaging to benthic habitats and can cause anaerobic conditions at the sea bottom. Fine particles may be associated with toxic organics, metals and pathogens that adsorb to these solids.
Organic matter	Biological degradation of organic matter poses oxygen demand and can deplete available dissolved oxygen. The strength of wastewater is commonly expressed in the BOD parameter (Biochemical Oxygen Demand). High BOD levels in natural waters can therefore cause hypoxia and anoxia, especially in shallow and enclosed aquatic systems, resulting in fish death and anaerobic conditions. Anaerobic conditions subsequently result in release of bad odours (due to formation of hydrogen sulphide).
Nutrients	Nutrients increase primary production rates (production of oxygen and algal biomass); adverse levels cause nuisance algal blooms, dieback of coral and seagrasses, eutrophication that can lead to hypoxia and anoxia, suffocating living resources (fish). Massive die-off of algal matter will result in additional organic matter.
Pathogens	Pathogens can cause human illness and possible death. Exposure to human pathogens via contact with contaminated water or consumption of contaminated shellfish can result in infection and disease.
Toxic organic chemicals	Many toxic materials are suspected carcinogens and mutagens. These materials can concentrate in shellfish and fish tissue, putting humans at risk through consumption. Bio-accumulation affects fish and wildlife in higher food chain levels.
Metals	Metals in specific forms can be toxic to various marine organisms and humans; shellfish are especially vulnerable in areas with highly contaminated sediments
Fats, oil and grease	Fats, oil and grease float on the surface of sea water, interfere with natural aeration, are possibly toxic to aquatic life, destroy coastal vegetation, reduce recreational use of water and beaches and threaten water fowl.

Environmental Uses and Water Quality

Use area definition

The usual generalised uses of the receiving waters have been identified, and are listed in Table 3.

Table 3
Water uses

Use Area
Drinking
Fisheries
Shell-fisheries
Agricultural uses
Ecosystem
Abstraction
Bathing
Water/marine recreation
Visual enjoyment
Mixing zone

The water uses are often specific to a particular area of the receiving waters. The “shellfishery” applies to shellfish beds, “bathing” to bathing beaches, “recreation” to the area used for different water recreation activities, and so on. These areas are defined as Uses Areas.

The water use specified as “ecosystem” often applies to all areas outside the mixing zone. However, special protecting/conserving areas have to be specified.

Waters used for drinking purposes are of a strategic interest, with the highest level of protection needed in order to ensure sustainable long-term water use. Generally, discharges of effluent are not permitted in these water bodies.

The drawing up of the water use area boundaries is a multidisciplinary activity involving biologists, chemists, environmentalists, the general public, politicians and other interested parties. These areas are generally defined by development planning processes of the regions.

Definition of the water use in the area concerned is one of the first steps in the wastewater management planning after considering the environmental conditions.

The most sensitive selection of the Use Area is the “mixing zone” selection, which is practically the selection of the point of discharge of effluent. The selection of this zone requires close co-operation with the public and relevant authorities. An appropriate tool for the selection of this zone is Environmental Impact Assessment, or similar assessment methods.

Environmental Quality Objective and Environmental Quality Standards

The fundamental principle of the Mediterranean policy for the protection of the aquatic and marine environments is that the standards to which individual discharges are required to conform should be set with reference to and objective for the quality of the water affected.

An Environmental Quality Objectives (EQO) is the requirement that a body of water should be suitable for those uses identified by the controlling authority. The uses are protected by one or more Environmental Quality Standards (EQS). An EQS is a specified concentration of substance in the water body, which must not be exceeded if a given use is to be maintained.

Inherent to this approach is the need to allow a reasonable zone in the environment for a discharge to mix with the receiving water. The “mixing zone” is the area around a discharge point wherein the EQS may be exceeded and some level of environmental damage may occur. The decision as to whether or not a “mixing zone” is reasonable in size is a matter of judgement for the controlling authority.

The most important WQO defined to protect the Uses of the aquatic environment are presented in Table 4.

Each use of the waters requires appropriate Environmental Quality Standards (EQS)/water quality. For the EU countries and the acceding countries appropriate EU Directives provide appropriate Standards. Non-EU countries generally have standards similar to the EU directives or standards recommended by international institutions such as the World Health Organisation, the Barcelona Convention and its Protocols, and relevant MAP Interim Environmental Quality Criteria (MAP-IEQC).

Table 4
Environmental Quality Objectives

EQO No.	Environmental Quality Objective	Description
1	Drinking water	Objective is protection of consumer, by restricting levels of substances in the water depending on level of possible water treatment to achieve drinking water standard.
2	Human Food Source Protection 2a) Fisheries 2b) Shellfisheries 2c) Agricultural water use	Objective is protection of consumer, by restricting levels of substances in any food derived directly or indirectly from fresh and saline water, or by use of water for agricultural purposes.
3	Fish and Shellfish Protection	The objective is to preserve fish and shellfish, primarily for commercial exploitation, and also for angling interests, protection of an ecosystem or general environmental management. EQO2 may also apply, but only if the fish are eaten by humans. Protection must extend to the most sensitive stages of the lifecycle.
4	Biodiversity	The objective is protection of other aquatic life and dependent non-aquatic organisms, not of commercial interest, its food sources and/or an ecosystem. Where necessary the sensitive stages in the lifecycle are taken into account. If human consumption is involved, EQO2 above will also apply.
5	Industrial Abstraction Protection	Saline waters are usually only abstracted for cooling purposes, with a low quality requirement. Fresh water can be abstracted for different uses in industry with specific objectives and corresponding quality requirements.
6	Recreation 6a) Bathing (primary body contact) 6b) Contact Water Sports (secondary body contact) 6c) Visual use	For the protection of swimmers and those engaged in water sports and for protection of aesthetic values of the waters.
7	Public Nuisance Prevention- Aesthetic considerations	This is the minimum environmental quality necessary to protect public health and to prevent visual and smell nuisance. General amenity interests, such as protection of fish, aquatic plants, bird life and so on are covered by other objectives above.

The possible Environmental Quality Standards for waters are presented in Table 5. They are given as minimum standards. Each country may apply stronger standards in accordance with the specific conditions and/or international/regional obligations.

Table 5
Environmental Quality Standards associated with Use Areas

Environmental value/use	EQO No. (Table 1)	Aesthetic standard	Microbial standard	Physical-chemical standard
Drinking water	1	None	WHO/EU directives	EU/WHO Drinking Water Directives
Fisheries	2a, 3	None	No restrictions	Appropriate EU Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC
Shell-fisheries	2b, 3	None	EU Directive; MAP-IEQC	Appropriate EU Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC
Agricultural water	2c, 3	None	Appropriate EU or WHO guidelines; MAP-IEQC	Appropriate EU/WHO Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC
Ecosystem	3, 4	None	No restrictions	Appropriate EU Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC
Abstraction	5	None	No restrictions	No restrictions
Bathing	6a	Presence of recognisable solids prohibited	EU Bathing Waters Directives; MAP-IEQC WHO Guidelines	Appropriate EU Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC WHO Guidelines
Water/marine recreation	6b	Presence of buoyant recognisable solids prohibited	WHO Guidelines	Appropriate EU Directives (limit for selected substances); MAP-IEQC WHO Guidelines
Visual use	6c	Presence of recognisable solids prohibited	No restriction	In accordance with ecosystem characteristics and requirements
Mixing zone	7	Presence of buoyant recognisable solids prohibited	No restrictions	EU TiO ₂ Directive No other restrictions

Legislation and Role of Authorities

Approaches

There have been basically two different approaches to tackle water pollution problem, and therefore approaches to wastewater management:

- (i) The Water Quality Objective approach (WQO) defines the minimum quality requirements of water to limit the cumulative impact of emissions, from both point sources and diffuse sources. This approach, therefore, focuses on a certain quality level of water which is not harmful for the environment and human health.
- (ii) The Emission Limit Value approach (ELV) focuses on the maximum allowed quantities of pollution that may be discharged from particular source into the aquatic

environment. This approach, in fact, looks at the end product of a process, such as wastewater treatment, or which quantities of pollutants may go into the water.

In case of WQO approach, the level of wastewater treatment and method of disposal of effluent have been selected to achieve required water quality objectives of the receiving waters/sea body with the most appropriate method/solution (economically and technologically). It means that the level of the wastewater treatment has to be regulated on the basis of characteristics of the wastewater (source of pollution) and prescribed water quality objective of receiving water body.

In case of ELV approach level of the wastewater treatment and method of the effluent disposal are prescribed directly or indirectly (by allowed quantities of pollutants that may be discharged) by appropriate regulations in accordance with the characteristics of the particular point source of pollution.

There has been a long scientific and political debate about these approaches. As a result, recent legislation of many Mediterranean countries, as well as of the European Union, is based on a “combined approach” where WQOs and ELVs are used to mutually reinforce each other. Such approach has to be used in the Mediterranean region too. In this concept, the more rigorous approach will apply in any particular situation. This combined approach is in accordance with the precautionary principle, and the principle that environmental and health damage should, as a priority, be rectified at the source, as well as the principle that environmental conditions in particular regions shall be taken into consideration. It means that the Mediterranean regional environmental conditions, as well as the environmental conditions of various sub-regions (countries) in the Mediterranean, have to be considered.

The “combined approach” to pollution control requires:

- limiting pollution at the source by setting **emission limit values** or other emission controls; and
- establishing water **quality standards** (objectives) for water bodies receiving effluent and permissible water uses.

In each case, the more stringent approach will apply. In this case, the country have to set down both the measures to limit values to control emissions from individual point sources, and the environmental quality standards to limit the cumulative impact of such emissions as well as diffuse source of pollution.

In this approach, the level of the wastewater treatment and method of disposal of the effluent are directly or indirectly prescribed by appropriate regulations. It has to be done in accordance with the characteristics of the particular source of pollution (emission limit value), and in accordance with the prescribed water quality objective and permissible uses of the receiving water body (required environmental quality standards). The stringiest limit values apply for discharges into freshwaters prescribed for drinking purposes followed by uses like swimming, recreation etc.

Successful implementation of this concept requires, among others, an appropriate control system. Achievement of such degree of control requires that the competent authorities have sufficient legal power and resources to be in a position to:

- identify and monitor all types of discharges and other impacts in the catchment area;
- grant permits for the discharge of effluent and enforce compliance with permit conditions; and
- undertake pollution prevention activities such as: enforcing protection zones, or controlling activities which could have adverse impacts on the state of water and sea.

Specific environmental objectives or emission limit values have to be set for the relevant pollutants and pollution sources of priority concern substances (“priority substances”) such as: mercury, cadmium, hexachlorocyclohexane (HCH), DDT, PCP, chloroform, aldrin, dieldrin, cyanides, metalloids and metals, etc.

Waters used for drinking water abstraction have to be subject to particular protection. For each significant body of water that is used for abstraction or that may be used in the future, an appropriate set of environmental quality standards has to be established.

The most important element of the sustainable wastewater management system is the balance among the three critical and interrelated aspects: (1) water quality, (2) investment, and (3) tariffs. The objective water quality standard and target levels for wastewater treatment should be defined. These quality standards should then determine the investment required for achieving water quality objectives. Finally, the investment level drives the tariffs, which aim to recover the cost. These tariffs, in turn, determine the service level which can be provided, and the associated water quality objectives. If the balance does not exist, the designed water quality objectives will hardly be achieved.

Role of authorities

General trend in today’s national regulation systems is to clearly identify and separate the roles of:

- water resources management;
- regulation; and
- operation.

The central government institutions have to properly distribute responsibilities among different national ministers and/or regional and local authorities, necessary for successful implementation of the strategy for sustainable water resources management. The key questions, which should be addressed, are:

- Decide on the “lead” institution for implementing the Strategy, as well as for ensuring the co-operation and decision-making process in case of other ministers being involved. In general, ministries that will be involved are: Ministry of the Environment (water quality standards, emission limit values), Ministry of Health (drinking water, use of treated wastewater), Ministry of Agriculture and Forestry (use of sludge, pollution); Ministry of Industry (emission control), and Ministry of Foreign Affairs (transboundary pollution);
- Decide on the distribution of responsibilities (legislation, implementation) among national, regional and local bodies;
- Arrange for the involvement of other public bodies and agencies (institute, environmental agency, water agency, water/environmental inspectorate, etc.);
- Decide, design and implement a national plan for water protection.

The competent national authorities are generally responsible for:

- Planning and implementation activities, including setting clear water quality goals and emission limits values which integrate environmental and economic considerations, with the full participation of stakeholders and consideration for community views;
- Regulation addressing duplications and gaps in government and sectors responsibility for water and wastewater regulation;
- Putting in place clear accountabilities and establishing management for water resources;
- Meeting the community’s legitimate demands for input into decision making processes;
- Establishing an inspectorate authorised to inspect installations and monitor management practices and water quality against objectives.

The role of regional and local governments in the water sector is important because:

- In many countries they have administrative structure in which certain powers are devolved to the regions or local level of government (planning authorities, municipality);
- Modern concept of water management is based on decentralisation of catchment or river basin, and involves local people as much as possible in the planning and decision making process;
- Needs of the co-operation of regional and local authorities in developing operational objectives which are also use-related (water for bathing, water for aquaculture, water for drinking water abstraction, water for irrigation, etc.);
- The provision of water and wastewater services is the responsibility of the regional or local government;
- The responsibility for the construction of water and wastewater treatment plants, water pipelines and sewer networks.

The responsibility for ensuring that drinking water is safe and that human waste products are disposed of in a satisfactory way so as to minimise public health risk.

Monitoring

Monitoring is an essential part of the implementation of the water legislation. Systematic monitoring of surface water and ground water quality and quantity includes:

- surveillance monitoring;
- operational monitoring;
- investigative monitoring; and
- compliance checking.

Proper co-ordination of monitoring contributes to achieving the environmental objectives, but also reduces the administrative and financial burden of monitoring.

The monitoring in general has to be established for:

- discharges of wastewater, for parameters depending on the particular case;
- surface waters (fresh and marine waters), for ecological, physical-chemical and morphological parameters;
- groundwater, for physical-chemical parameters;
- bathing water (fresh and marine) during the bathing season, for bacteriological and chemical parameters;
- drinking water, for bacteriological and physical-chemical parameters;
- re-used water, for bacteriological and physical-chemical parameters.

Reporting is one of the most important elements necessary for progress tracking good public relations and information. The competent authorities must have the power to collect information and their duties should include the requirement to set up a data collecting and reporting system. This can be achieved through requirements for licensed wastewater discharges to report information to the competent authority on the activities to which the license permit relates.

3. MANAGEMENT FRAMEWORK

Aims and Objectives

The objective of wastewater management is to avoid long-term deterioration of fresh and coastal sea water quality by appropriate treatment of wastewater and disposal of effluent aiming at sustainable protection and uses of fresh and sea water resources. Thus, the basic aim of wastewater management is to return treated wastewater to the environment in a way which the community accepts after considering both environmental and cost factors. The objective of wastewater management includes:

- avoiding health risks;
- preventing the degradation of the aquatic environment;
- promoting sustainable water uses;
- minimising both adverse impacts to land and contamination of surface and ground waters when used in land applications;
- maintaining the agreed water quality objectives for receiving waters when discharging to surface waters and sea;
- maximising the reuse of treated wastewater considering both the value of water and the nutrients.

The water quality objectives will usually be decided after considering:

- existing ecosystems;
- existing state of waters and water quality trends;
- uses of the receiving waters;
- environmental flows (biological minimum flow);
- other community objectives.

Quality objectives apply to bodies of water and are related to ambient conditions, and are also based on the toxicity, persistence and accumulative characteristics of substances.

Strategy and Principles

Ecologically sustainable development includes the enhancement of individual and regional well being by economic development, which balances economic, ecological and social demands, and safeguards the welfare of future generations.

This concept of ecologically sustainable development considers a more global approach to a water policy based on integrated river basin/catchment management. River basin and catchment areas, including coastal catchment areas, are the most appropriate defined geographical areas for the water resources management and coastal sea management. This enables assessment of all activities, which may affect a watercourse, the associated estuary and coastal sea, and their control by measures which may be specific to the conditions of the river basin/catchment area.

This concept of catchment management embraces:

- comprehensive approach to natural resources management within a catchment area with the water quality considered in relation to land and water uses, characteristics of aquatic and riparian ecosystems, and other natural resources;
- co-ordination of all the agencies, authorities, water users, water providers, and interest groups;
- extensive opportunity for consultation and participation.

A comprehensive strategy for achieving sustainable water quality management in the Mediterranean region has to be based on a set of principles, such as:

- High level of protection;
- Precautionary principle;
- Prevention action;
- Rectification of pollution at the source;
- Polluter pays principle;
- User pay principle;
- Waste hierarchy approach (prevention, minimisation, treatment/disposal); and
- Integration of environmental protection into other national policies (transport, agriculture, energy, tourism, fishery, etc.).

Control Mechanisms

Regulations

Most important control mechanisms are regulations and economic tools. Regulation of water in the Mediterranean region varies from State to State. The regulations adopted at the regional Mediterranean level include the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea Against Pollution (Barcelona Convention, 1975); Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean (Barcelona, 1995) and the related protocols. One of the most important for this subject is the Protocol for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution from Land-Based Sources (Athens, 1980/1996).

Legally binding for the Mediterranean region are UN and other international and regional conventions, protocols, and agreements, such as: Agenda 21 (Rio, 1992), Convention on Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes (Helsinki Convention, 1992); Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (Espoo, 1991/1998); Convention on Public Participation (Aarhus, 1998), and others.

However, for the EU countries and the acceding countries there is a set of EU Directives and the appropriate EU policy on the water management and protection, which have to be applied. Water is one of the most comprehensively regulated areas of the EU environmental legislation. The new European Water Policy has been developed, as well as its operative tool, the Water Framework Directive (2000/60/EC). This Directive provides a managerial framework for the whole range of water protection policy and legislation. The most important directives for wastewater companies and thus for these guidelines is: Council Directive concerning urban wastewater treatment (91/271/EEC).

Discharges should normally comply with regulations, such as:

- Health Department regulations;
- planning regulations;
- catchment/river basin regulations;
- environmental/water authority works approval;
- environmental/water authority discharge licences;
- pollution control.

Enforcement

In order to achieve the water quality objectives the measures put in place must be properly implemented and enforced. This can be achieved by developing a suitable regulatory regime with adequate resources to implement and enforce the law. Regulation in this sector, in general, involves the following activities:

- authorisation and/or permitting;
- monitoring, inspection and enforcement, auditing;
- data collection and reporting.

The principal tasks related to authorisation and permitting are:

- issuing permits for discharges to water and sea, including quantity and quality of the discharge, setting emission limit values and ensuring compliance with the water quality objectives;
- issuing permits for the abstraction and use of water and sea, bearing in mind the principle of long-term balance between abstraction and natural recharge, environmental needs and competitive uses of water/sea body.

In setting conditions, the competent authority may have to take account of the interests of other statutory bodies and others who may be affected by the discharge or activity through consultation. The details of the permit must be available to the public in some readily accessible form.

Economic tools

The uses of economic instruments are a part of a programme of measures for sustainable water quality management. The principles of recovery of the costs of water services, including environmental and resources costs associated with damage or negative impact on the aquatic environment, have to be taken into account in accordance with polluter-pays and user-pays principle. This means that anyone whose action pollutes or adversely affects the environment should pay the cost of the remedial action. The application of economic tools cannot currently replace the regulatory approach to combat pollution. It should be seen as a part of an integrated system of incentives and regulations where price driven forces such as costs for water use promote preventive measures in households, industries and thus reduce the wastewater quantities and relevant costs for treatment and disposal. Market based instruments rely upon market factors to change the relative price of goods and services, which in turn modifies the behaviour of public and private polluters so that environmental protection or improvements can be achieved. In so doing, have regard to the social, environmental and economic effects of the recovery, as well as the geographic and climate conditions of the Mediterranean region or sub-regions affected.

The main instruments of cost recovery are:

- a) *Pricing*: Wastewater tariffs or charges which cover the cost of the collection plus treatment, and this can include organisations to bring in recycling or reuse.
- b) *Pollution charges*: Effluent charges based on actual quantities and/or pollution loads of effluent or on some surrogate, though they need to be set at a realistic level to encourage reduction in effluent production. The collected money can be used to fund operating cost and loan charges for capital investment. Administrative charges, which are used only to cover the cost of operating the regulatory system.
- c) *Tradable permits*: The responsible authority sets a limit on the total allowed emissions of pollution, and allocates this amongst the sources of pollution by issuing permits to emit a stipulated amount over a specified period of time. After the initial distribution, permits can be bought or sold. Trade can be external, between different organisations, or internal, between different installations within the same organisation (restricted use in accordance with specific situation).
- d) *Subsidies*: Subsidies include tax incentives, tax credits, grants and low-interest loans.
- e) *Deposit-refund systems*: Customers pay a surcharge when buying a potentially polluting product. On returning to an approved centre for recycling or disposal their deposit is returned.

- f) *Enforcement incentives*: These are penalties to induce polluters to comply with environmental standards or regulations. They include fines (for exceeding limits), performance bonds (payments to regulatory authorities before a potentially polluting activity is undertaken, which is returned when the correct regulatory levels are met), and liability assignment (where polluters are made liable for any environmental damage they cause).

Any wastewater programme needs to address financing and cost recovery for sustainable sanitation schemes and ensure equity as much as possible. Unfortunately, users are willing to pay only for what they see as a benefit or priority. Usually it is not sufficient to pay the full cost of the systems, including collecting system and treatment. Complementary financing has to be secured through a variety of taxes presented above. However, tax collection in some developing countries is not efficient, and in addition significant part of population does not pay taxes at all. It is often the reason why the wastewater management is insufficiently effective.

The concept of “full economic cost recovery” can and will provide an adequate signal only when the following are met:

- There is a clear relationship between the water use (pollution) on one hand, and the costs of providing the necessary services, and environmental cost on the other, and it is possible to put monetary value on these costs;
- The institutional framework enables governments to charge the polluter, and there is a political “willingness to charge”, which again depends strongly on the social and economic context and the public “willingness to pay”.

Effluent Quality

Two procedures have been used to identify appropriate levels of effluent quality:

1. Effluent management and environmental values/water uses;
2. Technology based guidelines.

Effluent management and environmental values/water uses

The underlying principle of managing effluent discharges is maintaining the environmental values and uses (Box 2.) of waters and sea, and for land application, the sustainable use of land. Environmental values or beneficial use are values or uses that promote public benefit, welfare, safety or health, and ecosystem protection, and are in need of protection from the effects of pollution, waste discharge and deposits. Environmental values or beneficial uses within a catchment and coastal sea have to be defined by balancing the social, environmental and economic benefits and costs. This is generally the responsibility of the State or regional governments, and should be defined through the development of the river basin management plans which have to be drawn up on a river basin basis, considering land-use plans and other sectoral development plans. It may be necessary to sub-divide a larger river basin into smaller units (catchment), and sometimes a particular water type may justify its own plan (e.g. coastal sea catchment area).

The adoption of environmental values/uses has to be based on balancing financial costs and environmental benefits. The balancing should consider all local and specific factors of the catchment/coastal sea area, such as urbanisation, growth and development, and waste management practice. The goal is to achieve ecologically sustainable development, which can be done only by optimising these factors in the process of development of the river basin/catchment management plans.

Application of water quality based effluent standards should take into account the relative contribution of diffuse sources and background waters/coastal sea conditions to ensure the achievement of the good state of the fresh and marine waters, and thus of the required environmental quality standards.

Box 2. Environmental values/uses

Environmental values for the aquatic systems are:

- Protection of aquatic ecosystem
 - Protection of freshwater ecosystem
 - Protection of marine ecosystem
- Protection of habitats and species directly or indirectly depending on water
- Recreational water quality and aesthetic
 - Primary body contact (swimming, surfing, etc.)
 - Secondary contact (boating, fishing, etc.)
 - Visual use
- Raw water for drinking water supply
 - Raw water subject to coarse screening only
 - Raw water subject to coarse screening and disinfection
 - Raw water subject to other treatments
- Food production in freshwater and sea
 - Production of shellfish
 - Production of fish
 - Production of other edible organisms
- Agriculture water uses
 - Irrigation
 - Stock watering
 - Farmstead use
- Industrial water quality
 - Heating and cooling
 - Hydro-electric power generation
 - Textile industry
 - Chemical and allied industries
 - Food industries
 - Beverage industries
 - Iron and steel industries
 - Tanning and leather industries
 - Pulp and paper industries
 - Petroleum industry, etc.
- Mixing zone

Technology-based guidelines

Effluent guidelines are to be based on the application of an appropriate and accepted modern technology. A large variety of conventional and non-conventional wastewater treatment technologies exists, ranging from simple screening and settling operations to sophisticated biological and chemical operations. Wastewater treatment products, besides adequate effluent, consist of the material removed as sludge and other residual matter. This removed material requires additional treatment and appropriate disposal. As a rule, the

treatment costs, energy and sludge production increase with increasing pollution removal capabilities. Effluent guidelines have to consider:

- technology that has demonstrated a consistent achievement of acceptable protection of the receiving water/sea, or contaminant levels in the environment while maintaining economically viable operations (“best available techniques” and “best environmental practice”);
- sludge management requirements based on local possibilities;
- time limits for installation in both new and existing plants;
- local experience, skills and knowledge for design, construction, operation and maintenance;
- conditions that may affect sustainability of the management/operation;
- nature and volume of the wastewater concerned;
- engineering and scientific developments in wastewater treatment, and economic feasibility of such techniques;
- opportunities for waste minimisation/prevention;
- the potential of new and emerging technologies to economically achieve higher levels of performance.

These guidelines are also necessary in the case where technology-based guidelines can produce ambient water quality above the state objective in order to cope with possible future requirements (discharges).

Determination of effluent quality

Effluent quality has to be determined in accordance with the national legislation in the field. A prerequisite of sustainable wastewater management is the determination of the required effluent quality in accordance with the selected environmental values/water uses of the water/sea bodies and their sensitivity to adverse effects on the environment, such as eutrophication or increased concentration of nitrates in drinking water. When adopting action plan and measures, it is necessary to take into account the best available techniques and the best environmental practice. On the basis of the EQS it is necessary to establish and/or implement (i) emission controls based on best available techniques or (ii) the relevant emission limit values.

The technology-based guidelines have to be applied progressively to the existing installations. New installations would generally comply at start up. The existing installations would be expected to adopt phase-down programmes to progressively bring their discharges into compliance. However, in case of non-existence of a complete collecting system of the agglomeration, treatment installations have to comply with the requirements progressively in accordance with the quantity of wastewater and/or pollution loads.

If scientifically/technologically based effluent criteria are not sufficient to meet well defined water quality criteria, then waste prevention/minimisation measures should be applied, in order to remove the “difficult” pollutants before wastewater treatment and effluent discharge into receiving water. This approach should be applied at the planning or design stage of new installation, and used as the target for any planned major augmentation of the existing discharge.

It is necessary to determine, in co-operation with local and regional authorities, the current state of the existing collecting system and wastewater treatment plants, and identify those, which need additional sewers to collect wastewater, and the provision of a wastewater treatment plant.

In particular situations it is possible to apply “appropriate treatment” underlining that such treatment has to ensure the necessary quality of receiving water/sea - WQS.

Receiving Water Body and Aquatic Ecosystem Protection

The eco-classification is necessary for the management of waters and sea. It will provide general framework for determining aquatic ecosystem management objectives and the resulting guidelines for water quality and physical habitat.

The receiving water aquatic ecosystem has to be classified in accordance with the ecosystem characteristics. Unfortunately, there is no unique scheme for the categorisation. The aquatic ecosystem can be generally classified in two major groups:

- fresh water system, and
- marine water system.

Where appropriate, each of these is further subdivided forming four broad classes:

- freshwater (flowing)
 - upland rivers and streams;
 - lowland rivers.
- freshwater (standing)
 - lakes and reservoirs;
 - wetlands.
- estuaries
 - open (drowned river valley)
 - closed (barrier or island)
 - deltaic.
- coastal and marine
 - barrier lagoons or embayments;
 - open coast.

The EU Water Framework Directive (Annex XI) divided the waters of Europe in ecoregions. The transitional and coastal waters of the Mediterranean region belong to the ecoregion-Mediterranean Sea, while the rivers and lakes belong to several ecoregions: Iberic-Macaronesian region, Pyrenees, Dinaric western Balkans, Hellenic western Balkans.

The basis for the protection of an ecosystem is the ecosystem conditions and recommended threshold levels of acceptable change for each.

Three ecosystem conditions are recognised:

1. High conservation/ecological value systems.

These are highly valued ecosystems such as in national parks or in remote and/or inaccessible locations.

2. Slightly to moderately disturbed systems.

The biological communities remain in a healthy condition and the ecosystem integrity is largely retained. These are ecosystems in which biological diversity may have been affected adversely to a small but measurable degree by human activity.

3. Highly disturbed systems.

These are measurably degraded ecosystems of lower ecological value. It means that these systems are under significant human pressure, and that for practical reasons it may not be feasible to return them into one of higher categories/conditions.

A level of protection is a level of acceptable change from a defined reference condition (defined from reference sites). However, appropriate level of protection has to be based on the community's long-term desires for the ecosystem.

Stakeholders

Different stakeholders participate in wastewater management. The most important are:

1. Governments - implementation and maintenance of compliance with policies and legislation in the field, provide environmental/wastewater agencies with authority, reporting and response to the community.
2. Environmental agencies working on behalf of the central government - provision of planning, setting standards and regulations, application of standards and regulation, monitoring and compliance assessment, and technical assessment.
3. Regional and local governments/municipalities - provide input to the system and may be affected by the decisions of agencies/government and of the wastewater authorities, construction of public owned collecting system and wastewater treatment works.
4. Wastewater company/authorities (public and/or private)- managers of wastewater sanitation systems, constructors and operators of privately owned wastewater treatment works.
5. Industrial companies - compliance with permits for effluent discharged.
6. Public - involvement in consultation processes for the planning. Reporting pollution incidents.
7. Environmental and consumer NGOs - lobbying on behalf of the public with respects to water quality objectives, setting treatment plants, pollution problems.
8. Research institutions and universities - technical research into environmental quality standards, toxicity assessment, water analysis, treatment technology development.

The Role of the Wastewater Company/Authority

The wastewater company/authority can be public and/or private. They act for the shareholders, customers and the community they serve. Their roles include:

- managing the wastewater sanitation system as efficiently as possible;
- maintaining and encouraging community participation in different issues;
- informing the community about the results and impacts of its decisions;
- participating in a comprehensive catchment/river basin management approach and planning activities;
- identifying the financial, environmental and social costs of decisions for the community;
- advising government agencies on technical issues and options available;
- maintaining close liaison with government agencies/authorities on the performance of the wastewater collecting system and treatment works;
- informing and providing returns for its shareholders.

Community Consultation

An important aspect of the wastewater management is the need to involve the public. For many years, the responsibility for environmental decisions, and thus for wastewater management, was taken by governmental and/or by wastewater authorities and other agencies and water authorities. The community now expects to be involved in the decision-making process because much of what is decided will have a direct impact on people's lives. Impacts include the quality of waters in their neighbourhood, costs of water and wastewater services. Since the emission limits influence industry and end-uses such as bathing, fishing and aquaculture farms, the public has also strong and legitimate interest in setting water quality objectives.

The policy-making process must provide the community with:

- information on the benefits, costs and environmental and public health impacts of alternative methods of effluent management;
- opportunities to participate in decision making.

Public involvement in decision-making will encourage the community to consider effluent and waste management options in a broader water resource management context. It will ensure that community consider and be more interested in options in a broad catchment context rather than on more narrow grounds, which can result in more sustainable wastewater management: higher water quality, lower investments and lower tariffs. To achieve this it is necessary to make information widely available and provide opportunities for public involvement in decision making.

Most of wastewater services in the Mediterranean countries are publicly owned monopolies. The cost of pursuing higher water quality results in intensive wastewater investments and recurrent terms and must either be passed on as higher charges or absorbed as lower returns. The cost of operation and maintenance of those wastewater sanitation systems is often higher than the annual depreciation of the investment. Only a few (developed) countries in the region manage to recover all costs directly from their customers through user charges. There is a role for the local community to have a say about balancing the costs and benefits to achieve improvements in water and sea quality, or reductions in environmental impacts of wastewater flows, at the least cost to society and a maximum value to consumer.

Costs of wastewater management programmes are very high in both capital and recurrent terms, and those programmes depend critically for their success on effective advocacy and public awareness through information, education and communication. That way the process must be open to a systematic community scrutiny to ensure benefits and justify the cost.

The ultimate decision on the discharge quality to be met lies with governments in their roles as standard setters and regulators. The aim of public involvement is to achieve waste management solutions that reflect the community preference on its use of resources.

It is very difficult to quantify all the costs and benefits of wastewater management. The comprehensive cost-benefit analysis approach has substantial merit in determining standards. However, the benefits of improved environmental amenity are very difficult to be quantified in monetary or other terms. In particular, it is very difficult to reflect the benefits of long-term environmental sustainability in traditional cost-benefit analysis.

This means that it is necessary to consider a wider range of assessment techniques, which ensure that informed decisions are made. Some of the approaches which should be used to explain and make transparent the costs and benefits of various options include:

- Establishing programme of communication with community and reporting the views expressed via community input processes;
- Identification and determination of the issues, and presenting evidence about the nature and scope of the identified problem (e.g. current situation with regard to wastewater management, current knowledge and scientific evidence, evidence of recreational and commercial use of receiving waters, evidence of existing receiving water quality, etc.);
- Providing the context within which the proposed options have been developed (e.g. description of previous attempts to solve the problem, relationships to the wastewater authority's capital investment programme, existing regulatory regime, etc.);
- Assessment of current know-how, attitude and practices, and providing information on the relevant trends and options (e.g. present knowledge in the field of the waste management, the range of available waste management options, etc.);
- Risk assessment and sensitivity analysis;

- Environmental impact assessment;
- Calculating and presenting the total capital and recurrent costs of pursuing various levels of environmental enhancements, and equating these to an annual cost or rate that the individual must meet;
- Assessing the range of possible environmental and other benefits that might flow, quantifying these where possible;
- Consulting the community on the level of enhancement it wishes to accept.

These as well as other approaches for community consultation will result in a sound understanding of community preferences. People tend to change when they understand the nature of change and view it as beneficial, and when they feel that they are part of the effort. That way they have to be informed and convinced. Unless their circumstances are taken into account and their felt needs are met no effort for change will be successful.

Failure to undertake such a process can result in:

- adoption of solution or elements of solution that the community does not support (e.g. type of the wastewater collecting system, level of treatment, location of outfall or treatment plant, etc.);
- investments and tariffs which community can not support;
- excessive and for public undesired exploitation of the environment;
- communities incurring high cost for what may be low priority environmental goals;
- non-sustainable wastewater management, etc.

4. OPTIONS FOR EFFLUENT MANAGEMENT

Options of the wastewater management have to be based on the philosophy, objectives and principles presented in the previous chapter - Management Framework. Each country in the region has some specificity related to wastewater management as a result of cultural, environmental, political, economic and other factors, and thus needs to have a specific list of sustainable options. However, general philosophy, objectives and principles have to be respected because they are part of global and regional policy of sustainable development and water resources management.

Wastewater management options should address the management of the wastewater sanitation system as a whole (users/wastewater, collecting system, treatment and disposal) and each of the aspects individually.

The general aspects are:

- waste minimisation;
- managing of collecting system;
- managing of treatment system (wastewater and sludge);
- effluent reuse;
- effluent discharge to:
 - land,
 - coastal waters,
 - inland waters;
- marine disposal system.

Choice of preferred options is made after considering:

- public health and environmental impacts;
- social needs and community expectations;

- regional and state ecologically sustainable development policy;
- associated river basin/catchment management policy and plans;
- national, international and regional obligations;
- feasibility- technical, operational, financial, social and environmental criteria, options and alternatives;
- cost of the scheme and social impact;
- available and feasible technology.

In the selection of the options it is necessary to apply a hierarchical approach for waste management by encouraging wastewater producer, services providers and authorities to choose waste management options towards the top of the hierarchy, as follows:

1. no use or production of unwanted substances;
2. waste minimisation or reduction of waste production quantities;
3. re-use and, thus decrease of the amount of waste to reach the environment;
4. recovery and convert;
5. treatment;
6. dispose and disperse.

It is important to understand that most of the water used in household/town is a transport medium for waste out of town. One of the functions of the water used in households is to remove unwanted matter from the location where the water is used: toilets, wash basins, kitchen sinks, washing machines, etc. The function is to clean the thing, the fabric, the place, etc. In doing it so the effect is that the matter that is removed is transported away with the water.

Waste Minimisation

Waste minimisation is the one of the priorities of any sustainable wastewater management strategy and should be first addressed. Waste minimisation means risk minimisation. It is the activity at the top of the “waste hierarchy” approach.

The application of good waste minimisation practices will push the volume of wastewater and quantity of potential pollutants to a minimum, and thus the risk to the human health and the environment.

The most important areas that have to be considered are:

1. Reduction of contaminants in industrial wastes discharged to the collecting system (good trade effluent characteristics);
2. Reduction of contaminants in wastewater from small industrial enterprise in towns where it is difficult to implement the trade effluent standard;
3. Minimising of wastewater flows by applying water conservation and demand management principles to industrial, commercial and domestic customers;
4. Management of domestic products that may add contaminants to the wastewater flow;
5. Management of collecting systems to exclude infiltration and stormwater;
6. Control, at the country level, of product constituents (organic matter, metals), and especially home and industrial dumping of chemical substances.

Reduction of the quantity of the pollutant being discharged to the wastewater system also has a positive impact on the entire system, such as: savings in treatment plant operation cost and resources used, reduction in sludge production and costs of sludge treatment and disposal, maintenance cost of collecting network and treatment plant, etc.

A reduction has direct impact on the capacity of the system as a whole, which can be appropriately smaller, as well as the relevant investment and operational costs. However, the most positive aspect of the reduction is minimisation of the negative impact to the environment.

A range of actions in different areas can be applied for waste minimisation, and at different management levels. Usually, actions in the areas are:

- reduction of inappropriate use of potable water as transport medium in sewer, or reduction of reliance on water as transport medium for waste: water saving rules, such as requiring the use of water saving devices (showers, toilets), and pressure reduction;
- incentives, such as quantity and quality based charges for major industrial and commercial discharges, and user-pays for domestic wastewater;
- education, such as providing information on the use of water-efficient appliances and environmental friendly products and practices;
- regulation, control or ban of use/import/production of certain type of products, devices and appliances;
- education on and promotion of on-site recycling of materials;
- on-site treatment and reuse.

The usual measure for control and reduction of industrial and commercial wastewater discharge to the communal wastewater collecting, treatment and disposal system is the application of Trade Effluent Discharge Standards. It is a very efficient measure that leads to waste minimisation activities at the source. It is well known that actions at the source are the most productive for the waste minimisation. It will result in waste prevention activities, internal recycling and reuse, and local treatment of wastewater.

The most common waste minimisation measures, which can be employed in domestic, commercial and industrial situations, are presented in Table 6.

Table 6

Waste minimisation measures in domestic, commercial and industrial situations

Type	Measures
Domestic	Minimise water usage and discharge through legislation and public education, e.g.: dual flush (6/3) toilets, low flow shower heads, low water use washing machines and dishwashers, systematic repair of leak
	bans on the use of wastewater systems for the disposal of drainage water
	detect and remove illegal connections, such as roof drainage
	minimise pollutant loads via public education on not using the wastewater collection system as a rubbish disposal system, limiting the amount of oil and grease going down the sink, minimising the amount of soaps and detergents used, including possible alternatives; and regulation of product constituents (for example, phosphorus in detergents).
	supporting and enforcing restrictions or bans on the use of sink garbage grinders
	minimising the amount of household chemicals in wastewater by educating the community on their proper disposal and by having proper disposal available, e.g. programmes aimed at cultural change; separate the toilet waste where appropriate to agricultural use; divert where appropriate, kitchen waste to solid waste, or to recycle.
Commercial and industrial	Minimise water usage, discharges and pollutant loads through a combination of legislation, education and financial incentives (for example, a charge for service based on the strength and volume of trade waste).

Managing the Collection Systems

The wastewater sanitation system is an integral part of the urban society. The objectives of that system are to protect and to maintain the health and safety of communities, to protect the natural environment and to be sustainable. There is strong interaction between these three objectives and that way they have to be *considered integrally*.

To be sustainable, an urban drainage should:

- be efficient and cost effective;
- maintain an effective public health barrier and provide sufficient protection;
- avoid local and more distant pollution of environment (air, land, and water);
- minimise the utilisation of natural resources (water, energy, materials);
- on-going operation of the system is necessary;
- be operation in the long-term and adaptable to future requirements;
- be practicable within the social context of the community that is expected to use the technology;
- the chosen technology is in balance with the available infrastructure, institutions, human resources and economic conditions.

The system will only be truly sustainable if its financing is compatible with the long-term ability and will of the community to pay for it.

A properly managed system will:

- minimise potential for incidental spills to the environment;
- minimise potential for overflows and restrict occurrence to situation where they cause least problems;
- minimise odour and gasses emissions;
- minimise infiltration (leakage of groundwater into the pipes and channels), inflow of storm water through sewerage elements (manholes), and illegal discharges of stormwater to keep wastewater volumes to a minimum;
- deliver wastewater quicker and so as fresh as possible to the treatment plant so that it is easy to treat;
- minimise energy and other resources usage;
- avoid deposition and blockage in the sewer;
- minimise exfiltration;
- avoid any contact of humans and animals with wastewater.

Box 3: Indicators of sustainability for urban wastewater sanitation systems

Possible indicators for urban wastewater sanitation systems are:

Wastewater sanitation system	Dimension	Indicators
Wastewater	Production	Wastewater production per day
	Treatment performance	Removal of BOD ₅ , P, N, S.S., COD (%)
	Loadings to receiving waters	Loadings of BOD ₅ , P, N, S.S., COD (kg/day)
	Resource use	Chemical use per P removed and effluent disinfected (in case chlorination)
	Energy use	Energy use per BOD ₅ and N removed, and effluent disinfected (in case UV)
By-products	Sludge production	Sludge production per day
	Sludge use	Amount of sludge disposed or reused (%)
	Recycling of nutrients	P and N recycling
	Quality of sludge	Cd, Cr, Cu Hg, Ni, Pb, Zn content in sludge (mg/kg dm)
	Energy use	Energy use per treated sludge
	Energy recovery	Energy recovered, heating and power (Gwh)
	Resource use	Chemical use per treated sludge
	Transportation	Transportation needed for ultimate disposal of treated sludge

Managing the Treatment Systems

The developed environmental legislation, with respect to effluent standards, requires adequate implementation activities, such as the construction of a wastewater collection and treatment plant.

The selection of a wastewater treatment technology process should consider the average performance of a technology:

- *reliability*: under variable wastewater flows (especially due to seasonal tourism) and contents, and operational problems;
- *institutional manageability*: planning, designing, construction, operation and maintenance capacities;
- *required investment costs*: generally, analyses of two major alternatives have to be considered, land-intensive treatment systems and energy-intensive treatment processes;
- *required operation and maintenance costs*;
- local availability of *skilled manpower*.

Final technology selection also requires a detailed assessment of other pollution sources, further projection of population size and waste production, community and cultural characteristics, and financial capacity of the community.

A good plant operation is most important for the achievement of desired effluent quality, and should be environmentally responsible and sustainable. In addition to presented in designing and operating the plant to meet the effluent and sludge management requirements, the following also must be considered:

- balancing energy usage and performance (use of low-intensity energy systems, energy efficient aeration systems, use of methane for heating and energy recovery at the plant, etc.);
- recycling of effluent, where appropriate, for the plant operation and maintenance and washing and watering environment;
- minimising environmental impacts: odours, noise, vibration, insect nuisance, fire hazard;
- minimising aesthetic impact (visual appearance);
- minimising hazards to the health of the staff and the neighbouring communities;
- judicious use of chemicals;
- minimising overflows and incidental spills;
- removing solids to maintain the quality of the effluent;
- developing effluent and sludge (biosolids) as resources;
- solids disposal (screenings, grease and oil, grit and sand, biosolids sludge cake);
- conformity with the existing planning decisions and development plans.

Effluent Reuse

Effluent reuse serves an important function in water resources management by providing a means to produce a quality source of water for irrigation, industrial, and urban water requirements throughout the region. With many countries facing severe water shortages, reusing water for irrigation and industrial purposes is gaining ground. It is application of effluent in a way that also provides income, reduces costs and leads to some other benefits. Directly or indirectly, it could result in economic, social and environmental benefits.

Effluent is a product of water abstracted from resources, so if the effluent is not returned to the natural inland water bodies, the flow in rivers is reduced. It has to be analysed carefully in areas lacking water.

In addition to providing a low cost water source, other benefits include increase in crop yields, decreased reliance on chemical fertilisers, and protection from the frost damage. However, presence of pollutants should be recognised. Less obvious characteristics, such as elevated levels of dissolved solids and changes in water chemistry can be significant in both industrial and agricultural systems. Out of it serious consequence relating to salinity, soils structure and soil permeability can occur.

The most important aim of water reclamation and reuse practices is to reduce the risk to an acceptable level without having to renounce the wastewater reclamation. The origin of hazards due to reuse of reclaimed wastewater is (i) biological and (ii) chemical hazard.

Chemicals can generate hazards for humans and ecosystems. They include compounds originating in urban or industrial wastewaters, added directly to wastewater for wastewater treatment, or formed during wastewater treatment. Toxic chemicals can be found in wastewater in concentrations that can lead to acute intoxication, but when these compounds are in low concentrations, they could cause problems of chronic intoxication as, for example, in the case of heavy metals or trace organics. The most important measure for the control of chemical hazard is control of industrial discharges in the urban wastewater collection system.

Where reclaimed wastewater is used for applications that have potential human exposure routes, the major acute health risks are associated with exposure to pathogens including bacterial pathogens, helminths, protozoa, and enteric viruses. From a public health and process control perspective, the most critical group of pathogenic organisms are enteric viruses, due to the possibility of infection from exposure to low doses and lack of routine, cost-effective methods for detection and quantification of viruses.

Risk acceptability depends on various factors: existing options, cost-benefit relationships and risk evaluation. Authorities have to assure minimal and acceptable risk. The health and

environmental protection measures need to be tailored to suit the local balance between affordability and risk.

Costs of additional treatment, distribution and irrigation systems, and monitoring for effluent reuse can be significant. In any case, a detailed financial analysis is necessary to ensure stakeholders' awareness of implementation costs. Analysis also has to include the costs and benefits of any change in environmental values or amenity, and has to be based on sufficiently long period (life cycle period).

A good decision can be achieved only if costs and benefits of reuse are compared with the costs and benefits of using alternative water sources. Such comparison has to be based on integrated analysis of all positive and negative aspects and impacts (environmental, social and economic). It should take into account any costs needed to achieve the desired sustainable water quality in the receiving water if the effluent is not reused.

Indirect and environmental reuse options may include reuse via surface and groundwaters. The most common uses of treated wastewater are for irrigation, industrial applications, urban applications. It includes many options, such as:

- irrigation: pasture, greenhouse crops, non raw-consumed crops, industrial crops, fruit trees, raw consumed food crops, etc.;
- non-potable urban: toilet flushing, car washing, private garden irrigation, etc.;
- municipal: irrigation of parks, sport fields, street cleaning, fire-fighting, ornamental impoundments, etc.;
- agricultural: food crops and associated food production;
- aquaculture: plant or animal biomass;
- tree growing: irrigation of forest areas, landscape areas and restricted-access areas;
- recreational: impoundments of the water bodies and streams for recreational use in which public contact with water is permitted (other than bathing) or not permitted;
- environmental; watering, controlling water flow and water bodies characteristics;
- industrial: instead of surface water, cooling water, cleaning, fire protection, etc.;
- indirect potable.

The degree of treatment required in individual water treatment and wastewater reclamation facilities varies according to the specific reuse application and the associated water quality requirements, Table 7. The simplest treatment system consists of solid/liquid separation processes and disinfection. Usual treatment system consists of one of secondary system processes (combination of physical, chemical, and biological processes) employing multiple-barrier treatment approaches for contaminant removal as well as disinfection.

The reuse system should obtain full approval from authorities, and reclaimed wastewater must only be reused for the uses for which the permit was issued. Reuse system must be well managed in accordance with the requirements given directly or indirectly in the permits. Quality monitoring and process controls should be implemented as a usual and important part of management. When reclaimed water quality does not meet the fixed standards, reuse must cease.

Good reuse practice should also have a good response plan for all unusual events (floods, power disruption, etc.), good protection of public health and environmental quality, public awareness programme, as well as good preventive maintenance plan.

Effluent management strategies should evaluate reuse options and implement options that are safe, practical, economic and environmentally beneficial. Surplus effluent should be managed through one of the discharge options (adequate treatment, safe disposal).

More information related to this topic can be found in Regional Guidelines for Municipal Wastewater Reuse in the Mediterranean Region, UNEP/MAP, 2003.

Land Application

Land applications have been used to return the discharged water to the water cycle. It includes systems such as evaporation ponds, soakage systems and irrigation by which water returns to the water cycle by evaporation and evapotranspiration, or infiltration. In this case irrigation has a goal to maximise the discharge of water and its return to the water cycle.

This type of discharge of effluent has been traditionally used as an on-site solution for individual houses where wastewaters, after local on-site treatment, have been discharged on land by some type of drainage system. Land application for bigger systems is rare but if it is used than, in most instances, involves the irrigation of land owned by the sewerage authorities. In this case the principles of effluent reuse have to be applied.

Land application aims to utilise the water and nutrient components in a suitable way with minimum impacts on:

- soil;
- surface water;
- groundwater;
- ecosystem at or near the application site; and
- human activities near to site.

Solution/schema for land application depends strongly on the local situation and characteristics. The most important factors are climate, availability of land, topography, groundwater, soil properties, and existing and planned land use.

In situations where there is no local surface water, land application is the only way of effluent discharge to the environment. Water can be returned to the water cycle only via air (evaporation and/or evapotranspiration) or via groundwater (infiltration).

Land application is one of solutions for protection of very sensitive water bodies, such as water for drinking purposes, nutrient sensitive waters, Karstic waters, specially protected water bodies, etc. It is also one of management options for small communities. Land application, generally, is very rarely used for large communities.

Table 7
Recommended guidelines for water reuse in the Mediterranean Region
(UNEP/MAP Guidelines for municipal wastewater reuse in the Mediterranean Region)

Water Category	Quality criteria			Wastewater treatment expected to meet the criteria
	Microbiological		Physical	
	Intestinal nematode ^(a) (No. eggs per litre)	FC or <i>E. coli</i> ^(b) (cfu/100 mL)	SS ^(c) (mg/L)	
Category I				
a) Residential reuse: private garden watering, toilet flushing, vehicle washing.	≤ 0.1 ^(h)	≤ 200 ^(d)	≤ 10	Secondary treatment + filtration + disinfection
b) Urban reuse: irrigation of areas with free admittance (greenbelts, parks, golf courses, sport fields), street cleaning, fire-fighting, fountains, and other recreational places.				
c) Landscape and recreational impoundments: ponds, water bodies and streams for recreational purposes, where incidental contact is allowed (except for bathing purposes).				
Category II				
a) Irrigation of vegetables (surface or sprinkler irrigated), green fodder and pasture for direct grazing, sprinkler-irrigated fruit trees	≤ 0.1 ^(h)	≤ 1000 ^(d)	≤ 20 ≤ 150 ^(f)	Secondary treatment or equivalent ^(g) + filtration + disinfection or Secondary treatment or equivalent ^(g) + either storage or well-designed series of maturation ponds or infiltration percolation
b) Landscape impoundments: ponds, water bodies and ornamental streams, where public contact with water is not allowed.				
c) Industrial reuse (except for food industry).	-			
Category III				
Irrigation of cereals and oleaginous seeds, fiber, & seed crops, dry fodder, green fodder without direct grazing, crops for canning industry, industrial crops, fruit trees (except sprinkler-irrigated) ^(e) , plant nurseries, ornamental nurseries, wooden areas, green areas with no access to the public.	≤ 1	None required	≤ 35 ≤ 150 ^(f)	Secondary treatment or equivalent ^(g) + a few days storage or Oxidation pond systems

Water Category	Quality criteria			Wastewater treatment expected to meet the criteria
	Microbiological		Physical	
	Intestinal nematode ^(a) (No. eggs per litre)	FC or <i>E. coli</i> ^(b) (cfu/100 mL)	SS ^(c) (mg/L)	
Category IV				
a) Irrigation of vegetables (except tuber, roots, etc.) with surface and subsurface trickle systems (except micro-sprinklers) using practices (such as plastic mulching, support, etc.) guaranteeing absence of contact between reclaimed water and edible part of vegetables.	None required	None required	Pre treatment as required by the irrigation technology, but not less than primary sedimentation	
b) Irrigation of crops in category III with trickle irrigation systems (such as drip, bubbler, micro-sprinkler and subsurface).				
c) Irrigation with surface trickle irrigation systems of greenbelts and green areas with no access to the public.				
d) Irrigation of parks, golf courses, sport fields with sub-surface irrigation systems.				

^(a) *Ascaris and Trichuris* species and hookworms; the guideline limit is also intended to protect against risks from parasitic protozoa.

^(b) FC or *E. coli* (cfu/100mL): faecal coliforms or *Escherichia coli* (cfu: colony forming unit/100 mL).

^(c) SS: Suspended solids.

^(d) Values must be conformed at the 80% of the samples per month, minimum number of samples 5.

^(e) In the case of fruit trees, irrigation should stop two weeks before fruit is picked, and no fruit should be picked off the ground. Sprinkler irrigation should not be used.

^(f) Stabilization ponds.

^(g) such as advanced primary treatment (APT) (Jimenez *et al.*, 1999 and 2001).

^(h) As very few investigations, if any, have been carried out on how to reach < 0.1 nematode egg /L, this criterion is considered a medium term objective and is provisionally replaced by <1 nematode egg /L.

Discharge to Coastal Waters

For the coastal communities effluent is directly or indirectly discharged to the associated coastal waters. The aim is to maintain water quality that protects the water body's environmental values/water uses. However, for coastal communities the use of the marine environment for treatment of municipal wastewater is an attractive option and, historically, the Mediterranean coastal communities have made much use of the treatment and dispersing properties of the sea for this purpose.

The important part of such concept is sea outfall, which has been designed/used to ensure that the effluent is discharged in the best practicable environmental manner. The treatment must be appropriate and the outfall has to be relatively long and equipped with diffuser to achieve high levels of dilution and dispersion. Usually, a mixing zone around the discharge point/diffuser will be specified beyond which the environmental uses are maintained.

Impact of the effluent on the receiving water body depends on numerous factors, such as:

- quality and quantity of the effluent;
- quality of the receiving water body before effluent is mixed;
- depth of the sea at the point of discharge, and density profile;
- exchange rate of the receiving water body;
- hydrodynamics of the water body;
- dilution in mixing zone and secondary dispersion out of the mixing zone;
- interactions and processes between the effluent and the receiving environment/decay;
- sensitivity of the receiving environment.

Most of the Mediterranean population lives in communities located on the coast, and discharges effluent into the sea, directly or indirectly. It also includes the largest cities. The general trend in the region is concentration of population in the coastal area/belt and in the large cities on the coast, which means that this application will be more and more in use.

Wastewater has to be treated before been discharge into the sea. The level of treatment varies from minimal to secondary treatment with nutrient removal. Level of the treatment is usually analysed jointly with the outfall arrangements because they are interlinked and of equal importance for the selection of the appropriate, environmentally safe wastewater disposal scheme.

The treatment level and the location and design of the outfall depend on many factors, such as:

- the characteristics of the existing wastewater sanitation system;
- the environmental values/water uses of coastal sea, estuary or bay;
- the total effluent and load flow, and its variation in time (daily and seasonal);
- oceanographic and climate aspects;
- dilution, dispersion and oxidation and other self-purification characteristics of the receiving sea body;
- engineering constrains;
- community desires and affordability;
- regulation and standards.

There is big difference between discharge by *coastal outlet* and *marine outfall*. When discharging treated wastewater into the sea by a coastal outlet then the point of discharge is on the coast or very near to the coast, and the effluent affects directly all coastal sea uses. In this case the level of treatment should be much higher, and generally secondary level is necessary due to absence of dilution and dispersion effects which occur in case when

discharge is via a long outfall. Health risk is very high due to high possibility of direct contact of humans with mixing waters, and disinfection of effluent is necessary. By using marine outfall, primary treatment can be adequate in case where receiving water conditions allow it.

It should be pointed out that operation and maintenance costs of the alternative with a marine outfall and primary treatment are lower than those of the alternative with a coastal outlet and secondary treatment.

There is a big difference between discharging the effluent into the open sea and bays or semi-enclosed sea. In the case of effluent discharge into semi-enclosed or closed ecosystems (such as lagoons), total dilution of waste takes place in a limited quantity of seawater. As a consequence of limited dilution, waste concentration in waters of semi-enclosed and enclosed systems may increase and create very negative environmental impacts (eutrophication). In such cases it is necessary to control nutrient load in the system, and in that way, tertiary treatment must be prescribed.

In such cases it is necessary to consider also alternative points of discharge outside the bay or semi-enclosed sea, which generally requires lower levels of treatment. Decision making on the selection of the method and location of wastewater discharge in areas of semi-enclosed and enclosed systems relies on environmental capacity/impact assessment studies.

Use of marine disposal of urban wastewater for many coastal communities is very attractive because it can be safe, effective, and provides considerable cost savings, both capital and operational. It may be particularly attractive for developing countries owing to the relatively low levels of treatment, maintenance and energy use compared to alternative methods. However, environmental values/water uses have to be protected by implementation of appropriate "combined approach" to water quality management and by integrated use of treatment and long submarine outfall.

In EU countries, however, this option has been almost totally abandoned, due to the existing legislation (Directive 271/91), which prescribes rather strict treatment requirements prior to any effluent discharge into receiving waters.

Discharge to Inland Waters

Inland waters mean all standing or flowing waters on the surface of the land, and all groundwater on the landward side of the baseline from which the breadth of territorial waters is measured.

Where effluent is discharged in inland waters, the aim is to maintain a water quality that protects the water body's environmental values (aquatic ecosystems, terrestrial ecosystems and wetlands directly depending on the aquatic ecosystem, and water uses).

Special attention has to be on groundwater. Surface water and groundwater are in principle renewable natural resources; in particular, the task of ensuring good status of groundwater requires early action and stable long-term planning of protective measures, owing to the natural lag in its formation and renewal. Such time lag for improvement should be taken into account in timetables when establishing measures for the achievement of good status of groundwater and reversing any significant and sustained upward trend in the concentration of any pollutant load.

Factors which influence the impact of effluent on a specific water body, include:

- quality and quantity of the effluent;
- quality and status of receiving water body;

- environmental and hydrological characteristics of the receiving water body;
- sensitivity of the receiving environment;
- environmental values of the receiving water;
- prescribed water uses.

There is big difference between the characteristics of north and south inland waters in the Mediterranean region. North is much richer with constant-inland waters than south. Constant surface waters in the south region are rare, and groundwater generally has a long renewal period, and so inland waters in this region are more sensitive to pollution.

General requirement for discharging effluent into inland waters is at least secondary level of treatment. For nutrient-sensitive waters, such as standing surface waters, nutrient removal is necessary. Disinfection is commonly required for surface water discharges, and in most cases for groundwaters. Especially sensitive are standing surface waters and inland waters where the effluent is a significant proportion of the total flow. That is a common case in the arid areas. Karst water resources are also very sensitive due to short retention time in underground geological formations, fast infiltration and ground water flow (low self-purification capacity).

For the purpose of environmental protection there is a need for a greater integration of both qualitative and quantitative aspects of surface waters, groundwaters and the associated coastal sea. The impact of inland water quality on the receiving coastal sea must be considered.

Discharges into inland waters, generally, do not take into account the naturally occurring dilution and self-purification processes, and only partially the mixing zone.

Treatment of Wastewater

Treatment processes

Wastewater treatment involves various processes used individually or in series to obtain the required effluent quality. Standard and most important processes are:

- *preliminary or pre-treatment*: removes gross solids, coarse suspended, floating matter, grease and oils. The main aim of this process is to protect outfall and prevent visual nuisance;
- *primary treatment*: removes readily settleable solids. It means treatment of urban wastewater by a physical and/or chemical processes involving settlement of suspended solids, or other processes in which the BOD₅ of the incoming water is reduced by at least 20% before discharge, and the total suspended solids of the incoming wastewater are reduced by at least 50%. The main aim of this process is to protect outfall operation, provide minimal environmental protection around point of discharge and prevent visual and other nuisance;
- *secondary treatment*: removes most of the remaining contaminants, suspended solid, colloidal and dissolved organic matter. It means treatment of urban wastewater by processes generally involving biological treatment with a secondary settlements or other processes in which contaminants in incoming water are reduced to a minimum: BOD₅ 70 - 90%, chemical oxygen demand 75 %, and total suspended solids 70 - 90 % before discharge. The main aim of this process is environmental protection from oxygen depletion and prevention of visual and other nuisance;
- *nutrient removal*: further reduces the content of nitrogen and phosphorus following the secondary treatment. It means treatment of urban wastewater by processes in which contaminants in incoming water are reduced to a minimum: total phosphorus 80% and/or total nitrogen 70 - 80 % before discharging into nutrient-sensitive waters. The main aim of

this process is environmental protection from eutrophication and prevention of visual and other nuisance;

- *disinfection of effluent*: reduces pathogens to levels acceptable for the reuse or discharge of treated wastewater in most cases into receiving waters. The main aim of this process is reduction of health risk;
- *advanced wastewater treatment*: further improves the quality of effluent by processes such as granular media filtration, ion exchange, micro filtration and membrane technology including membrane bioreactor. The main aim of this process is further improvements of effluent quality due to enhanced effluent quality requirements (e.g. reuse).
- *natural treatment systems*: imply processes that also take place in the nature in the "ecosystem reactor". Physical, chemical and biological processes are applied, as well as natural environment. This makes them different from mechanical processes where processes take place in constructed reactors and with introduced energy. The most frequent processes are: land-treatment systems, slow rate, rapid infiltration and overland flow; constructed wetlands and aquatic plant treatment systems, and aquaculture

The most common level of treatment is secondary treatment, which usually includes the first three levels (preliminary, primary and secondary treatment), in series or combined in varying configurations. Secondary treatment is normally a prerequisite of advanced treatment and disinfection. Nutrient removal, as well as advanced wastewater treatment, is generally associated with protection of nutrient-sensitive areas, or specific uses of water bodies such as drinking purposes. Advanced treatment and disinfection are also associated with effluent reuse.

Advance cleaning of wastewater that goes beyond the secondary or biological stage is also named as *tertiary treatment*. It removes nutrients such as phosphorus and nitrogen and most BOD and suspended solids.

Examples of treatment processes:

Treatment level:	Examples of treatment process:
A) Pre treatment	Screening, grit removal, grease and oils removal
B) Primary treatment	Primary sedimentation, Imhoff tank, flotation, micro screening
C) Secondary treatment	Biological treatment (conventional activated sludge, trickling filter), physical-chemical treatment, lagoons/ponds
D) Nutrient removal	Biological treatment, chemical precipitation
E) Disinfection	Lagooning, ultraviolet radiation, chlorination, ozonization
F) Advanced treatment	Granular-media filtration, microfiltration, membrane technology including membrane bioreactor
G) Natural treatment	Constructed wetlands, slow-rate systems, overland-flows, floating aquatic plant, aquaculture

Degrees of treatment achieved by various processes used are presented in Table 8.

Sludge processing and disposal/reuse

Safe handling and disposal of various residual produced in different treatment units are of equal importance. By-products of wastewater treatment are solids: screenings, grease and oils, and biosolids or sludge cake. Screenings, grit and sand are disposed on landfill or reused, while grease and oils have to be destroyed, for example, by incinerator.

The sludge (including scum), which may contain solids in concentrations of 0.5 - 5 %, offers complex processing and disposal problems. It is odorous and contains large volume of water. Because the treatment and disposal of sludge is expensive, sludge-handling costs are often the overriding consideration in the design of wastewater treatment plants.

In general the sludge-processing and disposal methods include thickening, stabilisation, conditioning, dewatering, and disposal, Figure 3. Many unit operations and processes are utilised at various stages of sludge processing and disposal. To develop a cost-effective system of sludge treatment, the best combination of treatment processes must be chosen. Main factor, which strongly influences characteristics of sludge treatment, is way of disposal or reuse. Most of the sludge-processing facilities produce two streams: (1) processed solids and (2) liquids. The liquid streams must be treated again, and these liquids from various sludge-processing units are returned to the head of the plant.

Sludge arising from wastewater treatment has to be re-used whenever appropriate. Disposal routes shall minimise the adverse effects on the environment.

Competent authorities have to ensure that disposal of sludge from urban wastewater treatment plants is subject to general rules or registration or authorisation.

Table 8

Degree of treatment achieved by various processes used

Treatment processes	Removal efficiency, percent					
	BOD-5	COD	Total Suspended Solids	Total Nitrogen	Total Phosphorus	Total Coliforms
A. Pre treatment	0 - 5	0 - 5	0 – 10	nil	nil	0 - 10
B. Primary treatment	30 - 40	30 - 40	50 – 65	10 - 20	10 - 20	25 - 75
C. Secondary treatment						
- activated sludge (conventional)	80 - 95	80 - 85	80 - 90	10 - 30	10 - 25	80 - 90
- lagooning	90 - 95	85 - 95	60 - 80	20 - 90	10 - 35	90 - 98
- physical-chemical	50 - 70	50 – 70	80 – 90	20 - 30	70 - 90	40 - 80
D. Nutrient removal						
- biological nitrogen and phosphorus removal	95 - 97	85 – 90	90 – 95	70 - 95	70 - 90	80 - 90
E. Disinfection						
- chlorination of treated wastewater	-	-	-	-	-	98 - 99
F. Advanced treatment						
- membrane bioreactor	>99	>90	>99	>96	>98	6 log
G. Natural treatment						
- constructed wetlands	95 - 98	85 – 90	90 – 95	85 - 90	85 - 90	90 - 98

ABBREVIATION **BOD** = Biochemical Oxygen Demand
COD = Chemical Oxygen Demand

The treated sludge is used in agriculture, as an urban soil improver for horticultural purposes, is composted or discharged in landfills. The sludge contains most of the phosphorus and part of nitrogen from the influent wastewater, but also a proportion of heavy metals, depending on wastewater quality. If a sludge treatment is supplemented with anaerobic digestion processes than biogas can be produced to be used for energy production (heating, electricity).

Sludge from treatment processes	
THICKENING	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gravity 2. Flotation 3. Centrifugation
STABILISATION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chlorine oxidation 2. Lime stabilisation 3. Heat treatment 4. Aerobic digestion 5. Anaerobic digestion
CONDITIONING	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chemical 2. Elutriation 3. Heat treatment
DEWATERING	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vacuum filtration 2. Filter press 3. Horizontal belt filter 4. Centrifugation 5. Drying beds
DISPOSAL AND REUSE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Land application <ul style="list-style-type: none"> - to croplands (reuse) - to marginal land for land reclamation - to forest land - to dedicated sites 2. Composting 3. Land filling 4. Incineration 5. Recalcination 6. Lagoons

Figure 3. Alternative unit operations and processes for sludge processing and disposal

Selection of flow scheme

Many unit operations and processes can be combined to develop a flow scheme to achieve a desired level of treatment. The level of treatment may range from removal BOD-5 and TSS, nitrogen and phosphorous, to complete demineralisation. To develop the best possible flow scheme a designer must evaluate many factors that are related to operation and maintenance, process efficiency under variable flow conditions, and environmental constraints. Factors that are considered important in selection of flow scheme are:

- land requirements;
- adverse climatic conditions;
- ability to handle flow variations;
- ability to handle influent quality variation;
- industrial pollutants affecting processes;
- reliability of the processes;

- ease of operation and maintenance;
- occupational hazards;
- air pollution;
- waste product.

A targeted waste management strategy must set priorities and goes well beyond a selection of conventional technologies. Many developing countries simply adopt the effluent standards or regulatory water quality objectives from developed countries. These prove too ambitious, which does not allow for gradual implementation of a realistic mitigation programme. The priority wastewater constituents must be identified and cost-effective mitigation approach selected. Generally, removing the first 50% of the pollutant load is moderately expensive, but removing the next 40% is more expensive, and removal of the last 10% is often prohibitively expensive.

Box 4: Basic design consideration for wastewater treatment facilities

Basic designing factors are:

1. Initial and design years
2. Service area
3. Site selection
4. Design population
5. Regulatory control and effluent limitations
6. Characteristics of wastewater
7. Degree of treatment
8. Selection of treatment processes
9. Equipment selection
10. Plant layout and hydraulic profile
11. Energy and resource requirements
12. Plant economics
13. Environmental impact assessment

Submarine Outfall

The aim of sea outfall management is to ensure that the wastewater is discharged in the best practicable environmental manner. Wastewater treatment plant and submarine outfall must be considered as an integral part of the wastewater system, both in engineering and an environmental sense.

Coastal waters, naturally, have low biological oxygen demand (BOD) and are saturated, or supersaturated, with dissolved oxygen (DO). Significant increase in BOD and decrease in DO rarely occur, except in case of significant effluent discharges into estuaries and enclosed bays. The concentration of other variables depends on local influences such as climate, geology and hydrological characteristics/fresh water influence.

The sea characteristics have a strong impact on bacteria life cycle resulting in their quick and high reduction in the sea due to mortality and dilution. Many mechanisms contribute to the mortality of enteric micro-organisms in the sea, but two are the most important starvation and radiation.

Generally, nutrient level in the sea is too low to support the growth of enteric bacteria. Exceptions are confined waters and the vicinity of an outfall where nutrient concentration can be high. During daylight, lethal solar radiation greatly accelerates the bacterial die-off. The ultraviolet light is the most lethal.

The rate of bacterial mortality is expressed in terms of the time taken for 90% of the bacteria to die-of, the T_{90} value. The value of $T_{90} = 2,5$ hours for faecal coliforms, 3,5 hours for faecal streptococci and 3,0 hours for total coliforms are the most common applied in estimating bacterial decay in seawater.

These characteristics of seawater provide the basis for the use of the marine environment for additional treatment of urban wastewater in which submarine outfall arrangements have a very important role.

Submarine outfall equipped with diffuser provides quick and high dilution of effluent in marine environment reducing concentration of all wastewater substances to the level, which does not negatively influence the marine environment outside the mixing zone. The negative impact on the sea environment is smaller if dilution is higher and if point of discharge is more distant from the coast and protected areas.

However, environmental conditions of the receiving sea, especially sensitivity to eutrophication, as well as environmental values/water uses have a strong influence on the level of the treatment of urban wastewater prior to discharging by submarine outfall. Nutrient-sensitive areas, as well as use of the sea body for aquaculture and recreation purposes will require a high level of treatment.

The use of a long submarine outfall with lower level of wastewater treatment is acceptable in cases of smaller communities, less than 10.000 p.e., and as a first phase of wastewater sanitation system development (in case when wastewater collecting network is incomplete) insuring appropriate protection of environmental values.

The minimum acceptable level of treatment in many cases is primary treatment providing that effluent is discharged into marine environment via a long submarine outfall.

The length of the outfall from coastline should be at least 1000 m, and depth of water at the point of discharge 20 m if it is to be considering a long submarine outfall. Both criteria have to be respected. In case of small communities (smaller than or equal to 2000 p.e.) the outfall can be shorter but not less than 500 m. In all cases, length of the outfall at the point of discharge has to be determined by considering the prevailing water conditions (oceanographic studies).

In any case, effluent should not have negative impacts on environmental values of the receiving water body, which has to be confirmed with appropriate prediction model and environmental impact assessment study.

The long submarine outfall is the most practical method for the discharge of effluent into the sea because it highly reduces the risk to the environmental values of the receiving water in case of inappropriate functioning of the treatment plant and incidental situations (malfunctioning). Thus, the long submarine outfall is a very practical solution for the areas (wastewater sanitation systems) lacking skilled manpower for the running of the treatment plant.

Box 5: Main elements and steps of submarine planning and design

Main elements and steps of submarine planning and design are:

- Assessment of sewerage catchment and wastewater flow (estimation of pollution load and flow);
- Site survey information (assessment of mixing characteristics of sea and sea bed conditions);
- Use Area definition including mixing zone characteristics;
- Environmental standards determination associated with Use Area;
- Marine treatment schemes analysis and selection (wastewater collection network, pump stations, outfalls);
- Definition of land- based treatment schemes (determination of treatment plant characteristics);
- Selection of headworks and outfall site (selection of the optimal locations in accordance with local conditions/requirements and wastewater collection system characteristics);
- Headworks and storm overflow arrangements (integral analysis and selection of the optimal solution);
- Environmental design (degree of treatment, the storm overflow settings, the discharge rate, the discharge location, the degree of initial dilution);
- Outfall and diffusers arrangements (minimisation of cost of providing environmental protection);
- Hydraulic design (selection of size of outfall, velocity of flow and velocity of discharge at diffuser orifice);
- Environmental impact prediction (considering the most critical situation related to environmental values/water uses);
- Elimination of environmentally unacceptable schemes;
- Civil engineering design (marine structural design);
- Selection of economic options (construction, operation and maintenance costs, and comparison with other disposal alternatives).

Mixing zone

One of the important elements of submarine outfall utilisation is the definition of the “mixing zone” and relevant environmental standards. Mixing zones are adjacent to point sources of effluent. The “mixing zone” covers the initial dilution zone and the zone of rapid secondary dilution following the discharge. In mixing zone the Environmental Quality Standard values for other Uses may be exceeded except for the aesthetic standard. In a management context, mixing zones are often defined as exclusion zones.

The boundary of mixing zone is usually defined in terms of the concentrations of indicator species in the effluent. Its extent and nature depend on hydrological/oceanographic conditions at the outfall site, discharge volume, currents, depth, tides, wave actions, dilution, way of discharge, etc. In case of high and quick dilution, the zone can be small, while in case of low-energy systems, such as closed sea areas and bays with small discharge, mixing may be slower and the mixing zone will be larger.

The management objective in the allocation and monitoring of mixing zones should be to minimise the potential for ecological detriment, especially permanent degradation. A mixing zone can not be allocated in the areas where strict environmental values/water uses apply including human consumption, and areas of extremely high environmental significance.

Depending on the local conditions, the following restrictions may be applied to achieve best practice in mixing zone management:

- Adequate treatment prior to effluent discharge - minimum aesthetic standards;
- Discharge under specific hydrological conditions (tide water);
- The area extent of the mixing zone should be restricted;
- A requirement may be made for the effluent release to be pulsed (periodical discharge);
- Minimal initial dilution rate can be required to satisfy standards for some indicator species;
- Type of diffuser can be prescribed;
- Minimal depth of the sea and minimal distance from the coast for the point of discharge can be prescribed;
- Extreme conditions for selection of solution may be required and prescribed;
- Specific monitoring programme.

Generally, the acceptable distance of the boundary of a mixing zone from the discharge point is at least 300 m. Mixing zone can never be extended to the coastline.

The following has to be stressed: (i) the benthic environment/organisms in the mixing zone are under stronger stress and can be completely destroyed near the discharge point; (ii) the extent of the mixing zone can be unpredictable where oceanographic/hydrological conditions are variable; (iii) subtle ecological detriment may be caused at sites remote from the mixing zone.

Treatment and Disposal Design Philosophy

One of the challenges of sustainable development is to find ways of enhancing our total wealth while using common natural resources prudently. Renewable resources, such as water, should be used in a ways that do not endanger the resources or cause serious damages or pollution.

Reversing or rectifying damage to the environment can be difficult and costly. For this reason pollution should be prevented from taking place, rather than cleared up after it has happened. And, wherever possible, the need to respect the environment should be reflected in other policies.

Different environmental conditions that exist in different places need to be taken into account in reaching decisions on water treatment and disposal. Decision on treatment and disposal has to be based on objectives set by the authorities for the quality of the stretch of water to which he discharge is made as well as any relevant standards from national or international Directives.

The aim of wastewater treatment and outfall/disposal design is to ensure that the wastewater is discharged in the best practicable environmental manner. The environmental safeguards have considerable effects on the capital and operating costs of the outfall and treatment plant. The costs are also strongly influenced by the interaction between the outfall/disposal system, treatment plant and wastewater collecting system.

Environmental quality objectives

An Environmental Quality Objective EQO is the requirement that a body of water should be suitable for those uses identified by controlling authorities. The uses are protected by one or more Environmental Quality Standards EQSs. An EQS is a specified concentration of a substance, which must not be exceeded if a given use is to be maintained. The idea of controlling the quantity of a substance discharged to a body of water, so that its concentration does not exceed the value above which undesirable effects are expected, goes back many years.

The concept may be applied by defining the areas for which particular Use area desired. Applying the appropriate standard protects each Use. Where more than one EQS relates the most stringer will apply. The EQSs for each Use Area comprise those directly required to achieve the Objectives and those, which are required to protect the Use.

Use Areas

The drawing up of the Use Area boundary is a multidisciplinary activity involving development and land use planners, biologist, chemists, environmentalists, the general public, politicians and other interest parties, as well as engineers designers of treatment plant and outfalls. Definition of the Use Areas provides the engineer with a set of standards to which he can design.

Consultation with the appropriate authorities should be commenced at the inception stage, to ensure that the eventual design will satisfy the consent criteria. Public consultation is generally a necessary step in the construction of a treatment plant and outfall.

Consideration should be given to seasonal variations in the Use Areas due to changing bathing habitats, the passage of migration fish and other seasonal changes. These variations in Use may be taken into account in design.

Design of wastewater sanitation schemes/sewerage schemes

On a wastewater scheme the engineer's role is generally to provide the engineering design and costs for the assessment and selection of the appropriate environmentally safe wastewater disposal scheme. The engineer is constrained to work very closely with environmental scientists during all stage of the design to ensure that the designs will be environmentally sound.

The engineering design provides the basis for the comparison and selection of the preferred scheme each stage of the design process. Good engineering design is required ensure that the financial cost of meeting the Environmental Quality Standards requirements, and hence protecting the environment, is kept to a minimum. There are a number of factors within the control of designer, which should be considered in developing a design:

- Characteristics of wastewater collection system (catchment area and wastewater flow);
- Use Areas characteristics and environmental requirements/constrains (Environmental quality standards);
- Site survey data of recipient and possible treatment plant and outfall/effluent discharge locations;
- Selection of treatment plant and outfall/effluent discharge site;
- Selection of sludge disposal site or reuse alternatives;
- Treatment plant design;
- Outfall and diffuser design;
- Hydraulic design;
- Marine and structural design;
- Environmental impact assessment;
- Risk assessment;
- Cost assessment.

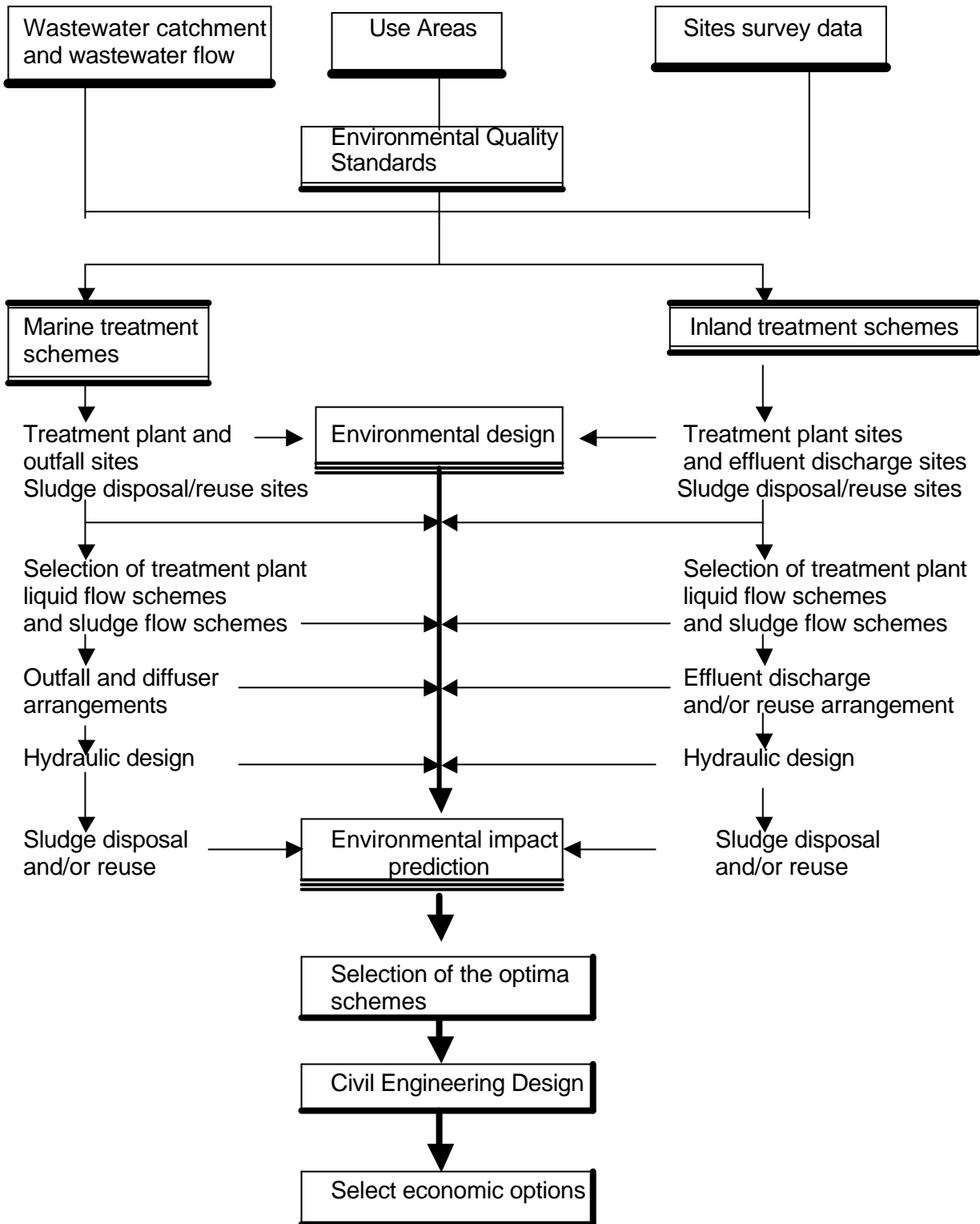


Figure 4. Wastewater sanitation schemes - design flowchart

Possible approach to engineering design is illustrated in Figure 4. The central role of the environmental activities in the design processes shows the importance of close co-operation between the engineer and scientist. It is especially important related to elements of the design process: environmental design and environmental impact assessment.

During the feasibility, outline and detailed design stages the engineering design is considered in progressively increasing detail. At the feasibility stage all the options are considered, usually as desk studies, on the basis of the existing information. A limited preliminary field investigation may well assist in the early elimination of unsuitable schemes.

The unsatisfactory schemes are eliminated and the feasible schemes costed and the likely environmental impact assessed to provide the executive decision makers with adequate facts to decide which designs should be considered at the outline design.

The outline design stage will vary from optimisation of one preferred scheme to the comparative assessment of several possible schemes. Some fieldwork is essential at this stage particularly to evaluate the mixing characteristics of receiving waters as well as environmental impacts. The aim of outline design is to present the executive decision-makers with the cost and financial basis for the selection of the final scheme.

The detailed design stage commences once the preferred outline design has been selected. Accurate field data is required for detailed design. The designer must be prepared to revise and update the preferred scheme in the light of the new data collected for detailed design.

At the end monitoring system have to be designed and set of appropriate indicators have to be proposed for verifying the degree of accomplishment of the expected results, as well as efficiency and effectiveness of the system. Monitoring system has to be harmonised with requirements set by appropriate authorities as well as characteristics of the wastewater sanitation system. Monitoring is associated to a continuous improvement process, which has to be kept continued through evaluating the results and, updating the treatment processes according to the scientific progress and changes in the socio-economic framework.

5. GUIDELINES FOR DISPOSAL

Guidelines for Land Application

Land application is the discharge of the effluent on an area of land with the primary aim of returning the water to the water cycle by evaporation, evapotranspiration and/or infiltration. This is one of measures that are part of sustainable water resources management or water conservation. These guidelines describe the levels of treatment required for effluent prior to land application, Table 9.

The land application does not include raw water discharge because it is not part of effluent management.

Water quality limits are set to minimise potential health risk and negative effects on the receiving environment. The prescribed limits should be monitored to determine compliance.

The basic principles for land application are:

- secure long-term sustainable land use avoiding build up of any substances in the soil;
- the effluent is not detrimental to the vegetation cover;
- avoid any change of the soil structure;
- any runoff to surface waters and/or percolation to groundwater should not compromise the selected environmental values of the receiving waters;

- no gaseous emissions to cause nuisance odour;
- no aerosol formation to cause health and other problems in neighbouring areas;
- implement insect control measures to reduce mosquitoes nuisance;

Land application is a feasible alternative for inland communities, especially smaller communities in arid and semiarid areas for total effluent disposal or surplus effluent disposal after application of reuse.

This method is also feasible in areas where direct discharge to the surface and ground water is not permitted, such as water for drinking purposes or very sensitive waters. Application and loading rate have to be carefully planned, managed and monitored so that any discharge in groundwater and surface waters will comply with the required quality of receiving waters and environmental values/water uses. Infiltration from land application results in aquifer recharge. In any case, it is more suitable if effluent reaches water resources by infiltration than runoff, providing that infiltration will result in additional treatment of effluent. Land application can be used as a method for artificial recharge of aquifer using appropriate levels of treatment.

In any case, it is recommended that this method use a storage capacity before land application. The storage can be used for storage of effluent for the period when rate of discharge by land application is reduced due to climate or any other reasons (maintenance, system backup, and reliability). In addition, storage provides additional treatment of effluent especially related to bacteriological quality of effluent. Longer detention period produces better quality of effluent. But, longer detention period requires bigger storage and so produces higher costs. The cost of providing the storage can be significant, and depends on local condition.

This method of effluent management varies and strongly depends on the local conditions. The biggest concerns are toxicants and the possibility of build up of their concentrations in the soil and vegetation. Another concern is the impact on waters and aquatic environment. That way planning of this application requires close co-operation of different experts and authorities. With appropriate management of treatment processes and hydraulic system good and safe application can be achieved.

Table 9 lists discharge options, guideline treatment levels, the limiting factors for each land application option, and associated parameters likely to be of concern.

The most important element is minimal level of treatment. The level must be practical and safe for the particular discharge option. In setting the level of treatment, the local community has to be consulted. The type of land application, local conditions and public interest will determine the level of treatment required.

The limiting factors should be considered adequately and analysed in detail before adopting a particular option. Appropriate assessment of the local social, economic and environmental conditions is prerequisite of a good setting of solution. Analysis of alternative options has to be based, among others, on appropriate environmental impact assessment study.

Guidelines for Coastal Waters

Coastal marine waters serve a wide variety of exceptionally important human uses. Many of these uses produce high local benefits, such as yield of fish, shellfish and recreational activities/tourism. Others involve regional benefits or global unity of the marine system, since local events influence, and are influenced by, water quality at distant point. Many of human uses of marine waters are directly dependent upon the nature and quality of the biological, chemical, and physical systems present. That way the maintenance of acceptable water quality is a priority.

The effluent is discharged into different coastal waters: open coastal waters, estuaries and bays.

The effluent can be discharged directly into the sea by long/extended submarine outfalls far from shore, or nearshore/coastal discharge sites or coastal outlets. The effluent can also be discharged into sea indirectly, via discharges into rivers, estuaries and groundwater.

Wastewaters are collected and transferred to a treatment plant and, following an appropriate level of treatment, discharged into the sea through an outfall. The outfall consists of a pipeline, whose purpose is to convey the effluent, some distance offshore, terminating in a diffuser. Clearly, the ultimate impact of the discharge depends on the level of the treatment and the outfall design; the whole disposal process should be thought of as a system comprising the marine outfall and treatment plant.

For a long time marine waters have been used for discharge of effluent because dilution was a practical solution for the pollution. Dilution, dispersion and self-purification of sea water are valuable processes for reduction of non-toxic and non-accumulative pollutants providing that recipient is large enough to accommodate waste without unacceptable effects. General rule is higher rate of dilution less, negative impact on environment, considering that there are no cumulative build-ups of negative processes.

Long outfall/extended outfall characteristics depend predominantly on buoyancy generated turbulence to achieve initial dilution. It is the rising phase as the buoyant wastewater travels from its discharge point near the seabed towards the surface. During this short period (several minutes) concentration of effluent and contaminants may be rapidly reduced. The initial dilution is usually achieved by means of a diffuser, which is a manifold system that releases the flow through a series of adequately spaced small ports.

After initial dilution, the subsequent secondary dilution or dispersion occurs. This process contributes further to the distribution of wastewater in the marine environment and occurs due to advection, turbulent dispersion, wind induced drift and water exchange in the vertical direction. Advection determines the movements of the wastewater field. Turbulent dispersion spreads the wastewater field due to shears induced by current velocity differences and large scale turbulent eddies in the receiving medium. Wind-induced drift of the surface water results from the occurrence of sea breeze. Thus the bacteria and viruses may be transported towards the coastline or other protected areas in the surface layer of water, due to direct wind shear and mass transfer due to wave crest breaking. Especially landward-directed wind may be of particular importance for the bathing water quality at the beaches. The secondary dilution is usually achieved by appropriate length of outfall from the coast (distance from protected areas). In the case of persistent pollutant total dilution is the results of initial and secondary dilution exclusively.

Predators and the antagonistic effects of oxygen, salt water and ultraviolet radiation in marine environment contribute to reduction and ultimate destruction of bacteria and pathogens. For them and other non-persistent pollutants the law of decay as a function of time forms the basis for the calculation of an ambient factor equivalent to dilution named "tertiary dilution". Longer contact time period (it generally means outfall) of non-persistent pollutant with sea, results in a higher rate of decay.

Total dilution is the product of three partial dilutions. The contribution of each phase to overall dilution is highly dependent on the local conditions. A long/extended outfall will normally have an initial dilution of 100:1 or better in near field. This is the equivalent, in terms, of contaminant concentrations, of 99 % removal in the treatment plant. This is much more than conventional treatment plant process can attain.

Table 9

Land discharge options and treatment levels

LAND APPLICATION	LIMITING FACTORS FOR DIFFERENT SEGMENTS	EFFLUENT PARAMETERS OF MAJOR CONCERN	MINIMUM LEVEL OF TREATMENT	COMMONLY REQUIRED LEVEL
OPTIONS	OF THE ENVIRONMENT			OF TREATMENT
Evaporation ponds	Air - aesthetic enjoyment (odours), mosquitoes and other insects. Water - seepage, run-off.	Odour emission, aerosols, toxicants, organics (BOD-5), pathogens.	Nil	C
Evapotranspiration (irrigation) (i) agricultural (ii) landscape	Air - odours. Land - potential for long-term soil contamination and adverse impacts on vegetation and soil structure.	Odours, dissolved solids, aerosols, toxicants, pH, pathogens, nutrients.	B (only if special safe technique of irrigation is applied) C	C and E C and E
Infiltration - natural - ground artificially conditioned - aquifer recharge	Groundwater - existing and potential environmental values. Aquifer clogging. Land - potential for long-term degradation of land and/or crops and vegetation.	Solids, BOD-5, nutrients, pathogens, toxicants, dissolved solids, pH.	C	C and D

NOTES: PLANT TYPE - TYPICAL TREATMENT PROCESSES

Treatment Process Category

- A Pre Treatment
- B Primary Treatment
- C Secondary Treatment
- D Nutrient removal
- E Disinfection

Parameters to be removed

- Gross solids , grease and oil
- Gross solids plus readily settleable solids
- Most solids and BOD
- Nutrients
- Bacteria and viruses

Examples of Treatment Processes

- Screening, grit and grease chamber
- Primary sedimentation, flotation
- Biological treatment, physical-chemical treat., Lagoons
- Biological treatment, chemical precipitation.
- Lagooning, ultraviolet radiation, chlorination.

In case that effluent is discharged near coast or by coastal outlet, the level of dilution is very small or insignificant, and in such cases the principle of self-purification of waste in the sea can not be considered. In such cases, the mixing zone is very restricted or absent. Accordingly, in this situation the level of the treatment is higher, and the minimum required level is secondary.

Use of sea for additional treatment of effluent discharged via long submarine outfall and diffuser system is still today an attractive and realistic option for some countries in the region. Such alternative can be used if environmental capacity is sufficient to accommodate the remaining waste after a partial treatment, and if it is the initial step in the development of higher level of treatment/protection of sea. The important element of such approach is monitoring, which has to provide sufficient information on the impact on water quality, sediment and biological community. Monitoring has to be in place before discharge starts so that baseline information can be collected.

Treatment plant and submarine outfall have to be considered integrally, as a unique treatment scheme. Long/extended submarine outfall has to be used in all cases when disinfection is not used in treatment scheme. Disinfection can not be used if effluent has not been treated with at least secondary level of treatment. So, long/extended submarine outfall has to be used in all cases when secondary level of treatment is not applied.

It is recommended that long/extended submarine outfall is also used in cases when secondary or higher levels of treatment have been applied, in order to increase reliability of wastewater treatment system and protection of environment, and as back-up system for incidental or malfunctioning situations.

Table 10 lists the various categories of discharge to coastal waters, and indicates the related environmental values, issues and guideline treatment levels that apply. These categories are dependent upon the mixing processes that dominate the discharge.

By using a long submarine outfall, the level of treatment, in principle, can be lowered. For communities whose treatment schemes include long submarine outfall, the following applies:

- less than 10,000 population equivalent, minimum level of treatment is pre treatment;
- less than 10,000 population equivalent discharging water into nutrient-sensitive areas, minimum level of treatment is primary treatment;
- between 10,000 and 150,000 population equivalent, minimum level of treatment is primary treatment, providing that effluent is not discharged into nutrient-sensitive waters;
- with population equivalent bigger than 150,000, minimum level of treatment is secondary, providing that effluent is not discharged into nutrient-sensitive waters;

Estuaries, bays and semi-enclosed coastal sea can be considered as sensitive areas because of small rate of water exchange in these areas, and because they are generally shallow and there is little buoyancy mixing. In addition, because of the proximity of the shoreline, there is little opportunity for subsequent dispersion/secondary dilution. In such cases, a satisfactory discharge is dependent upon the velocity of the discharge, tidal mixing and higher levels of treatment. Nitrate is usually the limiting nutrient for coastal waters, and in such cases appropriate reduction of nitrate may be required.

When considering the problem of discharge of effluent into marine environment it is necessary to adequately consider the specific characteristics of the wastewater flow and load in tourist municipalities where high seasonal fluctuation exists due to high population/tourist fluctuation. This fluctuation can be very significant, at a rate of 1:10 and more, and can limit the application of certain treatment techniques sensitive to fluctuation of flow and loads. Simpler and more robust treatment solutions with a long submarine outfall were found to be suitable and reliable discharge scheme. In such cases, discharge systems work with full

capacity 3 to 6 months, and the rest of the year with significantly smaller loads. Accordingly, in such situations, less restrictive standards may be applied considering that total yearly load will not endanger the environment. Long submarine outfall is prerequisite in such situations in order to provide necessary health and safety levels to tourist and marine water users.

The most important element is minimal level of treatment. The level must be practical and safe for the particular discharge options. In setting the level of treatment the local community has to be consulted. The type of marine application, local conditions and public interest will determine the level of treatment required.

The limiting factors should be considered adequately, and analysed in detail before adopting a particular option. Appropriate assessment of local social, economic and environmental conditions is prerequisite of good setting of solution. Analysis of alternative options has to be based, among others, on appropriate environmental impact assessment study. The common required level of treatment is the level most likely to be used and approved.

It is always useful to analyse more alternative solutions for effluent discharge into the sea considering different levels of treatment and associated length of outfall taking into account the existing and long-term needs. In selection of the optimum alternative, based on prepared criteria, multicriterial analysis is usually applied. Selection criteria are generally based on:

- ecological parameters (impact on the ecosystem);
- economic effects (direct and indirect costs);
- administrative aspects (standards, influence on the existing waste management and control organisations);
- political aspects (interrelations on local and national levels);
- time aspects (time of completion and recurring impact on environment).

Time aspect is very important in the development of a sustainable solution. The solution has to be sustainable under today's conditions and under expected future condition. Marine outfall and gradual development of treatment plant with successive increase of treatment level is generally very suitable wastewater management alternative for a developing society.

Guidelines for Inland Waters related to Mediterranean hydrographic basin

In many areas of the Mediterranean region, wastewater infrastructure does not meet the demands created by an increasing population and development, especially in coastal areas. Many Mediterranean countries, especially in the southern and eastern parts, are undergoing rapid and/or economic growth and urbanisation resulting in improper wastewater management. They experience increasing levels of water pollution with accumulative impacts on human health. Shortcomings in sanitation and wastewater management will remain the principle factor of resource degradation through water quality degradation.

These issues highlight the need for wastewater sanitation systems to manage the impact of urbanisation on land waters and the need for increasingly more stringent controls of effluent. The goal is to manage wastewater sanitation systems in such a way as to meet present and future needs by developing lower-cost but adequate services that can be implemented and sustained at the community level. It can be realised by identification and implementation of strategies and actions that will reverse current trends of resource degradation and depletion.

Waste management principles are crucial in managing effluent discharge to inland waters.

Issues to be considered in discharging effluent to inland waters include:

- avoiding or reducing the amount of contaminants in the effluent through appropriate trade waste controls and customer education;

- reusing or recycling treated effluent where practical;
- returning effluent to a stream to provide environmental flows only where effluent quality is at least commensurate with ambient water quality objectives;
- adopting accepted modern treatment technology with the aim of improvement over time;
- adapting, where necessary, appropriate treatment technologies to the local working skill/experience with the aim of gradual and sustained improvement in time;
- adapting, where necessary, appropriate treatment technologies and levels of treatment to the local population's financial capacities with the aim of gradual and sustained improvement in time;
- applying environmental quality guidelines for effluent where the discharge is a major determinant of the receiving stream quality;
- avoiding discharges entering potable water supply off-takes and stretches of streams having environmental value by optimal location of the discharge pipes.

If necessary, due to financial, social and other constraints that effluent causes water quality objectives to be exceeded, the mixing zone associated with the discharge should be defined and designated in a waste discharge licence. The aim must be to progressively reduce the declared mixing zone size until the discharge no longer impairs water quality objectives. The impact of effluent on waters, including the mixing zones, should be monitored. Appropriate control measures of use and access to mixing zone have to be implemented in order to reduce health hazards.

When considering appropriate measures it is necessary to understand that the restoration of a system to its former state is usually far more costly than prevention.

The most important element is minimal level of treatment. The level must be practical and safe for the particular discharge options and environmental values. In setting the level of treatment the local community has to be consulted. The type of application will depend on the local conditions, public interest, and affordability.

The limiting factors should be considered adequately and analysed in detail before adopting a particular option. Appropriate assessment of the local social, economic and environmental conditions is prerequisite of good setting of solution. Analysis of alternative options has to be based, among others, on appropriate environmental impact assessment study. The common required level of treatment is the level most likely to be used and approved. Generally, for inland waters, the secondary level of treatment is necessary in order to protect human health and the environment. It is especially necessary for the countries lacking the water for irrigation because there is high possibility that effluent will be reused, controlled or uncontrolled.

Table 11 sets out the effluent parameters of concern and the guideline treatment levels for discharge to inland waters.

Table 10

Coastal waters discharge options and treatment levels

DISCHARGE OPTIONS	LIMITING ENVIRONMENTAL VALUES/SEA USES APPLYING TO EACH DISCHARGE OPTION	EFFLUENT PARAMETERS OF MAJOR CONCERN	MINIMUM LEVEL OF TREATMENT	COMMONLY REQUIRED LEVEL OF TREATMENT
Coastal waters via long/extended outfall * tourist community with high seasonal wastewater flow fluctuation (minimum ratio: winter/summer = 1/ 5)	Maintenance of aquatic ecosystems.	Toxicants, pathogens, floatables, oil and grease, suspended solids.	A A	A < 10.000 p.e. 10.000 < B < 150.000 C > 150.000 p.e. * peak load in season: A < 50.000 p.e. 50.000 < B < 150.000 C > 150.000 p.e.
Coastal waters nearshore or coastal outlets (other than bays and estuaries)	Maintenance of aquatic ecosystems, recreation - primary contact, aesthetic enjoyment.	Pathogens, toxicants, floatables, oil and grease, colour, suspended solids, nutrient impact, surfactants.	B < 10.000 p.e. C for others	C
Bays, estuaries, semi-enclosed sea or enclosed sea	Maintenance of aquatic ecosystems, recreation - primary & secondary contact, aesthetic enjoyment.	Oil and grease, nutrients, pathogens, toxicants, floatables, colour, suspended solids, BOD-5, surfactants.	C < 10.000 p.e.	C and D

NOTES: PLANT TYPE - TYPICAL TREATMENT PROCESSES

Treatment Process Category

- A Pre Treatment
- B Primary Treatment
- C Secondary Treatment
- D Nutrient removal
- E Disinfection

Parameters to be removed

- Gross solids , grease and oil
- Gross solids plus readily settleable solids
- Most solids and BOD
- Nutrients
- Bacteria and viruses

Examples of Treatment Processes

- Screening, grit and grease chamber
- Primary sedimentation, flotation
- Biological treatment, physical-chemical treatment, lagoons
- Biological treatment, chemical precipitation.
- Lagooning, ultraviolet radiation, chlorination.

Table 11

Inland waters discharge options & treatment levels (Inland waters related to Mediterranean basin)

INLAND WATER OPTIONS	LIMITING ENVIRONMENTAL VALUES/WATER USES APPLYING TO RECEIVING WATERS	EFFLUENT PARAMETERS OF MAJOR CONCERN	MINIMUM LEVEL OF TREATMENT	COMMONLY REQUIRED LEVEL OF TREATMENT
Rivers, streams and lakes	ecosystem protection	dissolved solids, toxicants, floatables, colour, turbidity, TSS, nutrients, BOD-5, COD pH.	C	C and D
	recreation and aesthetics	toxicants, floatables, colour, turbidity, TSS, nutrients, BOD-5, COD, pathogens, odour, oil and grease.	C	C and D (E for primary contact)
	raw water for drinking water supply	dissolved solids, toxicants, floatables, colour, turbidity, TSS including algae, nutrients, BOD-5, COD, pH, pathogens, taste & odour producing compounds.	C C and D*	C, D and E
	agricultural water	dissolved solids, toxicants, floatables, TSS, BOD-5, COD, Total N, pH, pathogens.	C	C C and E*
	industrial water	dissolved solids, toxicants, floatables, colour, turbidity, TSS, nutrients, BOD-5, COD, pH.	C	C C and E*

NOTES: PLANT TYPE - TYPICAL TREATMENT PROCESSES * in sensitive areas as dry rivers; other constrains also have to be considered (flow, distance from point of discharge, etc.)

Treatment Process Category

- A Pre Treatment
- B Primary Treatment
- C Secondary Treatment
- D Nutrient removal
- E Disinfection

Parameters to be removed

- Gross solids grit, grease and oils
- Gross solids plus readily settleable solid
- Most solids and BOD
- Nutrients
- Bacteria and viruses

Examples of Treatment Processes

- Screening, grit and grease chamber
- Primary sedimentation, flotation
- Biological treatment, physical-chemical treatment, lagoons
- Biological treatment, chemical precipitation.
- Lagooning, ultraviolet radiation, chlorination.

6. SAMPLING AND MONITORING

Monitoring is an essential part of the implementation of the whole range of water legislation. EU countries have to ensure establishment for monitoring of water status in order to establish a coherent and comprehensive overview of water status within each river basin. In 1975, the Mediterranean countries established, within the MED POL Programme, monitoring activities in the form of national monitoring agreements in accordance with the requirements of the Barcelona Convention (Article 1), and they Article 3 of the Land-based Source Protocol (LBS). The programme includes monitoring of coastal waters and sources of pollution.

Sampling and monitoring of the environmental and effluent are needed to determine whether:

- the predicted effluent quality is achieved;
- the level of impact or change caused by the management system is as predicted;
- the agreed environmental values are met.

The Environment

A sampling programme for the environment is usually based on the output from a detailed site study and consideration of the discharge's nature and volume. However, relevant regulations require a certain sampling programme to be implemented and information to be delivered. The EU Water Framework Directive describes in great detail a monitoring programme that has to be implemented, including:

1. Surveillance monitoring for:

- supplementing and validation of the impact assessment procedure;
- an efficient and effective design of the future monitoring programme;
- the assessment of long-term changes in natural conditions;
- the assessment of long-term changes due to widespread anthropogenic activity.

2. Operational monitoring undertaken in order to:

- establish the status of those water bodies identified as being at risk of failing to meet their environmental objectives, and
- assess any changes in the status of such bodies resulting from the programmes of measures.

3. Investigative monitoring carried out:

- where the reasons for any exceedances are known;
- where surveillance monitoring indicates that the objectives set for a body of water are not likely to be achieved;
- to ascertain the magnitude and impact of accidental pollution.

Each country has its own monitoring programme in accordance with the national regulations and international obligations. A broad range of aspects needs to be considered when assessing the impact on the environment, such as:

A) For water:

- the current background quality of the water body;
- status of ecosystems, both pre and post discharge;
- modelling of effects on the receiving environment, including the effects from all other discharges to the water;
- sampling the water in and beyond the mixing zone, and sampling of sediments and fauna;
- establishing control sites beyond the influence of the discharge to identify changes unrelated to it;
- biological monitoring e.g. macro invertebrates;
- evaluating the biological impact of the discharge.

B) For land:

- soil type;
- vegetation cover;
- potential for runoff;
- proximity to streams and lakes;
- evaluating the impact of the discharge;
- sampling of groundwater, nearby surface waters, soil and crops.

C) For products based on wastewater and sludge reuse:

- reused effluent/sludge application;
- vegetation production and use;
- mobility of pollutants from land sources;
- prioritise sources and causes;
- possible impacts on environment and consumers of food produced by reuse;
- amount of toxic, persistent or bio-accumulable materials in effluent, sludge and products;
- health effects and risks.

Monitoring of environmental changes related to effluent discharges is complex and expensive. The frequency and scope of monitoring need to be considered on a case-by-case basis, and have to be implemented in accordance with relevant national and international standards (ISO, EN, etc.), and requirements. This problem is well documented and regulated by EU directives and norms.

The Effluent

Competent authorities or appropriate bodies shall monitor:

- discharges from urban wastewater treatment plants to verify compliance with the requirements;
- amounts and composition of sludge disposed in the surface waters.

Monitoring of effluent quality may be also undertaken to:

- assess treatment performance;
- assess self-monitoring and reporting programme;
- meet regulatory/permit requirements;
- detect changes in effluent quality that could have an impact on the environment;
- provide data for long-term planning, and confirm the design criteria;
- meet research needs.

The nature and frequency of sampling required depend of on a large number of factors, such as:

- sensitivity of the environment;
- regulatory requirements;
- nature of the treatment process;
- risk to the environment;
- quality of the environment;
- variability of the flow, daily and seasonal;
- composition and variability of the inflow's industrial waste component;
- reliability of the treatment process;
- competence of the operating staff;
- effectiveness of the plan's maintenance and supervision;
- remoteness of the plant.

Because monitoring is a very expensive task it is necessary for it to be optimised. It is recommended that sampling be made at two levels:

- a small number of critical parameters related to the treatment process and impact on the environment;
- a broad suite of parameters covering all those with identified potential for impact on environment.

Sampling should be more frequent in case of a larger treatment plant, in case where there may be a significant impact on the environment, or in case of a sensitive environment. Potential variability of the quality of effluent may influence sampling frequency. It depends on the type of treatment processes. Processes with longer detention time, such are lagoons, are far less likely to have sudden changes in effluent quality than the plants with short detention time.

Table 12 gives the recommended sampling frequency for different plants, which have to be harmonised with relevant national regulations. Two sampling frequencies are nominated for each plant size. In small, remote communities, as well as in regions lacking adequate staff and equipment, sampling may be both logistically difficult and prohibitively expensive. In these cases, processes used should be selected to be robust and reliable. Then, sampling frequencies may be lower than indicated.

Composite sampling is more suitable for large plants and in cases when it is necessary to estimate the total load and peak pollution load to the environment. Generally, grab samples are more common. Sampling should occur within two hours of normal time of the maximal daily flow for short detention time systems.

Other details related to monitoring could be found in relevant literature, as well as standards and protocols.

Monitoring programme has to be properly designed in order to be efficient and rational. Monitoring cycle (Box 6.) is a guiding principle: the process of monitoring and assessment should be seen as a sequence of related activities that begin with the definition of information needs and ends with the use of information product. Successive activities in this chain should be specified and designed (optimised) on the basis of the required information product as well as on the preceding part of the chain. A chain is only as strong as its weakest link. Monitoring without the specification of information needs prior to the actual network design will be a waste of money.

Box 6: Monitoring cycle

Elements of the monitoring cycle are:

1. Water management goals and needs
2. Information needs for the management
3. Monitoring strategy to gather information
4. Network design and optimisation
5. Sample collection
6. Laboratory analysis
7. Data handling
8. Data analysis, validation and approval
9. Reporting
10. Information utilisation by management

Table 12

Recommended sampling frequencies for effluents

Plant Type (See notes below)	Principal Process Parameters	Plant Detention Times	Very Small < 0.5 MLD	Plant Size Small 0.5 - 3 MLD	Medium 3-20 MLD	Large >20 MLD
A, B	TSS, BOD-5	all	Q	Q	W	2 x W
C	TSS BOD-5, COD, N	long detention short detention	Q M	Q W	M 2 x W	W 2 x W
D	TSS, N, P BOD-5, COD	long detention short detention	Q M	Q W	M 2 x W	W 2 x W
E	E. coli	long detention short detention	Q M	Q M	M 2 x W	W 2 x W
F	any site specific needs	all	W	W	2 x W	2 x W
Comprehensive suite of parameters		all	T	T	Q	Q

NOTES: PLANT TYPE - TYPICAL TREATMENT PROCESSES

Treatment Process Category

- A Pre Treatment
- B Primary Treatment
- C Secondary Treatment
- D Nutrient removal
- E Disinfection
- F Advanced wastewater treatment

Parameters to be removed

- Gross solids, grit, grease and oil
- Gross solids plus readily settleable solid
- Most solids and BOD
- Nutrients
- Bacteria and viruses
- Treatment to further reduce selected parameters

Examples of Treatment Processes

- Screening
- Primary sedimentation
- Biological treatment, physical-chemical treat., lagoons, natural treat.
- Biological treatment, chemical precipitation, natural treatment
- Lagooning, UV radiation, chlorination, natural treatment
- Granual-medium filtration, microfiltration, membrane technology, membrane bioreactor

ABBREVIATIONS BOD = Biochemical Oxygen Demand, COD = Chemical Oxygen Demand, P = Phosphorus, MLD = Megalitres per day, 2xW = Twice weekly, M = Monthly, T = Twice yearly, Q = quarterly, N = Nitrogen, TSS = Total Suspended Solids, W = Weekly
Sampling frequency in very small remote communities may be lower than that indicated above.

APPENDICES

Appendix 1: Glossary

Advanced wastewater treatment: the application of multiple unit processes beyond the secondary treatment.

Beneficial uses: uses or value of the environment that promotes public benefit, welfare, safety, health, and aesthetic enjoyment.

Catchment area: the area of land from which all surface runoff flows through a sequence of streams, rivers and possibly, lakes to a particular point in a water course (normally a lake or a river confluence).

Chlorination: the application of chlorine to water, wastewater, or industrial waste, generally for disinfection.

Coastal waters: the waters outside the low water line or outer limit of an estuary;

Criterion: qualitative or quantitative value or concentration of a constituent, based on scientific data, from which a decision or judgement may be made about suitability of water for a designed use.

Diffuse source discharges: a source of pollution that has no single place of origin (for example, run-off of rainwater containing sediment, fertilisers and pesticides from land used for agriculture).

Disinfection: a process that destroys, inactivates or removes pathogenic micro-organisms.

Domestic wastewater: wastewater from residential settlements and services, which originates predominantly from the human metabolism and from household activities.

Effluent: the water discharged following a wastewater treatment process, e.g. secondary treatment.

Environmental flow: the flow in an inland stream needed to sustain the ecological values of aquatic ecosystems at a low level of risk.

Environmental value: See beneficial uses, above.

Estuary: the transitional area at the mouth of a river between fresh-water and coastal waters;

Eutrophication: the process of an aquatic body becoming enriched with nutrients that stimulate aquatic plant growth, such as algae, resulting in depletion of dissolved oxygen.

Floatables: Gross solids, plastic, foam or excessive oil and grease present on the surface of the effluent.

Guideline treatment level: a likely level of treatment for the particular set of discharge conditions. Actual treatment requirements should be determined in accordance with environmental value requirements and ongoing monitoring.

Groundwater: Subsurface water in a saturation zone or aquifer that can be extracted through a well.

Hazardous substances: substances or groups of substances that are toxic, persistent and liable to bio-accumulate, and other substances or groups of substances which give rise to an equivalent level of concern.

Lagoon: a shallow pond where sunlight, bacterial action, and oxygen work to purify wastewater.

Industrial wastewater: any waste water which is discharged from premises used for carrying on any trade or industry, other than domestic waste water and run-off rain water;

Inland waters: all standing or flowing water on the surface of the land, and all groundwater on the landward side of the baseline from which the breadth of territorial waters is measured.

Marine waters: oceans and bays together with water in estuaries. These waters have dissolved inorganic ions greater than 30,000 mg/L.

Mixing zone: an area contiguous with an effluent discharge point and specified in the licence or permit, in which the water quality objectives applying to the water body are not required to be met.

Municipal wastewater: see urban wastewater.

Municipal treatment plant: a plant treating wastewater of essentially domestic origins in which any industrial wastes are compatible with domestic wastewater.

Natural treatment system: apply processes that take place in the natural physical, chemical and biological processes. Most frequent applied: land-treatment systems - slow rate, rapid infiltration and overland flow; constructed wetlands - free water surface, subsurface flow systems; floating aquatic plants; aquaculture.

Nutrients: substances necessary for the growth and reproduction of organisms.

Nutrient removal: an additional wastewater treatment process to reduce the amount of nitrogen or phosphorus in the effluent below the levels achieved by secondary treatment.

Objectives: the desirable, short and/or long term goals of the water quality management program. Such objectives are often derived after consideration of water quality criteria in the light of economic, environmental, social or political factors.

Organic material: in wastewater treatment, material that can be biologically consumed in the secondary treatment process. A food source for various microorganisms.

Outfall: pipe or conduit used to convey treated effluent to the point of discharge terminating in a diffuser.

Point source discharges: a source of pollution from an identifiable place of origin (for example, an effluent discharge from a wastewater treatment plant or an effluent discharge from a rural industry).

Ponds: treatment lagoons for purification of raw wastewater and for the additional treatment of primary or secondary treated effluent.

Pollutant: any substances liable to cause pollution.

Pollution: the direct or indirect introduction, as a result of human activity, of substances or heat into the air, water or land which may be harmful to human health or the quality of

aquatic ecosystems or terrestrial ecosystems directly depending on aquatic ecosystems, which result in damaged material property, or which impair or interfere with amenities and other legitimate uses of the environment.

Priority substances: established priority hazardous substances.

Pre treatment/preliminary treatment: wastewater treatment, which involves the removal of gross solids and some of the readily settleable solids, as well as removal of floating material, grease and oils.

Primary treatment: wastewater treatment, which removes readily settleable solids. It means treatment of urban wastewater by physical and/or chemical processes involving settlements of suspended solids or other processes followed by sludge digestion or other means of sludge disposal. The BOD₅ of the incoming water is reduced by at least 20% before discharge, and the total suspended solids of the incoming wastewater are reduced by at least 50%.

Reuse: means the application of appropriate treated wastewater to some beneficial purposes.

River basin: the area of land from which all surface runoff flows through a sequence of streams, rivers and possibly lakes into the sea through a single river mouth, estuary or delta.

Sanitation: control of physical factors in the human environment that could harm development, health, or survival;

Secondary treatment: treatment of urban wastewater by processes generally involving biological treatment with secondary settlement or other processes followed by sludge digestion or other means of sludge disposal. The contaminants in incoming water are reduced to a minimum: BOD₅ 70 - 90%, chemical oxygen demand 75 %, and total suspended solids 70 - 90 % before discharge.

Sewage: see wastewater.

Sewer: a channel or conduit that carries wastewater and storm-water runoff from the source to a treatment plant or receiving stream. "Sanitary" sewers carry household, industrial and commercial waste. Storm sewers carry runoff from rain. Combined sewers handle both.

Sludge: the residual solids, whether treated or untreated, which are removed from wastewater treatment plants.

Sludge treatment: processes in which the volume of water is reduced and sludge quality is controlled in order to prevent detrimental environmental impacts.

Standards: currently legally enforceable levels established by an authority.

Tertiary treatment: processes, which further improve the secondary effluent quality prior to discharge or reuse. Processes such as sand filtration, ion exchange, micro filtration, membrane technology and the use of wetland filters are generally used.

Toxicant: a substance, which above a certain concentrations is poisonous to living things.

Trade effluent discharge standards: currently legally enforceable levels established by an authority for the industrial wastewater prior discharge into urban wastewater system.

Urban wastewater: domestic wastewater or a mixture of domestic wastewater with industrial wastewater and/or run-off rain water;

Wastewater: water which has been used, at least once, and has thereby been rendered unsuitable for reuse for that purpose without treatment and which is collected and transported through sewers. Wastewater normally includes water from both domestic and industrial sources.

Wastewater collection system: a system of conduits, which collects and conducts urban/municipal wastewater.

Wastewater discharge: the flow of treated effluent from any wastewater treatment process.

Wastewater disposal: collection and removal of wastewater deriving from industrial and urban settlements by means of a system of pipes and treatment plants.

Wastewater management: all of the institutional, financial, technical, legislative, participatory, and managerial aspects related to the problem of wastewater.

Wastewater pollution: the impairment of the quality of some medium due to the introduction of spent or used water from a community or industry.

Wastewater quality: the state or condition of spent or used water that contains dissolved or suspended matter from a home, community farm or industry.

Wastewater reclamation: treatment and management of municipal, industrial, or agricultural wastewater to produce water of suitable quality for additional beneficial uses.

Wastewater sanitation system: the combined collection, treatment and disposal system of municipal wastewater.

Appendix 2: Bibliography

- Agenda "Med 21". Sustainable development in the Mediterranean, Tunis, 1994.
- Australian Water Resources Council. Australian Guidelines for Sewerage System, 1997.
- The Engelberg Report. Health aspects of wastewater and excreta use in agricultural and aquaculture, WHO and WB, Dubendorf, 1985.
- EU. Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation, Overview Water Protection.
- EC. Directive 2000/60/EC- Framework for Community action in the field of water policy, 2000.
- EC. Council Directive concerning urban waste water treatment, 91/271/EEC.
- Grabow, W.O.K. and IAWQ. Water Quality International 98, Water Quality: Management, Water Science and Technology, Volume 38, No. 11., 1998.
- Henze, M., L. Somlyidy, W. Schilling and J. Tyson. Sustainable Sanitation, Water Science and Technology, Volume 35, No. 9., 1997.
- IHE, Delft. Strategy Options for Sewage Management to Protect the Marine Environment, UNEP/GPA, The Hague, November 2000.
- Jimenez *et al.*, Alternative wastewater treatment intended for agricultural use in Mexico, Wat. Sci. Tech., 40, No. 4-5, pp. 355-362., 1999.
- Jimenez *et al.*, Removal of micro-organisms in different stage of wastewater treatment for Mexico City, Wat. Sci. Tech., 43, No. 10, pp. 155-162, 2001.
- Jean Margat and Domitille Vallee. Mediterranean vision on water, population and the environment for the 21st century, Blue Plan, January 2000.
- John Anderson. Prospects for international guidelines for water recycling, Water 21, August 2001.
- Margeta, J., I. Iacovides and E. Azzopardi. Guidelines for Integrated Coastal Urban Water System Planning in Coastal Areas of the Mediterranean, MAP/PAP, Split, 1996 (Draft).
- Margeta, J., I. Iacovides and E. Azzopardi. Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources, UNEP-MAP/PAP, Split, 1997.
- Neville-Jones, J.P.D. and C. Droling. Outfall design guides for environmental protection, WRC, November 1986.
- Syed R. Qasim. Wastewater treatment plants, Technomic, Basel, 1994.
- Takashy Asano and Audrey D. Levine. Wastewater reuse: a valuable link in water resources management, WQI No. 4, 1995.
- UNEP-MAP/PAP. Code of practice for environmentally sound management of liquid waste discharge in the Mediterranean sea, PAP, 1987.

UNEP-MAP/MEDPOL. Strategic Action Programme to Address Pollution From Land-based Activities, Athens, 1999.

UNEP-MAP/PAP. Environmental guidelines for municipal wastewater reuse in the Mediterranean region, PAP, Split, 1990.

UNEP. Mediterranean Action Plan and Convention for Protection of the Mediterranean Sea against Pollution and its related protocols, UN, Athens, 1992.

UNEP. Mediterranean Commission on Sustainable Development: A Regional Channel for AGENDA 21, UNEP - MAP, Athens.

UNEP. Recommendations for Decision-Making on Municipal Wastewater (in draft), 2000.

UNEP/MAP. Guidelines for municipal wastewater reuse in the Mediterranean Region, 2003.

UNEP/GPA. Guidelines on municipal wastewater management, December, 2002.



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



MED POL

**LIGNES DIRECTRICES SUR LE TRAITEMENT ET L'ELIMINATION
DES EAUX USEES DANS LA REGION MEDITERRANEENNE**



Organisation Mondiale de la Santé

No. 152 de la série des rapports techniques du PAM

PNUE/PAM

Athènes, 2004

AVANT-PROPOS

Les États riverains de la mer Méditerranée, conscients de leur obligation de préserver et développer la région de manière durable, et reconnaissant la menace que fait peser la pollution sur le milieu marin, sont convenus, en 1975, de lancer un Plan d'action pour la protection et le développement du Bassin Méditerranéen (PAM) sous les auspices du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et, en 1976, de signer une Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (Convention de Barcelone). La Convention est entrée en vigueur en 1978 et a été modifiée en 1995.

Reconnaissant que la pollution provenant d'activités et de sources situées à terre avait le plus fort impact sur le milieu marin, les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont signé en 1980 un Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique (Protocole "tellurique"). Le Protocole est entré en vigueur en 1983 et il a été révisé en 1996 de manière à mieux couvrir les sources de pollution et activités industrielles et à élargir son champ d'application en y englobant le bassin hydrologique.

Un Programme d'actions stratégiques (PAS MED) visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre, qui représente l'adaptation régionale des principes du Programme d'action mondial (GPA) du PNUE destiné à lutter contre les activités polluantes basées à terre, a été adopté par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone en 1987, dans le prolongement des dispositions du Protocole "tellurique" révisé. Le PAS MED recense les principaux problèmes de pollution de la région, indique les mesures possibles pour y remédier, évalue le coût de ces mesures et établit un plan de travail assorti d'un calendrier d'application.

Pour aider les pays méditerranéens à mettre en œuvre le PAS MED dans le long terme, et en particulier à formuler, adopter et appliquer des Plans d'action nationaux (PAN), un Projet FEM d'une durée de trois ans intitulé "Détermination des actions prioritaires pour la poursuite de l'élaboration et de la mise en œuvre du Programme d'actions stratégiques pour la mer Méditerranée" a été mis à exécution par le PAM, et en particulier par le programme MED POL, les Centres d'activités régionales du PAM et l'OMS/EURO. Le Projet se compose de nombreuses activités qui comportent, entre autres, la préparation de lignes directrices régionales et de plans régionaux dont l'objet principal est de guider et d'aider les pays à atteindre les objectifs de réduction de la pollution spécifiés dans le PAS MED.

Le présent document s'inscrit dans les publications de la Série des rapports techniques du PAM qui comprennent tous les ensembles de lignes directrices et plans régionaux établis dans le cadre du Projet FEM pour la mise en œuvre du PAS MED.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	1
1. INTRODUCTION.....	6
Objet du document	6
À qui s'adressent les lignes directrices	7
Méthodologie utilisée	8
2. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES.....	10
Qualité générale de l'eau.....	10
Caractéristiques des eaux usées	10
Caractéristiques des rejets d'eaux usées	12
Valeurs esthétiques.....	12
Éléments pathogènes	12
Nutriments	13
Éléments toxiques	13
Solides dissous	14
Solides en suspension	14
Autres considérations.....	15
Utilisations environnementales et qualité de l'eau	16
Définition des zones d'utilisation.....	16
Objectifs de qualité environnementale et normes de qualité environnementale	17
Législation et rôle des autorités.....	19
Approches	19
Rôle des autorités	21
Surveillance.....	22
3. CADRE DE GESTION	23
Buts et objectifs	23
Stratégie et principes	24
Mécanismes de contrôle.....	24
Réglementations	24
Respect de la réglementation	25
Instruments économiques.....	26
Qualité des effluents	27
Gestion des effluents et valeurs environnementales/utilisations des eaux	27
Lignes directrices fondées sur la technologie	29
Détermination de la qualité des effluents	29
Protection des eaux de réception et des écosystèmes aquatiques	30
Parties prenantes.....	31
Le rôle de l'entreprise/autorité responsable des eaux usées	32
Consultation de la communauté.....	32
4. OPTIONS DE GESTION DES EFFLUENTS.....	34
Minimisation des déchets.....	35
Gestion des systèmes de collecte.....	37
Gestion des systèmes d'épuration	39
Réutilisation des effluents.....	39
Épandage.....	42
Rejets dans les eaux côtières	45

Rejets dans les eaux intérieures	46
Traitement des eaux usées	47
Processus de traitement	47
Traitement et élimination/réutilisation des boues	49
Sélection du schéma de flux	51
Émissaire sous-marin.....	52
Zone de mélange	54
Concepts qui sous-tendent la conception des systèmes de traitement et d'élimination	55
Objectifs de qualité environnementale	56
Zones d'utilisation.....	56
Conception des systèmes d'assainissement des eaux usées/systèmes d'égout.....	56
5. LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT L'ÉLIMINATION	59
Lignes directrices concernant l'épandage.....	59
Lignes directrices concernant les eaux côtières	60
Lignes directrices concernant les eaux intérieures liées au bassin hydrographique méditerranéen.....	65
6. ÉCHANTILLONNAGE ET SURVEILLANCE CONTINUE	69
L'environnement	69
Les effluents.....	70
APPENDICES.....	75
Appendice 1: Glossaire.....	75
Appendice 2: Bibliographie	79

RÉSUMÉ

Le présent document traite de la gestion d'ensemble du système d'assainissement des eaux usées et, en particulier, du problème de l'épuration et de l'élimination des eaux usées. Il a été conçu comme base d'une approche méditerranéenne commune dans l'ensemble de la région de la Méditerranée. Il a pour objet de sensibiliser aux impacts des eaux usées urbaines, d'améliorer les pratiques et de souligner les démarches liées à l'épuration et à l'élimination des eaux usées en vue d'éviter ou de réduire au minimum ces impacts grâce à l'adoption de méthodes d'épuration et d'élimination appropriées. Le guide est une initiative régionale destinée à faciliter la mise en œuvre du Programme d'actions stratégiques (PAS) au niveau national dans tous les pays du PAM.

Dans les présentes lignes directrices, les principes communément admis tout comme les directives pertinentes de l'UE sont pris en compte et respectés. Les paramètres les plus importants des effluents, le degré minimum d'épuration et le niveau d'épuration habituellement requis sont indiqués pour chacune des options de rejet. Les lignes directrices peuvent être appliquées à l'évaluation des rejets d'effluents existants, aux nouvelles formules et propositions concernant la gestion des effluents.

Considérations environnementales

Les cours d'eau, estuaires, eaux côtières et eaux souterraines sont autant d'éléments qui font partie intégrante de l'environnement. Une planification et une gestion judicieuses s'imposent pour les protéger et les conserver et pour faire en sorte que l'eau qui en provient soit de qualité appropriée pour différentes utilisations. L'eau que nous utilisons finit par retourner aux cours d'eau et à la mer. Si elle n'est pas polluée par des substances nocives persistantes, l'eau peut être réutilisée maintes et maintes fois. L'eau, ainsi que les plantes et les animaux qui y vivent, peuvent diluer, disperser et décomposer certaines des matières qui y pénètrent. Voici longtemps que nous tirons parti de la faculté qu'ont les eaux côtières et intérieures d'éliminer les déchets. C'est pourquoi nous devons absolument veiller à ce que l'eau et ses composantes biologiques puissent jouer leur rôle de purification et que le déversement de polluants ne menace pas sa qualité. La gestion des effluents nécessite l'épuration des eaux usées à un degré susceptible d'empêcher une nouvelle détérioration, d'assurer la protection et de renforcer l'état des écosystèmes aquatiques, de réduire au minimum les risques d'affections humaines, et de protéger les utilisations et valeurs environnementales des eaux. Le principe fondamental de la politique méditerranéenne de protection des milieux aquatique et marin est que les normes auxquelles les divers rejets doivent se conformer devraient être établies en ayant pour référence et visée la qualité des eaux atteintes.

La législation récente relative aux problèmes de pollution et à la gestion des eaux usées de nombreux pays méditerranéens, ainsi que de l'Union européenne, se fonde sur une "approche combinée" où les objectifs de qualité de l'eau (OQE) et les valeurs limites d'émission (VLE) servent à se renforcer mutuellement. L'"approche combinée" de la lutte antipollution signifie qu'il faut: i) limiter la pollution à la source en fixant des valeurs limites d'émission; et ii) établir des normes de qualité de l'eau (objectifs) pour les masses d'eau recevant des effluents et pour les utilisations autorisées de l'eau. Selon cette approche, le degré d'épuration des eaux usées et la méthode d'élimination des effluents sont prescrits directement ou indirectement au moyen d'une réglementation appropriée.

Cadre de gestion

La gestion des eaux usées a pour but essentiel de restituer les eaux usées traitées à l'environnement d'une manière qui soit jugée acceptable par la communauté eu égard aux considérations aussi bien environnementales que de coût. Le développement écologiquement durable est à la base de la gestion de la qualité de l'eau. Une stratégie

d'ensemble de gestion durable de la qualité de l'eau dans la région méditerranéenne doit être fondée sur une série de principes: degré élevé de protection; principe de précaution; action préventive; réduction de la pollution à la source; principe du pollueur-payeur; principe du paiement par les usagers; approche fondée sur la hiérarchie des objectifs (prévention, réduction au minimum, traitement/élimination); et intégration de la protection de l'environnement aux autres politiques nationales (transports, agriculture, énergie, tourisme, pêche, etc.)

Les mécanismes de contrôle les plus importants sont les réglementations et les instruments économiques. Le recours à ces derniers est un élément qui fait partie intégrante de tout programme de gestion durable de la qualité de l'eau. Les principes de recouvrement des coûts des services de l'eau, y compris les coûts environnementaux et en ressources associés aux dommages ou aux incidences néfastes sur le milieu aquatique, doivent être pris en compte conformément aux principes du pollueur-payeur et du paiement par l'utilisateur. Tout programme de gestion des eaux usées doit tenir compte des considérations de financement et de recouvrement des coûts des projets d'assainissement durables et garantir l'équité dans toute la mesure du possible. Malheureusement, les usagers ne sont disposés à payer que ce qu'ils considèrent comme un avantage ou une priorité.

Un préalable à la gestion durable des eaux usées est la détermination de la qualité des effluents requise eu égard aux valeurs environnementales ou utilisations sélectionnées des eaux douces ou eaux marines et à leur sensibilité à un impact néfaste sur l'environnement, comme l'eutrophisation ou une concentration accrue de nitrates dans l'eau de boisson. Il importe, lors de l'adoption des plans d'action et des mesures dans ce domaine, de tenir compte des meilleures techniques disponibles ainsi que des meilleures pratiques environnementales. La gestion doit prendre en compte le rôle qui incombe aux parties prenantes.

Options de gestion des effluents

Chaque pays de la région possède, en matière de gestion des eaux usées, une certaine spécificité qui est due à des facteurs culturels, environnementaux, politiques, économiques et autres; aussi lui faut-il établir une liste précise d'options durables. Cependant, les concepts, objectifs et principes généraux doivent être respectés car ils sont à la base de la politique de développement durable et de gestion rationnelle des ressources en eau mise au point aux échelons mondial et régional. Les options de gestion des eaux usées doivent prendre en compte tous les éléments du système (usagers/eaux usées, système de collecte, épuration et élimination) et chacun de ces aspects considéré individuellement. Les aspects importants sont les suivants: réduction au minimum des déchets; gestion du système de collecte; gestion du système d'épuration (eaux usées et boues); réutilisation des effluents; rejet des effluents sur la terre, dans les eaux côtières, dans les eaux intérieures; et système d'élimination en mer. Il faut, pour sélectionner les options, appliquer une approche hiérarchisée de la gestion des déchets en encourageant les producteurs d'eaux usées, les prestataires de services et les autorités à retenir les formules venant en tête de la hiérarchie.

La réduction au minimum des déchets est l'une des priorités de toute stratégie de gestion durable des eaux usées et devrait être le premier objectif. Minimiser les déchets signifie en effet minimiser les risques. C'est l'activité qui vient en tête de l'"approche fondée sur la hiérarchie des déchets". L'application de bonnes pratiques de minimisation des déchets doit restreindre le plus possible le volume d'eaux usées et la quantité de polluants potentiels, et par conséquent le risque pour la santé humaine et l'environnement.

Réutiliser les effluents contribue beaucoup à améliorer la gestion des ressources en eau car c'est un moyen de produire dans la région une source d'eau de qualité pour l'irrigation et les utilisations industrielles et urbaines. Comme beaucoup de pays sont confrontés à de graves pénuries d'eau, ils ont de plus en plus recours à des méthodes de réutilisation de l'eau à des

fins d'irrigation et industrielles. Il s'agit d'une utilisation des effluents qui génère un revenu, réduit les coûts et comporte d'autres avantages. Directement ou indirectement, la réutilisation des effluents peut avoir des avantages économiques, sociaux et environnementaux.

L'épandage est une formule utilisée pour restituer les eaux usées au cycle hydrologique au moyen de systèmes comme les bassins d'évaporation, les systèmes de percolation et d'irrigation grâce auxquels cette restitution se fait par évaporation, évapotranspiration, ou infiltration. Dans ce contexte, l'irrigation a pour but de maximiser les quantités d'eau restituées au cycle hydrologique; lorsque tel est le cas, les principes de réutilisation des effluents doivent être respectés.

Dans le cas des communautés côtières, les effluents sont rejetés directement ou indirectement dans les eaux côtières voisines, l'objectif, en l'occurrence, étant de maintenir une qualité de l'eau de nature à protéger les valeurs environnementales ou utilisations des eaux. Par le passé, les communautés riveraines de la Méditerranée ont beaucoup utilisé à cette fin les propriétés d'épuration et de dispersion de la mer. L'élément important de ce concept est l'émissaire en mer qui est conçu et utilisé afin de garantir que les effluents soient rejetés d'une manière aussi respectueuse de l'environnement que possible. Le traitement doit être approprié et l'émissaire doit être relativement long et doté de diffuseurs pour parvenir à des niveaux élevés de dilution et de dispersion. Habituellement, il est spécifié autour du point de rejet du diffuseur une zone de mélange au-delà de laquelle les utilisations environnementales des eaux doivent être préservées.

Par eaux intérieures, on entend toutes les eaux statiques ou courantes à la surface du sol, ainsi que toutes les eaux souterraines en direction, vers la terre, de la ligne de base servant à mesurer la largeur des eaux territoriales. Lorsque les effluents sont rejetés dans les eaux intérieures, l'objectif doit être de maintenir une qualité de l'eau de nature à protéger les valeurs environnementales de celle-ci (écosystèmes aquatiques, écosystèmes terrestres et zones humides directement tributaires de l'écosystème aquatique, et utilisations des eaux). Les eaux souterraines doivent faire l'objet d'une attention spéciale.

Le traitement des eaux usées fait intervenir différents procédés qui sont utilisés individuellement ou en série pour parvenir à la qualité requise des effluents. Le degré d'épuration le plus commun est le *traitement secondaire*, qui comporte généralement les trois premiers niveaux (traitements préliminaire, primaire et secondaire), en série ou combinés selon diverses configurations. Le traitement secondaire s'impose normalement avant une épuration poussée et la désinfection. L'élimination des nutriments ainsi que l'épuration poussée des eaux usées sont généralement destinées à protéger les zones sensibles aux nutriments ou des utilisations spécifiques des eaux comme la boisson. Une épuration poussée et la désinfection sont habituellement nécessaires aussi lorsque les effluents doivent être réutilisés. Une épuration poussée des eaux usées au delà du stade secondaire ou biologique est également appelée *traitement tertiaire*. Il est tout aussi important que la manipulation et l'élimination des divers résidus produits par les stations d'épuration se fassent dans des conditions sûres. Les sous-produits de l'épuration des eaux usées sont des solides: matières ne passant pas au criblage, graisses et huiles, biosolides et tourteaux de boues. Comme le traitement et l'élimination des boues sont une opération onéreuse, ses coûts sont souvent la considération prédominante dans la conception des stations d'épuration des eaux usées.

Beaucoup d'opérations et de processus peuvent être combinés pour élaborer un schéma de flux et parvenir ainsi au degré d'épuration souhaité. Pour élaborer le schéma de flux le mieux approprié, le concepteur doit évaluer les nombreux facteurs qui influent sur l'exploitation et l'entretien, l'efficacité des procédés dans des conditions de flux variables, et les contraintes environnementales. La sélection de la technologie finale nécessite aussi une évaluation détaillée des autres sources de pollution, une projection de la taille de la population et de la

production de déchets dans l'avenir, la prise en compte des caractéristiques - notamment culturelles - de la communauté, et de ses capacités financières.

La conception du traitement et de l'émissaire de rejet/élimination des eaux usées a pour but de faire en sorte que le rejet ait lieu d'une manière aussi respectueuse de l'environnement que possible. Les diverses conditions environnementales qui prévalent en tel ou tel lieu doivent être prises en compte lors du processus décisionnel concernant l'épuration et l'élimination des eaux usées. La décision concernant l'épuration et l'élimination doit se fonder sur les objectifs fixés par les autorités à propos de la qualité de l'eau dans laquelle le rejet est effectué ainsi que sur toutes les normes pertinentes énoncées par les directives nationales ou internationales.

Lignes directrices concernant l'élimination

Lignes directrices concernant l'épandage: l'épandage consiste à rejeter les effluents sur une certaine superficie de terre, essentiellement dans le but de restituer l'eau dans le cycle hydrologique par évaporation, évapotranspiration et/ou infiltration. C'est l'une des mesures qui sont à la base d'une gestion durable des ressources en eau ou de la conservation de l'eau. Ces lignes directrices décrivent les degrés d'épuration requis avant l'épandage des effluents (voir le tableau 9). L'épandage ne comprend pas les rejets d'eaux non traitées car ces derniers ne font pas partie d'une gestion des effluents. Des limites de qualité de l'eau sont fixées pour minimiser les risques potentiels pour la santé et les effets négatifs sur l'environnement récepteur. Il importe de surveiller le respect des limites prescrites.

L'épandage est une solution qui peut être envisagée pour les communautés de l'intérieur, spécialement dans le cas des petites communautés des régions arides et semi-arides, pour l'élimination de tous les effluents ou des effluents excédentaires après réutilisation. Cette méthode peut également être envisagée dans les zones où le rejet direct dans les eaux de surface et dans les eaux souterraines n'est pas autorisé, notamment s'il s'agit d'eau destinée à la boisson ou d'eaux très sensibles.

Lignes directrices concernant les eaux côtières: bon nombre des utilisations que l'homme fait des eaux marines sont directement tributaires de la nature et de la qualité des systèmes biologiques, chimiques et physiques existants. C'est pourquoi il faut en toute priorité préserver une qualité acceptable des eaux. Les effluents peuvent être rejetés dans différents types d'eaux côtières: eaux ouvertes, estuaires et baies. Les effluents peuvent être rejetés directement dans la mer par de longs émissaires sous-marins, à grande distance de la côte, ou par des rejets plus proches du littoral, ou par des exutoires côtiers. Ils peuvent également l'être indirectement par le biais des rejets dans les cours d'eau, les estuaires et les eaux souterraines.

L'utilisation de la mer pour compléter le traitement des effluents rejetés par un émissaire sous-marin et un système de diffuseurs demeure aujourd'hui une option intéressante et réaliste pour certains pays de la région. Cette formule peut être utilisée si la capacité du milieu est suffisante pour accueillir les déchets restants après traitement partiel et si cela constitue le premier pas sur la voie d'un degré plus élevé de traitement des effluents et de protection de la mer. L'aspect important de cette approche est le suivi, qui doit permettre de recueillir des informations suffisantes concernant l'impact des rejets sur la qualité des eaux, les sédiments et les communautés biologiques.

La station d'épuration et l'émissaire sous-marin doivent être considérés comme un tout constituant un système de traitement unique. Un long émissaire sous-marin, s'éloignant beaucoup du rivage, doit toujours être utilisé lorsque les processus de traitement ne comportent pas de désinfection. Or, on ne peut pas désinfecter des effluents si ceux-ci n'ont pas fait l'objet d'un traitement au moins secondaire. Le tableau 10 énumère différentes catégories de rejets dans les eaux côtières et indique les valeurs environnementales ainsi

que les questions, lignes directrices et degrés d'épurations à prendre en considération. Ces catégories dépendent des processus de mélange auxquels sont soumis les rejets.

Lignes directrices concernant les eaux intérieures: de nombreux pays méditerranéens, notamment au sud et à l'est, connaissent une croissance économique et une urbanisation rapides qui retentissent sur la gestion des eaux usées. Ces questions mettent en relief la nécessité pour les systèmes d'assainissement des eaux usées de gérer l'impact de l'urbanisation sur les eaux intérieures et d'effectuer des contrôles de plus en plus rigoureux des effluents, l'objectif étant de gérer ces systèmes de telle sorte qu'ils répondent aux besoins actuels et futurs en développant des services à faible coût mais suffisants qui puissent être fournis de manière durable au niveau des communautés. À cette fin, il faut identifier et mettre en œuvre des stratégies et des mesures de nature à inverser les tendances actuelles à la dégradation et à l'épuisement des ressources.

Si besoin est pour des raisons financières, sociales ou autres qui conduisent à dépasser les objectifs de qualité de l'eau fixés, la zone de mélange utilisée pour les rejets doit être délimitée et définie dans un permis de rejet, l'objectif devant être de réduire progressivement l'étendue de la zone jusqu'à ce que les rejets ne compromettent plus les objectifs de qualité. Généralement, dans le cas des eaux intérieures, il faut assurer un traitement secondaire pour protéger la santé humaine et l'environnement. Cela est spécialement nécessaire dans les pays qui manquent d'eau d'irrigation, car il existe un risque sérieux que les effluents soient réutilisés, de façon contrôlée ou incontrôlée. Le tableau 11 indique les paramètres des effluents qui sont préoccupants et les degrés d'épuration recommandés pour les rejets dans les eaux intérieures.

Échantillonnage et surveillance continue

La surveillance continue constitue un aspect essentiel de la mise en œuvre de toutes les dispositions en vigueur concernant l'eau. Un programme d'échantillonnage et de surveillance continue de l'environnement et des effluents est indispensable pour déterminer: i) si la qualité prescrite des effluents est atteinte; ii) si l'impact ou le changement entraîné par le système répond à ce qui a été prévu; iii) si les valeurs environnementales convenues sont respectées. Le tableau 12 indique la fréquence recommandée des opérations d'échantillonnage pour différentes stations, cette fréquence devant être alignée sur la réglementation nationale pertinente. Le programme de surveillance doit être bien conçu pour être efficace et rationnel. Entreprendre un programme de surveillance sans spécifier les informations à rassembler avant de concevoir le réseau qui sera effectivement mis en place est un gaspillage d'argent.

1. INTRODUCTION

La région méditerranéenne génère des volumes considérables d'eaux usées, les eaux usées urbaines représentant à elles seules environ $38 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{an}$. Sur ce total, la région septentrionale en produit $23 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{an}$, la région orientale $7,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{an}$ et la région méridionale $7,5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{an}$. L'industrie, le commerce et les lieux de villégiature génèrent également des eaux usées. Les eaux usées provenant des régions urbaines, que l'on appelle les "eaux usées urbaines/municipales", sont les eaux usées domestiques ou un mélange d'eaux usées domestiques et d'eaux usées industrielles et/ou de ruissellements d'eau de pluie. Les eaux usées traitées, appelées effluents, sont normalement rejetées dans l'environnement (sols, eaux intérieures et eaux côtières), de sorte qu'elles doivent être gérées comme il convient si l'on veut protéger la santé publique et l'environnement.

Un système de collecte d'eaux usées:

- reçoit les eaux usées domestiques, commerciales et industrielles prétraitées;

Un système d'épuration et d'élimination des eaux usées:

- traite les eaux usées jusqu'au degré d'épuration requis;
- rejette les effluents et les solides en résultant dans l'environnement.

Pour assurer ce service, le système d'assainissement des eaux usées (c'est-à-dire l'ensemble des systèmes de collecte, d'épuration et d'élimination):

- gère les déchets liquides produits par une communauté pour protéger la santé publique et l'environnement;
- traite les effluents et les élimine en un lieu éloigné des centres de population et des régions protégées;
- permet, lorsque les conditions s'y prêtent, d'aménager et d'exploiter des installations d'épuration à grande échelle des eaux usées combinées d'un grand nombre de petits peuplements, ce qui permet de réduire considérablement les coûts;
- se traduit par un petit nombre de sources ponctuelles plutôt que d'un grand nombre de sources ponctuelles et diffuses disséminées de rejets, qu'il est ainsi plus facile de gérer, de surveiller et de modifier.

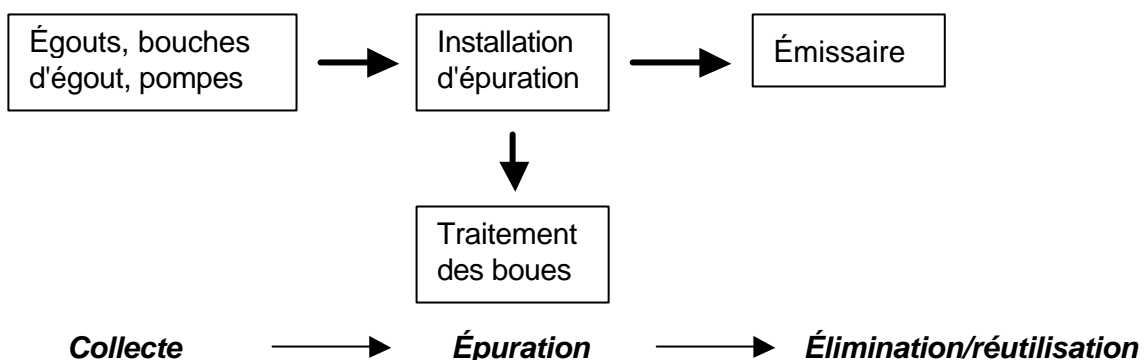


Figure 1. Composante d'un système d'assainissement des eaux usées

Objet du document

Le présent document s'inscrit dans le cadre du programme MED POL du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) et de l'élément méditerranéen du projet FEM concernant l'élaboration d'un Programme d'actions stratégiques (PAS) pour réduire la pollution provenant d'activités

basées à terre. Cette série de documents - lignes directrices porte sur différents aspects de la protection de la mer Méditerranée contre la pollution de sources basées à terre. Le présent document traite de la gestion d'ensemble du système d'assainissement des eaux usées et en particulier du problème de l'épuration et de l'élimination des eaux usées. Il a été élaboré en vue de faciliter l'élaboration d'une approche méditerranéenne commune pour l'ensemble de la région.

Ces lignes directrices concernent les eaux usées urbaines et les effluents provenant d'installations d'épuration des eaux domestiques et des eaux industrielles prétraitées. Elles ne s'appliquent pas aux effluents rejetés directement dans l'environnement de sources comme :

- les industries;
- les systèmes de drainage des eaux de pluie;
- les crues;
- les fosses septiques, etc.

Les lignes directrices ne s'appliquent pas non plus aux cas d'épandage d'eaux usées non traitées sur le sol en tant qu'élément du processus d'épuration.

Enfin, elles ne s'appliquent pas non plus à l'épuration des eaux usées ni aux rejets provenant des stations d'épuration de l'industrie.

Les présentes lignes directrices prennent comme hypothèse que les eaux usées industrielles déversées dans le système de collecte des eaux usées urbaines ont été prétraitées par la station d'épuration de l'industrie conformément aux dispositions de la réglementation locale et nationale applicable aux eaux usées et effluents commerciaux et industriels. La règle générale est que les effluents industriels, avant d'être déversés dans le système de collecte des eaux usées urbaines, doivent être au moins de qualité égale aux eaux usées domestiques habituelles pour pouvoir être transportés et traités dans la station d'épuration des eaux usées urbaines. Seules certaines concentrations plus élevées de matières organiques biodégradables que celles que contiennent les eaux usées domestiques sont acceptables, sous réserve de réglementations préalables.

Ces lignes directrices, qui sont censées s'appliquer jusqu'à la prochaine révision du présent document, décrivent les principes et pratiques suivis en matière de gestion des effluents dans le contexte méditerranéen et ont pour but d'aider à identifier et à sélectionner des méthodes appropriées à la région méditerranéenne. Elles prennent en considération et respectent les principes généralement connus, ainsi que les directives pertinentes de l'Union européenne (UE) et en particulier la Directive du Conseil relative à l'épuration des eaux usées urbaines (91/271/CEE). Les paramètres les plus importants des effluents, le degré minimum d'épuration et le niveau d'épuration habituellement requis sont indiqués pour chacune des options de rejet. Les lignes directrices peuvent être appliquées pour évaluer les rejets d'effluents existants, les nouveaux systèmes et les propositions de gestion des effluents. Elles ne sont pas censées se substituer à la réglementation nationale ou internationale applicable dans ce domaine ni surtout, pour les pays de l'UE, aux directives pertinentes.

À qui s'adressent les lignes directrices

Ces lignes directrices sont censées être utilisées dans la région méditerranéenne, et particulièrement dans les pays de la région qui n'appartiennent pas à l'UE, par :

- les responsables de la prise de décisions concernant l'épuration et l'élimination des eaux usées et la gestion des effluents en milieu urbain;
- les planificateurs et concepteurs de systèmes d'épuration et d'élimination des eaux usées;
- des groupes et organisations comme organismes gouvernementaux, services des eaux, décideurs, personnel des services de réglementation, groupes communautaires et

groupes d'intérêt particulier participant à l'élaboration des plans de gestion des zones côtières, des bassins fluviaux ou des bassins versants;

- les personnes appelées à participer aux processus d'approbation à différents niveaux;
- les formateurs en vue de renforcer les capacités sur le terrain;
- toutes les autres personnes qui s'intéressent à la gestion des systèmes d'assainissement des eaux usées.

Méthodologie utilisée

Le problème de la gestion des eaux usées: i) est d'une solution complexe car une importance égale doit être attribuée à ses aspects environnemental, économique et social; ii) est onéreux en raison des coûts d'investissement élevés et des frais d'exploitation permanents qu'il implique, la tendance étant à leur augmentation constante; iii) est sensible puisque les solutions ont directement trait à l'environnement et à la population; iv) s'inscrit dans le long terme puisque la mise en œuvre de la solution du problème et l'amélioration escomptée des conditions de l'environnement prennent du temps, outre que la surveillance appelle une mise en œuvre continue. Puisque tous ces facteurs constituent des éléments différents et interdépendants, entraînant des conflits d'intérêt mutuels, il n'existe aucune solution idéale. Au contraire, ils doivent donner lieu, dans chaque situation et à chaque moment donnés, au compromis le plus acceptable, ce qui signifie que les solutions doivent être économiquement acceptables, tant pour la population que pour les parties prenantes, et qu'elles doivent contribuer à une meilleure protection et durabilité de l'environnement. Elles doivent aussi avoir une flexibilité suffisante pour être constamment réajustées et perfectionnées en vue de répondre à des normes de protection de l'environnement de plus en plus rigoureuses.

Cela étant, il n'est pas facile aux décideurs et autres acteurs de prendre part à la solution du problème, en particulier à ceux qui n'ont pas en la matière les connaissances et l'expérience requises. Par conséquent, il est nécessaire et utile de disposer de lignes directrices régionales homogènes, applicables à un grand nombre de situations, puisqu'elles permettent une vue d'ensemble relativement simple et rapide des éléments d'une solution réaliste. Grâce aux lignes directrices, il est possible d'obtenir rapidement les éléments fiables indispensables à une solution correcte du problème, ce qui épargnera du temps et des ressources et écartera aussi le risque d'une solution inacceptable.

Pour mieux appréhender ce problème complexe et pluridisciplinaire ainsi que l'application des lignes directrices, les thèmes sont présentés de la manière méthodique qui s'impose si l'on veut les saisir dans leur ensemble. La structure du document permet aussi d'avoir commodément accès aux informations que l'on recherche sans être obligé de le consulter dans son intégralité.. Ainsi, chaque chapitre constitue un thème en soi tout en faisant partie intégrante d'une unité et d'un cadre au sein desquels les vrais problèmes sont résolus - autrement dit l'assise sur laquelle reposent les lignes directrices pour l'épuration et l'élimination des eaux usées. Tout d'abord, un cadre d'ensemble est tracé pour la solution des problèmes, puis ce cadre est resserré en abordant la gestion des eaux usées, et enfin les lignes directrices sont énoncées.

C'est dans cette perspective qu'un cadre général pour la conservation de l'eau et la gestion des eaux usées est d'abord présenté au chapitre 2.. Il comprend des thèmes tels que: généralités sur l'eau, caractéristiques des eaux usées, caractéristiques des rejets d'eaux usées, utilisations environnementales et qualité de l'eau, législation et rôle des autorités, surveillance continue. Dans ce même chapitre, le lecteur trouvera des informations sur l'importance de l'eau et la nécessité de sa protection, les impacts des eaux usées sur la population et l'environnement. Le chapitre s'adresse à ceux qui ont une connaissance insuffisante des problèmes de la qualité de l'eau et des systèmes de contrôle de l'eau.

Le chapitre 3 détaille le cadre strict de la gestion des eaux usées. Les thèmes traités sont: buts et objectifs, stratégie et principes, mécanismes de contrôle, qualité des effluents,

protection des eaux réceptrices et des écosystèmes aquatiques, parties prenantes, rôle des entreprises/autorités responsables des eaux usées, et consultation de la communauté. Les éléments de base du système de contrôle des eaux usées urbaines et les lignes directrices qu'il conviendrait de suivre pour résoudre les problèmes de leur gestion, sont exposés en détail. Dans ce même chapitre, le lecteur trouvera les informations nécessaires pour mieux saisir les solutions possibles. Le chapitre s'adresse à ceux qui souhaitent avoir des informations détaillées sur la gestion des eaux usées et les facteurs qui influent sur le choix d'une solution, ainsi que les incidences du problème sur l'environnement, la population et l'économie.

Le chapitre 4 présente les méthodes de gestion des effluents: réduction des déchets, épuration des eaux usées, épandage, rejet des eaux usées dans la mer, eau d'irrigation obtenue par réutilisation d'effluents traités. Les caractéristiques de base des solutions techniques et autres de gestion et d'élimination des effluents sont présentées, avec la procédure adoptée pour leur conception.. Les problèmes abordés dans ce chapitre sont d'ordre technique et étroitement liés au choix de la solution; leur présentation s'adresse par conséquent à un public de spécialistes de la gestion des eaux usées.

Le chapitre 5 est consacré aux lignes directrices concernant l'épuration et l'élimination.. Ces lignes directrices ont trait au choix du degré d'épuration requis, en fonction des caractéristiques des eaux usées et du milieu récepteur. Ainsi, elles portent sur l'épuration, l'épandage, l'élimination dans les eaux côtières et les eaux intérieures. En outre, les caractéristiques de chaque procédé d'élimination sont exposées et expliquées, avec leurs avantages et inconvénients, de même que les préalables au choix d'une solution appropriée. Ce chapitre a directement trait au choix d'une solution réaliste puisqu'il permet, d'une manière simple et concise, de retenir une solution acceptable conforme à la pratique actuelle dans la région.. Il s'adresse à tous ceux qui veulent une information rapide et solide concernant une solution acceptable.

Enfin, les caractéristiques de la surveillance de l'eau et des effluents, nécessaires pour contrôler l'efficacité des mesures appliquées, sont présentées en détail.

En dehors des chapitres de fond que l'on vient d'énumérer, une "Introduction" ouvre le premier chapitre pour exposer les raisons de la publication, sa finalité, le public auquel elle est destinée. À la fin du document, un glossaire définit les termes nécessaires à sa compréhension, et les références bibliographiques contiennent une liste des ouvrages utilisés pour sa rédaction et des autres titres qui peuvent être consultés sur ce sujet.

Comme on pourra le constater, la conception du document permet aux parties intéressées d'accéder commodément aux informations sur la base desquelles une décision pourra être prise pour le choix de la solution d'un problème donné au moyen des lignes directrices (chapitre 5). Le document contient également les informations nécessaires pour la compréhension complète du problème de l'épuration et de l'élimination des eaux usées, ainsi que les lignes directrices pertinentes (chapitres 2, 3, 4 et 6). Ainsi, en fonction de ses besoins, le lecteur peut utiliser le document de diverses manières.. Si la situation est claire et le problème bien appréhendé, il aura recours aux lignes directrices (chapitre 5); si le problème est mal défini et appelle une meilleure compréhension, il aura recours à une vue d'ensemble de la question, puis aux lignes directrices, pour retenir l'option la plus acceptable.

Le document contient également des explications et des lignes directrices pour plusieurs aspects différents de la gestion des eaux usées; aussi peut-on l'utiliser dans les différentes situations rencontrées en pratique (surveillance continue, participation du public, réglementations, aspects économiques, objectifs de qualité de l'eau, normes de qualité de l'eau, épuration des eaux usées, méthodes d'élimination, etc.), si bien que sa portée et son utilisation sont générales.

On se doit de souligner enfin que le document n'a pas pour finalité de se substituer aux réglementations nationales conformes aux dispositions de l'UE mais d'offrir aux utilisateurs, dans leur pratique quotidienne, un guide propre à la région pour la solution des problèmes, et de permettre ainsi une approche uniforme et harmonisée pour atteindre les objectifs communs de protection de l'eau et de la mer.

2. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES

L'eau est essentielle à la vie, et joue aussi un rôle important dans l'économie de tout pays moderne. Aussi est-il indispensable pour l'avenir de tout pays de veiller à ce que les ressources hydrauliques soient comprises, respectées et gérées comme il convient. Satisfaire les demandes concurrentes d'eau et préserver et améliorer la qualité de l'eau constituent un défi important et parfois difficile.

Les cours d'eau, estuaires, eaux côtières et eaux souterraines sont autant d'éléments qui font partie intégrante de l'environnement naturel. Une planification et une gestion judicieuse s'imposent par conséquent pour les protéger et les conserver et veiller à ce que l'eau qui en provient soit de qualité appropriée pour différentes utilisations.

L'eau offre des habitats importants pour les plantes et animaux sauvages et nous utilisons l'eau pour l'agriculture et l'industrie, les activités de loisirs, et évidemment aussi la boisson.

L'eau que nous utilisons finit par retourner aux cours d'eau et à la mer. Si elle n'est pas polluée par des substances nocives persistantes, l'eau peut être utilisée maintes et maintes fois. C'est ainsi qu'il importe de ne pas polluer simultanément une trop grande quantité d'eau d'un cours d'eau ou d'autres sources.

L'eau, et les plantes et animaux qui y vivent, peuvent diluer, disperser et décomposer certaines des matières qui y pénètrent. L'on a longtemps utilisé cette capacité de l'eau, qu'il s'agisse des eaux côtières ou des eaux intérieures, pour éliminer les déchets. C'est pour cette raison qu'il faut veiller à ce que l'eau et ses composantes biologiques puissent jouer leur rôle de purification et que le déversement de polluants ne menace pas la qualité de l'eau.

Qualité générale de l'eau

L'environnement aquatique est un système complexe déterminé par toute une série de processus physiques, chimiques et biologiques. Il faut par conséquent bien comprendre ces derniers si l'on veut pouvoir évaluer l'impact passé ou futur de l'homme sur l'eau. Particulièrement intéressante dans ce contexte est la description des processus et de leurs échelles spatiales et temporelles, dont l'importance varie selon les eaux et les situations de pollution considérées.

Pour identifier la méthode d'épuration la mieux appropriée, il faut commencer par évaluer la sensibilité des eaux. Cette sensibilité peut être évaluée au regard des caractéristiques écologiques de l'eau (par exemple eaux eutrophisées ou potentiellement eutrophisées) ainsi que de ses utilisations (par exemple eaux destinées à la boisson ou à la production de denrées alimentaires).

Caractéristiques des eaux usées

Les eaux usées municipales sont un mélange d'eaux usées domestiques, d'effluents provenant d'établissements commerciaux et industriels et de ruissellements d'eau de pluie. Leur composition dépend des caractéristiques spécifiques de la consommation, qui peut varier de 50 à 300 l/habitant/jour, ce qui, avec des facteurs non liés aux rejets des ménages

ou de l'industrie, explique la grande diversité des concentrations des principaux éléments constitutifs des eaux usées.

Les eaux usées municipales contiennent plus de 99,1% d'eau, le reste étant composé de matières comme matières organiques et inorganiques dissoutes et en suspension et microorganismes. Ce sont ces matières qui donnent aux eaux usées municipales leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. L'on trouvera au tableau 1 une description de la composition habituelle des eaux usées municipales. Les valeurs varient selon le type d'eaux usées à traiter et le système de collecte utilisé. Les concentrations sont plus élevées dans les systèmes séparés que dans les systèmes combinés. En outre, la qualité des eaux usées est marquée par des variations saisonnières, journalières et horaires. Les concentrations varient aussi selon que le temps est sec ou pluvieux. Il faut toujours, pour la conception des systèmes, déterminer la composition effective des eaux usées.

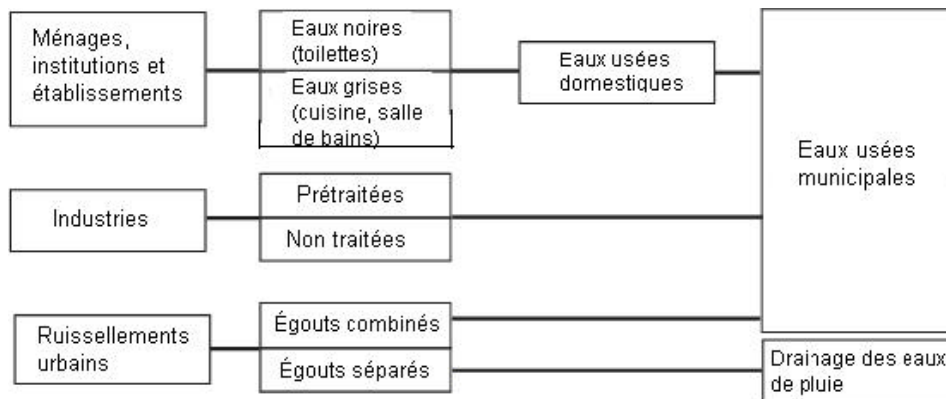


Figure 2. Éléments des eaux usées municipales

Tableau 1

Composition habituelle des eaux usées municipales (PNUE - GPA, 2000)

Paramètre	Description	Fourchette de concentration
Qm (l/habitant/jour)	Production moyenne d'eaux usées par habitant et par jour	150 - 250
TS (mg/l)	Matières organiques et inorganiques décantables, en suspension et dissoutes	300 - 1000
SS (mg/l)	Partie des solides organiques et inorganiques qui ne sont pas dissous	150 - 350
DBO5 (mg/l)	Demande d'oxygène biologique (5-d, 20 C), qui représente la partie biodégradable de la composante organique	100 - 400
N total (mg/l)	L'azote total comprend l'ammoniac, les nitrites et nitrates et l'azote organique	20 - 85
N organique (mg/l)	Azote lié aux protéines, aux acides aminés et à l'urée	8 - 35
N - NH3 (mg/l)	L'ammoniac est produit au début de la décomposition de l'azote organique	12 - 50
P total (mg/l)	Phosphore total sous forme organique et inorganique	5 - 15
P organique (mg/l)	Phosphore organique lié aux matières organiques	1 - 5
P inorganique (mg/l)	Forme inorganique du phosphore sous forme d'orthophosphate et de polyphosphate	4 - 10
Total des coliformes	Groupe de bactéries aérobiques et parfois anaérobiques Gram-négatives ne formant pas de spores et causant la fermentation du lactose qui habite généralement le gros intestin de l'homme et des animaux	10^6 - 10^9 /100ml
Cl (mg/l)	Le chlore que contiennent les eaux usées provient du réseau d'approvisionnement, des déchets humains et des adoucisseurs d'eaux domestiques	30 - 100
Sulfates (mg/l)	Teneur en sulfates des eaux usées	20 - 50

Par habitant, la charge de solides dissous et en suspension dans les eaux usées municipales reste relativement stable (tableau 2). Les variations à cet égard peuvent être imputables à la nature des industries qui génèrent les eaux usées, l'utilisation d'appareils de mouture des ordures et d'adoucisseur d'eaux domestiques et aux rejets de boues septiques. Leur impact peut être significatif dans les petites stations d'épuration.

L'équivalent population d'un déchet peut être déterminé en divisant la masse totale journalière par la masse par habitant.

Tableau 2
Charges unitaires habituelles en déchets

Élément	Charge
DBO ₅ (g/hab/j)	60 - 80
DCO (g/hab/j)	110 - 160
Total des solides en suspension (TSS) (g/hab/j)	70 - 100
Azote total (N) (g/hab/j)	11 - 14
Phosphore total (P) (g/hab/j)	2 - 4
Total des coliformes (c.b./hab/j)	10 ¹⁰ - 10 ¹²

Caractéristiques des rejets d'eaux usées

Pour gérer comme il convient les effluents, il faut pousser l'épuration des eaux usées jusqu'à un niveau de nature à prévenir toute nouvelle détérioration des écosystèmes aquatiques, les protéger et les améliorer, minimiser les risques pour la santé humaine et protéger les utilisations et valeurs environnementales de l'eau. Une épuration insuffisante des eaux usées peut causer des dommages significatifs et irréparables aux environnements aquatiques et terrestres où elles sont rejetées. Les principales menaces pour l'environnement proviennent de contaminants comme d'abord le phosphore puis l'azote pour les eaux intérieures, essentiellement l'azote et le phosphore pour l'eau de la mer, la DBO/DCO, les solides en suspension, les métaux lourds et les substances toxiques et les éléments pathogènes. Tous ces contaminants peuvent causer des dommages à l'environnement et représenter une menace pour la santé humaine, directement ou indirectement, par le biais de la chaîne alimentaire.

Valeurs esthétiques

Il importe de protéger les valeurs esthétiques de l'environnement pour éviter des problèmes inacceptables d'apparence, d'odeur et de goût ainsi que les autres manifestations visibles de rejets de déchets solides: couleur, matières flottantes à la surface de l'eau, graisses et huiles. Généralement, il ne devrait y avoir aucune irisation visible ni aucun déchet solide flottant à la surface de l'eau, particulièrement dans les zones de baignade. Pour cela, il faut utiliser des procédés de prétraitement et, mieux encore, un traitement primaire.

Éléments pathogènes

Les excréments humains et animaux contiennent des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, champignons et protozoaires) qui constituent une menace directe pour la santé de l'homme. Les maladies transmises par l'eau, comme les maladies gastro-intestinales, sont au nombre des principaux risques.

Les eaux usées non traitées contiennent beaucoup d'espèces de microorganismes qui déterminent les risques potentiels pour la santé des utilisations ludiques des eaux de

réception ou la consommation de produits de la mer. Les éléments pathogènes rejetés par les effluents finissent par pénétrer dans l'eau. Ils meurent lentement dans les cours d'eau, les lacs et la mer et contaminent les poissons et les crustacés et mollusques. Leur taux de mortalité est beaucoup plus élevé en mer qu'en eau douce. Des normes appropriées doivent prescrire le niveau auquel le contenu en éléments pathogènes doit être réduit pour préserver les valeurs et utilisations environnementales appropriées.

Les coliformes fécaux constituent l'indicateur le plus largement utilisé pour évaluer la présence probable d'éléments pathogènes et ont été sélectionnés car ils indiquent la présence de matières fécales fraîches et ainsi la source possible des éléments pathogènes.

Nutriments

Des nutriments comme le phosphore et l'azote sont habituellement présents dans les eaux usées domestiques. Une concentration accrue de ces matières dans les eaux de réception entraîne habituellement une sur-fertilisation et des floraisons d'algues ou de dinoflagellés (eutrophisation) qui altèrent les écosystèmes naturels. Ce phénomène peut également susciter dans certains cas l'apparition d'espèces indésirables comme les cyanobactéries qui produisent des biotoxines causant une irritation de la peau des baigneurs et peuvent tuer les animaux qui boivent les eaux affectées. Les organismes, une fois morts, commencent à se décomposer et épuisent l'oxygène, ce qui, à son tour, affecte toutes les formes de vie plus élevées que renferment les eaux.

Les niveaux acceptables de nutriments varient beaucoup et peuvent être évalués au cas par cas. Une eau doit être considérée comme sensible aux nutriments si:

- les lacs naturels, les autres réservoirs d'eau, les estuaires et les eaux côtières sont eutrophisés ou peu renouvelés;
- les eaux de surface parmi lesquelles est prélevée l'eau de boisson contiennent une concentration de nitrates plus élevée que celle fixée par les normes applicables.

Les zones moins sensibles sont les secteurs maritimes ou les réserves d'eau douce où, du fait des conditions morphologiques, hydrologiques ou hydrauliques spécifiques qui y prévalent, les eaux usées n'affectent pas l'environnement. D'une façon générale, ces régions sont caractérisées par un renouvellement ou une circulation rapide de l'eau et ne sont pas soumises à l'eutrophisation ni à l'épuisement d'oxygène.

Éléments toxiques

Les éléments toxiques comme les métaux lourds (mercure, cadmium, etc.) et les substances organiques persistantes, comme les polychlorobiphényles (PCB) que contiennent les effluents peuvent avoir un impact aigu ou chronique sur la santé. Ils constituent un risque chronique lorsqu'ils:

- sont persistants dans l'environnement aquatique;
- sont bioconcentrés plusieurs milliers de fois;
- ont un effet toxique après une exposition prolongée à de faibles concentrations.

Les éléments toxiques les plus communs sont les métaux lourds et les matières organiques chlorées, qui constituent un problème dans n'importe quel environnement. Les PCB et autres substances organiques persistantes peuvent, par le biais de la chaîne alimentaire en mer, finir dans les tissus adipeux et le lait des phoques adultes. Il importe d'établir, sur la base de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation, une liste des substances prioritaires qui constituent un risque sérieux pour l'environnement aquatique ou par son intermédiaire.

L'approche la mieux appropriée consiste à réduire les éléments toxiques à la source. Cette approche doit être appliquée à toutes les eaux usées industrielles qui contiennent de telles matières, l'objectif étant d'éliminer ou de réduire la pollution de l'eau par certaines substances dangereuses. Il faut pour cela fixer des normes d'émission pour les égouts et les eaux, établir un système d'autorisation préalable et mettre en oeuvre des programmes de prévention ou de réduction de la pollution. Les éléments toxiques peuvent être retirés en partie des eaux usées par biodégradation ou bien persistent dans les boues. Il ne faut pas que ces substances puissent contaminer les boues provenant de l'épuration des eaux usées à tel point que leur réutilisation puisse être interdite.

L'emploi de chlore à des fins de désinfection est particulièrement préoccupant si les effluents sont rejetés dans l'eau étant donné que sa concentration risque d'être nocive pour la vie aquatique. En cas de rejet dans l'eau, il y a lieu de privilégier des méthodes d'épuration qui n'aggravent pas la toxicité de l'effluent dans l'eau. Un bon exemple en est un émissaire sous-marin à longue distance qui désinfecte à l'eau de mer. Lorsque l'usage de chlore est dans la pratique la seule formule pouvant être envisagée, il faut si possible déchlorer les effluents lorsque ceux-ci ne sont pas suffisamment dilués par dispersion pour faire tomber les concentrations de chlore au-dessous des niveaux toxiques.

Les produits chimiques toxiques inorganiques, comme les métaux, peuvent à haute concentration causer des effets de synergie ou d'antagonisme sur la toxicité dans les stations d'épuration biologique des eaux usées.

Solides dissous

Les solides dissous sont la partie des solides organiques et inorganiques qui ne peuvent pas être retirés par filtrage. L'impact de la concentration et de la nature de sels solubles dans les effluents traités sur les sols et l'eau douce doit être évalué très soigneusement. Les sels rejetés avec les effluents peuvent affecter la salinité de l'eau douce, laquelle peut à son tour affecter les écosystèmes, selon le degré de stress et les caractéristiques de ces derniers. Ils peuvent également affecter les utilisations possibles de l'eau douce.

Il faut en outre prendre très soigneusement en considération l'impact des solides dissous en cas d'épandage sur les sols. Ces solides peuvent créer de sérieux problèmes environnementaux, particulièrement lorsque la nappe phréatique est peu profonde. Le problème est particulièrement sérieux lorsque des effluents ou l'eau en question sont utilisés pour l'irrigation. Même si la concentration des sels dissous est peu élevée, ces derniers peuvent entraîner une forte concentration de sels dans le sol et affecter la productivité agricole.

Solides en suspension

Les solides en suspension proviennent des déchets ménagers industriels mais aussi des ruissellements urbains. Ils troublent l'eau des cours d'eau et des lacs, ce qui, à son tour, affecte la productivité biologique dans l'eau. Pour une large part, les solides en suspension sont des matières organiques. Lorsqu'ils se décantent dans les lacs, cours d'eau et estuaires, ils commencent à se décomposer, ce qui crée un environnement local pauvre en oxygène qui a les mêmes effets que la DBO. En outre, l'élimination des eaux usées dans des eaux peu profondes ou dans des zones maritimes proches de la côte peut également entraîner ce phénomène. D'un autre côté, l'on peut retirer les solides en suspension à relativement peu de frais. Logiquement, par conséquent, la première étape de l'épuration primaire doit consister à retirer les solides en suspension, les étapes ultérieures de l'épuration biologique pouvant être ajoutées par la suite, à mesure que des fonds deviennent disponibles.

Autres considérations

Il faut également tenir compte, pour évaluer chaque méthode de rejet, de tous les autres paramètres, qui sont notamment la température, le sable, le pH, les huiles, la demande biochimique d'oxygène, etc. Les matières organiques (DBO) appauvrissent l'oxygène dans les eaux de surface, ce qui entraîne la mort des poissons tandis que l'eau noircit et s'infecte.

L'examen doit porter notamment sur l'impact des paramètres sur les écosystèmes et les valeurs environnementales de l'eau ou des sols de réception.

Encadré 1: Éléments présents dans les eaux usées et leur impact sur le milieu marin

Nature	Impact
Solides	De fortes concentrations de solides en suspension peuvent causer une turbidité excessive, faire de l'ombre aux prairies marines et entraîner une sédimentation qui peut causer des dommages aux habitats benthiques et causer un environnement anaérobique au fond de la mer. Les particules fines peuvent également comporter par adsorption des produits organiques toxiques, des métaux et des éléments pathogènes.
Matières organiques	La dégradation biologique des matières organiques cause une demande d'oxygène et peut appauvrir l'oxygène dissout disponible. L'impact des eaux usées est fréquemment exprimé en termes de DBO (demande biochimique d'oxygène). Des niveaux élevés de DBO dans les eaux naturelles peuvent par conséquent entraîner hypoxie et anoxie, spécialement dans les eaux peu profondes et les systèmes aquatiques fermés, avec pour résultat la mort des poissons et un environnement anaérobique. Ce type d'environnement se traduit habituellement par le dégagement de mauvaises odeurs (par suite de la formation de sulfure d'hydrogène).
Nutriments	Les nutriments accroissent les taux de production primaires (production d'oxygène et de biomasse d'algues); des niveaux élevés entraînent des nuisances comme floraison d'algues, mort du corail et des prairies marines, l'eutrophisation pouvant entraîner hypoxie et anoxie, ce qui suffoque les ressources biologiques (poissons). La mort massive d'algues crée des quantités supplémentaires de matières organiques.
Éléments pathogènes	Les éléments pathogènes peuvent entraîner des maladies chez l'homme et même causer la mort. L'exposition à des éléments pathogènes pour l'homme par contact avec des eaux contaminées ou la consommation de produits de la mer contaminés peut se traduire par des infections et des maladies.
Produits chimiques organiques toxiques	L'on soupçonne que beaucoup de substances toxiques sont carcinogènes et mutagènes. Ces substances peuvent se concentrer dans les tissus des poissons, crustacés et mollusques qui, lorsqu'ils sont consommés, représentent un risque pour la santé humaine. La bioaccumulation affecte les poissons et la sauvagine aux échelons plus élevés de la chaîne alimentaire.
Métaux	Les métaux, sous différentes formes, peuvent être toxiques pour divers organismes marins et pour l'homme; les crustacés et mollusques sont particulièrement vulnérables dans les régions où se trouvent des sédiments très contaminés.
Pétrole, huiles et graisses	Le pétrole et les huiles et graisses flottent à la surface de l'eau de mer, ce qui entrave l'aération naturelle, et peuvent avoir un effet toxique pour la vie aquatique, détruire la végétation côtière, affecter les utilisations ludiques de l'eau et les plages et être un risque pour les oiseaux de mer.

Utilisations environnementales et qualité de l'eau

Définition des zones d'utilisation

L'on trouvera au tableau 3 une énumération des utilisations génériques des eaux de réception qui ont été identifiées.

Tableau 3
Utilisations des eaux

Zone d'utilisation
Eau de boisson
Pêches
Collecte de mollusques et crustacés
Utilisations agricoles
Écosystèmes
Prélèvement
Baignade
Loisirs dans l'eau ou en mer
Paysages
Zones de mélange

Les utilisations de l'eau sont souvent propres à un secteur particulier des eaux de réception. La "collecte de mollusques et crustacés" est une activité réalisée dans les bancs d'huîtres, par exemple, la "baignade" sur les plages, les "loisirs" dans les secteurs utilisés pour diverses utilisations de ce type, etc. Ces secteurs sont appelés zones d'utilisation.

L'utilisation de l'eau appelée "écosystèmes" s'applique souvent à tous les secteurs situés en dehors de la zone de mélange. Il importe néanmoins de spécifier des zones spéciales de protection ou de conservation.

L'eau utilisée à des fins de boisson revêt un intérêt stratégique particulier et c'est elle qui doit être la mieux protégée pour garantir une utilisation durable à long terme de l'eau. Généralement, les rejets d'effluents ne sont pas autorisés dans ces zones.

Le tracé des lignes de délimitation des zones d'utilisation est une activité multidisciplinaire à laquelle doivent participer des spécialistes de la biologie, de la chimie et de l'environnement, le grand public, les responsables politiques et toutes les autres parties intéressées. Les zones sont généralement définies dans le cadre des processus de planification de l'aménagement du territoire.

La définition de l'utilisation qui est faite de l'eau dans la zone dont il s'agit est après l'étude des conditions environnementales, l'une des premières étapes du processus de planification de la gestion des eaux usées.

Le choix le plus délicat est celui de la "zone de mélange", c'est-à-dire, dans la pratique, le choix du point de rejet de l'effluent. La zone doit être sélectionnée en étroite coopération avec le public et les autorités compétentes. Un outil approprié, pour la sélection de cette zone, est l'évaluation d'impact environnemental ou toute autre méthode d'évaluation semblable.

Objectifs de qualité environnementale et normes de qualité environnementale

Le principe qui est à la base de la politique méditerranéenne de protection du milieu aquatique et du milieu marin est que les normes auxquelles doivent répondre les rejets doivent être fixées à la lumière de l'objectif visé en ce qui concerne la qualité des eaux affectées.

Les objectifs de qualité environnementale (OQE) signifient que les eaux dont il s'agit doivent être appropriées aux utilisations identifiées par l'organe de réglementation. Ces utilisations sont protégées par une ou plusieurs normes de qualité environnementale (NQE). Une NQE définit une concentration spécifiée de telle ou telle substance dans l'eau dont il s'agit, laquelle ne doit pas être dépassée pour que l'utilisation qui en est faite ne soit pas compromise.

Cette approche implique qu'il faut ménager dans l'environnement une zone raisonnable où les rejets puissent se mélanger aux eaux de réception. Cette "zone de mélange" est le secteur situé autour d'un point de rejet où les NQE peuvent être dépassées et où certains dommages peuvent être causés à l'environnement. La décision sur le point de savoir si une "zone de mélange" est ou non de dimensions raisonnables relève de l'appréciation de l'organe de réglementation.

L'on trouvera au tableau 4 une liste des principaux OQE qui ont été fixés pour protéger les utilisations du milieu aquatique.

Il faut établir, pour chaque utilisation des eaux, des normes de qualité environnementale (NQE) et des normes de qualité de l'eau appropriées. Pour les pays de l'UE et ceux qui s'appêtent à y adhérer, ces normes sont définies par les directives pertinentes de l'UE. D'une façon générale, les pays non membres de l'Union ont établi des normes semblables aux directives de l'UE ou aux normes recommandées par des institutions internationales comme l'Organisation mondiale de la santé, la Convention de Barcelone et ses Protocoles et les critères intérimaires de qualité environnementale (CIQE du PAM).

Les normes de qualité environnementale qui peuvent être appliquées aux divers types d'utilisation de l'eau sont exposées au tableau 5. Il s'agit de normes minimums. Chaque pays peut appliquer des normes plus rigoureuses, selon les conditions spécifiques qui caractérisent son environnement et/ou les obligations qu'il a assumées au plan international ou régional.

Tableau 4
Objectifs de qualité environnementale

OQE No.	Objectif de qualité environnementale	Description
1	Eau de boisson	L'objectif est la protection du consommateur grâce à la réduction des concentrations de certaines substances dans l'eau, selon le degré d'épuration de l'eau pouvant être atteint pour parvenir à la norme applicable à l'eau de boisson.
2	Protection des sources d'alimentation humaine 2a) Pêches 2b) Conchyliculture 2c) Utilisations agricoles	L'objectif est la protection du consommateur grâce à une réduction de la concentration de certaines substances dans tout aliment provenant directement ou indirectement d'eau douce ou d'eau de mer ou de l'utilisation d'eau à des fins agricoles.
3	Protection des poissons, mollusques et crustacés	L'objectif est de préserver les poissons, mollusques et crustacés, principalement à des fins d'exploitation commerciale mais aussi pour la pêche à la ligne, la protection d'un écosystème ou, d'une façon générale, la gestion de l'environnement. L'OQE2 peut également être applicable, mais seulement si le poisson est consommé par l'homme. La protection doit porter en particulier sur les étapes les plus sensibles du cycle biologique.
4	Biodiversité	L'objectif est la protection des autres formes de vie aquatique et des organismes non aquatiques qui en dépendent, autres que ceux exploités commercialement, comme sources d'aliments et/ou un écosystème. Le cas échéant, il est tenu compte des étapes sensibles du cycle biologique. S'il y a consommation par l'homme, l'OQE2 ci-dessus est également applicable.
5	Protection des prélèvements industriels	Les eaux salées ne sont habituellement prélevées qu'à des fins de refroidissement et les normes de qualité applicables ne sont pas élevées. De l'eau douce peut être prélevée pour différentes utilisations industrielles à des fins spécifiques, selon les normes de qualité correspondantes.
6	Loisirs 6a) Baignade (contact primaire avec l'organisme) 6b) Sports aquatiques (contact secondaire avec l'organisme) 6c) Paysages	Protection des nageurs et de ceux qui se livrent à des sports aquatiques et protection des valeurs esthétiques des eaux.
7	Prévention des nuisances publiques-considérations esthétiques	Ceci est la qualité environnementale minimum nécessaire pour protéger la santé publique et prévenir des odeurs et nuisances visuelles. D'autres qualités de caractère général, comme la protection des poissons, de la végétation aquatique, des oiseaux, etc., sont couvertes par les autres objectifs susmentionnés.

Tableau 5

Normes de qualité environnementale applicables aux différentes utilisations de l'eau

Valeur environnementale utilisation	EQO No. (Tabl. 1.)	Norme esthétique	Norme microbienne	Normes physiques et chimiques
Eau de boisson	1	Néant	Directives OMS/UE	Directives OMS/UR relatives à l'eau de boisson
Pêche	2a, 3	Néant	Pas de restriction	Directives pertinentes de l'UE (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM
Crustacés et mollusques	2b, 3	Néant	Directive de l'UE; CIQE du PAM	Directives pertinentes de l'UE (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM
Eau à usages agricoles	2c, 3	Néant	Lignes directrices pertinentes de l'UE ou de l'OMS; CIQE du PAM	Directives pertinentes de l'UE/ OMS (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM
Écosystème	3, 4	Néant	Pas de restriction	Directives pertinentes de l'UE (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM
Prélèvement	5	Néant	Pas de restriction	Pas de restriction
Baignade	6a	Présence de solides reconnaissables interdite	Directives de l'UE relatives aux eaux de baignade; CIQE du PAM Lignes directrices de l'OMS	Directives pertinentes de l'UE (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM Lignes directrices de l'OMS
Sports aquatiques	6b	Présence à la surface de solides reconnaissables interdite	Lignes directrices de l'OMS	Directives pertinentes de l'UE (limite applicable à des substances sélectionnées); CIQE du PAM Lignes directrices de l'OMS
Paysages	6c	Présence de solides reconnaissables interdite	Pas de restriction	Selon les caractéristiques des écosystèmes et les besoins
Zone de mélange	7	Présence à la surface de solides reconnaissables interdite	Pas de restriction	Directive de l'UE concernant le TiO ₂ Pas d'autres restrictions

Législation et rôle des autorités

Approches

Essentiellement, il a été appliqué des approches différentes pour s'attaquer au problème posé par la pollution des eaux, et il y a donc eu également deux approches de la gestion des eaux usées:

- i) L'approche fondée sur l'objectif de qualité de l'eau (OQE) définit les normes minimums de qualité auxquelles doit répondre l'eau afin de limiter l'impact cumulé des émissions de sources aussi bien ponctuelles que diffuses. Cette approche met par conséquent l'accent sur un certain niveau de qualité de l'eau de sorte que celle-ci ne soit pas nocive pour l'environnement et la santé humaine.
- ii) L'approche fondée sur la valeur limite des émissions (VLE) met l'accent sur la quantité maximum tolérable de pollution qui peut être déversée de sources spécifiques dans l'environnement aquatique. Cette approche est en fait axée sur le résultat final d'un procédé, comme l'épuration des eaux usées ou les quantités de polluants qui peuvent être rejetées dans l'eau.

Dans le cas de l'approche fondée sur l'OQE, le degré d'épuration des eaux usées et la méthode d'élimination des effluents sont sélectionnés de manière à atteindre les normes de qualité de l'eau requises dans les eaux de la zone maritime de réception au moyen de la méthode ou solution la mieux appropriée (des points de vue économique et technologique). Cela signifie que le degré d'épuration des eaux usées doit être réglementé sur la base des caractéristiques des eaux usées (source de pollution) et les normes prescrites concernant la qualité des eaux de réception.

Dans le cas de l'approche fondée sur la VLE, le degré d'épuration des eaux usées et la méthode d'élimination des effluents sont prescrits directement ou indirectement (selon les quantités tolérables de polluants qui peuvent être déversées) par une réglementation appropriée, selon les caractéristiques de la source ponctuelle de pollution dont il s'agit.

Ces approches sont débattues depuis longtemps aussi bien par les scientifiques que par les décideurs. Aussi les textes législatifs adoptés récemment par beaucoup de pays méditerranéens ainsi que les normes de l'Union européenne sont-elles fondées sur une "approche combinée" selon laquelle les OQE et les VLE sont utilisés de manière à se renforcer mutuellement. Cette approche peut également être appliquée dans la région méditerranéenne. Selon ce concept, c'est l'approche la plus rigoureuse qui doit s'appliquer dans toute situation déterminée. Cette approche combinée est conforme au principe de précaution et au principe selon lequel les causes de dommages à l'environnement et à la santé doivent de préférence être éliminées à la source, ainsi qu'au principe selon lequel les conditions environnementales de chaque région déterminée doivent être prises en considération. Par conséquent, les conditions qui caractérisent l'environnement régional en Méditerranée ainsi que les conditions environnementales des différentes sous-régions et des divers pays méditerranéens doivent être prises en considération.

L'"approche combinée" de la maîtrise de la pollution signifie qu'il faut:

- limiter la pollution à la source en fixant des **valeurs limites d'émissions** ou d'autres mesures de réduction des émissions; et
- établir des **normes de qualité** de l'eau (objectifs) pour les eaux de réception des effluents et pour les utilisations autorisées de l'eau.

Quelle que soit la situation, c'est l'approche la plus rigoureuse qui doit s'appliquer. En l'occurrence, chaque pays doit déterminer à la fois les valeurs limites à appliquer pour réduire les émissions de chaque source ponctuelle et les normes de qualité environnementale tendant à limiter l'impact cumulé de ces émissions ainsi que celles provenant de sources diffuses de pollution.

Selon cette approche, le degré d'épuration des eaux usées et la méthode d'élimination des effluents sont prescrits directement ou indirectement au moyen d'une réglementation appropriée. Cette réglementation doit être conforme aux caractéristiques de chaque source de pollution (valeur limite d'émission) ainsi qu'à l'objectif prescrit de qualité de l'eau et aux utilisations autorisées des eaux de réception (normes de qualité environnementale requises).

Les valeurs limites les plus rigoureuses s'appliquent aux rejets dans l'eau douce utilisée pour la boisson, viennent ensuite des utilisations comme la baignade, les sports aquatiques, etc.

Si l'on veut que ce concept donne les résultats voulus, il faut, entre autres, mettre en place un système de contrôle approprié. Pour exercer le contrôle requis, les autorités compétentes doivent être dotées d'un pouvoir légal et de ressources suffisants pour être à même:

- d'identifier et de surveiller tous les types de rejets et autres impacts dans le bassin versant;
- d'accorder des permis de rejet des effluents et de faire respecter les conditions auxquelles ces permis sont subordonnés; et
- d'entreprendre des activités de prévention de la pollution, par exemple en établissant des zones de protection, ou de contrôler les activités pouvant avoir un impact néfaste sur la situation des eaux et de la mer.

Des objectifs environnementaux ou des valeurs limites d'émission spécifiques doivent être fixés pour les divers polluants et pour les sources de pollution par des substances prioritaires comme le mercure, le cadmium, l'hexachlorocyclohexane (HCH), le DDT, les PCB, le chloroforme, l'aldrine, la dieldrine, les cyanures, les métalloïdes et les métaux, etc.

Les eaux dans lesquelles est prélevée l'eau de boisson doivent faire l'objet d'une protection particulière. Il faut par conséquent établir une série appropriée de normes de qualité environnementale pour chaque catégorie d'eaux dans lesquelles est prélevée ou pourra être prélevée à l'avenir l'eau de boisson.

L'aspect le plus important d'un système rationnel de gestion des eaux usées est l'équilibre entre trois éléments critiques et interdépendants: 1) la qualité de l'eau, 2) l'investissement, et 3) les redevances. La norme de qualité de l'eau fixée comme objectif et le degré visé d'épuration des eaux usées doivent être définis. Ce sont ces normes de qualité, à leur tour, qui déterminent l'investissement requis pour parvenir aux objectifs en matière de qualité de l'eau. Enfin, les investissements déterminent les redevances, qui doivent être fixées de manière à recouvrer les coûts de l'opération. Ces redevances déterminent à leur tour le niveau de services qui peuvent être fournis et les objectifs connexes de qualité de l'eau. En l'absence d'équilibre, il sera impossible d'atteindre les normes de qualité de l'eau fixées comme objectif.

Rôle des autorités

La tendance générale qui se dégage des systèmes nationaux de réglementation contemporains consiste à identifier clairement et à séparer les rôles d'institutions chargées:

- de la gestion des ressources hydrauliques;
- de la réglementation; et
- de l'exploitation.

Les institutions du gouvernement central doivent répartir comme il convient les responsabilités entre les différents ministères et/ou les autorités régionales ou locales de manière à pouvoir mener à bien la stratégie de gestion durable des ressources hydrauliques. À cette fin, il faut:

- Déterminer quelle sera l'institution "chef de file" chargée de la mise en oeuvre de la Stratégie et d'assurer la bonne marche du processus de coopération et de prise de décisions lorsque plusieurs ministères interviennent. D'une manière générale, ces derniers seront le Ministère de l'environnement (normes de qualité de l'eau, valeurs limites d'émission), le Ministère de la santé (eau de boisson, utilisation des eaux usées traitées), le Ministère de l'agriculture et des forêts (utilisation des boues, pollution), le

Ministère de l'industrie (contrôle des émissions) et le Ministère des affaires étrangères (pollution transfrontière).

- Arrêter la répartition des responsabilités (législation, application) entre les institutions nationales et les organes régionaux et locaux.
- Mobiliser le concours d'autres organismes et institutions du secteur public (instituts de recherche, organismes de défense de l'environnement, services des eaux, inspection de l'eau/de l'environnement, etc.).
- Arrêter, concevoir et appliquer un plan national de protection des eaux.

En général, ce sont les autorités nationales compétentes qui sont responsables:

- Des activités de planification et d'exécution, notamment en ce qui concerne la fixation d'objectifs de qualité de l'eau et de valeurs d'émission spécifiques intégrant les considérations environnementales et économiques, avec la pleine participation des parties prenantes et compte tenu des vues des communautés;
- De la réglementation tendant à éviter les chevauchements et les lacunes dans les responsabilités administratives et sectorielles en matière de réglementation de l'eau et des eaux usées;
- De la mise en place de systèmes clairs d'obligation redditionnelle et d'organisation de la gestion des ressources hydrauliques;
- Des mesures à adopter pour satisfaire le souhait légitime des communautés de participer aux processus de prise de décisions;
- De la mise en place d'un inspectorat habilité à visiter les installations et à contrôler les pratiques de gestion et la qualité de l'eau au regard des objectifs fixés.

Les administrations régionales et locales ont un rôle important à jouer dans le secteur de l'eau parce que:

- Dans beaucoup de pays, certains pouvoirs sont déconcentrés au profit des régions ou des administrations locales (autorités responsables de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, municipalités);
- Le concept moderne de gestion de l'eau est fondé sur la décentralisation au niveau des bassins fluviaux ou des bassins versants et associe les populations locales autant que possible aux processus de planification et de prise de décisions;
- Les autorités régionales et locales doivent coopérer pour déterminer les objectifs opérationnels liés aux utilisations de l'eau (eaux de baignade, eaux destinées à l'aquaculture, eaux dans lesquelles est prélevée l'eau de boisson, eau d'irrigation, etc.);
- Les services d'approvisionnement en eau et d'épuration des eaux usées relèvent de la responsabilité des administrations régionales ou locales;
- Ce sont les régions et les administrations locales qui sont responsables de la construction des réseaux d'approvisionnement en eau, des stations d'épuration des eaux usées, des canalisations et des égouts.

Les responsabilités dans ce domaine doivent tendre à faire en sorte que l'eau de boisson soit de bonne qualité et que les déchets humains soient éliminés de manière satisfaisante de façon à réduire au minimum les risques pour la santé publique.

Surveillance

La surveillance constitue un aspect essentiel de l'application de la législation relative à la qualité des eaux. La surveillance systématique de la qualité et de la quantité des eaux superficielles et des eaux souterraines comporte plusieurs aspects:

- suivi de la situation;
- surveillance des opérations;
- investigations; et

- vérification du respect de la réglementation applicable.

Une coordination adéquate des activités de surveillance non seulement contribue à la réalisation des objectifs environnementaux mais encore réduit la charge administrative et financière des activités de contrôle.

D'une manière générale, il faut mettre en place un système de surveillance:

- des rejets d'eaux usées, au regard des paramètres applicables dans chaque cas particulier;
- des eaux superficielles (eaux douces et eaux marines), au regard des paramètres écologiques, physiques, chimiques et morphologiques;
- des eaux souterraines, au regard des paramètres physiques et chimiques;
- des eaux de baignade (douce et eau de mer) pendant la saison des bains, au regard des paramètres bactériologiques et chimiques;
- de l'eau de boisson, au regard des paramètres bactériologiques, physiques et chimiques;
- des eaux réutilisées, au regard des paramètres bactériologiques, physiques et chimiques.

Les rapports constituent l'un des éléments les plus importants pour le suivi des progrès accomplis, les relations publiques et l'information. Les autorités compétentes doivent être habilitées à rassembler des informations, et elles doivent notamment être chargées de mettre en place un système de collecte de données et de rapports, notamment en stipulant que les installations autorisées à rejeter des eaux usées doivent tenir les autorités compétentes informées des activités couvertes par le permis.

3. CADRE DE GESTION

Buts et objectifs

La gestion des eaux usées a pour objectif d'éviter une dégradation à long terme de la qualité de l'eau douce et des eaux côtières grâce à une épuration appropriée des eaux usées et à des méthodes d'élimination des effluents de nature à garantir une protection et des possibilités d'utilisation durables des ressources hydrauliques. Ainsi, le but essentiel de la gestion des eaux usées est de restituer les eaux usées traitées à l'environnement d'une manière jugée acceptable par la communauté eu égard aux considérations aussi bien environnementales que de coût. Les objectifs de la gestion des eaux usées sont notamment les suivants:

- minimisation des risques pour la santé;
- prévention de la dégradation du milieu aquatique;
- promotion des utilisations durables de l'eau;
- réduction à la fois de l'impact néfaste sur les sols et de la contamination des eaux superficielles et souterraines imputables à l'épandage d'eaux usées;
- maintien des normes convenues de qualité des eaux de réception lors des rejets dans les eaux superficielles et la mer;
- maximisation de la réutilisation des eaux usées traitées compte tenu à la fois de la valeur de l'eau et des nutriments.

Les objectifs de la qualité de l'eau sont habituellement déterminés après examen:

- des écosystèmes existants;
- de la situation existante des eaux et des tendances de la qualité des eaux;
- des utilisations des eaux de réception;
- des flux environnementaux (flux biologique minimum);

- des autres objectifs de la communauté.

Les objectifs de la qualité s'appliquent à toutes les catégories d'eau et dépendent des conditions ambiantes ainsi que de la toxicité, de la persistance et des risques de bioaccumulation des diverses substances.

Stratégie et principes

Par développement écologiquement rationnel, l'on entend notamment l'amélioration du bien-être aux échelons aussi bien individuel que régional grâce à un développement économique qui concilie des exigences économiques, écologiques et sociales tout en sauvegardant le bien-être des générations futures.

Ce concept de développement écologiquement rationnel repose sur une politique plus globale fondée sur une gestion intégrée de l'eau au niveau des bassins fluviaux et des bassins versants. Ces bassins, y compris les bassins côtiers, constituent les secteurs géographiques identifiables les mieux appropriés pour la gestion des ressources hydrauliques et des eaux côtières. Cette approche permet en effet d'évaluer l'impact de toutes les activités pouvant affecter un cours d'eau, son estuaire et les eaux côtières connexes et de les contrôler grâce à des mesures spécifiquement adaptées à la situation du bassin fluvial ou du bassin versant dont il s'agit.

Ce type de gestion axée sur le bassin versant comporte plusieurs caractéristiques:

- une approche globale de la gestion des ressources naturelles à l'intérieur du bassin versant, la qualité de l'eau étant prise en considération au regard des utilisations des sols et des eaux, des caractéristiques des écosystèmes aquatiques et riverains et des autres ressources naturelles;
- une coordination des activités de toutes les institutions, autorités, usagers des eaux, distributeurs d'eau et groupes d'intérêt concernés;
- de larges possibilités de consultation et de participation.

Une stratégie d'ensemble de gestion rationnelle de la qualité de l'eau dans la région méditerranéenne doit être fondée sur une série de principes comme les suivants:

- un degré élevé de protection;
- le principe de protection;
- une action préventive;
- la réduction de la pollution à la source;
- le principe "pollueur-payeur";
- le principe du paiement par les usagers;
- une approche fondée sur la hiérarchie des objectifs (prévention et réduction de la pollution, traitement/élimination); et
- l'intégration de la protection de l'environnement aux autres politiques nationales (dans des domaines comme les transports, l'agriculture, l'énergie, le tourisme, la pêche, etc.).

Mécanismes de contrôle

Réglementations

Les mécanismes de contrôle les plus importants sont les réglementations et les instruments économiques. La réglementation concernant l'eau, dans la région méditerranéenne, varie d'un pays à l'autre. Les réglementations adoptées au niveau de la région méditerranéenne sont notamment la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (Convention de Barcelone de 1975); la Convention pour la protection du milieu marin et de la région côtière de la Méditerranée (Barcelone, 1995) et les Protocoles connexes. L'un des

principaux instruments dans ce domaine est le Protocole pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution de sources basées à terre (Athènes, 1980/1996).

D'autres instruments juridiquement contraignants applicables dans la région de la Méditerranée sont différentes conventions et divers protocoles et accords adoptés sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies ou aux échelons international et régional comme l'Action 21 (Rio de Janeiro, 1992), la Convention relative à la protection et à l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux (Convention de Helsinki, 1992), la Convention sur l'évaluation de l'impact environnemental dans un contexte transfrontière (Espoo, 1991/1998), la Convention sur la participation du public (Aarhus, 1998), etc.

Il existe néanmoins pour les pays de l'Union européenne et les pays qui sont sur le point d'y entrer une série de directives communautaires ainsi qu'une politique relative à la protection et la gestion des eaux, dont l'application est obligatoire. L'eau est l'un des domaines à propos desquels l'Union européenne a adopté le plus de mesures de protection de l'environnement. Ainsi, il a été élaboré une nouvelle politique européenne de l'eau et, pour la mettre en oeuvre, la Directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE), qui constitue un canevas pour toutes les politiques et réglementations relatives à la protection des eaux. Les directives de l'UE qui sont les plus importantes pour les installations d'épuration des eaux usées et par conséquent les plus notables aux fins des présentes lignes directrices sont obtenues dans la Directive du Conseil relative à l'épuration des eaux usées urbaines (91/271/CEE).

Normalement, les rejets doivent respecter un certain nombre de réglementations comme les suivantes:

- réglementations du Ministère de la santé;
- réglementations des services d'urbanisme et d'aménagement du territoire;
- réglementations des organismes de gestion des bassins versants et des bassins fluviaux;
- permis délivrés par les autorités responsables de l'environnement et des eaux;
- permis délivrés par les autorités chargées de la protection de l'environnement et de la surveillance des rejets;
- réglementations relatives à la maîtrise de la pollution.

Respect de la réglementation

Si l'on veut que les objectifs de qualité des eaux soient atteints, les mesures adoptées doivent être appliquées et respectées comme il convient. À cette fin, il convient d'instituer un régime de réglementation approprié doté de ressources adéquates pour faire appliquer et respecter la loi. En général, la réglementation dans ce domaine repose sur les activités suivantes:

- délivrance d'autorisations et de permis;
- surveillance, inspection et sanctions, audit;
- collecte de données et rapports.

Les principales attributions des autorités responsables de la délivrance des autorisations et des permis sont les suivantes:

- délivrance d'autorisations de rejets dans les cours d'eau et la mer et, notamment, réglementations de la quantité et de la qualité des rejets, détermination des valeurs limites d'émission et vérification du respect des normes de qualité des eaux;
- délivrance de permis de prélèvements et d'utilisations d'eau douce et d'eau de mer, eu égard au principe de l'équilibre à long terme entre prélèvements et recharge naturelle, des exigences environnementales et des utilisations concurrentes des eaux.

Lorsqu'elle détermine les conditions auxquelles sont subordonnées les autorisations ou permis, l'autorité compétente doit prendre en considération les responsabilités des autres organismes publics et des autres organismes ou particuliers pouvant être affectés par les rejets ou les activités dont il s'agit et les consulter. Les conditions auxquelles les permis sont subordonnés doivent pouvoir être consultées par le public sous une forme aisément accessible.

Instruments économiques

Les instruments économiques constituent un élément faisant partie intégrante de tout programme de gestion durable de la qualité des eaux. Le coût des services d'approvisionnement en eau et les services d'épuration des eaux, y compris les coûts environnementaux et les coûts, en termes de ressources, entraînés par les dommages causés à l'environnement aquatique ou la pollution de celui-ci, doivent être recouverts conformément au principe "pollueur-payeur" et au principe de paiement des services par les usagers. Cela signifie que quiconque, par son activité, cause une pollution ou un impact néfaste sur l'environnement doit prendre à sa charge le coût des mesures à adopter pour y remédier. À l'heure actuelle, les instruments économiques ne peuvent pas se substituer à l'approche de la lutte contre la pollution fondée sur la réglementation, mais ils doivent être considérés comme un élément d'un système intégré d'incitations et de réglementations dans le cadre duquel le prix, c'est-à-dire le coût de l'utilisation de l'eau, doit encourager l'adoption de mesures de prévention par les ménages et les installations industrielles et ainsi réduire le volume des eaux usées et, par voie de conséquence, les dépenses afférentes à l'épuration des eaux usées et à l'élimination des effluents. Ces instruments sont fondés sur le recours aux forces du marché afin de modifier le prix relatif des biens et des services et ainsi infléchir le comportement des pollueurs publics et privés de manière à protéger ou à remettre en état l'environnement. Ce faisant, il importe de tenir compte des conséquences sociales, environnementales et économiques des mécanismes de recouvrement des coûts ainsi que des conditions géographiques et climatiques de la région ou des sous-régions méditerranéennes considérées.

Les principaux mécanismes utilisés aux fins du recouvrement des coûts sont les suivants:

- a) *Tarification*: Perception sur les eaux usées de redevances ou de droits couvrant le coût de la collecte et de l'épuration, lesdits montants pouvant comprendre les services fournis par les organisations qui s'occupent de recyclage ou de réutilisation.
- b) *Droits de pollution*: Perception sur les effluents de droits fondés sur les volumes effectifs et/ou des charges de pollution des effluents ou fondés sur une valeur de substitution, encore que ces droits doivent être fixés à un niveau réaliste pour encourager une réduction de la production d'effluents. Les sommes recouvrées peuvent être utilisées pour financer les dépenses d'exploitation et les intérêts perçus sur les prêts contractés pour des investissements d'équipement. Les droits d'administration servent uniquement à couvrir le coût de la gestion du système de réglementation.
- c) *Permis cessibles*: L'autorité responsable fixe le montant maximum total des émissions autorisées et répartit la quantité ainsi déterminée entre les différentes sources de pollution en délivrant des permis d'émission d'une quantité stipulée de polluants pendant une période spécifiée. Après la distribution initiale, les permis peuvent être achetés ou vendus. Il peut s'agir d'une vente externe entre organisations différentes ou d'une vente interne entre différentes installations de la même organisation (utilisation limitée à une situation spécifique).
- d) *Subventions*: Les subventions comprennent les incitations fiscales, crédits d'impôt, dons et prêts bonifiés.
- e) *Systèmes de consigne*: Les clients paient une surcharge lorsqu'ils achètent un produit potentiellement polluant, et la consigne leur est retournée lorsqu'ils restituent le produit à un centre approuvé de recyclage ou d'élimination.

- f) *Sanctions*: Ce sont les pénalités appliquées pour encourager les polluants à observer les normes ou réglementations environnementales applicables. Il peut s'agir notamment (en cas de dépassement des limites fixées), de caution de bonne exécution (versements aux autorités de réglementation avant la mise en route d'une activité potentiellement polluante qui sont retournés lorsque les normes de qualité fixées sont respectées) et de systèmes de responsabilité (les pollueurs étant tenus pour responsables des dommages qu'ils causent à l'environnement).

Tout programme de gestion des eaux usées, pour être durable et aussi équitable que possible, doit tenir compte des considérations de financement et de recouvrement des coûts. Regrettablement, les usagers ne sont disposés à payer que ce qu'ils considèrent comme un avantage ou une priorité. Habituellement, cela ne suffit pas à couvrir l'intégralité du coût des systèmes, et notamment des opérations de collecte et d'épuration. Un financement complémentaire doit être obtenu par le biais des différents instruments susmentionnés. Dans certains pays en développement, cependant, le système de recouvrement des impôts n'est guère efficace, outre qu'une proportion significative de la population ne paie pas d'impôt du tout. C'est souvent la raison pour laquelle les programmes de gestion des eaux usées ne sont pas suffisamment efficaces.

Le concept de "recouvrement intégral des coûts économiques" ne peut être une référence adéquate que lorsque les conditions ci-après sont réunies:

- Il existe une corrélation claire entre l'usage de l'eau (pollution), d'une part, et le coût de la prestation des services nécessaires et le coût environnemental, de l'autre, et il est possible d'affecter une valeur monétaire à ces coûts;
- Le cadre institutionnel permet à l'État de percevoir des droits du pollueur et il existe une "volonté politique de percevoir", laquelle, à son tour, dépend directement du contexte social et économique et de la mesure dans laquelle le public est "disposé à payer".

Qualité des effluents

Deux procédures ont été utilisées pour identifier les degrés appropriés de qualité des effluents:

1. Gestion des effluents et valeurs environnementales/utilisations des eaux;
2. Lignes directrices fondées sur la technologie.

Gestion des effluents et valeurs environnementales/utilisations des eaux

Le principe qui sous-tend la gestion des rejets d'effluents consiste à préserver les valeurs environnementales et les utilisations des eaux et de la mer (encadré 2) et, en cas d'épandage, les utilisations durables des sols. Les valeurs environnementales ou utilisations bénéfiques sont des valeurs ou utilisations qui sont de nature à accroître le bien-être, la sécurité ou la santé du public et à améliorer la protection des écosystèmes et qui doivent être protégés contre les effets de la pollution, du rejet de déchets et de dépôts. Les valeurs environnementales ou utilisations bénéfiques à l'intérieur d'un bassin versant ou d'une zone côtière doivent être définies en conciliant les avantages et les coûts sociaux, environnementaux et économiques. Cette tâche relève généralement de la responsabilité de l'État ou des administrations régionales et doit être menée à bien grâce à l'élaboration de plans de gestion des bassins fluviaux sur la base des plans d'aménagement du territoire et des autres plans de développement sectoriels. À cette fin, il doit s'avérer nécessaire de subdiviser un vaste bassin fluvial en unités plus réduites (bassins versants), et un type particulier d'eau peut dans certains cas justifier l'élaboration d'un plan spécifique (par exemple déversements d'un bassin dans une zone côtière spécifique).

Les valeurs environnementales et utilisations des eaux à préserver doivent être déterminées en opérant un arbitrage entre les coûts financiers et les avantages environnementaux. Cet arbitrage doit tenir compte de tous les facteurs locaux et des éléments propres aux bassins versants ou à la zone côtière dont il s'agit, comme urbanisation, croissance, développement et pratiques de gestion des déchets, l'objectif étant de parvenir à un développement écologiquement rationnel, ce qui n'est possible que si ces facteurs sont optimisés lors du processus d'élaboration des plans de gestion des bassins fluviaux ou des bassins versants.

L'application de normes de qualité de l'eau fondées sur les effluents doit tenir compte de la contribution relative des sources diffuses de pollution et de la situation de référence des eaux ou de la région côtière afin de protéger les eaux douces et les eaux marines et ainsi de respecter les normes de qualité environnementale requises.

Encadré 2. Valeurs environnementales/utilisations des eaux

Les valeurs environnementales des systèmes aquatiques sont les suivantes:

- Protection de l'écosystème aquatique
 - Protection de l'écosystème d'eau douce
 - Protection de l'écosystème marin
- Protection des habitats et des espèces qui sont directement ou indirectement tributaires de l'eau
- Qualité des eaux de loisirs et valeurs esthétiques
 - Contact primaire avec l'organisme (natation, surf, etc.)
 - Contact secondaire avec l'organisme (navigation de plaisance, pêche, etc.)
 - Apparence visuelle
- Eau brute destinée à l'approvisionnement en eau de boisson
 - Eau brute sujette seulement à un filtrage grossier
 - Eau brute sujette à un filtrage grossier et à une désinfection
 - Eau brute sujette à d'autres formes de traitement
- Production de denrées alimentaires en eau douce et en mer
 - Conchyliculture
 - Pisciculture
 - Production d'autres organismes comestibles
- Utilisations à des fins agricoles
 - Irrigation
 - Abreuvement du bétail
 - Utilisation à l'exploitation
- Qualité des eaux industrielles
 - Chauffage et refroidissement
 - Génération d'hydro-électricité
 - Industrie textile
 - Industrie chimique et industries connexes
 - Industries agro-alimentaires
 - Industries des boissons
 - Sidérurgie
 - Tanneries et industries du cuir
 - Fabrication de papier et de pâte à papier
 - Industrie pétrolière, etc.
- Zone de mélange

Lignes directrices fondées sur la technologie

Les lignes directrices concernant les effluents doivent être fondées sur l'application de technologies modernes appropriées et acceptées. Il existe une large gamme de méthodes classiques ou non classiques d'épuration des eaux usées, allant de simples opérations de filtrage et de décantation à des traitements chimiques et biologiques sophistiqués. Les produits issus de l'épuration des eaux usées, indépendamment des effluents de qualité adéquate, comprennent également les matières extraites sous forme de boues et d'autres matières résiduelles. Ces matières extraites exigent un traitement supplémentaire et doivent être éliminées de façon sûre. En règle générale, les coûts de l'épuration, de la consommation d'énergie et de la production de boues augmentent proportionnellement aux quantités de polluants extraites. Les lignes directrices concernant les effluents doivent tenir compte des éléments suivants:

- technologies ayant apporté la preuve qu'elles peuvent assurer une protection acceptable des eaux de réception ou de la mer ou réduire les concentrations de contaminants dans l'environnement tout en préservant la viabilité économique des opérations ("meilleures techniques disponibles" et "meilleures pratiques environnementales");
- une gestion des boues adaptée aux possibilités locales;
- l'imposition de délais pour l'équipement des nouvelles stations comme des stations existantes;
- l'existence, localement, de l'expérience, des compétences et des connaissances nécessaires à la conception, à la construction, à l'exploitation et à l'entretien des stations d'épuration;
- les conditions qui peuvent affecter la durabilité de la gestion ou de l'exploitation;
- la nature et le volume des eaux usées dont il s'agit;
- les progrès techniques et scientifiques accomplis en matière d'épuration des eaux usées et la viabilité économique de ces techniques;
- les possibilités de minimisation des déchets et de prévention de la pollution;
- la possibilité pour de nouvelles technologies ou technologies émergentes d'assurer économiquement des performances plus élevées.

Ces lignes directrices sont nécessaires aussi lorsque des méthodes technologiques peuvent aboutir à une qualité de l'eau ambiante supérieure à l'objectif visé afin d'en préserver les utilisations futures (rejets).

Détermination de la qualité des effluents

La qualité des effluents doit être déterminée conformément à la législation nationale applicable en la matière. Or, une gestion rationnelle des eaux usées exige une détermination de la qualité que doivent présenter les effluents eu égard aux valeurs environnementales ou utilisations sélectionnées des eaux douces ou eaux marines et à leur sensibilité à un impact néfaste sur l'environnement, comme l'eutrophisation ou une concentration accrue de nitrates dans l'eau de boisson. Il importe, lors de l'adoption du plan d'action et des mesures dans ce domaine, de tenir compte des meilleures techniques disponibles ainsi que des meilleures pratiques environnementales. Il faut, sur la base des normes de qualité environnementale, établir et/ou appliquer i) des limites d'émission fondées sur les meilleures techniques disponibles ou ii) les valeurs limites d'émission pertinentes.

Les lignes directrices fondées sur la technologie doivent être appliquées progressivement aux installations existantes et, d'une manière générale, doivent être incorporées d'emblée aux nouvelles installations. Normalement, les stations existantes doivent adopter des programmes de réduction progressive pour ramener leurs rejets aux niveaux requis. Cependant, s'il n'existe pas de système complet de collecte des eaux usées dans l'agglomération, les stations d'épuration devront être portées progressivement aux normes applicables en fonction de la quantité d'eaux usées et/ou des charges de pollution.

Si l'application aux effluents de critères fondés sur des éléments scientifiques ou technologiques ne suffit pas à assurer le respect de normes bien définies de qualité de l'eau, il faudra appliquer des mesures de prévention de la pollution ou de réduction de la pollution pour éliminer les polluants "difficiles" avant l'épuration des eaux usées et le rejet des effluents dans les zones de réception. Cette approche devra être appliquée au stade de la planification ou de la conception d'une nouvelle station et servir d'objectif s'il est prévu une augmentation majeure du volume des rejets.

Il faut, en coopération avec les autorités locales et régionales, évaluer la situation actuelle du système existant de collecte et d'épuration des eaux usées et identifier les systèmes qui doivent être complétés par de nouvelles canalisations de collecte et être dotés d'une station d'épuration des eaux usées.

Il est possible, dans des situations déterminées, d'appliquer des normes d'"épuration appropriée", étant entendu que cette épuration doit garantir la qualité nécessaire des eaux douces ou marines de réception (NQE).

Protection des eaux de réception et des écosystèmes aquatiques

Il faut, pour la gestion des eaux et de la mer, procéder à une classification écologique qui constituera le cadre général à l'intérieur duquel seront déterminés les objectifs de gestion des écosystèmes aquatiques et les lignes directrices correspondantes concernant la qualité des eaux et les habitats physiques.

Les eaux de réception et les écosystèmes aquatiques doivent être classés selon les caractéristiques des écosystèmes. Regrettablement, il n'existe pas de système de classement universellement applicable. Les écosystèmes aquatiques peuvent généralement être classés en deux grands groupes:

- les systèmes d'eau douce, et
- les systèmes d'eau de mer.

Lorsqu'il y a lieu, chacun de ces systèmes peut être à nouveau subdivisé en quatre grandes catégories:

- eaux douces (courantes)
 - cours d'eau et torrents de montagne;
 - cours d'eau de plaine.
- eaux douces (statiques)
 - lacs et réservoirs;
 - marécages.
- estuaires
 - ouverts (vallée inondée)
 - fermés (barrière ou île)
 - deltaïques.
- topographie côtière et marine
 - lagunes ou baies;
 - littoral ouvert.

La Directive-cadre sur l'eau de l'UE (annexe XI) a subdivisé les eaux européennes en écorégions. Les eaux de transition et eaux côtières de la région méditerranéenne appartiennent à l'écorégion "mer Méditerranée", tandis que les cours d'eau et les lacs

appartiennent à plusieurs écorégions: région ibérique-macronésienne, Pyrénées, Balkans occidentaux Dinariques, Balkans occidentaux helléniques.

Les critères de protection d'un écosystème sont fondés sur les caractéristiques de chacun d'eux et le degré de changement recommandé comme acceptable pour chaque écosystème.

La situation d'un écosystème peut être considérée comme relevant de l'une des trois catégories suivantes:

1. Les systèmes à haute valeur de conservation/valeur écologique.

Il s'agit d'écosystèmes de grande valeur comme ceux qui se trouvent dans les parcs nationaux ou dans des régions reculées et/ou inaccessibles.

2. Systèmes légèrement ou modérément perturbés.

Les communautés biologiques demeurent saines et, pour l'essentiel, l'intégrité de l'écosystème est maintenue. Il s'agit d'écosystèmes dans lesquels la diversité biologique peut avoir été affectée à un degré réduit mais mesurable par l'activité humaine.

3. Systèmes très perturbés.

Il s'agit d'écosystèmes visiblement dégradés de moindre valeur écologique. Cela signifie que ces systèmes sont soumis à de fortes pressions par l'activité de l'homme et que, pour des raisons pratiques, il peut ne pas être possible de les ramener à un état correspondant à l'une des catégories supérieures.

Le niveau de protection est le degré d'écart acceptable par rapport à une situation de référence déterminée (définie à partir de sites de référence). Toutefois, le niveau approprié de protection doit être fondé sur ce que la communauté attend de l'écosystème considéré dans une perspective à long terme.

Parties prenantes

Différentes parties prenantes participent à la gestion des eaux usées. Les plus importantes sont les suivantes:

1. Pouvoirs publics – application et contrôle du respect des politiques et des lois sur le terrain, délégation de pouvoirs aux autorités responsables de l'environnement et des eaux usées, publication de rapports et interventions répondant aux besoins de la communauté.
2. Organismes environnementaux travaillant pour le compte du gouvernement central – planification, établissement de normes et de règlements, application des normes et règlements, suivi et évaluation du respect et évaluations techniques.
3. Administrations régionales et locales/municipalités – celles-ci contribuent à la mise en place du système et peuvent être affectées par les décisions des pouvoirs et organismes publics et des autorités responsables des eaux usées, et s'occupent de la construction des systèmes publics de collecte et des installations d'épuration des eaux usées.
4. Entreprises/autorités (publiques et/ou privées) responsables des eaux usées – gestion des systèmes d'assainissement des eaux usées, construction et exploitation d'installations privées d'épuration des eaux usées.
5. Entreprises industrielles – application des conditions auxquelles sont subordonnés les permis de rejet d'effluents.
6. Public – participation aux processus de consultation en vue de la planification. Déclaration des incidents de pollution.
7. ONG de défense de l'environnement et du consommateur – plaidoyer au nom du public en ce qui concerne les objectifs de la qualité des eaux, la promotion de stations d'épuration, la lutte contre la pollution.

8. Instituts de recherche et universités – recherches techniques sur les normes de qualité environnementale, évaluations de la toxicité, analyses de l'eau, développement et technologie d'épuration.

Le rôle de l'entreprise/autorité responsable des eaux usées

L'entreprise/autorité responsable des eaux usées peut appartenir au secteur public et/ou privé et agit pour le compte des parties prenantes, des clients et de la communauté qu'elle dessert. Son rôle est notamment le suivant:

- gérer aussi efficacement que possible le système d'assainissement des eaux usées;
- promouvoir et encourager la participation communautaire à la solution des différents problèmes;
- tenir la communauté informée des résultats et de l'impact de ses décisions;
- participer à l'ensemble des activités de la planification et de gestion des bassins versants et des bassins fluviaux;
- identifier les coûts financiers, environnementaux et sociaux pour la communauté des décisions prises;
- conseiller les organismes gouvernementaux au sujet des questions techniques et des options disponibles;
- entretenir une étroite liaison avec les institutions et autorités gouvernementales au sujet du fonctionnement du système de collecte et d'épuration des eaux usées;
- tenir les actionnaires informés de ses activités et rentabiliser leurs investissements.

Consultation de la communauté

Un aspect important de la gestion des eaux usées tient de la nécessité de mobiliser le concours du public. Pendant de nombreuses années, ce sont les pouvoirs publics, autorités et institutions gouvernementales responsables des eaux usées ou de l'eau en général qui ont été appelés à prendre les décisions affectant l'environnement et ainsi la gestion des eaux usées. Le public compte aujourd'hui être associé au processus de prise de décisions car beaucoup des décisions adoptées proposent un impact direct sur la vie quotidienne, qu'il s'agisse de la qualité des eaux avoisinantes ou des coûts de l'approvisionnement en eau ou de l'épuration des eaux usées. Comme les limites d'émission influent sur des utilisations industrielles et des utilisations finales comme la baignade, la pêche et l'aquaculture, il est manifestement dans l'intérêt du public de participer à la détermination des objectifs de qualité de l'eau.

Le processus de formulation des politiques dans ce domaine doit donner à la communauté:

- des informations sur les avantages, les coûts et l'impact sur l'environnement et la santé publique des différentes méthodes de gestion des effluents;
- la possibilité de participer à l'adoption des décisions.

Son association à l'adoption des décisions encouragera le public à envisager les options disponibles en matière de gestion des effluents et des déchets dans le contexte plus large de la gestion des ressources hydrauliques. Ainsi, le public s'intéressera davantage aux options faisant intervenir un large bassin plutôt que des formules plus étroites, ce qui peut améliorer la durabilité de la gestion des eaux usées en améliorant la qualité de l'eau et en réduisant les investissements et les redevances. Pour y parvenir, il faut diffuser largement l'information et offrir au public des possibilités de participer à la prise de décisions.

Dans les pays méditerranéens, la plupart des services d'épuration des eaux usées sont des monopoles du secteur public. Le coût de l'amélioration de la qualité de l'eau suppose un montant important d'investissements et de dépenses récurrentes et doit soit être recouvert au moyen de redevances plus élevées, soit être absorbé sous forme de moindre rendement. Le

coût de l'exploitation et de l'entretien des systèmes d'assainissement des eaux usées est souvent plus élevé que le montant correspondant à la dépréciation annuelle de l'investissement. Seule une poignée de pays (développés) de la région réussissent à recouvrer directement l'intégralité des coûts de leurs clients sous forme de droits d'utilisation. Or, la communauté locale devrait avoir son mot à dire dans l'arbitrage opéré entre les coûts et les avantages afin d'améliorer la qualité de l'eau douce et de l'eau de mer ou de réduire l'impact sur l'environnement des rejets d'eaux usées au moindre coût pour la société, pour le plus grand avantage pour le consommateur.

Les coûts des programmes de gestion des eaux usées sont souvent très élevés, qu'il s'agisse des investissements d'équipement ou des dépenses récurrentes, et leur succès dépend directement de l'efficacité des efforts de plaidoyer et de sensibilisation du public entrepris au moyen de campagnes d'information, d'éducation et de communication. Ce processus doit pouvoir être contrôlé de près par la communauté pour que celle-ci soit convaincue que les avantages des programmes justifient leur coût.

En définitive, la décision à prendre au sujet de la qualité des effluents rejetés relève des pouvoirs publics, dans leurs rôles d'organismes de réglementation et de tutelle. L'association du public doit tendre à parvenir à des méthodes de gestion des déchets qui reflètent la préférence de la communauté quant à l'utilisation de ses ressources.

Il est très difficile de quantifier tous les coûts et les avantages de la gestion des eaux usées. L'approche fondée sur une analyse détaillée des coûts et des avantages est très utile lorsqu'il s'agit de fixer des normes. Cependant, les avantages tirés d'une amélioration des agréments offerts par l'environnement sont très difficiles à quantifier en termes monétaires ou autres. En particulier, il est très difficile de refléter les avantages d'une durabilité à long terme de l'environnement dans une analyse traditionnelle des coûts et des avantages.

Cela signifie qu'il faut envisager une large gamme de techniques d'évaluation pour que les décisions puissent être prises en pleine connaissance de cause. Certaines des approches à utiliser pour expliquer et faire apparaître clairement les coûts et avantages des diverses options sont notamment les suivantes:

- Établir un programme de communication avec la communauté et tenir compte des vues exprimées lors des processus de consultation;
- Identifier et déterminer les questions à régler et présenter des informations factuelles sur la nature et l'envergure du problème identifié (par exemple situation actuelle en ce qui concerne la gestion des eaux usées, état des connaissances et des preuves scientifiques, information sur les utilisations des eaux de réception à des fins de loisirs ou à des fins commerciales, indications concernant la qualité existante des eaux de réception, etc.);
- Définir le contexte à l'intérieur duquel les options proposées ont été élaborées (par exemple description des précédentes tentatives de solution du problème, relations avec le programme d'équipement de l'autorité chargée de l'épuration des eaux usées, régime réglementaire existant, etc.);
- Évaluer l'état actuel des connaissances, des attitudes et des pratiques et divulguer des informations sur les tendances et options pertinentes (par exemple état actuel des connaissances en matière de gestion des déchets, gamme d'options de gestion des déchets pouvant être envisagées, etc.);
- Mener à bien les évaluations des risques et des analyses de sensibilité;
- Évaluer l'impact environnemental;
- Calculer et présenter le montant total des dépenses d'équipement et des dépenses récurrentes qu'entraîneraient divers degrés d'amélioration de l'environnement et refléter ces dépenses dans un coût ou un droit annuel que chaque individu devra prendre à sa charge;

- Évaluer la gamme des avantages environnementaux et autres pouvant être attendus des options envisagées et les quantifier lorsque cela est possible;
- Consulter la communauté sur le degré d'amélioration qu'elle est disposée à accepter.

Ces approches, ainsi que les autres méthodes de consultation du public, permettront de bien comprendre les préférences de la communauté. Les gens adoptent souvent une attitude différente lorsqu'ils comprennent la nature du changement et le considèrent comme bénéfique et lorsqu'ils ont le sentiment de faire partie de l'effort entrepris. Aussi faut-il les informer et les convaincre. Si leurs circonstances ne sont pas prises en considération et si leurs besoins ne sont pas satisfaits, aucun effort de changement n'aboutira.

En l'absence d'un tel processus, l'on se trouve confronté à divers risques:

- il peut être adopté une solution ou des éléments d'une solution que la communauté n'appuie pas (par exemple type de système de collecte des eaux usées, degré d'épuration, emplacement de l'émissaire ou de la station d'épuration, etc.);
- il peut être engagé des investissements et perçu des redevances au-delà des moyens de la communauté;
- l'environnement peut être excessivement exploité, et à des fins non souhaitées par le public;
- la communauté risque d'engager des dépenses élevées pour atteindre des objectifs environnementaux pouvant être peu prioritaires;
- la gestion des eaux usées peut ne pas être durable, etc.

4. OPTIONS DE GESTION DES EFFLUENTS

Les options de gestion des eaux usées doivent être fondées sur les concepts, les objectifs et les principes présentés dans le chapitre précédent, consacré au cadre de gestion. Chaque pays de la région a, pour les différents facteurs culturels, environnementaux, politiques, économiques et autres, des besoins spécifiques en ce qui concerne la gestion des eaux usées et doit par conséquent établir une liste précise d'options durables. Cependant, les concepts, objectifs et principes généraux doivent être respectés car ils sont à la base de la politique de développement durable et de gestion rationnelle des ressources hydrauliques mise au point aux échelons mondial et régional.

Les options de gestion des eaux usées doivent prendre en compte tous les éléments du système (usagers/eaux usées, système de collecte, épuration et élimination) et chacun de ces aspects considéré individuellement.

Les aspects généraux sont les suivants:

- réduction au minimum des déchets;
- gestion du système de collecte;
- gestion du système d'épuration (eaux usées et boues);
- réutilisation des effluents;
- rejet des effluents:
 - sur la terre,
 - dans les eaux côtières,
 - dans les eaux intérieures;
- système d'élimination en mer.

Les options à privilégier doivent être sélectionnées après avoir pris en compte:

- l'impact sur la santé publique et l'environnement;

- les besoins sociaux et les attentes de la communauté;
- la politique de développement écologiquement rationnelle élaborée aux échelons régional et national;
- les politiques et plans connexes de gestion des bassins fluviaux et des bassins versants;
- les obligations assumées aux échelons national, international et régional;
- les critères, options et solutions de rechange en matière de viabilité technique, opérationnelle, financière, sociale et environnementale;
- le coût et l'impact social du système;
- les technologies fiables disponibles.

Il faut, pour sélectionner les options, indiquer une approche hiérarchisée de la gestion des déchets en encourageant les producteurs d'eaux usées, les prestataires de services et les autorités à sélectionner les formules venant en tête de la hiérarchie, comme suit:

1. pas d'utilisation ou de production de substances indésirables;
2. minimisation des déchets ou réduction des quantités de déchets produites;
3. réutilisation des déchets et par conséquent réduction des quantités de déchets rejetées dans l'environnement;
4. récupération et conversion;
5. traitement;
6. élimination et dispersion.

Il importe de bien comprendre que la majeure partie de l'eau utilisée par un ménage ou par une ville est le vecteur qui fait sortir les déchets de la ville. Ainsi, l'eau utilisée par les ménages sert notamment à éliminer les matières indésirables de l'endroit où l'eau est utilisée: toilettes, lavabos, éviers, machines à laver, etc. Le but est de laver l'objet, le tissu, le lieu, etc. Ce faisant, les matières retirées sont évacuées avec l'eau.

Minimisation des déchets

La minimisation des déchets est l'une des priorités de toute stratégie de gestion durable des eaux usées et doit être le premier objectif. Minimiser les déchets signifie en effet minimiser les risques. C'est l'activité qui vient en tête de l'approche fondée sur la "hiérarchie des déchets".

L'application de saines pratiques de minimisation des déchets réduira au minimum le volume des eaux usées et la quantité de polluants potentiels et ainsi le risque pour la santé humaine et l'environnement.

Les questions les plus importantes à prendre en considération sont les suivantes:

1. Réduction des contaminants se trouvant dans les déchets industriels rejetés dans le système de collecte (norme satisfaisante de qualité industrielle des effluents);
 2. Réduction des contaminants se trouvant dans les eaux usées provenant de petites entreprises industrielles dans les villes où il est difficile d'appliquer la norme de qualité industrielle;
 3. Minimisation des flux d'eaux usées grâce à l'application de méthodes de conservation de l'eau et de gestion de la demande aux usagers industriels, commerciaux et domestiques;
 4. Gestion des produits ménagers pouvant ajouter des contaminants aux flux d'eaux usées;
 5. Gestion des systèmes de collecte de manière à exclure les infiltrations et les eaux de pluie;
 6. Contrôle, au plan national, des éléments constitutifs des produits (matières organiques, métaux) et spécialement des rejets ménagers et industriels de substances chimiques.
- Réduire la quantité des polluants rejetés dans le système de collecte d'eaux usées a également un impact positif sur l'ensemble du système: économies sur les coûts

d'exploitation de la station d'épuration et les ressources utilisées, réduction des quantités de boues produites et du coût de leur traitement et de leur élimination, réduction des dépenses d'entretien du réseau de collecte et de la station d'épuration, etc.

Cette réduction a un impact direct sur la capacité du système dans son ensemble, dont les dimensions peuvent alors être réduites, ainsi que sur les dépenses d'équipement et dépenses d'exploitation connexes. Cependant, l'aspect le plus positif est la minimisation de l'impact négatif sur l'environnement.

Une série de mesures peuvent être adoptées dans différents domaines et à divers niveaux de la gestion pour minimiser les déchets. Ces mesures sont habituellement les suivantes:

- réduction d'une utilisation inappropriée de l'eau potable comme eau d'évacuation dans les égouts ou réduction de l'utilisation d'eau comme vecteur des déchets, application de règles de conservation de l'eau, comme l'utilisation de dispositifs permettant d'économiser l'eau (douches, toilettes) et réduction de la pression;
- incitations, comme application aux principaux rejets industriels et commerciaux d'un barème de tarification fondé sur le volume et la qualité des effluents et paiement par les usagers de l'épuration des eaux usées domestiques;
- éducation, et notamment diffusion d'informations sur l'utilisation d'appareils consommant peu d'eau et de pratiques et de produits respectueux de l'environnement;
- régulation, contrôle ou interdiction de l'utilisation, de l'importation ou de la fabrication de certains types de produits, dispositifs et appareils ménagers;
- éducation et promotion du recyclage sur place des matériaux;
- traitement et réutilisation sur place.

La mesure habituellement appliquée pour contrôler et réduire les rejets d'eaux usées industrielles et commerciales dans le système municipal de collecte, d'épuration et d'élimination des eaux usées est l'application des normes industrielles de rejet des effluents. Ces normes constituent une mesure extrêmement délicate qui encourage les efforts de minimisation des déchets à la source. Or, il est bien établi que les mesures appliquées à la source sont celles qui permettent le mieux de minimiser les déchets en privilégiant les activités de prévention des déchets, leur recyclage et leur réutilisation internes et l'épuration locale des eaux usées.

Les mesures les plus usuelles de minimisation des déchets qui peuvent être employées dans les secteurs domestique, commercial et industriel sont présentées au tableau 6.

Tableau 6
Mesures de minimisation des déchets dans les secteurs domestique, commercial et industriel

Type	Mesures
Domestique	Réduction de la consommation et du rejet d'eau au moyen de mesures de réglementation et d'une éducation du public, par exemple toilettes à double chasse (6/3), pommes de douche à faible débit, machines à laver et lave-vaisselle à faible consommation d'eau, réparations systématiques des fuites
	Interdiction d'utiliser les systèmes de collecte des eaux usées pour l'élimination des eaux de drainage
	Détection et élimination des raccordements illégaux, comme celui des gouttières
	Réduction des charges de polluants au moyen d'une éducation du public pour encourager celui-ci à ne pas utiliser le système de collecte des eaux usées comme un système d'évacuation des ordures, à limiter les quantités d'huiles et graisses déversées dans l'évier, à réduire les quantités de savons et de détergents utilisés ou à utiliser d'autres solutions et réglementation des éléments constitutifs des produits (par exemple le phosphore dans les détergents)
	Application de restrictions ou d'interdictions d'utiliser des broyeurs d'ordures qui équipent les éviers
	Réduction des quantités de produits chimiques ménagers rejetés dans les eaux usées au moyen d'une éducation de la communauté concernant les méthodes à utiliser pour les éliminer et de l'aménagement de méthodes appropriées d'élimination, par exemple programmes visant à encourager des changements d'attitude, séparation des eaux noires, lorsqu'il y a lieu, utilisation dans l'agriculture, séparation ou recyclage des déchets ménagers solides, le cas échéant
Commercial et industriel	Réduction de la consommation d'eau, des rejets et charges des polluants grâce à une combinaison de mesures réglementaires, de campagnes d'éducation et d'incitations financières (par exemple tarification sur la base de la nature et du volume des déchets industriels et commerciaux)

Gestion des systèmes de collecte

Le système d'assainissement des eaux usées fait partie intégrante de la société urbaine. Les objectifs sont de protéger durablement la santé et la sécurité des communautés, de protéger l'environnement naturel et d'être respectueux de l'environnement. Il existe une interaction étroite entre ces trois objectifs, de sorte qu'ils doivent être *considérés comme un tout*.

Pour être durable, un système de drainage urbain doit:

- être efficace et économique;
- constituer une barrière efficace protégeant comme il convient la santé publique;
- éviter la pollution locale ou plus distante de l'environnement (atmosphère, terre et eau);
- minimiser l'utilisation des ressources naturelles (eau, énergie, matériaux);
- fonctionner en continu;
- être exploité dans une perspective à long terme et pouvoir être adapté aux besoins futurs;
- être viable dans le contexte social de la communauté censée utiliser cette technologie;
- être fondé sur une technologie répondant à l'infrastructure, aux institutions, aux ressources humaines et à la conjoncture économique existante.

Le système ne sera véritablement durable que si son financement correspond aux capacités à long terme de la communauté et à la mesure dans laquelle celle-ci est disposée à payer les services.

Un système bien géré aura pour effet:

- de minimiser les risques de rejets accidentels dans l'environnement;
- de minimiser les risques de débordement et d'éviter cette éventualité aux situations où ils causent le moins de problème;
- de minimiser les odeurs et les émissions de gaz;
- de minimiser les infiltrations (fuites d'eau souterraine dans les canaux et canalisations), les flux d'eau de pluie par les bouches d'égout et les rejets illégaux d'eau de pluie, de manière à réduire au minimum le volume des eaux usées;
- d'acheminer les eaux usées aussi rapidement que possible jusqu'à la station d'épuration dans un état aussi frais que possible, de manière qu'elles puissent être traitées rapidement;
- de minimiser la consommation d'énergie et d'autres ressources;
- d'éviter les dépôts pouvant boucher les canalisations;
- de minimiser les exfiltrations;
- d'éviter tout contact de l'homme et des animaux avec les eaux usées.

Encadré 3: Indicateurs de durabilité des systèmes d'assainissement des eaux usées urbaines

Les indicateurs de durabilité des systèmes d'assainissement des eaux usées urbaines sont notamment les suivants:		
Système d'assainissement des eaux usées	Aspect	Indicateurs
Eaux usées	Production	Production d'eaux usées par jour
	Résultats de l'épuration	Élimination de la DBO ₅ , d'éléments P et N, des S.S. et de la DCO (%)
	Charges rejetées dans les eaux de réception	Charges de DBO ₅ , des éléments P et N, des S.S. et de la DCO (kg/jour)
	Consommation de ressources	Utilisation de produits chimiques par unité de P extraite et d'effluents désinfectés (en cas de désinfection au chlore)
	Consommation d'énergie	Consommation d'énergie par DBO ₅ et de N extraite et d'effluents désinfectés (en cas de désinfection par rayons ultraviolets)
Sous-produits	Production de boues	Production de boues par jour
	Utilisation des boues	Quantités de boues éliminées ou réutilisées (%)
	Recyclage des nutriments	Recyclage des éléments P et N
	Qualité des boues	Teneur de boues en Cd, Cr, Cu Hg, Ni, Pb, Zn (mg/kg)
	Consommation d'énergie	Consommation d'énergie par unité de boue traitée
	Récupération d'énergie	Énergie récupérée, le chauffage et l'électricité (Gwh)
	Consommation de ressources	Consommation de produits chimiques par unité de boue traitée
	Transport	Transport à assurer pour l'élimination finale des boues traitées

Gestion des systèmes d'épuration

La législation en vigueur concernant les normes auxquelles doivent répondre les effluents suppose la réalisation d'un certain nombre d'activités, comme la construction de systèmes de collecte et de stations d'épuration des eaux usées.

Du point de vue technique, la sélection des méthodes d'épuration des eaux usées doit prendre en considération leurs performances moyennes sur des points comme les suivants:

- *fiabilité*: en présence de flux variables d'eaux usées (en particulier par suite du tourisme saisonnier) et de variations de leur contenu ainsi que de problèmes opérationnels;
- *gestion institutionnelle*: capacités de planification, de conception, de construction, d'exploitation et d'entretien;
- *investissements requis*: généralement, il faut étudier deux principales méthodes, les systèmes de traitement qui exigent de vastes superficies de terre et les méthodes de traitement à forte intensité d'énergie;
- *coûts d'exploitation et d'entretien*;
- *main-d'oeuvre qualifiée* disponible localement.

Pour procéder à la sélection finale de la technologie employée, il importe également d'analyser en détail les autres sources de pollution, d'établir des projections des effectifs de la population et de la production de déchets, et de tenir compte des spécificités culturelles et des capacités financières de la communauté.

Il importe que la station fonctionne bien si l'on veut obtenir des effluents de la qualité recherchée, et son fonctionnement doit être écologiquement rationnel et respectueux de l'environnement. Indépendamment des considérations concernant la conception et l'exploitation présentées ci-dessus pour que la station fonctionne de manière à gérer comme il convient les effluents et les boues, il faut également:

- concilier la consommation d'énergie et des performances (utilisation de systèmes de traitement et d'aération à faible consommation d'énergie, utilisation du méthane pour le chauffage et la récupération d'énergie dans la station, etc.);
- recycler les effluents, lorsqu'il y a lieu, et les utiliser pour l'exploitation et l'entretien de la station, le lavage et l'arrosage;
- minimiser l'impact sur l'environnement: odeurs, bruit, vibration, nuisances causées par les insectes, risques d'incendie;
- minimiser l'impact esthétique (apparence visuelle);
- minimiser les risques pour la santé du personnel et des habitants des quartiers avoisinants;
- utiliser judicieusement les produits chimiques;
- minimiser les débordements et rejets accidentels;
- retirer des solides pour maintenir la qualité des effluents;
- utiliser les effluents et les boues (biosolides) comme ressources;
- éliminer les solides (filtrages, huiles et graisses, sables et poussières, tourteaux de boues de biosolides);
- se conformer aux décisions d'urbanisme et plans de développement existants.

Réutilisation des effluents

Réutiliser les effluents contribue beaucoup à améliorer la gestion des ressources hydrauliques car c'est un moyen de produire une source d'eau de qualité pour l'irrigation et les utilisations industrielles et urbaines dans toute la région. Comme beaucoup de pays manquent sérieusement d'eau, ils ont de plus en plus souvent recours à des méthodes de réutilisation de l'eau pour l'irrigation et à des fins industrielles. En outre, il s'agit là d'une utilisation des effluents qui génère un revenu, réduit les coûts et comporte d'autres

avantages. Directement ou indirectement, la réutilisation des effluents peut avoir des avantages économiques, sociaux et environnementaux.

Les effluents résultent de l'eau extraite des ressources disponibles, de sorte que s'ils ne sont pas restitués aux sources naturelles d'eaux intérieures, le débit des cours d'eau se trouve réduit. Cette question doit être soigneusement analysée dans les régions qui manquent d'eau.

Outre que réutiliser les effluents comme une source d'eau bon marché, il y a d'autres avantages: augmentation des rendements des cultures, moindre dépendance à l'égard des engrais chimiques et protection contre le gel. Il faut tenir compte néanmoins des polluants que les effluents peuvent contenir. Des caractéristiques moins évidentes, comme des niveaux élevés de solides dissous et des modifications des propriétés chimiques de l'eau, peuvent être significatives dans le contexte des systèmes aussi bien industriel qu'agricole. En particulier, la réutilisation des effluents peut avoir de sérieuses conséquences concernant notamment la salinité, la structure et la perméabilité des sols.

Les pratiques de récupération et de réutilisation de l'eau ont essentiellement pour objectif de ramener les risques à un niveau acceptable sans devoir renoncer à réutiliser les eaux usées. La réutilisation des eaux usées peut avoir des risques i) biologiques et ii) chimiques.

Les produits chimiques peuvent être dangereux pour l'être humain et les écosystèmes. Tel est notamment le cas de composés provenant d'eaux usées urbaines et industrielles qui sont ajoutées directement aux eaux devant être épurées ou qui sont formées pendant l'opération d'épuration. L'on trouve parfois dans les eaux usées des produits chimiques dans des concentrations de nature à causer une intoxication aiguë mais, même lorsque leur concentration est faible, ils peuvent entraîner des problèmes d'intoxication chronique, comme c'est le cas des métaux lourds ou des matières organiques traces. Le plus important, pour réduire le risque lié aux produits chimiques, est de contrôler la qualité des rejets industriels dans le système de collecte d'eaux usées urbaines.

Lorsque les eaux usées récupérées sont utilisées pour des applications telles qu'elles peuvent entrer en contact avec l'homme, les risques les plus sérieux pour la santé sont liés à l'exposition à des éléments pathogènes comme bactéries pathogènes, helminthes, protozoaires et virus intestinaux. Des points de vue de la santé publique comme du contrôle des procédés, le groupe d'organismes pathogènes le plus critique est celui des virus intestinaux qui peuvent causer des infections même à faibles doses du fait de l'absence de méthodes systématiques et efficaces de détection et de quantification des virus.

L'acceptabilité des risques dépend de divers facteurs: options existantes, rapport coût-avantages et évaluation des risques. Les autorités doivent ramener les risques à un niveau minimum qui soit acceptable. Les mesures de protection de la santé et de l'environnement doivent être élaborées de manière à répondre à la fois aux capacités économiques de la communauté locale et au degré de risque considéré comme tolérable.

Le coût des systèmes complémentaires d'épuration, de distribution et d'irrigation et les mesures de contrôle de l'utilisation faite des effluents peut être important. En tout état de cause, il importe de réaliser une analyse financière détaillée pour veiller à ce que les parties prenantes sachent ce que coûtera le système. L'analyse doit également porter sur les coûts et les avantages de toute modification des valeurs ou des agréments environnementaux et doit être fondée sur une période assez longue (période du cycle biologique).

La décision prise ne peut être appropriée que si les coûts et les avantages de la réutilisation sont comparés à ceux de l'utilisation d'autres sources d'eau. Cette comparaison doit être fondée sur une analyse intégrée de tous les aspects et impacts positifs et négatifs (environnementaux, sociaux et économiques) et doit tenir compte, le cas échéant, des coûts

à prévoir pour maintenir à long terme la qualité souhaitée des eaux de réception si les effluents ne sont pas réutilisés.

Les formules qui peuvent être envisagées sont notamment une réutilisation par le biais des eaux superficielles ou souterraines. Après épuration, les utilisations les plus communes des eaux usées sont l'irrigation, des applications industrielles ou urbaines. Ces eaux peuvent être utilisées à des fins très diverses:

- irrigation: pâturage, cultures en serre, cultures non consommées à l'état cru, cultures industrielles, arbres fruitiers, cultures d'aliments consommés crus, etc.;
- utilisations urbaines autres que l'eau de boisson: chasse d'eau, lavage d'automobiles, arrosage des jardins, etc.;
- utilisations municipales: arrosage des jardins publics et terrains de sports, nettoyage de la voirie, lutte contre l'incendie, fontaines décoratives, etc.;
- utilisations agricoles: cultures vivrières et autres;
- aquaculture: biomasse animale ou végétale;
- arboriculture: irrigation des forêts, zones paysagères et zones d'accès limité;
- sports et loisirs: eau des cours d'eau auxquels l'accès du public est autorisé (à des fins autres que la baignade) ou interdit;
- environnement: arrosage, régulation du débit et caractéristiques des eaux;
- utilisations industrielles: utilisation des eaux usées traitées, plutôt que d'eaux superficielles, pour le refroidissement, le nettoyage, la lutte contre l'incendie, etc.;
- utilisation indirecte comme eau potable.

Le degré d'épuration auquel doivent parvenir les différentes stations d'épuration et de récupération des eaux usées varie selon l'utilisation qu'il est envisagé d'en faire et les normes de qualité auxquelles doivent répondre les eaux correspondantes (voir le tableau 7). Le système de traitement le plus simple comprend des opérations de séparation des solides et des liquides et de désinfection. Habituellement, le système d'épuration combine un ou plusieurs procédés secondaires (physiques, chimiques et biologiques) reposant sur des méthodes à plusieurs étapes d'extraction des contaminants et de désinfection.

Le système de réutilisation doit être agréé par les autorités et les eaux usées recyclées ne doivent être utilisées qu'aux fins auxquelles le permis a été accordé. Le système de réutilisation doit être bien géré et répondre aux conditions fixées directement ou indirectement dans les permis. Il doit être géré de manière à surveiller systématiquement la qualité des eaux et contrôler les procédés. Les eaux récupérées ne correspondant pas aux normes établies ne doivent pas être réutilisées.

Il faut également prévoir un plan d'intervention approprié pour les éventualités imprévues (inondations, pannes d'électricité, etc.), adopter des mesures de protection efficaces de la santé publique et de l'environnement, mener des programmes de sensibilisation du public et élaborer un plan d'entretien préventif satisfaisant.

Les stratégies de gestion des effluents doivent évaluer les possibilités de réutilisation et n'appliquer que les formules qui sont sûres, pratiques, économiques et respectueuses de l'environnement. Les effluents excédentaires doivent être gérés en ayant recours à une des options de rejet (traitement adéquat, élimination dans des conditions de sécurité).

L'on trouvera des informations plus détaillées à ce sujet dans les Lignes directrices régionales pour la réutilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne (PNUE/PAM, 2003).

Épandage

L'épandage est une formule utilisée pour restituer les eaux usées au cycle hydraulique au moyen de systèmes comme mares d'évaporation, systèmes de trempage d'irrigation qui restituent l'eau au cycle hydraulique par évaporation et évapotranspiration ou infiltration. Dans ce contexte, l'irrigation a pour but de maximiser les quantités d'eau restituées au cycle hydraulique.

Ce type de rejet des effluents a traditionnellement été utilisé par les particuliers qui, après un traitement local sur place, répandent les eaux usées sur le sol au moyen d'un système de drainage d'un type ou un autre. Il est rare que l'épandage soit utilisé pour des systèmes de plus grande envergure mais, lorsque cette formule est utilisée, il s'agit habituellement de l'irrigation de terres appartenant aux autorités chargées des égouts. Lorsque tel est le cas, les principes susmentionnés concernant la réutilisation des effluents doivent être respectés.

L'épandage vise à utiliser l'eau et les nutriments qu'elle contient de manière appropriée en produisant un impact minimum sur:

- les sols;
- les eaux superficielles;
- les eaux souterraines;
- l'écosystème sur les lieux d'épandage ou à proximité; et
- les activités humaines proches du site d'épandage.

La solution ou le schéma pouvant être envisagé pour l'épandage dépend directement de la situation et des caractéristiques locales. Les facteurs les plus importants sont le climat, la disponibilité de terre, la topographie, les eaux souterraines, les propriétés du sol et les utilisations existantes et prévues des sols.

Lorsqu'il n'y a pas localement d'eau superficielle, l'épandage est le seul moyen de rejeter des effluents dans l'environnement. L'eau ne peut être restituée au cycle hydraulique que par le biais de l'évaporation et/ou de l'évapotranspiration ou des eaux souterraines, par infiltration.

L'épandage est l'une des solutions à envisager lorsqu'il faut protéger des plans d'eau très sensibles, comme les eaux destinées à la boisson, les eaux sensibles aux nutriments, les eaux karstiques, les plans d'eau spécialement protégés, etc. C'est également l'une des options de gestion qui peut être envisagée pour les petites communautés. D'une manière générale, il est rare que l'épandage soit utilisé dans le contexte de communautés nombreuses.

Tableau 7

**Lignes directrices recommandées concernant la réutilisation de l'eau dans la région méditerranéenne
(Lignes directrices PNUÉ/PAM concernant la réutilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne)**

Catégorie d'eau	Critères de qualité			Méthode d'épuration des eaux usées censée répondre aux critères fixés
	Microbiologiques		Physiques	
	Nématodes intestinaux ^(a) (No. d'oeufs par litre)	FC ou <i>E. coli</i> ^(b) (ufc/100 ml)	SS ^(c) (mg/l)	
Catégorie I				
a) Réutilisations résidentielles: arrosage des jardins, chasse d'eau, lavage de véhicules.	≤ 0,1 ^(h)	≤ 200 ^(d)	≤ 10	Traitement secondaire + filtrage + désinfection
b) Réutilisations urbaines: irrigation de zones d'accès libre (espaces verts, jardins publics, terrains de golf, terrains de sports), nettoyage de la voirie, lutte contre l'incendie, fontaines et autres lieux de loisirs.				
c) Paysages et loisirs: mares, eaux et cours d'eau utilisés à des fins de loisirs avec lesquels un contact incident est autorisé (sauf à des fins de baignade).				
Catégorie II				
a) Irrigation d'exploitations horticoles (de surface ou par aspersion), de cultures de fourrage et de pâturage ainsi que d'arbres fruitiers irrigués par aspersion.	≤ 0,1 ^(h)	≤ 1 000 ^(d)	≤ 20 ≤ 150 ^(f)	Traitement secondaire ou traitement équivalent ^(g) + filtrage + désinfection ou traitement secondaire ou traitement équivalent ^(g) + soit stockage, soit séries bien conçues de mares de maturation ou de percolation par infiltration
b) Paysages: mares, eaux et cours d'eau avec lesquels le public n'est pas autorisé à entrer en contact.				
c) Réutilisations industrielles (sauf pour les industries alimentaires).	-			
Catégorie III				
Irrigation de cultures de céréales et de graines oléagineuses, de fibres et de semences, de fourrage sec, de fourrage vert en pacage direct ainsi que de cultures destinées à l'industrie des conserves, des cultures industrielles, d'arbres fruitiers (sauf par aspersion) ^(e) , de pépinières, d'espèces alimentaires ou d'ornement, d'espaces boisés ou d'espaces verts auxquels le public n'a pas accès.	≤ 1	Aucun critère requis	≤ 35 ≤ 150 ^(f)	Traitement secondaire ou traitement équivalent ^(g) + quelques jours de stockage ou systèmes de mares d'oxydation

Catégorie d'eau	Critères de qualité			Méthode d'épuration des eaux usées censée répondre aux critères fixés
	Microbiologiques		Physiques	
	Nématodes intestinaux ^(a) (No. d'oeufs par litre)	FC ou <i>E. coli</i> ^(b) (ufc/100 ml)	SS ^(c) (mg/l)	
atégorie IV				
a) Irrigation de cultures horticoles (sauf de tubercules, racines, etc.) par systèmes de goutte à goutte superficiels ou enterrés (sauf micro-asperseurs) et pratiques (comme paillage au moyen de tissus plastiques, tuteurs, etc.) garantissant l'absence de contact entre les eaux récupérées et la partie comestible des légumes.	Aucun critère requis	Aucun critère requis	Pré-traitement, comme requis par la méthode d'irrigation, mais au moins sédimentation primaire	
b) Irrigation des cultures de catégorie III au goutte à goutte (systèmes superficiels ou enterrés ou micro-asperseurs).				
c) Irrigation au goutte à goutte d'espaces verts auxquels le public n'a pas accès.				
d) Arrosage de jardins publics, terrains de golf, terrains de sports au moyen de systèmes d'irrigation enterrés.				

^(a) *Ascaris* et *Trichuris* et vers intestinaux; la limite fixée par les lignes directrices est également conçue de manière à protéger contre les risques causés par les protozoaires parasites.

^(b) FC ou *E. coli* (ufc/100ml): coliformes fécaux ou *Escherichia coli* (ufc: unité de formation de colonies (100 ml)).

^(c) SS: solides en suspension.

^(d) Les valeurs doivent correspondre à 80% des échantillons par mois, avec au moins cinq échantillons.

^(e) Dans le cas des arbres fruitiers, l'irrigation doit cesser deux semaines avant la récolte, et aucun fruit tombé à terre ne doit être ramassé. L'irrigation par aspersion doit être évitée.

^(f) Mares de stabilisation.

^(g) Comme traitement primaire avancé (TPA) (Jimenez *et al.*, 1999 et 2001).

^(h) Comme très peu de recherches ont été réalisées, si tant est qu'il y en ait eu sur les méthodes à employer pour parvenir à un niveau inférieur à 0,1 oeuf de nématode/l, ce critère est considéré comme un objectif à moyen terme et est provisoirement remplacé par le critère correspondant à <1 oeuf de nématode/l.

Rejets dans les eaux côtières

Dans le cas des communautés côtières, les effluents sont rejetés directement ou indirectement dans les eaux côtières voisines, l'objectif en l'occurrence étant de maintenir une qualité des eaux de nature à protéger les valeurs environnementales ou utilisations des eaux. Toutefois, pour ces communautés, utiliser le milieu marin pour traiter les eaux usées municipales est une option attrayante et, par le passé, les communautés riveraines de la Méditerranée ont beaucoup utilisé à cette fin les propriétés d'épuration et de dispersion de la mer.

L'élément important de ce concept est l'émissaire en mer, qui doit être conçu et utilisé de manière à garantir que les effluents soient rejetés d'une manière aussi respectueuse de l'environnement que possible. Le traitement doit être approprié et l'émissaire doit être relativement long et doté d'un diffuseur pour parvenir à des niveaux élevés de dilution et de dispersion. Habituellement, il est spécifié autour du point de rejet du diffuseur une zone de mélange au-delà de laquelle les utilisations environnementales des eaux doivent être préservées.

L'impact des effluents sur les eaux de réception dépend de nombreux facteurs, comme les suivants:

- qualité et volume des effluents;
- qualité des eaux de réception avant le mélange d'effluents;
- profondeur de la mer au point de rejet et profil de densité;
- taux de renouvellement des eaux de réception;
- caractéristiques hydrodynamiques des eaux où sont rejetés les effluents;
- dilution dans la zone de mélange et dispersion secondaire en dehors de cette zone;
- interactions et processus entre les effluents et l'environnement de réception/décomposition;
- sensibilité de l'environnement de réception.

Dans la région méditerranéenne, la majeure partie de la population vit dans des communautés situées sur la côte et rejette directement ou indirectement les effluents en mer. C'est également le long du littoral que se trouvent les plus grandes villes. La tendance générale dans la région est une concentration de population dans la zone ou la ceinture côtière ainsi que dans les grandes villes du littoral, ce qui signifie que ce type d'application sera de plus en plus largement utilisée.

Les eaux usées doivent être traitées avant d'être rejetées en mer. Le degré d'épuration varie d'un traitement minimal à un traitement secondaire avec extraction des nutriments. Le degré d'épuration est également analysé dans le contexte des caractéristiques de l'émissaire car celles-ci sont interdépendantes et revêtent la même importance pour la sélection de la méthode d'élimination des eaux usées la mieux appropriée et la plus respectueuse de l'environnement.

Le degré d'épuration et l'emplacement et la conception de l'émissaire dépendent de nombreux facteurs comme:

- les caractéristiques du système existant d'assainissement des eaux usées;
- les valeurs environnementales/utilisations des eaux côtières, de l'estuaire ou de la baie;
- le débit total des effluents et des charges et sa variation dans le temps (journalière et saisonnière);
- les aspects océanographiques et climatiques;
- les propriétés de dilution, de dispersion et d'oxydation et autres caractéristiques d'auto-purification des eaux de réception;

- les contraintes techniques;
- les désirs de la communauté et sa capacité de payer;
- les règlements et normes applicables.

Il existe une grande différence entre les rejets des effluents par *exutoire côtier* et par *émissaire marin*. Lorsque les eaux usées traitées sont rejetées en mer par un exutoire côtier, le point de rejet se trouve sur la côte ou très près de celle-ci et les effluents affectent directement toutes les utilisations des eaux côtières. En pareil cas, le degré d'épuration doit être beaucoup plus élevé et, en général, un traitement secondaire s'impose du fait de l'absence des effets de dilution et de dispersion qui se produisent lorsque les eaux usées sont rejetées au moyen d'un émissaire de grande longueur. Les risques pour la santé sont très sérieux du fait d'une forte possibilité de contact direct entre l'être humain et les eaux de mélange, de sorte que les effluents doivent être désinfectés. Lorsque l'on utilise un émissaire marin, un traitement primaire peut suffire lorsque les caractéristiques des eaux de réception le permettent.

Il y a lieu de relever que les coûts d'exploitation et d'entretien d'un système fondé sur un émissaire marin et un traitement primaire sont inférieurs à ceux de la formule fondée sur un exutoire côtier et un traitement secondaire.

Il y a aussi une grande différence entre les rejets d'effluents dans une mer ouverte et dans des baies et des mers semi-fermées. Lorsque les effluents sont rejetés dans des écosystèmes fermés ou semi-fermés (comme des lagunes), les déchets doivent se diluer dans une quantité limitée d'eau de mer. Du fait de cette dilution limitée, la concentration des déchets dans les eaux de systèmes fermés et semi-fermés peut, en s'accroissant, avoir un impact très négatif sur l'environnement (eutrophisation). En pareil cas, il faut réduire la charge de nutriment dans le système et parfois prescrire un traitement tertiaire.

En pareils cas, il faut envisager aussi d'aménager d'autres points de rejet en dehors de la baie ou de la mer semi-fermée, formule qui exige généralement un moindre degré d'épuration. Les décisions concernant la sélection de la méthode et l'emplacement des rejets d'eaux usées dans des systèmes fermés ou semi-fermés doivent être fondées sur les capacités de l'environnement et des études d'impact environnemental.

Pour beaucoup de communautés côtières, l'élimination en mer des eaux usées urbaines est une formule très attrayante car elle peut être sûre, efficace et très économique des points de vue aussi bien des dépenses d'équipement que des dépenses d'exploitation. Elle peut être particulièrement intéressante pour les pays en développement car cette méthode appelle un degré relativement réduit d'opérations et les frais d'entretien et la consommation d'énergie sont peu élevés en comparaison des autres méthodes. Toutefois, les valeurs environnementales et les utilisations des eaux doivent être protégées en appliquant une "approche combinée" appropriée de la gestion de la qualité des eaux et en utilisant de façon intégrée des stations d'épuration et des émissaires sous-marins de grande longueur.

Dans les pays de l'Union européenne, cependant, cette option a été presque totalement abandonnée du fait de la législation en vigueur (Directive 271/91), qui prescrit des normes d'épuration assez strictes avant tout rejet d'effluents dans les eaux de réception.

Rejets dans les eaux intérieures

Les eaux intérieures sont toutes les eaux statiques ou courantes qui se trouvent à la surface de la terre ainsi que toutes les eaux souterraines en direction, vers la terre, de la ligne de base servant à mesurer la largeur des eaux territoriales.

Lorsque les effluents sont rejetés dans les eaux intérieures, l'objectif doit être de maintenir une qualité de l'eau de nature à protéger les valeurs environnementales de celle-ci

(écosystèmes aquatiques, écosystèmes terrestres et marécages directement tributaires de l'écosystème aquatique et utilisations des eaux).

Les eaux souterraines doivent faire l'objet d'une attention spéciale. Les eaux superficielles et les eaux souterraines sont en principe des ressources naturelles renouvelables et, en particulier, la tâche consistant à préserver la qualité des eaux souterraines exige une intervention rapide et une planification stable à long terme des mesures de protection à adopter du fait du décalage qui existe naturellement entre la formation et le renouvellement de ces eaux. Ce décalage doit être pris en considération lors de l'élaboration des calendriers d'application des mesures tendant à préserver la qualité des eaux souterraines et à préserver toute tendance significative et soutenue à l'augmentation de la concentration de toute charge de polluants.

Les facteurs qui déterminent l'impact des effluents sur des eaux spécifiques sont notamment les suivants:

- qualité et volume des effluents;
- qualité et situation des eaux de réception;
- caractéristiques environnementales et hydrologiques des eaux de réception;
- sensibilité de l'environnement de réception;
- valeurs environnementales des eaux de réception;
- utilisations prescrites des eaux.

Il y a une grande différence entre les caractéristiques des eaux intérieures du nord et du sud de la région méditerranéenne. L'on trouve en effet dans le nord beaucoup plus d'eaux intérieures constantes que dans le sud, où elles sont rares et où, en général, la période de renouvellement des eaux souterraines est longue, de sorte que, dans cette partie de la région, les eaux intérieures sont plus sensibles à la pollution.

D'une manière générale, il est prescrit au moins un degré de traitement secondaire pour le rejet d'effluents dans les eaux intérieures. Dans le cas des eaux sensibles aux nutriments, comme les eaux superficielles statiques, il faut extraire les nutriments des effluents. Une désinfection est habituellement requise aussi pour les rejets dans les eaux superficielles et, plus souvent, dans les eaux souterraines. Particulièrement sensibles sont les eaux superficielles statiques et les eaux intérieures où les effluents représentent une proportion significative du débit total. Cela est fréquent dans les régions arides. Les ressources hydrauliques karstiques sont également très sensibles par suite de la durée de rétention limitée dans les formations géologiques souterraines, de la rapidité des infiltrations et du débit des eaux souterraines (faible capacité d'auto-purification).

Il faut, pour protéger l'environnement, mieux intégrer les aspects qualitatifs et quantitatifs des eaux superficielles, des eaux souterraines et des eaux côtières connexes. Il faut tenir compte de l'impact de la qualité des eaux intérieures sur les eaux côtières où elles se déversent.

Les rejets dans les eaux intérieures, d'une manière générale, ne tiennent pas compte des processus naturels de dilution et d'auto-purification et ne tiennent compte qu'en partie des caractéristiques de la zone de mélange.

Traitement des eaux usées

Processus de traitement

Le traitement des eaux usées fait intervenir différents processus, qui sont utilisés individuellement ou en série pour parvenir à la qualité requise des effluents. Les processus standard les plus importants sont les suivants:

- *traitement préliminaire ou pré-traitement*: élimination des solides élémentaires, des particules en suspension, des matières flottantes, des graisses et des huiles. Le principal objectif de ce processus est de protéger les émissaires et de prévenir des nuisances visuelles;
- *traitement primaire*: élimination des solides à sédimentation facile. Il s'agit d'un traitement des eaux usées urbaines au moyen de processus physiques et/ou chimiques consistant à décanter les solides en suspension ou au moyen d'autres processus qui réduisent la DBO₅ des eaux à l'arrivée de 20% au moins avant le rejet et la quantité totale de solides en suspension des eaux usées à l'arrivée de 50% au moins. Le principal objectif de ce processus est de protéger le bon fonctionnement de l'émissaire, d'assurer une protection minimum de l'environnement à proximité du point de rejet et de prévenir des nuisances visuelles et autres;
- *traitement secondaire*: élimination de la majeure partie du reste des contaminants, des solides en suspension, des matières colloïdales et des matières organiques dissoutes. Il s'agit d'un traitement des eaux usées urbaines par des processus faisant généralement intervenir un traitement biologique et des processus secondaires de sédimentation ou autres qui réduisent au minimum les contaminants se trouvant dans les eaux usées à l'arrivée: réduction de 70 à 90% de la DBO₅, de 75% de la demande chimique d'oxygène et de 70 à 90% du total de solides en suspension avant rejet. Le principal objectif de ce processus est de mettre l'environnement à l'abri de l'épuisement de l'oxygène et de prévenir des nuisances visuelles ou autres;
- *extraction des nutriments*: cette opération réduit encore plus le contenu des eaux usées en azote et en phosphore après traitement secondaire. Il s'agit d'un traitement des eaux usées urbaines par des processus qui réduisent au minimum les contaminants se trouvant dans les eaux usées à l'arrivée: réduction de 80% du phosphore total et/ou de 70 à 80% de l'azote total avant rejet dans les eaux sensibles aux nutriments. Le principal objectif de ce processus est de protéger l'environnement contre l'eutrophisation et de prévenir des nuisances visuelles et autres;
- *désinfection des effluents*: réduction des éléments pathogènes à des niveaux acceptables pour la réutilisation ou le rejet des eaux usées traitées dans les eaux de réception. Le principal objectif de ce processus est de réduire les risques pour la santé;
- *épuration poussée des eaux usées*: cette opération améliore encore plus la qualité des effluents au moyen de procédés comme un filtrage granulaire, l'échange d'ions, le microfiltrage et les technologies à membrane, y compris le bioréacteur à membrane. Le principal objectif de ce processus est d'améliorer encore plus la qualité des effluents lorsque la situation l'exige, par exemple en cas de réutilisation;
- *systèmes naturels de traitement*: processus naturels liés au "réacteur des écosystèmes". Il s'agit de processus physiques, chimiques et biologiques ainsi que de l'impact de l'environnement naturel. Ils se distinguent par conséquent des processus mécaniques, qui opèrent dans des réacteurs artificiels avec un apport d'énergie. Les processus les plus fréquents sont les systèmes d'épandage, les systèmes à éboulement lent et infiltration rapide, les marécages aménagés, les systèmes de traitement fondés sur les plantes aquatiques et l'aquaculture.

Le degré d'épuration le plus commun est le traitement secondaire, qui comprend habituellement les trois premiers niveaux (traitements préliminaire, primaire et secondaire), en série ou combinés selon diverses configurations. Un traitement secondaire s'impose normalement avant une épuration poussée et la désinfection. L'extraction des nutriments, ainsi que l'épuration poussée des eaux usées, sont généralement destinées à protéger les zones sensibles aux nutriments ou des utilisations spécifiques des eaux, comme la boisson. Une épuration poussée et une désinfection sont habituellement nécessaires aussi lorsque les effluents doivent être réutilisés.

Un nettoyage poussé des eaux usées au-delà du stade secondaire ou biologique est également appelé *traitement tertiaire*. Cette opération extrait des nutriments comme le phosphore et l'azote et la majeure partie de la DBO et des solides en suspension.

Exemples de processus de traitement:

Degré d'épuration:	Exemples de processus de traitement:
A) Pré-traitement	Filtrage, élimination des solides, des graisses et des huiles
B) Traitement primaire	Sédimentation primaire: cuve Imhoff, flottage, microfiltrage
C) Traitement secondaire	Traitement biologique (boues activées classiques, filtre à percolation), traitement physique-chimique, lagunes/mares
D) Extraction des nutriments	Traitement biologique, précipitation des produits chimiques
E) Désinfection	Utilisation de lagunes, rayonnements ultraviolets, chlore, ozonisation
F) Épuration poussée	Filtrage granulaire, microfiltrage, technologie à membrane, y compris bioréacteur à membrane
G) Traitement naturel	Marécages aménagés, systèmes d'écoulement à faible débit, plantes aquatiques flottantes, aquaculture

Les degrés d'épuration obtenus au moyen des divers processus utilisés sont présentés au tableau 8.

Traitement et élimination/réutilisation des boues

Il est tout aussi important de faire en sorte que la manipulation et l'élimination des divers résidus produits par les stations d'épuration se fassent dans des conditions sûres. Les sous-produits de l'épuration des eaux usées sont des solides: produits de filtrage, graisses et huiles, et biosolides ou tourteaux de boues. Les solides et résidus sableux sont rejetés dans une décharge ou réutilisés, tandis que les graisses et les huiles doivent être détruites, par exemple par incinération.

Les boues (y compris les mousses), qui peuvent contenir des solides dans des concentrations allant de 0,5 à 5%, posent des problèmes de traitement et d'élimination complexes. Elles dégagent des odeurs et contiennent un volume important d'eau. Comme le traitement et l'élimination des boues sont une opération onéreuse, ses coûts sont souvent la considération prédominante dans la conception des stations d'épuration des eaux usées.

D'une manière générale, les méthodes de traitement et d'élimination des boues sont notamment épauissage, stabilisation, conditionnement, déshydratation et élimination (voir la figure 3). Beaucoup d'opérations et de processus sont utilisés aux différentes étapes du traitement et de l'élimination des boues. Pour avoir un système de traitement des boues à la fois économique et efficace, il faut choisir la meilleure combinaison de processus de traitement. Le facteur déterminant, qui influe directement sur les caractéristiques de traitement des boues, est la façon dont celles-ci sont éliminées ou réutilisées. La plupart des stations de traitement des boues produisent deux types d'effluents: 1) des solides traités et 2) des liquides. Les effluents liquides doivent être traités à nouveau, et les liquides provenant des différentes unités de traitement des boues sont renvoyés au début de la chaîne.

Dans tous les cas où cela est approprié, les boues provenant du traitement des eaux usées doivent être réutilisées. Les méthodes d'élimination choisies doivent tendre à minimiser tout impact néfaste sur l'environnement.

Les autorités compétentes doivent veiller à ce que l'élimination des boues produites par les stations d'épuration des eaux usées urbaines soit soumise aux règles générales applicables ou à enregistrement ou autorisation.

Tableau 8

Degré d'épuration assuré par les divers processus utilisés

Processus de traitement	Efficacité de l'extraction, en pourcentage					
	DBO-5	DCO	Total des solides en suspension	Azote total	Phosphore total	Total des coliformes
A. Pré-traitement	0 - 5	0 - 5	0 - 10	néant	néant	0 - 10
B. Traitement primaire	30 - 40	30 - 40	50 - 65	10 - 20	10 - 20	25 - 75
C. Traitement secondaire - boues activées (classiques) - lagunes - physique-chimique	80 - 95	80 - 85	80 - 90	10 - 30	10 - 25	80 - 90
	90 - 95	85 - 95	60 - 80	20 - 90	10 - 35	90 - 98
	50 - 70	50 - 70	80 - 90	20 - 30	70 - 90	40 - 80
D. Extraction des nutriments - extraction de l'azote biologique et du phosphore	95 - 97	85 - 90	90 - 95	70 - 95	70 - 90	80 - 90
E. Désinfection - traitement au chlore des eaux usées après traitement	-	-	-	-	-	98 - 99
F. Épuration poussée - bioréacteur à membrane	>99	>90	>99	>96	>98	6 log
G. Traitement naturel - marécages aménagés	95 - 98	85 - 90	90 - 95	85 - 90	85 - 90	90 - 98

ABBRÉVIATIONS **DBO** = Demande biochimique d'oxygène
 DCO = Demande chimique d'oxygène

Les boues traitées sont utilisées dans l'agriculture, par exemple pour améliorer les sols horticoles, sont compostées ou sont rejetées dans des décharges. Ces boues contiennent la majeure partie du phosphore et une partie de l'azote extraits des eaux usées, mais aussi une certaine teneur en métaux lourds, selon la qualité des eaux usées. Si le traitement des boues est complété par des processus de digestion anaérobie, il peut être produit du méthane pouvant servir à la génération d'énergie (chauffage, électricité).

Boues produites par les procédés de traitement	
ÉPAISSISSAGE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gravité 2. Flottage 3. Centrifugation
STABILISATION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oxydation au chlore 2. Stabilisation de la chaux 3. Traitement thermique 4. Digestion aérobie 5. Digestion anaérobie
CONDITIONNEMENT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chimique 2. Élution 3. Traitement thermique
DÉSHYDRATATION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Filtrage sous vide 2. À filtre 3. Filtre à ruban horizontal 4. Centrifugation 5. Lits de séchage
ÉLIMINATION ET RÉUTILISATION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Épandage <ul style="list-style-type: none"> - terres agricoles (réutilisation) - bonification de terres marginales - terres forestières - sites spécifiques 2. Compostage 3. Remblais 4. Incinération 5. Recalcination 6. Lagunes

Figure 3. Opérations et processus de traitement et d'élimination des boues

Sélection du schéma de flux

Beaucoup d'opérations et de processus peuvent être combinés pour élaborer un schéma de flux et parvenir ainsi au degré d'épuration souhaité. Le degré d'épuration peut aller de l'élimination de la DBO₅ et des TSS, de l'azote et du phosphore à une déminéralisation complète. Pour élaborer le schéma de flux le mieux approprié, le concepteur doit évaluer les nombreux facteurs qui influent sur l'exploitation et l'entretien des stations, l'efficacité des procédés dans des conditions de flux variables et les contraintes environnementales. Les facteurs qui sont à considérer comme importants pour la sélection du schéma de flux sont les suivants:

- superficies de terres disponibles;
- conditions climatiques défavorables;
- capacité de s'adapter à des variations de flux;
- capacité de s'adapter à des variations de la qualité des eaux usées;
- polluants industriels qui affectent les processus;
- fiabilité des processus;
- facilité d'exploitation et d'entretien;

- risques professionnels;
- pollution atmosphérique;
- déchets produits.

Une stratégie ciblée de gestion des déchets doit fixer un ordre de priorités et aller bien au-delà d'une simple sélection de technologies classiques. Beaucoup de pays en développement se bornent à adopter les normes de qualité des effluents ou les objectifs de qualité de l'eau appliqués par les pays développés. Ces normes et ces objectifs sont trop ambitieux et ne permettent pas de mettre en place progressivement un programme réaliste de réduction de la pollution. Il faut par conséquent identifier les éléments prioritaires que contiennent les eaux usées et sélectionner une approche efficace et économique pour les réduire. Généralement, éliminer la première tranche de 50% de la charge de polluants est une opération modérément onéreuse, mais l'élimination de la tranche suivante de 40% est plus chère et, fréquemment, celle de la dernière tranche de 10% est prohibitive.

Encadré 4: Considération fondamentale intervenant dans la conception des stations d'épuration des eaux usées

Les principaux facteurs à prendre en considération sont les suivants:

1. Conception pour la première année et les années suivantes
2. Zone desservie
3. Sélection du site
4. Population desservie
5. Mesures réglementaires de contrôle et limitations des effluents
6. Caractéristiques des eaux usées
7. Degré d'épuration
8. Sélection des processus de traitement
9. Sélection du matériel
10. Agencement de l'installation et profil hydraulique
11. Énergie et ressources nécessaires
12. Aspects économiques du fonctionnement de la station
13. Évaluation d'impact sur l'environnement

Émissaire sous-marin

La gestion d'un émissaire sous-marin a pour but de faire en sorte que les eaux usées soient rejetées d'une manière aussi respectueuse de l'environnement que possible. La station d'épuration des eaux usées et l'émissaire sous-marin doivent être considérés comme faisant partie intégrante du système de gestion des eaux usées du point de vue aussi bien technique qu'environnemental.

À l'état naturel, la demande biochimique d'oxygène (DBO) est faible dans les eaux côtières et celles-ci sont saturées ou super-saturées d'oxygène dissous (OD). Une augmentation marquée de la DBO et une nette diminution de l'OD sont rares, sauf lorsque des quantités importantes d'effluents sont déversées dans des estuaires et des baies fermés. La concentration d'autres variables dépend d'influences locales comme le climat, la géologie, les caractéristiques hydrologiques et l'influence de l'eau douce.

Les caractéristiques de la mer ont un impact marqué sur le cycle biologique des bactéries, qui disparaissent rapidement en mer par suite de la mortalité et de la dilution. Beaucoup de mécanismes contribuent à la mortalité en mer des microorganismes intestinaux, mais les deux principaux sont le manque de nourriture et les rayonnements.

Généralement, la concentration de nutriments dans l'eau de mer est trop faible pour que les bactéries intestinales puissent se multiplier. Font exception les eaux fermées et les eaux

proches d'un émissaire, où la teneur en nutriments peut être élevée. Pendant la journée, les rayonnements solaires accélèrent beaucoup la mortalité des bactéries. Les plus mortels sont les rayons ultraviolets.

Le taux de mortalité des bactéries est exprimé en termes du temps qu'il faut pour que 90% des bactéries meurent, ce qui est la valeur T_{90} . Des valeurs de T_{90} égales à 2,5 heures pour les coliformes fécaux, 3,5 heures pour les streptocoques fécaux et de 3,0 heures pour le total des coliformes sont les valeurs les plus communément appliquées pour estimer la disparition des bactéries dans l'eau de mer.

Ces caractéristiques de l'eau de mer sont la raison pour laquelle le milieu marin est utilisé pour compléter l'épuration des eaux usées urbaines et, dans ce contexte, les émissaires sous-marins jouent un rôle très important.

Un émissaire sous-marin équipé d'un diffuseur permet de diluer rapidement et efficacement les effluents en mer en ramenant la concentration de toutes les substances contenues dans les eaux usées à un niveau tel qu'aucun impact négatif n'est causé à l'environnement marin en dehors de la zone de mélange. L'impact sur le milieu marin est moindre si la dilution est plus forte et si le point de rejet est plus distant de la côte et des aires protégées.

Toutefois, les caractéristiques environnementales des eaux de réception, et spécialement leur sensibilité à l'eutrophisation, ainsi que les valeurs environnementales/utilisations des eaux influent directement sur le degré d'épuration des eaux usées urbaines avant leur rejet par émissaire sous-marin. Les zones sensibles aux nutriments, ainsi que l'utilisation des eaux pour l'aquaculture et les sports et loisirs aquatiques, exigent un degré élevé d'épuration.

L'utilisation d'un émissaire sous-marin de grande longueur associé à un moindre degré d'épuration des eaux usées est acceptable dans le cas des communautés peu nombreuses, c'est-à-dire celles de moins de 10 000 équivalents personnes, aux premières étapes du développement d'un système d'assainissement des eaux usées (lorsqu'un réseau de collecte des eaux usées est incomplet) car cette formule permet d'assurer une protection appropriée des valeurs environnementales.

Souvent, le degré minimum d'épuration acceptable est un traitement primaire, à condition que les effluents soient rejetés dans le milieu marin au moyen d'un émissaire sous-marin de grande longueur.

L'exutoire de l'émissaire doit se trouver à au moins 1 000 m de la côte et la profondeur de l'eau au point de rejet doit être de 20 m au moins pour un émissaire de grande longueur. Ces deux mesures doivent être respectées. Dans le cas de petites communautés (ne dépassant pas 2 000 équivalents personnes), l'émissaire peut être plus court mais ne doit en aucun cas être inférieur à 500 m. La longueur de l'émissaire au point de rejet doit toujours être déterminée en prenant en considération les caractéristiques des eaux (études océanographiques).

Les effluents ne doivent en aucun cas avoir un impact négatif sur les valeurs environnementales des eaux de réception, ce qui doit être confirmé par un modèle de prédiction approprié et une étude d'impact environnemental.

Un émissaire sous-marin de grande longueur constitue le moyen le plus aisé de rejeter les effluents en mer car il réduit considérablement le risque d'impact négatif sur les valeurs environnementales des eaux de réception si la station d'épuration ne fonctionne pas comme il convient ou est en panne. Ainsi, il s'agit d'une solution extrêmement utile pour les régions et les systèmes d'assainissement des eaux usées où le personnel qualifié nécessaire à l'exploitation de la station d'épuration fait défaut.

Encadré 5: Principaux éléments et étapes de la planification et de la conception d'un système de rejet sous-marin

Les principaux éléments et étapes de la planification et de la conception d'un système de rejet sous-marin sont les suivants:

- Évaluation du débit d'eaux usées provenant de la zone de captage (estimation de la charge et du flux de pollution);
- Informations rassemblées lors d'études du site (évaluation des caractéristiques de mélange de la mer et des caractéristiques du lit de la mer);
- Définition de la zone d'utilisation ainsi que des caractéristiques de la zone de mélange;
- Détermination des normes environnementales à appliquer dans la zone d'utilisation;
- Analyse et sélection des systèmes de traitement marins (réseau de collecte des eaux usées, stations de pompage, émissaires);
- Définition des systèmes de traitement basés à terre (détermination des caractéristiques de la station d'épuration);
- Sélection de l'emplacement des ouvrages de captage et de l'émissaire (sélection de l'emplacement optimal eu égard aux conditions et exigences locales et aux caractéristiques du système de collecte des eaux usées);
- Dispositions prises concernant les ouvrages de captage et les crues (analyse intégrée et sélection de la solution optimale);
- Conception environnementale (degré d'épuration, dispositions à prendre en cas de crues, taux de rejet, emplacement du rejet, degré de dilution initiale);
- Émissaire et diffuseurs (réduction du coût de la protection de l'environnement);
- Conception hydraulique (sélection du diamètre de l'émissaire, de la vitesse des flux et de la vitesse des rejets à l'orifice du diffuseur);
- Prédiction de l'impact environnemental (prise en considération de la situation la plus critique eu égard aux valeurs environnementales/utilisations des eaux);
- Élimination des systèmes inacceptables du point de vue environnemental;
- Conception des ouvrages de génie civil (conception des ouvrages en mer);
- Sélection des options économiques (coûts de construction, d'exploitation et d'entretien et comparaison avec d'autres méthodes d'élimination).

Zone de mélange

L'un des éléments importants de l'utilisation d'un émissaire sous-marin est la définition de la "zone de mélange" et des normes environnementales à respecter. Les zones de mélange sont les secteurs proches des sources ponctuelles d'effluents. Elles couvrent la zone de dilution initiale et la zone de dilution secondaire rapide après le rejet. Dans la zone de mélange, les normes de qualité environnementale applicables aux autres utilisations peuvent être dépassées, sauf pour ce qui est des normes esthétiques. Dans un contexte de gestion, les zones de mélange sont souvent appelées zones d'exclusion.

La ligne de délimitation de la zone de mélange est habituellement déterminée en fonction des concentrations des éléments contenus dans les effluents. Son étendue et sa nature dépendent des conditions hydrologiques et océanographiques à l'exutoire de l'émissaire, du volume des rejets, des courants, de la profondeur, des marées, de l'action des vagues, de la dilution, des modalités du rejet, etc. En cas de dilution élevée et rapide, la zone peut être réduite mais, dans celui de systèmes à faible énergie, comme les mers fermées et les baies à renouvellement peu rapide des eaux, le mélange peut être plus lent de sorte que la zone devra être plus étendue.

Du point de la gestion, l'objectif de l'aménagement et du contrôle des zones de mélange doit être de minimiser le risque de dommages à l'environnement et spécialement le risque de dégradation permanente. Il ne peut pas être aménagé de zone de mélange dans les régions où s'appliquent des valeurs environnementales et des normes d'utilisation des eaux

rigoureuses, notamment si l'eau doit être utilisée pour la consommation humaine, ni dans les régions de très grande importance environnementale.

Selon les conditions locales, les restrictions ci-après peuvent être imposées pour assurer l'application des meilleures pratiques de gestion de la zone de mélange:

- Épuration adéquate avant le rejet des effluents – normes esthétiques minimums;
- Rejets dans des conditions hydrologiques spécifiques (marées);
- Délimitation de l'étendue de la zone de mélange;
- Éventuellement, rejets d'effluents par impulsions (rejets périodiques);
- Il peut être imposé un taux minimum de dilution initiale pour respecter les normes applicables à certaines substances utilisées comme indicateurs;
- Le type de diffuseur peut être prescrit;
- La profondeur minimum de la mer et la distance minimum de la côte du point de rejet peuvent être prescrites;
- Des conditions extrêmes peuvent être requises et prescrites pour la sélection de la méthode de rejet;
- Programme spécifique de surveillance continue.

Généralement, la délimitation d'une zone de mélange doit être située à 300 m au moins du point de rejet. La zone de mélange ne peut en aucun cas s'étendre jusqu'à la côte.

Il y a lieu de souligner plusieurs points; i) l'environnement et les organismes benthiques dans la zone de mélange sont soumis à un stress plus marqué et peuvent être complètement détruits près du point de rejet; ii) l'étendue de la zone de mélange peut être imprévisible lorsque les conditions océanographiques et hydrologiques sont variables; et iii) des dommages subtils peuvent être causés à l'environnement dans des sites éloignés de la zone de mélange.

Concepts qui sous-tendent la conception des systèmes de traitement et d'élimination

L'un des problèmes à résoudre pour assurer un développement durable consiste à trouver le moyen d'accroître notre richesse totale tout en utilisant avec prudence nos ressources naturelles communes. Nos ressources renouvelables, comme l'eau, doivent être utilisées d'une manière qui ne compromette pas les ressources ni ne cause pas de pollution ou de dommages sérieux.

Il peut être difficile et coûteux d'inverser les dommages causés à l'environnement ou d'y remédier. Aussi faut-il prévenir la pollution plutôt que la nettoyer après qu'elle s'est produite. En outre, dans tous les cas où cela est possible, la nécessité de respecter l'environnement doit être reflétée dans toutes les autres politiques.

Pour prendre des décisions concernant les méthodes de traitement et d'élimination des eaux usées, il faut prendre en considération les conditions environnementales différentes qui existent dans les diverses localités. La décision à ce sujet doit être fondée sur les objectifs de qualité des eaux où les effluents doivent être rejetés fixés par les autorités ainsi que, le cas échéant, sur les normes pertinentes contenues dans les directives nationales ou internationales.

La conception des systèmes de traitement des eaux usées et de rejet/d'élimination par les émissaires a pour but de faire en sorte que les eaux usées soient rejetées d'une manière aussi respectueuse de l'environnement que possible. Les précautions environnementales à prendre ont un impact considérable sur le coût d'investissement et les coûts d'exploitation de l'émissaire et de la station d'épuration. Ces coûts dépendent directement aussi de l'interaction entre le système d'émissaire/d'élimination, la station d'épuration et le système de collecte des eaux usées.

Objectifs de qualité environnementale

L'objectif de qualité environnementale (OQE) est une valeur imposée pour que des eaux déterminées soient propres aux utilisations identifiées par les autorités compétentes. Ces utilisations sont protégées par une ou plusieurs normes de qualité environnementale (NQE). Une NQE détermine le niveau de concentration d'une substance qui ne doit pas être dépassé si l'on veut qu'une utilisation déterminée puisse être préservée. L'idée consistant à contrôler la quantité d'une substance rejetée dans un plan d'eau pour que sa concentration ne dépasse pas le niveau à partir duquel elle peut avoir des effets indésirables remonte à de nombreuses années.

Ce concept peut être appliqué en définissant les zones dans lesquelles les eaux doivent être destinées à telle ou telle utilisation. Ainsi, l'application de la norme appropriée protège chaque utilisation. Lorsque plusieurs NQE sont applicables, c'est la plus rigoureuse qui doit être suivie. Les NQE pour chaque zone d'utilisation comprennent celles qui sont requises pour atteindre un objectif fixé et celles qui doivent être appliquées pour protéger l'utilisation dont il s'agit.

Zones d'utilisation

La délimitation de la zone d'utilisation est une activité pluridisciplinaire à laquelle doivent être associés les planificateurs, les responsables de l'aménagement du territoire, les biologistes, les chimistes, les spécialistes de l'environnement, le grand public, les milieux politiques et les autres parties intéressées ainsi que les ingénieurs chargés de concevoir les stations d'épuration et les émissaires. La définition des zones d'utilisation constitue pour ces derniers la série de normes pouvant servir de base à ces plans.

Les autorités compétentes doivent être consultées dès le début pour faire en sorte que la conception finalement choisie réponde aux critères devant être réunis pour être approuvés. Généralement, le public doit être consulté avant la construction d'une station d'épuration ou d'un émissaire.

Du fait des changements d'habitats, du passage de poissons migrateurs et d'autres changements saisonniers, il faut tenir compte des variations saisonnières qui caractérisent les zones d'utilisation. Les différences d'utilisation doivent être prises en compte lors de la conception.

Conception des systèmes d'assainissement des eaux usées/systèmes d'égout

Lorsqu'il s'agit de mettre au point un système d'épuration des eaux usées, le rôle de l'ingénieur consiste généralement à établir les plans techniques et un devis de manière à pouvoir évaluer et sélectionner le système d'élimination des eaux usées le mieux approprié du point de vue environnemental. À toutes les étapes de la conception du système, l'ingénieur doit travailler en étroite collaboration avec les scientifiques spécialisés dans l'environnement pour faire en sorte que les solutions retenues soient écologiquement rationnelles.

Les plans techniques permettent de comparer les options disponibles et de sélectionner le système le mieux approprié à chaque étape du processus. Un système bien conçu doit réduire au minimum les coûts financiers du respect des normes de qualité environnementale et par conséquent de la protection de l'environnement. L'ingénieur doit, dans son travail, tenir compte de plusieurs facteurs:

- Caractéristiques du système de collecte des eaux usées (zone de captage et flux d'eaux usées);

- Caractéristiques des zones d'utilisation et exigences/contraintes environnementales (normes de qualité environnementale);
- Informations provenant des études du site pour déterminer les emplacements possibles de la station d'épuration et de l'émissaire et des points de rejet des effluents;
- Sélection du site de la station d'épuration, de l'émissaire et du point de rejet des effluents;
- Sélection du site d'élimination des boues ou des possibilités de réutilisation;
- Conception de la station d'épuration;
- Conception de l'émissaire et du diffuseur;
- Conception hydraulique;
- Conception des ouvrages en mer;
- Étude d'impact environnemental;
- Évaluation des risques;
- Évaluation des coûts.

L'approche qui peut être suivie pour établir les études techniques est illustrée à la figure 4. Le rôle central que jouent les activités environnementales dans les processus de conception font apparaître clairement l'importance d'une étroite collaboration entre l'ingénieur et l'homme de science. Il est particulièrement important dans le contexte de certains éléments du processus de conception, à savoir la conception environnementale et l'étude d'impact sur l'environnement.

Aux stades de l'étude de faisabilité, de l'élaboration de la conception d'ensemble et de l'établissement des plans détaillés, la conception technique est étudiée de façon de plus en plus détaillée. À l'étape de l'étude de la faisabilité, toutes les options sont envisagées, habituellement sur la base d'études internes et des informations existantes. Une étude préliminaire limitée sur le terrain peut aider à éliminer rapidement les formules inappropriées.

Les méthodes ne convenant pas ayant été éliminées, il est établi un devis pour les formules viables et une évaluation de leur impact vraisemblable sur l'environnement afin de donner aux décideurs des informations factuelles suffisantes pour déterminer les options à envisager au stade de la conception d'ensemble.

À ce stade, il s'agira soit d'optimiser la formule privilégiée, soit de procéder à une étude comparée de plusieurs méthodes possibles. Certaines études de terrain sont essentielles à ce stade, particulièrement pour évaluer les caractéristiques de mélange des eaux de réception ainsi que l'impact environnemental. La conception d'ensemble a pour but de donner aux décideurs des informations financières sur la formule à retenir en définitive.

L'étape de l'établissement des plans détaillés commence après la sélection de la conception d'ensemble, et il faut pour cela rassembler des données exactes sur le terrain. Le concepteur doit être prêt à réviser et actualiser le schéma retenu à la lumière des nouvelles données rassemblées en vue de l'établissement de plans détaillés.

Finalement, il faut élaborer un système de suivi et proposer une série d'indicateurs appropriés pour vérifier dans quelle mesure les résultats escomptés ont été atteints et pour évaluer l'efficacité et l'efficacé du système. Le système de suivi doit être d'harmoniser avec les règles fixées par les autorités compétentes ainsi qu'avec les caractéristiques du système d'assainissement des eaux usées. Le suivi a pour but de faciliter un processus continu d'amélioration grâce à l'évaluation des résultats et à l'actualisation des processus de traitement en fonction des progrès scientifiques et de l'évolution du cadre socio-économique.

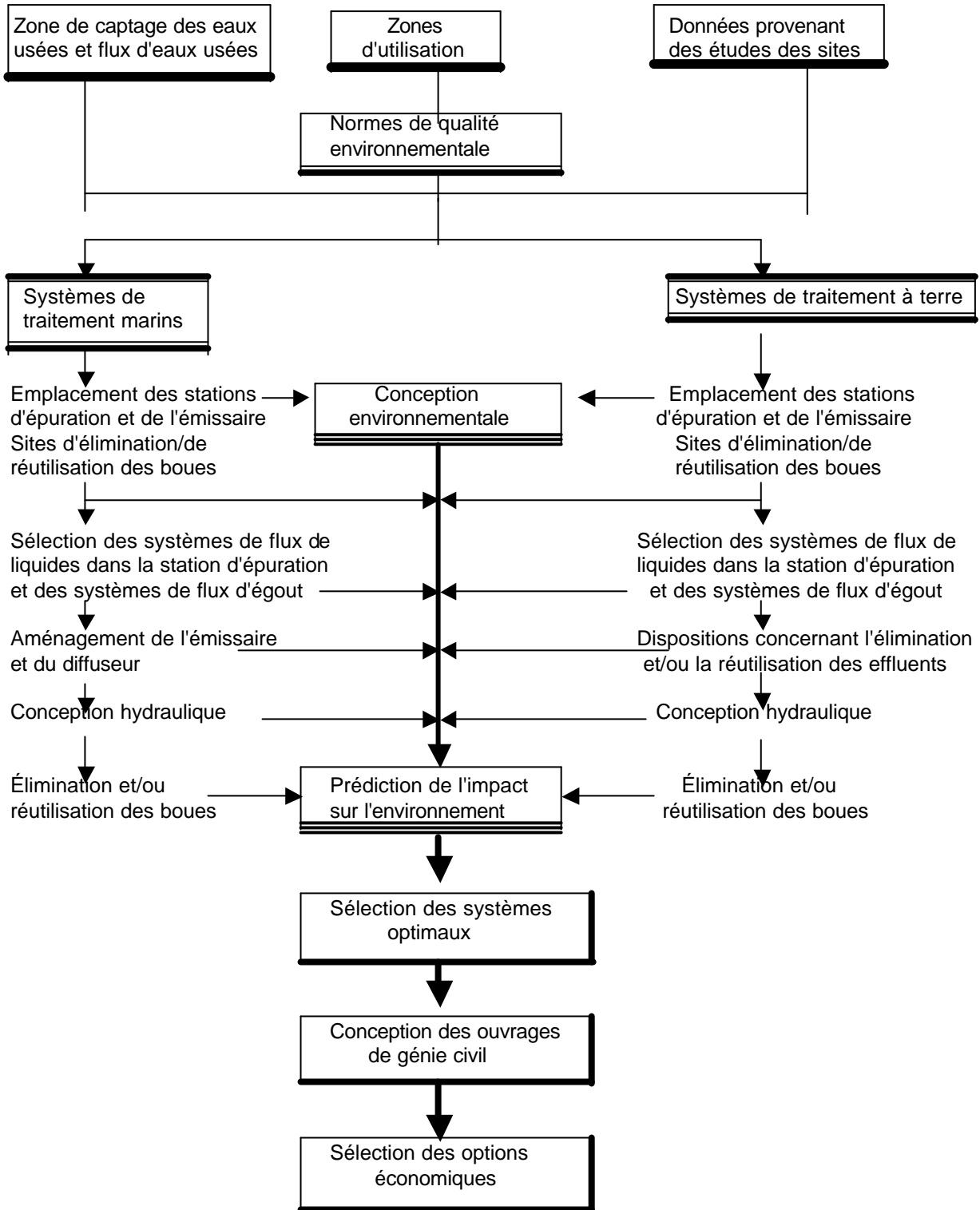


Figure 4. Systèmes d'assainissement des eaux usées – processus de conception

5. LIGNES DIRECTRICES CONCERNANT L'ÉLIMINATION

Lignes directrices concernant l'épandage

L'épandage consiste à rejeter les effluents sur une certaine superficie de terre, essentiellement dans le but de restituer l'eau au cycle hydraulique par évaporation, évapotranspiration et/ou infiltration. C'est l'une des mesures qui sont à la base d'une gestion rationnelle des ressources en eau ou de la conservation des ressources hydrauliques. Ces lignes directrices décrivent les degrés d'épuration requis avant l'épandage des effluents (voir le tableau 9).

L'épandage ne comprend pas les rejets d'eau non traitée car ces derniers ne font pas partie d'une gestion des effluents.

Il est fixé des limites de qualité des eaux pour minimiser les risques potentiels pour la santé et les effets négatifs sur l'environnement de réception. Il importe de surveiller le respect des limites prescrites.

Les principes qui sont à la base de l'épandage sont les suivants:

- utilisation sûre et durable à long terme des sols en évitant l'accumulation de substances quelconques dans la terre;
- les effluents ne doivent pas causer de dommages au couvert végétal;
- tout changement de la structure des sols doit être évité;
- les ruissellements vers les eaux superficielles et/ou la percolation dans les eaux souterraines ne doivent pas compromettre les valeurs environnementales sélectionnées des eaux de réception;
- il ne doit être produit aucune émission de gaz pouvant causer des odeurs désagréables;
- il ne doit pas être formé d'aérosols pouvant causer des problèmes de santé ou autres dans les régions avoisinantes.
- application des mesures de control des insectes afin de réduire la nuisance des moustiques

L'épandage est une solution qui peut être envisagée pour les communautés de l'intérieur, spécialement dans le cas des petites communautés établies dans les régions arides et semi-arides, pour l'élimination de tous les effluents ou des effluents excédentaires après réutilisation.

Cette méthode peut être envisagée aussi dans les régions où un rejet direct dans les eaux superficielles et souterraines n'est pas autorisé, notamment lorsqu'il s'agit d'eau destinée à la boisson ou d'eaux très sensibles. L'épandage et les charges doivent être judicieusement planifiés, gérés et surveillés de sorte que tout rejet dans les eaux souterraines ou superficielles soit conforme aux normes de qualité des eaux de réception et aux valeurs environnementales/utilisations des eaux. Les infiltrations provenant de l'épandage ont pour effet de recharger les nappes aquifères. En tout état de cause, il est préférable que l'effluent parvienne jusqu'à l'eau par infiltration plutôt que par ruissellement étant donné que l'infiltration se traduit par une épuration supplémentaire des effluents. L'épandage peut être utilisé comme méthode de recharge artificielle des nappes aquifères si les eaux sont traitées comme il convient.

En tout état de cause, il est recommandé de faire précéder l'épandage par une période de stockage, notamment lorsque les effluents doivent être stockés lorsque le rythme des rejets par épandage doit être réduit pour des raisons climatiques ou autres (entretien, engorgement du système et fiabilité). En outre, le stockage assure un traitement supplémentaire des effluents, spécialement du point de vue bactériologique. Plus le stockage est long, et meilleure est la qualité des effluents. Cependant, de longues périodes de stockage exigent

des réservoirs de plus grande capacité et accroissent par conséquent les coûts, qui peuvent être importants, selon les circonstances locales.

Cette méthode de gestion des effluents varie et dépend directement des conditions locales. Les éléments toxiques et la possibilité que ceux-ci s'accumulent en concentrations croissantes dans le sol et la végétation sont les facteurs les plus préoccupants. Un autre est l'impact sur les eaux et sur l'environnement aquatique. Cela étant, cette méthode doit être planifiée en coopération entre différents experts et autorités. Si les processus de traitement et le système hydraulique sont gérés comme il convient, l'épandage est une méthode qui peut être utilisée de façon satisfaisante et dans des conditions de sécurité.

Le tableau 9 énumère les options de rejet, degrés d'épuration, facteurs qui limitent chaque méthode d'épandage et paramètres connexes pouvant être préoccupants.

L'élément le plus important est que les effluents doivent subir un traitement minimum. Le degré d'épuration doit être réaliste et garantir des conditions de sécurité adéquates compte tenu de la formule de rejet dont il s'agit. Le degré d'épuration doit être fixé en consultation avec la communauté locale et dépendra du type d'épandage, des conditions locales et des vues du public.

Il faut tenir compte comme il convient et analyser en détail les facteurs limitatifs avant d'adopter une option déterminée. Pour sélectionner une solution adéquate, il faut évaluer comme il convient les conditions sociales, économiques et environnementales. L'analyse des différentes options pouvant être envisagées doit être fondée, entre autres, sur des études appropriées d'impact sur l'environnement.

Lignes directrices concernant les eaux côtières

Les eaux marines côtières offrent à l'homme une large gamme d'utilisations exceptionnellement importantes. Beaucoup d'entre elles ont d'importants avantages locaux, comme la pêche, les loisirs, les sports et le tourisme. D'autres utilisations apportent des avantages aux échelons régional ou mondial par suite de l'unité du système marin, les événements locaux influant sur la qualité de l'eau en des lieux très distincts et en étant à leur tour influencés par ces eaux. Beaucoup des utilisations que l'homme fait des eaux de la mer sont directement tributaires de la nature et de la qualité des systèmes biologiques, chimiques et physiques qui se trouvent en présence. C'est pourquoi il faut en toute priorité préserver une qualité acceptable des eaux.

Les effluents peuvent être déchargés dans différents types d'eaux côtières: eaux ouvertes, estuaires et baies.

Les effluents peuvent être rejetés directement en mer par de longs émissaires sous-marins, à grande distance de la côte, par des rejets plus proches du littoral ou par des exutoires côtiers. Ils peuvent également l'être indirectement par le biais des rejets dans les cours d'eau, les estuaires et les eaux souterraines.

Les eaux usées sont rassemblées puis transportées jusqu'à une station d'épuration et, après traitement approprié, rejetées en mer par un émissaire. Celui-ci se compose d'une canalisation qui transporte les effluents jusqu'à une certaine distance au large et qui s'achève par un diffuseur. Manifestement, l'impact ultime du rejet dépend du degré d'épuration et de la conception de l'émissaire. L'ensemble du processus d'élimination doit être conçu comme un système englobant à la fois l'émissaire marin et la station d'épuration.

Tableau 9
Méthodes d'épandage et degrés d'épuration

MÉTHODES D'ÉPANDAGE	FACTEURS LIMITATIFS POUR DIFFÉRENTS SEGMENTS DE L'ENVIRONNEMENT	PARAMÈTRES DES EFFLUENTS LES PLUS PRÉOCCUPANTS	DEGRÉ MINIMUM D'ÉPURATION	DEGRÉ D'ÉPURATION COMMUNÉMENT REQUIS
Mares d'évaporation	Air – jouissance esthétique (odeurs), moustiques et autres insectes. Eau – infiltration, ruissellement.	Émission d'odeurs, aérosols, éléments toxiques, matières organiques (DBO-5), éléments pathogènes.	Néant	C
Évapotranspiration (irrigation) i) agriculture ii) paysages	Air – odeurs. Terre – risque de contamination à long terme des sols et d'impact négatif sur la végétation et la structure des sols.	Odeurs, solides dissous, aérosols, éléments toxiques, pH, pathogènes, nutriments.	B (seulement s'il est utilisé une méthode d'irrigation spéciale sûre) C	C et E C et E
Infiltration - naturelle - terrain artificiellement préparé - recharge des nappes aquifères	Eaux souterraines – valeurs environnementales existantes et potentielles. Obstruction des nappes aquifères. Terre – Risque de dégradation à long terme des sols et/ou des cultures et de la végétation.	Solides, DBO-5, nutriments, pathogènes, éléments toxiques, solides dissous, pH.	C	C et D

NOTES: TYPE DE STATION – PROCESSUS DE TRAITEMENT TYPES

Catégorie de processus de traitement

- A** Pré-traitement
- B** Traitement primaire
- C** Traitement secondaire
- D** Extraction des nutriments
- E** Désinfection

Paramètres à extraire

- Solides grossiers, graisses et huiles
- Solides grossiers plus solides aisément décantables
- Plupart des solides et DBO
- Nutriments
- Bactéries et virus

Exemples de processus de traitement

- Filtrage et chambre d'extraction de particules et de graisses
- Sédimentation primaire, flottage
- Traitement biologique, traitement physique-chimique, lagunes
- Traitement biologique, précipitation chimique
- Lagunes, rayonnements ultraviolets, chlore

Les eaux de la mer ont été utilisées depuis longtemps pour le rejet des effluents car, pour réduire la pollution, une solution aisée consistait à la diluer. Les propriétés de dilution, de dispersion et d'auto-purification de l'eau de mer sont de précieux processus qui réduisent les polluants non toxiques et non sujets à accumulation, à condition que les eaux de réception soient suffisamment vastes pour pouvoir accueillir les eaux usées sans que celles-ci aient des effets inacceptables. En règle générale, plus le taux de dilution est élevé, et moindre est l'impact négatif sur l'environnement étant donné qu'il n'y a pas d'accumulation des impacts négatifs.

Les caractéristiques d'un émissaire de grande longueur dépendent essentiellement de la turbulence générée par les forces de flottation, qui assurent la dilution initiale. Il s'agit de la phase ascendante des eaux usées qui se dirigent vers la surface à partir du point de rejet, proche du lit de la mer. Pendant cette brève période (quelques minutes), la concentration des effluents et des contaminants peut être réduite rapidement. La dilution initiale est habituellement assurée au moyen d'un diffuseur, qui est un système d'échappement qui libère les effluents par une série d'orifices de petit diamètre espacés comme il convient.

Après la dilution initiale, adviennent la dilution secondaire et la dispersion. Ce processus contribue à diffuser davantage les eaux usées dans le milieu marin et est encouragé par l'advection, la dispersion entraînée par les turbulences, la dérive générée par les vents et les échanges d'eau en direction verticale. L'advection détermine les mouvements des eaux. Les turbulences étendent le champ de dispersion des eaux usées en raison de l'effet de cisaille produit par les différences de vitesse des courants et les grands tourbillons qui se produisent dans l'environnement de réception. La dérive des eaux superficielles générée par les vents peut transporter les bactéries et les virus vers la côte ou vers d'autres secteurs protégés de la couche superficielle de l'eau du fait de l'effet de cisaille produit par le vent et du transfert de masse provoqué par les ruptures de la crête des vagues. Les vents qui se dirigent vers le littoral, en particulier, peuvent avoir un impact particulièrement marqué sur la qualité des eaux de baignade sur les plages. La dilution secondaire est habituellement assurée par un émissaire dont la sortie est située à une distance appropriée de la côte et des régions protégées. La dilution totale des polluants persistants résulte exclusivement de la dilution initiale et secondaire.

Les prédateurs et les effets antagonistes de l'oxygène, de l'eau de mer et des rayonnements ultraviolets dans le milieu marin contribuent à réduire et, en définitive, à détruire les bactéries et les éléments pathogènes. Pour ces derniers, comme pour les autres polluants non persistants, le rythme de la dégradation sert de base au calcul d'un facteur ambiant équivalant à ce que l'on appelle la "dilution tertiaire". Un contact plus long (ce qui suppose généralement un émissaire) de polluants non persistants avec l'eau de mer se traduit par une dégradation plus rapide.

La dilution totale est le produit des trois dilutions partielles. La contribution de chaque étape à la dilution globale dépend directement des conditions locales. Un émissaire de grande longueur aura normalement, à proximité immédiate de son orifice, une dilution initiale égale à au moins 100:1. Cela est l'équivalent, en termes de concentrations de contaminants, d'une extraction de 99% dans la station d'épuration, soit un pourcentage beaucoup plus élevé que celui que peut atteindre une station d'épuration classique.

Lorsque les effluents sont rejetés près de la côte ou par un exutoire côtier, le degré de dilution est très réduit, voire insignifiant, et l'on ne peut pas, en pareils cas, compter sur les qualités d'auto-purification de l'eau de mer. La zone de mélange est alors très réduite ou inexistante. Cela étant, le degré d'épuration doit être plus élevé et le niveau minimum requis est celui du traitement secondaire.

L'utilisation de l'eau de mer pour compléter le traitement des effluents rejetés par un long émissaire sous-marin et un système de diffuseur demeure aujourd'hui une option intéressante et réaliste pour certains pays de la région. Cette formule peut être utilisée si les

capacités de l'environnement sont suffisantes pour accueillir les déchets restants après traitement partiel et si cela constitue le premier pas sur la voie d'un degré plus élevé de traitement des effluents et de protection de la mer. L'aspect le plus important de cette approche est le suivi, qui doit permettre de rassembler des informations suffisantes sur l'impact des rejets sur la qualité des eaux, les sédiments et les communautés biologiques. Le système de suivi doit être mis en place avant que ne commencent les rejets pour pouvoir rassembler des informations de référence.

La station d'épuration et l'émissaire sous-marin doivent être considérés comme un tout constituant un système de traitement unique. Un long émissaire sous-marin doit toujours être utilisé lorsque les processus de traitement ne comportent pas de désinfection. Or, on ne peut pas désinfecter des effluents si ceux-ci n'ont pas fait l'objet d'un traitement au moins secondaire. Par conséquent, un émissaire sous-marin de grande longueur doit être utilisé dans tous les cas où les effluents ne subissent pas de traitement secondaire.

Il est également recommandé d'utiliser un émissaire sous-marin de grande longueur même après un traitement secondaire ou un traitement encore plus poussé afin d'accroître la fiabilité du système d'épuration des eaux usées et d'améliorer la protection de l'environnement, ainsi que comme système de réserve en cas d'incident ou de dysfonctionnement.

Le tableau 10 énumère différentes catégories de rejets dans les eaux côtières et indique les valeurs environnementales, questions à prendre en considération et degrés d'épuration recommandés. Ces catégories dépendent des processus de mélange auxquels sont soumis les rejets.

En principe, le degré d'épuration peut être réduit s'il est utilisé un long émissaire sous-marin. Pour les communautés dont les systèmes de traitement reposent sur un tel émissaire, les règles applicables sont les suivantes:

- pour les communautés de moins de 10 000 équivalents personnes, le degré minimum d'épuration est le pré-traitement;
- pour les communautés de moins de 10 000 équivalents personnes qui rejettent les eaux usées dans des eaux sensibles aux nutriments, le degré minimum d'épuration est le traitement primaire;
- pour les communautés de 10 000 à 150 000 équivalents personnes, le degré minimum d'épuration est le traitement primaire, à condition que les effluents ne soient pas rejetés dans des eaux sensibles aux nutriments;
- pour les communautés représentant l'équivalent de plus de 150 000 habitants, le degré minimum d'épuration est le traitement secondaire, à condition que les effluents ne soient pas rejetés dans des eaux sensibles aux nutriments.

Les estuaires, baies et eaux côtières semi-fermées peuvent être considérés comme des zones sensibles en raison du faible renouvellement des eaux dans ces secteurs, qui sont en outre généralement peu profonds et où il n'y a guère de mélange par poussée ascendante. En outre, du fait de la proximité du littoral, il n'y a guère de possibilité de dispersion et de dilution secondaire ultérieure. En pareil cas, l'impact des rejets dépend de leur vitesse, du mélange assuré par les marées et du degré d'épuration des eaux usées. Les nitrates sont habituellement l'élément nutritif limitatif pour les eaux côtières et, en pareil cas, il faudra faire le nécessaire pour les réduire.

Tableau 10

Méthodes de rejet dans les eaux côtières et degrés d'épuration

MÉTHODES DE REJET	VALEURS ENVIRONNEMENTALES/ UTILISATIONS DES EAUX LIMITATIVES APPLICABLES À CHAQUE MÉTHODE DE REJET	PARAMÈTRES DES EFFLUENTS LES PLUS PRÉOCCUPANTS	DEGRÉ MINIMUM D'ÉPURATION\	DEGRÉ D'ÉPURATION COMMUNÉMENT REQUIS
Eaux côtières Au moyen de longs émissaires * lieux de villégiature caractérisés par une forte variation saisonnière des flux d'eaux usées (ratio minimum: hiver/été = 1/5)	Protection des systèmes aquatiques.	Matières toxiques, éléments pathogènes, matières flottantes, huiles et graisses, solides en suspension.	A A	A < 10 000 e.p. 10 000 < B < 150 000 C > 150 000 e.p. * charge de point en saison: A < 50 000 e.p. 50 000 < B < 150 000 C > 150 000 e.p.
Eaux côtières exutoires proches du littoral ou exutoires côtiers (autres que dans des baies et estuaires)	Protection des écosystèmes aquatiques, loisirs – contacts primaires, agréments esthétiques.	Éléments pathogènes, éléments toxiques, matières flottantes, huiles et graisses, couleur, solides en suspension, impact des nutriments, surfactants.	B < 10 000 e.p. C pour les autres	C
Baies, estuaires, mers fermées ou semi-fermées	Protection des écosystèmes aquatiques, loisirs – contacts primaires, agréments esthétiques.	Huiles et graisses, nutriments, éléments pathogènes, éléments toxiques, matières flottantes, couleur, solides en suspension, DBO-5, surfactants.	C < 10 000 e.p.	C et D

NOTES: TYPE DE STATION – PROCESSUS DE TRAITEMENT TYPES

Catégorie de processus de traitement

- A** Pré-traitement
- B** Traitement primaire
- C** Traitement secondaire
- D** Extraction des nutriments
- E** Désinfection

Paramètres à extraire

- Solides grossiers, graisses et huiles
- Solides grossiers plus solides aisément décantables
- Plupart des solides et DBO
- Nutriments
- Bactéries et virus

Exemples de processus de traitement

- Filtrage et chambre d'extraction de particules et de graisses
- Sédimentation primaire, flottage
- Traitement biologique, traitement physique-chimique, lagunes
- Traitement biologique, précipitation chimique
- Lagunes, rayonnements ultraviolets, chlore

Lorsqu'il est envisagé de rejeter des effluents dans le milieu marin, il faut tenir compte comme il convient des caractéristiques spécifiques des flux d'eaux usées et des charges dans les lieux de villégiature caractérisés par de fortes fluctuations saisonnières entraînées par l'afflux de touristes. Ces fluctuations peuvent être très marquées, les populations pouvant décupler pendant certaines saisons, ce qui peut limiter l'utilisation de certaines méthodes de traitement sensibles aux variations des débits et des charges. Des méthodes de traitement plus simples et plus robustes fondées sur l'utilisation d'un émissaire sous-marin de grande longueur constituent souvent des méthodes de rejet appropriées et fiables. En pareils cas, les systèmes de rejet travaillent à pleine capacité pendant trois à six mois et, le reste de l'année, avec des charges beaucoup plus réduites. En pareille situation, par conséquent, il peut être appliqué des normes moins restrictives étant donné que le total annuel des charges ne compromettra pas l'environnement. Un long émissaire sous-marin est indispensable en pareil cas pour protéger comme il convient la santé et la sécurité des touristes et des usagers des eaux de la mer.

L'élément le plus important est le degré minimum d'épuration. Celui-ci doit être réaliste et garantir que les rejets se fassent dans des conditions de sécurité. Il doit être fixé en consultation avec la communauté locale, sur la base du type d'utilisation des eaux, des conditions locales et des vues du public.

Il doit être dûment tenu compte des facteurs limitatifs, lesquels doivent être analysés en détail avant qu'une option déterminée soit sélectionnée. Pour choisir une solution appropriée, il faut évaluer de manière adéquate les conditions sociales, économiques et environnementales locales. L'analyse des autres formules pouvant être envisagées doit reposer, entre autres, sur une étude appropriée d'impact sur l'environnement. Le degré d'épuration communément requis est celui qui a le plus de chance d'être utilisé et approuvé.

Il est toujours utile d'analyser d'autres formules de rejet des effluents dans la mer à la lumière de différents degrés d'épuration et de la longueur concomitante des émissaires ainsi que des besoins existants et prévisibles. Pour sélectionner la formule optimale sur la base des critères établis, il faut habituellement procéder à une analyse multidisciplinaire. Les critères de sélection sont généralement fondés sur:

- les paramètres écologiques (impact sur l'écosystème);
- les effets économiques (coûts directs et indirects);
- les aspects administratifs (normes, influence sur les organisations existantes de gestion et de contrôle des déchets);
- les aspects politiques (interface aux échelons local et national);
- les aspects temporels (date d'achèvement et impact récurrent sur l'environnement).

L'aspect temporel est très important pour la sélection d'une solution durable. Celle-ci doit l'être dans les conditions d'aujourd'hui mais aussi dans les conditions prévisibles. L'émissaire marin et le développement progressif d'une station d'épuration pouvant accroître graduellement le degré d'épuration constituent généralement une option de gestion des eaux usées très appropriée pour une société en développement.

Lignes directrices concernant les eaux intérieures liées au bassin hydrographique méditerranéen

Dans beaucoup de secteurs de la région méditerranéenne, l'infrastructure de traitement des eaux usées ne répond pas aux besoins créés par une population de plus en plus nombreuse et le développement croissant, spécialement dans les aires côtières. Beaucoup de pays méditerranéens, particulièrement au sud et à l'est, traversent une période de croissance économique et d'urbanisation rapide qui a affecté la gestion des eaux usées: la pollution de l'eau ne cesse de s'aggraver, ce qui ne manque pas d'avoir un impact cumulatif sur la santé humaine. Les lacunes des systèmes de gestion de l'assainissement et d'épuration des eaux

usées demeureront la principale cause de dégradation des ressources par le biais de la dégradation de la qualité des eaux.

Ces questions mettent en relief la nécessité pour les systèmes d'assainissement des eaux usées de gérer l'impact de l'urbanisation sur les eaux intérieures ainsi que celle d'appliquer des systèmes de contrôle de plus en plus rigoureux des effluents, l'objectif étant de gérer les systèmes d'assainissement des eaux usées de telle sorte qu'ils répondent aux besoins actuels et futurs grâce à des services économiques mais adéquats qui puissent être fournis de façon durable au niveau des communautés. À cette fin, il faut identifier et mettre en oeuvre des stratégies et des mesures de nature à inverser les tendances actuelles à la dégradation et à l'épuisement des ressources.

Les principes de gestion des déchets revêtent une importance capitale dans la gestion des rejets d'effluents dans les eaux intérieures.

Les questions à prendre en considération dans ce contexte doivent notamment tendre à:

- éviter ou réduire la teneur en contaminants des effluents grâce à l'application de normes industrielles appropriées et à l'éducation des usagers;
- réutiliser ou recycler les effluents traités dans tous les cas où cela est possible;
- restituer les effluents au système hydraulique, mais seulement lorsque leur qualité répond au moins aux objectifs fixés en ce qui concerne la qualité des eaux ambiantes;
- adopter des méthodes de traitement modernes et généralement acceptées et les améliorer avec le temps;
- en cas de besoin, adapter les méthodes de traitement les mieux appropriées à la lumière des compétences et de l'expérience disponible localement afin de les améliorer progressivement mais régulièrement avec le temps;
- adapter, en cas de besoin, les méthodes de traitement appropriées et les degrés d'épuration aux capacités financières des populations locales afin de les améliorer progressivement mais régulièrement avec le temps;
- appliquer des lignes directrices concernant la qualité environnementale des effluents lorsque les rejets constituent l'un des principaux éléments déterminants de la qualité du milieu de réception;
- éviter que les rejets ne pénètrent dans les points de prélèvement d'eau potable et dans les cours d'eau d'importance écologique en s'efforçant de sélectionner un emplacement optimal pour les canalisations de rejet.

Si besoin est pour des raisons financières, sociales ou autres qui conduisent à dépasser les objectifs de qualité fixés, la zone de mélange utilisée pour les rejets doit être délimitée et définie dans un permis de rejet, l'objectif devant être de réduire progressivement l'étendue de la zone jusqu'à ce que les rejets ne compromettent plus les objectifs de qualité des eaux. L'impact des effluents sur les eaux, y compris dans les zones de mélange, doit être suivi continuellement, et des mesures appropriées de contrôle de l'utilisation de la zone de mélange et de l'accès à celle-ci doivent être appliquées afin de réduire les risques des effluents pour la santé.

Pour déterminer les mesures à adopter, il faut bien comprendre qu'il est habituellement beaucoup plus coûteux de remettre en état un système que de prévenir sa dégradation.

L'élément le plus important est le degré minimum d'épuration. Celui-ci doit être réaliste et garantir que les rejets se fassent dans des conditions de sécurité. Il doit être fixé en consultation avec la communauté locale, sur la base du type d'utilisation des eaux, des conditions locales et des vues du public.

Il doit être dûment tenu compte des facteurs limitatifs, lesquels doivent être analysés en détail avant qu'une option déterminée soit sélectionnée. Pour choisir une solution appropriée, il faut évaluer de manière adéquate les conditions sociales, économiques et environnementales locales. L'analyse des autres formules pouvant être envisagées doit reposer, entre autres, sur une étude appropriée d'impact sur l'environnement. Le degré d'épuration communément requis est celui qui a le plus de chance d'être utilisé et approuvé. Généralement, dans le cas des eaux intérieures, il faut assurer un traitement secondaire pour protéger la santé de l'homme et l'environnement. Cela est particulièrement nécessaire dans les pays qui manquent d'eau d'irrigation car il existe un risque sérieux que les effluents soient réutilisés, de façon contrôlée ou non contrôlée.

Le tableau 11 indique quels sont les caractéristiques des effluents qui sont particulièrement préoccupantes ainsi que les lignes directrices concernant les degrés d'épuration recommandés pour les rejets dans des eaux intérieures.

Tableau 11

Méthodes de rejet dans les eaux intérieures et degrés d'épuration (eaux intérieures liées au bassin méditerranéen)

MÉTHODES DE REJET DANS LES EAUX INTÉRIEURES	VALEURS ENVIRONNEMENTALES/ UTILISATIONS DES EAUX LIMITATIVES APPLICABLES AUX EAUX DE RÉCEPTION	PARAMÈTRES DES EFFLUENTS LES PLUS PRÉOCCUPANTS	DEGRÉ MINIMUM D'ÉPURATION	DEGRÉ D'ÉPURATION COMMUNÉMENT REQUIS
Cours d'eau, fleuves et lacs	Protection des écosystèmes	Solides dissous, matières toxiques, matières flottantes, couleur, turbidité, TSS, nutriments, DBO-5, DCO, pH.	C	C et D
	Loisirs et valeurs esthétiques	Matières toxiques, matières flottantes, couleur, turbidité, TSS, nutriments, DBO-5, DCO, éléments pathogènes, odeurs, huiles et graisses.	C	C et D (E pour le contact primaire)
	Eaux brutes destinées à l'approvisionnement en eau potable	Solides dissous, matières toxiques, matières flottantes, couleur, turbidité, TSS, y compris algues, nutriments, DBO-5, DCO, pH, éléments pathogènes, composés produisant un goût ou une odeur.	C C et D*	C, D et E
	Eaux à usage agricole	Solides dissous, éléments toxiques, matières flottantes, TSS, DBO-5, DCO, N total, pH, éléments pathogènes.	C	C C et E*
	Eaux à usage industrielle	Solides dissous, éléments toxiques, matières flottantes, couleur, turbidité, TSS, nutriments, DBO-5, DCO, pH.	C	C C et E*

NOTES: TYPE DE STATION – PROCESSUS DE TRAITEMENT TYPES

* Dans les zones sensibles comme les cours d'eau à sec, d'autres contraintes doivent également être prises en considération (débit, distance du point de rejet, etc.)

Catégorie de processus de traitement

- A** Pré-traitement
- B** Traitement primaire
- C** Traitement secondaire
- D** Extraction des nutriments
- E** Désinfection

Paramètres à extraire

- Solides grossiers, graisses et huiles
- Solides grossiers plus solides aisément décantables
- Plupart des solides et DBO
- Nutriments
- Bactéries et virus

Exemples de processus de traitement

- Filtrage et chambre d'extraction de particules et de graisses
- Sédimentation primaire, flottage
- Traitement biologique, traitement physique-chimique, lagunes
- Traitement biologique, précipitation chimique
- Lagunes, rayonnements ultraviolets, chlore

6. ÉCHANTILLONNAGE ET SURVEILLANCE CONTINUE

La surveillance continue constitue un aspect essentiel de la mise en oeuvre de toutes les dispositions en vigueur concernant l'eau. Les pays de l'UE doivent mettre en place un système de surveillance continue de la qualité des eaux afin d'obtenir pour chaque bassin fluvial une vue cohérente et complète de la situation. En 1975, les pays méditerranéens ont établi dans le cadre du programme "MED POL", des activités de surveillance sous forme d'accords nationaux de surveillance, conformément aux dispositions de l'article premier de la Convention de Barcelone ainsi que de l'article 3 du Protocole "tellurique". Ce protocole a pour but d'assurer une surveillance continue des eaux côtières et des sources de pollution.

Un programme d'échantillonnage et de surveillance continue de l'environnement et des effluents est indispensable pour déterminer si:

- la qualité prédite des effluents a été atteinte;
- l'impact ou le changement entraîné par le système de gestion répond à ce qui a été prédit;
- les valeurs environnementales convenues sont respectées.

L'environnement

Un programme d'échantillonnage de l'environnement est habituellement fondé sur les résultats d'une étude détaillée des sites et de la nature et du volume des rejets. Aux termes des réglementations pertinentes, cependant, un certain programme d'échantillonnage doit être mis en oeuvre et certaines informations doivent être réunies. La Directive-cadre de l'UE sur l'eau décrit de façon très détaillée le programme de surveillance continue qui doit être réalisé, et qui doit notamment comporter les volets ci-après:

1. Surveillance continue pour:
 - compléter et valider les évaluations d'impact;
 - concevoir de façon efficace et efficiente le futur programme de surveillance;
 - évaluer les changements à long terme des conditions naturelles;
 - évaluer les changements à long terme dus à l'activité de l'homme en général.
2. Surveillance opérationnelle pour:
 - déterminer la situation des eaux considérées comme risquant de ne pas atteindre les objectifs environnementaux fixés; et
 - évaluer les changements éventuels de la situation de ces eaux résultant de l'application du programme de mesures.
3. Surveillance/investigation:
 - lorsque les raisons d'un dépassement quelconque sont connues;
 - lorsqu'il ressort de la surveillance que les objectifs fixés pour des eaux déterminées ne seront probablement pas atteints;
 - lorsqu'il faut déterminer l'ampleur et l'impact d'une pollution accidentelle.

Chaque pays doit mettre en place son propre programme de surveillance conformément à la réglementation nationale en vigueur et aux obligations qu'il a contractées au plan international. Il faut, pour évaluer l'impact sur l'environnement, prendre en considération des aspects très divers, comme les suivants:

- A) Pour l'eau:
 - l'actuelle qualité de départ des eaux dont il s'agit;
 - la situation d'un écosystème, aussi bien avant qu'après les rejets;
 - la modélisation des effets produits sur l'environnement de réception, y compris les effets provenant de tous les autres rejets dans l'eau;

- le prélèvement d'échantillons d'eau dans la zone de mélange et au-delà et prélèvement d'échantillons de sédiments et de faune;
- établissement de sites contrôlés au-delà de l'influence des rejets pour identifier les changements en rapport avec ces derniers;
- surveillance biologique, par exemple des macro-invertébrés;
- évaluation de l'impact biologique des rejets.

B) Pour la terre:

- types de sol;
- couvert végétal;
- ruissellements potentiels;
- proximité de cours d'eau et de lacs;
- évaluation de l'impact des rejets;
- prélèvements d'échantillons d'eau souterraine, d'eaux superficielles proches, de sols et de cultures.

C) Pour les produits basés sur la réutilisation des eaux usées et des boues:

- épandage des effluents/boues réutilisés;
- culture et utilisation de produits végétaux;
- mobilité des polluants de sources terrestres;
- établissement d'un ordre de priorités entre les sources et les causes de pollution;
- impacts possibles sur l'environnement et les consommateurs de produits alimentaires cultivés au moyen d'eaux usées et de boues réutilisées;
- quantité de matières toxiques, persistantes ou susceptibles de bioaccumulation présente dans les effluents, les boues et les produits;
- effets et risques pour la santé.

Surveiller les changements environnementaux liés aux rejets d'effluents est une opération complexe et onéreuse. La fréquence et la portée des opérations de surveillance doivent être déterminées au cas par cas, et ces activités doivent être réalisées conformément aux normes et aux exigences nationales et internationales pertinentes (ISO, NE, etc.). Ce problème est bien documenté et réglementé par les directives et normes de l'Union européenne.

Les effluents

Les autorités compétentes ou organismes appropriés doivent surveiller:

- les rejets des stations d'épuration des eaux usées urbaines pour vérifier que les normes applicables sont respectées;
- les quantités et la composition des boues rejetées dans les eaux superficielles.

Une surveillance de la qualité des effluents peut également être assurée pour:

- évaluer la performance de la station d'épuration;
- évaluer l'application du programme d'auto-surveillance et de rapports;
- veiller à ce que les règles auxquelles les permis sont subordonnés et la réglementation soient respectées;
- détecter dans les effluents tout changement de qualité qui pourrait avoir un impact sur l'environnement;
- rassembler des données en vue de la planification à long terme et de confirmer les critères de conception;
- faciliter les recherches.

La nature et la fréquence des opérations d'échantillonnage requises dépendent d'un grand nombre de facteurs comme les suivants:

- sensibilité de l'environnement;
- dispositions réglementaires;
- nature du processus de traitement;
- risque pour l'environnement;
- qualité de l'environnement;
- variabilité journalière et saisonnière du débit;
- composition et variabilité de la composante déchets industriels des eaux usées à l'arrivée;
- fiabilité du processus de traitement;
- compétence du personnel de l'exploitation;
- efficacité de l'entretien et de la supervision de la station;
- éloignement de la station.

Comme la surveillance est une opération très onéreuse, il importe de l'optimiser. Il est recommandé de procéder à un échantillonnage à deux niveaux:

- un petit nombre de paramètres critiques liés au processus de traitement et à l'impact sur l'environnement;
- une large gamme de paramètres englobant tous ceux qui peuvent avoir un impact sur l'environnement.

L'échantillonnage doit être plus fréquent lorsqu'il s'agit d'une grande station d'épuration, lorsque les effluents peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement ou lorsque celui-ci est sensible. La variabilité potentielle de la qualité des effluents peut influencer sur la fréquence de l'échantillonnage. Cela dépend du type de processus de traitement. Les processus qui comportent une durée de rétention plus longue, comme les lagunes, sont beaucoup moins exposés à des changements soudains de qualité des effluents que ceux pour lesquels la durée de rétention est courte.

Le tableau 12 indique la fréquence recommandée des opérations d'échantillonnage pour différentes stations, cette fréquence devant être alignée sur la réglementation nationale pertinente. De fréquents échantillonnages sont indiqués pour chaque taille de station. Dans le cas des petites communautés éloignées ainsi que des régions ne disposant pas d'un personnel et d'un matériel adéquats, l'échantillonnage peut être à la fois difficile du point de vue logistique et prohibitif. En pareille situation, il faudra sélectionner des processus robustes et fiables, ce qui permettra de réduire la fréquence des prélèvements.

Un échantillonnage composite est mieux approprié pour les grandes stations ainsi que lorsqu'il faut estimer la charge totale et les crêtes de pollution pouvant affecter l'environnement. D'une manière générale, des échantillons aléatoires sont plus usuels. Les échantillons doivent être prélevés dans les deux heures du moment auquel le débit journalier est normalement maximum dans le cas des systèmes à brève durée de rétention.

Des informations plus détaillées sur la surveillance continue figurent dans les ouvrages, les normes et protocoles pertinents.

Le programme de surveillance doit être bien conçu pour qu'il soit à la fois efficient et rationnel. Le cycle de surveillance (Encadré 6) est l'un des principes directeurs à suivre: le processus de surveillance et d'évaluation doit être considéré comme faisant suite aux activités connexes, qui commencent par la détermination des informations à rassembler et qui s'achèvent par l'utilisation des données ainsi produites. Les activités successives doivent être spécifiées et conçues, c'est-à-dire optimisées, sur la base des informations requises ainsi que du maillon précédent de la chaîne. Celle-ci, en effet, n'est pas plus solide que son maillon le plus faible. Entreprendre un programme de surveillance sans spécifier les informations à rassembler avant de concevoir le réseau qui sera effectivement mis en place est un gaspillage d'argent.

Encadré 6: Cycle de surveillance

Les éléments du cycle de surveillance sont les suivants:

1. Objectifs et besoins en matière de gestion des eaux
2. Informations à rassembler en vue de la gestion
3. Stratégie de surveillance à mettre en oeuvre pour rassembler des informations
4. Conception et optimisation du réseau
5. Collecte des échantillons
6. Analyses en laboratoire
7. Traitement des données
8. Analyse, validation et approbation des données
9. Rapports
10. Utilisation de l'information par les gestionnaires

Tableau 12

Fréquences recommandées de prélèvement d'échantillons des effluents

Type de station (voir notes ci-dessous)	Principaux paramètres des processus	Durée de la rétention dans la station	Dimensions de la station			
			Très petite < 0.5 MLJ	Petite 0.5 - 3 MLJ	Moyenne 3-20 MLJ	Grande >20 ML
A, B	TSS, DBO-5	toutes	T	T	S	2 x S
C	TSS DBO-5, DCO, N	longue rétention brève rétention	T M	T S	M 2 x S	S 2 x S
D	TSS, N, P DBO-5, DCO	longue rétention brève rétention	T M	T S	M 2 x S	S 2 x S
E	E. coli	longue rétention brève rétention	T M	T M	M 2 x S	S 2 x S
F	toutes exigences propres au site	toutes	S	S	2 x S	2 x S
Série complète de paramètres		toutes	D	D	T	T

NOTES: TYPE DE STATION – PROCESSUS DE TRAITEMENT TYPES

Catégorie de processus de traitement

- A** Pré-traitement
- B** Traitement primaire
- C** Traitement secondaire
- D** Extraction des nutriments
- E** Désinfection
- F.** Épuration poussée des eaux usées

Paramètres à extraire

- Solides grossiers, graisses et huiles
- Solides grossiers plus solides aisément décantables
- Plupart des solides et DBO
- Nutriments
- Bactéries et virus
- Traitement tendant à réduire davantage des paramètres sélectionnés

Exemples de processus de traitement

- Filtrage et chambre d'extraction de particules et de graisses
- Sédimentation primaire, flottage
- Traitement biologique, traitement physique-chimique, lagunes
- Traitement biologique, précipitation chimique
- Lagunes, rayonnements ultraviolets, chlore
- Filtrage granulaire, microfiltrage, technologies à membrane, bioréacteur à membrane

ABBREVIATIONS: **DBO** = Demande biochimique d'oxygène, **DCO** = Demande chimique d'oxygène, **P** = Phosphore, **MLJ** = Mégalitres par jour, **2xS** = Deux fois par semaine, **M** = Une fois par mois, **D** = Deux fois par an, **T** = Une fois par trimestre, **N** = Azote, **TSS** = Total des solides en suspension, **S** = Une fois par semaine

La fréquence de l'échantillonnage, dans les très petites communautés peut être inférieure à celle indiquée ci-dessus.

APPENDICES

Appendice 1: Glossaire

Assainissement: Maîtrise des facteurs physiques dans l'environnement humain qui peuvent compromettre le développement, la santé ou la vie.

Bassin fluvial: Secteur dont s'écoulent tous les ruissellements de surface par une série de ruisseaux, rivières et, le cas échéant, lacs et se déversent dans la mer par l'embouchure, l'estuaire ou le delta d'un même cours d'eau.

Bassin versant: Secteur à partir duquel tous les ruissellements superficiels passent par une série de ruisseaux, rivières et, le cas échéant, lacs jusqu'à un point déterminé d'un cours d'eau (normalement un lac ou un affluent).

Bonification des eaux usées: Traitement et gestion des eaux usées municipales, industrielles ou agricoles visant à produire de l'eau de qualité appropriée pour d'autres utilisations bénéfiques.

Boues: Solides résiduels, traités ou non traités, qui sont extraits par les stations d'épuration des eaux usées.

Chloration: Application de chlore dans de l'eau, des eaux usées, ou des déchets industriels, généralement à des fins de désinfection.

Critère: Valeur qualitative ou quantitative ou concentration d'un élément constitutif, sur la base de données scientifiques permettant de prendre une décision ou de porter un jugement quant à l'adéquation de l'eau à une utilisation déterminée.

Degré indicatif d'épuration: Degré probable d'épuration compte tenu des caractéristiques spécifiques des rejets. Le degré effectif d'épuration doit être déterminé en fonction des valeurs environnementales et des résultats de la surveillance continue.

Désinfection: Processus qui détruit, neutralise ou élimine des microorganismes pathogènes.

Eau souterraine: Eau se trouvant sous terre, dans une zone de saturation ou dans une nappe aquifère, pouvant être extraite au moyen d'un puits.

Eaux côtières: Eaux situées au-delà de la laisse de basse mer ou de la limite extérieure d'un estuaire.

Eaux intérieures: Toutes les eaux stagnantes ou courantes se trouvant à la surface de la terre et toutes les eaux souterraines se trouvant à la ligne de base servant à mesurer la largeur des eaux territoriales.

Eaux marines: Océans et baies et eaux des estuaires. Ces eaux ont des concentrations en ions inorganiques dissous supérieurs à 30 000 mg/l.

Eaux usées domestiques: Eaux usées provenant de peuplements et de services résidentiels, ayant essentiellement pour origine le métabolisme humain et les activités ménagères.

Eaux usées industrielles: Toutes les eaux usées rejetées par des locaux utilisés à des fins industrielles ou commerciales, autres que les eaux usées domestiques et les ruissellements d'eau de pluie.

Eaux usées municipales: Voir eaux usées urbaines.

Eaux usées urbaines: Eaux usées domestiques ou mélange d'eaux usées domestiques et d'eaux usées industrielles et/ou de ruissellement d'eau de pluie.

Eaux usées: Eaux qui ont été utilisées au moins une fois et qui ont ainsi été rendues impropres à une réutilisation à cette même fin sans traitement et qui sont collectées et transportées par les égouts. Les eaux usées comprennent normalement des eaux de sources aussi bien domestiques qu'industrielles.

Effluent: Eau rejetée à la suite d'un processus d'épuration d'eaux usées, par exemple un traitement secondaire.

Égout: Canal ou canalisation qui transporte les eaux usées et les ruissellements d'eau de pluie de la source jusqu'à une station d'épuration ou un système de collecte. Les égouts "sanitaires" transportent les déchets ménagers, industriels et commerciaux. Les égouts de drainage transportent les ruissellements d'eau de pluie. Les égouts combinés transportent les deux.

Éléments toxiques: Substances qui, au-dessus de certaines concentrations, empoisonnent les organismes vivants.

Élimination des eaux usées: Collecte et élimination des eaux usées provenant d'installations industrielles et de peuplements urbains au moyen d'un système de canalisations et de stations d'épuration.

Émissaire: Canalisation utilisée pour transporter les effluents traités jusqu'au point de rejet et doté d'un diffuseur à son extrémité.

Épuration poussée des eaux usées: Application de processus multiples au-delà du traitement secondaire.

Estuaire: Secteur de transition, à l'embouchure d'un cours d'eau, entre l'eau douce et les eaux côtières.

Eutrophisation: Processus par lequel un plan d'eau est enrichi de nutriments qui stimulent la croissance de plantes aquatiques, par exemple d'algues, ce qui épuise l'oxygène dissous.

Extraction des nutriments: Processus d'épuration supplémentaire des eaux usées tendant à ramener la concentration de phosphore ou d'azote se trouvant dans les effluents au-dessous des niveaux atteints par le traitement secondaire.

Flux environnemental: Flux d'un cours d'eau intérieur nécessaire pour préserver les valeurs écologiques des écosystèmes aquatiques à un niveau de risque peu élevé.

Gestion des eaux usées: Ensemble des aspects institutionnels, financiers, techniques, législatifs, participatifs et de gestion liés au problème des eaux usées.

Lagune: Mare peu profonde où les rayons du soleil, l'action bactérienne et l'oxygène se combinent pour purifier les eaux usées.

Mares: Lagunes de traitement utilisées pour purifier les eaux usées traitées pour compléter l'épuration d'effluents ayant subi un traitement primaire ou secondaire.

Matières flottantes: Solides grossiers, matières plastiques, écumes ou excès d'huiles et graisses présents à la surface de l'effluent.

Matières organiques: Dans le contexte de l'épuration des eaux usées, matières qui peuvent être biologiquement consommées lors du processus de traitement secondaire. Source d'alimentation pour divers microorganismes.

Normes de rejet des effluents industriels: Normes obligatoires en vigueur établies par une autorité concernant la qualité des eaux usées industrielles avant rejet dans le système de collecte d'eaux usées urbaines.

Normes: Niveaux obligatoires en vigueur établis par une autorité.

Nutriments: Substances nécessaires à la croissance et à la reproduction des organismes.

Objectifs: Buts visés, à court et/ou à long terme du programme de gestion de la qualité des eaux. Ces objectifs sont souvent fixés après examen des critères de qualité des eaux à la lumière des facteurs économiques, environnementaux, sociaux ou politiques pertinents.

Polluant: Toute substance pouvant causer une pollution.

Pollution par les eaux usées: Atteinte à la qualité d'un environnement quelconque par suite de l'introduction d'eaux usées provenant d'une communauté ou de l'industrie.

Pollution: Introduction directe ou indirecte par suite de l'activité de l'homme de substances ou de chaleur dans l'atmosphère, l'eau ou la terre et pouvant être nocives pour la santé de l'homme ou la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres dépendant directement d'écosystèmes aquatiques et entraînant des dommages matériels qui affectent les agréments ou autres utilisations légitimes de l'environnement.

Pré-traitement/traitement préliminaire: Traitement des eaux usées consistant à extraire les solides grossiers et une partie des solides à sédimentation facile ainsi que les matières flottantes et les graisses et huiles.

Qualité des eaux usées: État ou situation des eaux usées contenant des matières dissoutes ou en suspension provenant d'un ménage, d'une communauté, d'une exploitation agricole ou d'une installation industrielle.

Rejet d'eaux usées: Flux d'effluents traités provenant de tout processus d'épuration des eaux usées.

Rejet de sources diffuses: Source de pollution qui n'a pas d'origine déterminée (par exemple ruissellement d'eau de pluie contenant des sédiments, engrais et pesticides provenant de terres agricoles).

Rejet de sources ponctuelles: Pollution provenant d'une source identifiable (par exemple rejet d'effluents d'une station d'épuration des eaux usées ou d'une industrie rurale).

Réutilisation: Application d'eaux usées dûment épurées pour des fins bénéfiques.

Station municipale d'épuration: Station qui traite des eaux usées d'origine essentiellement domestique et des eaux contenant des déchets industriels compatibles avec les eaux usées domestiques.

Substances nocives: Substances ou groupes de substances qui sont toxiques, persistantes et susceptibles de bioaccumulation, et autres substances ou groupes de substances qui peuvent susciter des préoccupations semblables.

Substances prioritaires: Substances nocives déterminées comme prioritaires.

Système d'assainissement des eaux usées: Ensemble du système de collecte, de traitement et d'élimination des eaux usées municipales.

Système de collecte d'eaux usées: Système de canalisations qui collecte et transporte les eaux usées urbaines et municipales.

Système de traitement naturel: Processus physiques, chimiques et biologiques naturels, dont les plus fréquents sont les systèmes d'épandage (écoulement lent, infiltration rapide et flux terrestre), marécages aménagés (superficiels libres, flux infraperficiel) plantes aquatiques flottantes et aquaculture.

Traitement des boues: Processus tendant à réduire le volume de l'eau et à contrôler la qualité des boues afin de prévenir tout impact dommageable sur l'environnement.

Traitement primaire: Traitement des eaux usées tendant à extraire les solides à sédimentation facile. Il s'agit d'un traitement des eaux usées urbaines par des processus physiques et/ou chimiques consistant à décanter les solides en suspension ou à faire intervenir d'autres processus suivis d'une digestion des boues ou d'autres moyens d'élimination de ces dernières. La DBO-5 des eaux à l'arrivée est réduite d'au moins 20% avant d'être rejetée et le total des solides en suspension est réduit d'au moins 50%.

Traitement secondaire: Traitement des eaux usées urbaines au moyen de processus faisant généralement intervenir un traitement biologique et des processus secondaires de sédimentation ou autres suivis d'une digestion ou d'autres moyens d'élimination des boues. Les contaminants dans les eaux usées à l'arrivée sont réduits au minimum: de 70 à 90% pour la DBO-5, de 75% pour la demande chimique d'oxygène et de 70 à 90% du total des solides en suspension avant le rejet.

Traitement tertiaire: Processus tendant à améliorer davantage la qualité des effluents secondaires avant rejet ou réutilisation. Les processus généralement utilisés sont le filtrage au sable, l'échange d'ions, le microfiltrage, les technologies à membrane et les filtres naturels que sont les marécages.

Utilisations bénéfiques: Utilisations ou valeur de l'environnement qui contribuent à l'intérêt du public, au bien-être, à la sécurité, à la santé et à la jouissance esthétique.

Valeur environnementale: Voir utilisations bénéfiques.

Zone de mélange: Zone contiguë au point de rejet des effluents et spécifiée dans la licence ou le permis, où les objectifs de qualité applicables aux eaux ambiantes n'ont pas à être atteints.

Appendice 2: Bibliographie

- Action "Med 21". Développement durable en Méditerranée, Tunis, 1994.
- Australian Water Resources Council. Australian Guidelines for Sewerage System, 1997.
- The Engelberg Report. Health aspects of wastewater and excreta use in agricultural and aquaculture, OMS et Banque mondiale, Dubendorf, 1985.
- UE. Handbook on the Implementation of EC Environmental Legislation, Overview Water Protection.
- CE. Directive 2000/60/CEE – Cadre d'action communautaire concernant la politique de l'eau, 2000.
- CE. Directive du Conseil 91/271/CEE concernant l'épuration des eaux usées urbaines.
- Grabow W.O.K. et IAWQ. Water Quality International 98, Water Quality: Management, Water Science and Technology, Volume 38, No. 11, 1998.
- Henze M., L. Somlyidy, W. Schilling et J. Tyson. Sustainable Sanitation, Water Science and Technology, Volume 35, No. 9, 1997.
- IHE, Delft. Strategy Options for Sewage Management to Protect the Marine Environment, PNUE/GPA, La Haye, novembre 2000.
- Jimenez *et al.*, Alternative wastewater treatment intended for agricultural use in Mexico, Wat. Sci. Tech., 40, No. 4-5, pp. 355-362., 1999.
- Jimenez *et al.*, Removal of micro-organisms in different stage of wastewater treatment for Mexico City, Wat. Sci. Tech., 43, No. 10, pp. 155-162, 2001.
- Jean Margat et Domitille Vallee. Vision méditerranéenne de l'eau, de la population et de l'environnement au XXI^e siècle, Plan Bleu, janvier 2000.
- John Anderson. Prospects for international guidelines for water recycling, Water 21, août 2001.
- Margeta J., I. Iacovides et E. Azzopardi. Guidelines for Integrated Coastal Urban Water System Planning in Coastal Areas of the Mediterranean, PAM/PAP, Split, 1996 (projet).
- Margeta J., I. Iacovides et E. Azzopardi. Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources, PNUE-PAM/PAP, Split, 1997.
- Neville-Jones J.P.D. et C. Droling. Outfall design guides for environmental protection, WRC, novembre 1986.
- Syed R. Qasim. Wastewater treatment plants, Technomic, Bâle, 1994.
- Takashy Asano et Audrey D. Levine. Wastewater reuse: a valuable link in water resources management, WQI No. 4, 1995.
- PNUE-PAM/PAP. Code of practice for environmentally sound management of liquid waste discharge in the Mediterranean sea, PAP, 1987.
- PNUE-PAM/MEDPOL. Programme d'actions stratégiques pour la lutte contre la pollution provenant d'activités basées à terre, Athènes, 1999.

PNUE-PAM/PAP. Lignes directrices environnementales pour la réutilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne, PAP, Split, 1990.

PNUE. Plan d'action pour la Méditerranée et Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et Protocoles connexes, NU, Athènes, 1992.

PNUE. La Commission méditerranéenne du développement durable: Mécanisme régional de réalisation d'Action 21, PNUE - PAM, Athènes.

PNUE. Recommendations for Decision-Making on Municipal Wastewater (projet), 2000.

PNUE/PAM. Lignes directrices concernant la réutilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne, 2003.

PNUE/GPA. Lignes directrices concernant la gestion des eaux usées municipales, décembre, 2002.

LIST OF MAP TECHNICAL SERIES REPORTS

Please note that the MTS Reports are available from our web site at www.unepmap.org

MTS 151. UNEP/MAP/MED POL: **Guidelines for river (including estuaries) pollution monitoring programme for the Mediterranean Region.** MAP Technical Reports Series No. 151, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 150. UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Reference handbook on environmental compliance and enforcement in the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 150, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 149. UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on environmental inspection systems for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 149, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 148. UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on management of coastal litter for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 148, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 147. UNEP/MAP/MED POL: **Plan for the management of hazardous waste, including inventory of hazardous waste in the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 147, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 146. UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Available Techniques (BATs), Best Environmental Practices (BEPs) and Cleaner Technologies (CTs) in industries of the Mediterranean countries.** MAP Technical Reports Series No. 146, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 145. UNEP/MAP/RAC/CP: **Plan for the reduction by 20% by 2010 of the generation of hazardous wastes from industrial installations for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 145 UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 144. UNEP/MAP/MED POL: **Plan on reduction of input of BOD by 50% by 2010 from industrial sources for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 144, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French, Arabic).

MTS 143. UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Environmental Practices (BEPs) for the rational use of fertilisers and the reduction of nutrient loss from agriculture for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 143, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French, Arabic).

MTS 142. UNEP/MAP/RAC/CP: **Guidelines for the application of Best Available Techniques (BATs) and Best Available Practices (BEPs) in industrial sources of BOD, nutrients and suspended solids for the Mediterranean region.** MAP Technical Reports Series No. 142, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

MTS 141. UNEP/MAP/MED POL: **Riverine transport of water, sediments and pollutants to the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 141, UNEP/MAP, Athens, 2003.

MTS 140. UNEP/MAP/MED POL: **Mariculture in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 140, UNEP/MAP, Athens, 2004. (IN PUBLICATION)

MTS 139. UNEP/MAP/MED POL: **Sea Water Desalination in the Mediterranean: Assessment and Guidelines.** MAP Technical Reports Series No. 139, UNEP/MAP, Athens, 2003. (English and French)

MTS 138. UNEP/MAP/PAP : **MAP CAMP Project "Malta": Final Integrated Project Document and Selected Thematic Documents.** MAP Technical Report Series No. 138, UNEP/MAP, Athens, 2002. (English).

MTS 137. UNEP/MAP/BLUE PLAN : **Free Trade and the Environment in the Euro-Mediterranean Context, Montpellier/Mèze, France, 5 – 8 October 2000:** Volume I: Technical Report of the Workshop; Volume II: Regional and International Studies; Volume III: National Studies; Volume IV: Environmental Aspects of Association Agreements. MAP Technical Report Series No. 137, (4 Vols), UNEP/MAP, Athens, 2002. **Libre-échange et environnement dans le contexte euro-méditerranéen : Montpellier/Mèze, France, 5 – 8 octobre 2000** (Parts in English & French).

MTS 136. UNEP/MAP/MED POL: **Guidelines for the management of fish waste or organic materials resulting from the processing of fish and other marine organisms.** MAP Technical Report Series No. 136, UNEP/MAP, Athens, 2002. (English, French, Spanish & Arabic).

MTS 135. PNUE/PAM: **PAC DU PAM "Zone côtière de Sfax": Synthèse des études du projet, rapport de la réunion de clôture et autres documents choisis.** No. 135 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE/PAM, Athènes, 2001. (French).

- MTS 134.** UNEP/MAP/PAP: **MAP CAMP Project "Israel": Final Integrated Report and Selected Documents.** MAP Technical Reports Series No. 134, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 133.** UNEP/MAP: **Atmospheric Transport and Deposition of Pollutants into the Mediterranean Sea: Final Reports on Research Projects.** MAP Technical Reports Series No. 133, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 132.** UNEP/MAP/WHO: **Remedial Actions for Pollution Mitigation and Rehabilitation in Cases of Non-compliance with Established Criteria.** MAP Technical Reports Series No. 132, UNEP/MAP, Athens 2001. (English).
- MTS 131.** UNEP/MAP: **MAP CAMP Project "Fuka-Matrouh", Egypt: Final Integrated Report and Selected Documents.** MAP Technical Reports Series No. 131, (2 Vols.), UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 130.** UNEP/MAP/WMO: **Atmospheric Input of Persistent Organic Pollutants to the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 130, UNEP/MAP, Athens, 2001. (English).
- MTS 129.** UNEP/MED POL: **Guidelines for the Management of Dredged Material.** MAP Technical Reports Series No. 129, UNEP, Athens 2000. (English, French, Spanish and Arabic). PNUE/MED POL: **Lignes Directrices pour la gestion des matériaux de dragage.** (Anglais, français, espagnol et arabe).
- MTS 128.** UNEP/MED POL/WHO: **Municipal Wastewater Treatment Plants in Mediterranean Coastal Cities.** MTS no. 128, UNEP, Athens 2000 (English and French). PNUE/MED POL/OMS: **Les Stations d'épuration des eaux usées municipales dans les villes cotières de la Méditerranée.** (Anglais et français).
- MTS 127.** UNEP/BLUE PLAN: **Minutes of the Seminar, Territorial Prospective in the Mediterranean and the Approach by Actors,** Sophia Antipolis, France, 7-9 November 1996. MTS No. 127, UNEP, Athens 2000. PNUE: **Actes du séminaire, La prospective territoriale en Méditerranée et l'approche par acteurs,** Sophia Antipolis, 7-9 novembre 1996. (In French with English introduction and 1 paper).
- MTS 126.** UNEP/MCSD/Blue Plan: **Report of the Workshop on Tourism and Sustainable Development in the Mediterranean,** Antalya, Turkey, 17-19 September 1998. 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. (Anglais et français).
- 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. (Anglais et français).
- MTS 124.** UNEP/WHO: **Identification of Priority Hot Spots and Sensitive Areas in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 124. UNEP, Athens, 1999. PNUE/OMS: **Identification des "Points Chauds" et "Zones Sensibles" de pollution prioritaire en Méditerranée.**
- MTS 123.** UNEP/WMO: **MED POL Manual on Sampling and Analysis of Aerosols and Precipitation for Major Ions and Trace Elements.** MAP Technical Reports Series No. 123. UNEP, Athens, 1998.
- MTS 122.** UNEP/WMO: **Atmospheric Input of Mercury to the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No. 122. Athens, 1998, (78 pages).
- MTS 121.** PNUE: **MED POL Phase III. Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution dans la région Méditerranéenne (1996-2005).** MAP Technical Reports Series No. 121. Athens 1998, (123 pgs). (In publication)
- MTS 120.** UNEP: **MED POL Phase III. Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (1996-2005).** MAP Technical Reports Series No. 120. UNEP, Athens, 1998, (120 pgs).
- 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.** (Français et anglais)
- 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 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 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 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 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.** (Parties en anglais ou français seulement).

MTS 113. UNEP/IOC: **Final reports of research projects on transport and dispersion (Research Area II) - Modelling of eutrophication and algal blooms in the Thermaikos Gulf (Greece) and along the Emilia Romagna Coast (Italy).** MAP Technical Reports Series No. 113. UNEP, Athens, 1996 (118 pgs.) (English).

MTS 112. UNEP/WHO: **Guidelines for submarine outfall structures for Mediterranean small and medium-sized coastal communities.** 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.**

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 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.**

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).**

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.**

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 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.**

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.**

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.**

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).**

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 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 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 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.**

- MTS 98.** UNEP: **Implications of Climate Change for the Albanian Coast.** MAP Technical Reports Series No. 98. UNEP, Athens, 1996 (179 pgs.) (English).
- MTS 97.** UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on marine communities.** MAP Technical Reports Series No. 97. UNEP, Athens, 1996 (141 pgs.) (English and French). PNUC/FAO: **Rapports finaux des projets de recherche sur les effets (Domaine de recherche III) -Effets de la pollution sur les communautés marines.**
- MTS 96.** UNEP/FAO: **Final reports of research projects on effects (Research Area III) - Pollution effects on plankton composition and spatial distribution, near the sewage outfall of Athens (Saronikos Gulf, Greece).** MAP Technical Reports Series No. 96. UNEP, Athens, 1996 (121 pgs.) (English).
- MTS 95.** UNEP: **Common measures for the control of pollution adopted by the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution.** MAP Technical Reports Series No 95. UNEP, Athens, 1995 (69 pgs.) (English and French). PNUC: **Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.**
- MTS 94.** UNEP: **Proceedings of the Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources.** MAP Technical Reports Series No. 94. UNEP, Athens, 1995 (214 pgs.) (Parts in English or French only). PNUC: **Actes de l'Atelier sur l'application d'une approche intégrée au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 93.** UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to the environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms.** MAP Technical Reports Series No. 93. UNEP, Athens, 1995 (118 pgs.) (English).
- MTS 92.** UNEP/WHO: **Assessment of the State of Pollution in the Mediterranean Sea by Carcinogenic, Mutagenic and Teratogenic Substances.** MAP Technical Reports Series No. 92. UNEP, Athens, 1995 (238 pgs.) (English).
- MTS 91.** PNUC: **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 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). PNUC: **Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 89.** UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume I. Environmental Management within the Context of Environment-Development.** MAP Technical Reports Series No. 89. UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (144 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). PNUC: **Actes du Séminaire débat sur la prospective méditerranéenne.** (parties en anglais ou français seulement).
- MTS 87.** UNEP/WHO: **Identification of microbiological components and measurement development and testing of methodologies of specified contaminants (Area I) - Final reports on selected microbiological projects.** MAP Technical Reports Series No. 87. UNEP, Athens, 1994 (136 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 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 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 83.** PNUC/UICN: **Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente.** MAP Technical Reports Series No. 83. PNUC, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pgs) (français seulement).
- MTS 82.** UNEP/IUCN: **Technical report on the State of Cetaceans in the Mediterranean.** MAP Technical Reports Series No. 82. UNEP, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis, 1994 (37 pgs.) (English).
- MTS 81.** UNEP/IAEA: **Data quality review for MED POL: Nineteen years of progress.** MAP Technical Reports Series No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pgs.) (English).

MTS 80. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with the effects of pollutants on marine organisms and communities.** MAP Technical Reports Series No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pgs.) (English).

MTS 79. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with toxicity of pollutants on marine organisms.** 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.** (parties en anglais ou français seulement).

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 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 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.**

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 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 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.**

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 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 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 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 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 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 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 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.**

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 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 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.**

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).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 60. UNEP/WHO: **Development and testing of sampling and analytical techniques for monitoring of marine pollutants (Activity A): Final reports on selected microbiological projects (1987-1990).** 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).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 59. UNEP/FAO/IAEA: **Proceedings of the FAO/UNEP/IAEA Consultation Meeting on the Accumulation and Transformation of Chemical contaminants by Biotic and Abiotic Processes in the Marine Environment (La Spezia, Italy, 24-28 September 1990), edited by G.P. Gabrielides.** MAP Technical Reports Series No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pgs.) (English).

MTS 58. UNEP/FAO/WHO/IAEA: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by organophosphorus compounds.** 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.**

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 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.**

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 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 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 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.** (parties en anglais ou français seulement).

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.** (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 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).** (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).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 47. UNEP: **Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II workshop on jellyfish in the Mediterranean Sea.** MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Les proliférations de méduses en Méditerranée. Actes des 11èmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée.** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 46. UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and rotavirus-induced gastro-enteritis among bathers (1986-88).** MAP Technical Reports Series No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pgs.) (English).

MTS 45. UNEP/IAEA: **Transport of pollutants by sedimentation: Collected papers from the first Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987).** MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pgs.) (English).

MTS 44. UNEP: **Bibliography on aquatic pollution by organophosphorus compounds.** MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pgs.) (English).

MTS 43. PNUE/UICN/GIS **Posidonie: Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée.** MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pgs.) (français seulement).

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 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.**

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 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.**

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.** PNUE: **Medidas comunes adoptadas por las Partes Contratantes en el convenio para la Protección del Mar Mediterraneo contra la Contaminación.**

MTS 37. UNEP/FAO: **Final reports on research projects dealing with eutrophication and plankton blooms (Activity H).** 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 recherche consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 36. PNUE/UICN: **Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie- Sites d'importance biologique et écologique.** MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pgs.) (français seulement).

MTS 35. UNEP: **Bibliography on marine pollution by organotin compounds.** MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pgs.) (English).

MTS 34. UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by cadmium and cadmium compounds.** 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.**

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.**

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).** (parties en anglais ou français seulement).

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). PNUC/OMM: **Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUC.** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 30. UNEP: **Meteorological and climatological data from surface and upper measurements for the assessment of atmospheric transport and deposition of pollutants in the Mediterranean Basin: A review.** MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 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 28. UNEP: **State of the Mediterranean marine environment.** MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 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 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 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 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). PNUC/FAO: **Toxicité, persistance et bioaccumulation de certaines substances vis-à-vis des organismes marins (Activité G).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 23. UNEP: **National monitoring programme of Yugoslavia, Report for 1983-1986.** MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pgs.) (English).

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). PNUC/FAO: **Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des polluants (Activité I).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 21. UNEP/UNESCO/FAO: **Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving capacity and monitoring of long-term effects.** MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pgs.) (Parts in English or French only). PNUC/UNESCO/FAO: **Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme.** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 20. (*) UNEP/WHO: **Epidemiological studies related to environmental quality criteria for bathing waters, shellfish-growing waters and edible marine organisms (Activity D). Final report on project on relationship between microbial quality of coastal seawater and health effects (1983-86).** MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pgs.) (English).

MTS 19. (*) UNEP/IOC: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by petroleum hydrocarbons.** MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pgs.) (English and French). PNUC/IOC: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole.**

MTS 18. (*) UNEP/FAO/WHO: **Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by mercury and mercury compounds.** MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pgs.) (English and French). PNUC/FAO/OMS: **Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels.**

MTS 17. (*) UNEP: **Seismic risk reduction in the Mediterranean region. Selected studies and documents (1985-1987).** MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pgs.) (Parts in English or French only). PNUC: **Réduction des risques sismiques dans la région méditerranéenne. Documents et études sélectionnés (1985-1987).**

MTS 16. (*) UNEP: Promotion of soil protection as an essential component of environmental protection in Mediterranean coastal zones. Selected documents (1985-1987). 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).** (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 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)

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 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).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 11. (*) UNEP: Rehabilitation and reconstruction of Mediterranean historic settlements. Documents produced in the first stage of the Priority Action (1984-1985). 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).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 10. (*) UNEP: Research on the toxicity, persistence, bioaccumulation, carcinogenicity and mutagenicity of selected substances (Activity G). Final reports on projects dealing with toxicity (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pgs.) (English).

MTS 9. (*) UNEP: Co-ordinated Mediterranean pollution monitoring and research programme (MED POL - PHASE I). Final report, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pgs.) (English).

MTS 8. Add. (*) UNEP: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). Addendum, Greek Oceanographic Cruise 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pgs.) (English).

MTS 8. (*) UNEP/IAEA/IOC: Biogeochemical studies of selected pollutants in the open waters of the Mediterranean (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE/AIEA/COI: **Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII).** (parties en anglais ou français seulement).

MTS 7. (*) UNEP/WHO: Coastal water quality control (MED POL VII). 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).** (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 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 polluants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V).** (Parties en anglais ou français seulement).

MTS 4. (*) UNEP/FAO: Research on the effects of pollutants on marine organisms and their populations (MED POL IV). 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 polluants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV).** (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 3. (*) UNEP/FAO: **Baseline studies and monitoring of DDT, PCBs and other chlorinated hydrocarbons in marine organisms (MED POL III)**. 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)**. (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)**. (Parties en anglais, français ou espagnol seulement).

MTS 1. (*) UNEP/IOC/WMO: **Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters (MED POL I)**. 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)**. (parties en anglais, français ou espagnol seulement).