



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



MED POL

**LIGNES DIRECTRICES SUR LA GESTION DES DETRITUS COTIERS
POUR LA REGION MEDITERRANEENNE**



Organisation Mondiale de la Santé

No. 153 de la série des rapports techniques du PAM

PNUE/PAM

Athènes, 2004

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).

Mr Demetrios Tsotsos 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 paper. ISSN 1810-6218 online

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 for the management of industrial wastewater for the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 153, 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

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.

LIGNES DIRECTRICES
POUR LA GESTION DES EAUX USÉES INDUSTRIELLES
DANS LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|---|-------------|
| RÉSUMÉ | 1 |
| PRÉAMBULE | 3 |
| 1. INTRODUCTION | 5 |
| 2. PRINCIPAUX PROBLÈMES SOULEVÉS PAR LA MAÎTRISE DES EAUX USÉES INDUSTRIELLES | 8 |
| 2.1 Introduction | 8 |
| 2.2 Problèmes se posant dans l'industrie | 8 |
| 2.3 Problèmes du système de planification/suivi | 9 |
| 3. EXEMPLES DE LÉGISLATION INTERNATIONALE ET NATIONALE | 13 |
| 3.1 Introduction | 13 |
| 3.2 Politique/législation de l'Union européenne (UE) concernant les pays méditerranéens qui en sont membres | 13 |
| 3.3 Législation nationale | 14 |
| 4. PRATIQUES PROPOSÉES POUR LA GESTION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS | 19 |
| 4.1 Introduction | 19 |
| 4.2 Méthodes d'évaluation des charges polluantes | 20 |
| 4.3 Techniques de minimisation des déchets | 24 |
| 4.4 Outils de gestion | 33 |
| 4.5 Initiatives de minimisation des déchets | 39 |
| 4.6 Traitement des effluents industriels | 39 |
| 5. DÉVELOPPEMENT D'UN PROGRAMME DE MINIMISATION DES EAUX USÉES DANS UNE ENTREPRISE INDUSTRIELLE | 41 |
| 5.1 Introduction | 41 |
| 5.2 Planification et organisation | 41 |
| 5.3 Évaluation | 43 |
| 5.4 Étude de faisabilité | 44 |
| 5.5 Mise en œuvre | 45 |
| 5.6 Renforcement des capacités | 46 |
| 6. PLANIFICATION, CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE CONTINUE/MAÎTRISE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS | 47 |
| 6.1 Introduction | 47 |
| 6.2 Fonctions de l'autorité chargée de la lutte contre la pollution côtière | 47 |
| 6.3 Fixation de normes d'effluent | 49 |
| 6.4 Développement et organisation d'un programme d'inventaires | 51 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7. | ANALYSE ÉCONOMIQUE POUR LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL INDUSTRIEL | 55 |
| 7.1 | Introduction | 55 |
| 7.2 | Coûts d'investissement/d'exploitation des technologies de réduction de la pollution | 55 |
| 7.3 | Recouvrement de recettes..... | 56 |
| 7.4 | Éco-taxes et éco-redevances | 57 |
| 8. | GLOSSAIRE | 58 |
| 9. | RÉFÉRENCES..... | 59 |

RÉSUMÉ

Les effluents provenant des activités industrielles contiennent toute une série de substances qui peuvent être nocives pour les eaux réceptrices finales et, dans certains cas, présenter en outre une toxicité pour la santé humaine. Au cours des dernières années, l'on a observé, tant en volume qu'en concentration, une augmentation des rejets de déchets liquides industriels dans la mer Méditerranée: de nouvelles substances chimiques sont utilisées dans les procédés industriels, lesquelles, inévitablement, gagnent les flux effluents finaux, tandis que le développement général des processus de production industriels entraîne l'élimination de volumes accrus d'eaux usées dans les eaux réceptrices.

Les deux parties concernées, à savoir les entreprises industrielles et les autorités chargées de la lutte antipollution/inspection, sont confrontées à plusieurs contraintes dans leur effort pour éviter le rejet d'effluents non traités dans les eaux réceptrices en raison des connaissances restreintes quant aux conditions et prescriptions particulières nécessitées par leur maîtrise. Une législation internationale et nationale est instaurée depuis des années avec des normes d'effluent assez strictes ainsi qu'avec des dispositions incitant à l'adoption de techniques de prévention/minimisation des déchets.

Plusieurs méthodes et pratiques ont été mises au point, lesquelles, par suite de l'efficacité avérée de leur application concrète et de leur valeur démonstrative, peuvent servir de guides aux responsables industriels pour l'adoption d'"outils" similaires requis pour la lutte contre la pollution émanant de leurs entreprises. Elles peuvent être appliquées, dans les installations industrielles, à divers procédés de fabrication en s'attaquant au problème de pollution en cause après un inventaire soigneux de ses sources et une séparation des flux de déchets. Il est fréquent que l'on puisse combiner plusieurs techniques (substitution de produits chimiques, recyclage des déchets, récupération de sous-produits, etc.) au sein d'un même procédé industriel en vue d'obtenir le meilleur résultat possible (mesures intégrées au procédé). Cela étant, il s'impose de bien connaître les caractéristiques techniques, économiques et environnementales des **meilleures techniques disponibles (MTD)** au plan écologique dans chaque secteur industriel. Un petit nombre de secteurs industriels (**tannage, finissage des métaux, agroalimentaire, textile**), typiques de la région méditerranéenne, sont sélectionnés pour la description des MTD pertinentes, et concernent des petites et moyennes entreprises, très répandues dans de nombreux pays méditerranéens du Nord et du Sud. Ces MTD témoignent des avantages environnementaux mais aussi des profits économiques découlant de leur application, si bien qu'elles peuvent inciter les dirigeants industriels à les appliquer à leur tour dans des branches/cas similaires.

Parmi les outils également présentés pour améliorer les performances environnementales industrielles figurent de nouveaux concepts et systèmes de management mis au point par les gouvernements et l'industrie. L'on résumera ici les principaux outils d'action actuellement utilisés (ISO, SMEA/EMAS) et l'on donnera des exemples d'outils diagnostiques (EIE, LCA, etc.).

Tout rejet final d'effluents industriels doit répondre à certaines prescriptions en vue de réduire au minimum possible une quelconque pollution de l'environnement. Deux grandes options sont disponibles pour les effluents industriels qui sont collectés de toutes les unités de production et transférés dans un bassin collecteur final: prétraitement/rejet dans le réseau d'égouts municipal, ou traitement complet. Elles peuvent être appliquées dans les cas d'installations préalables de systèmes de prévention/recyclage ainsi que comme méthode de traitement final sans aucune intervention préalable dans le processus de production. En cas de rejet d'effluents industriels dans le réseau d'égouts municipal de la commune la plus proche, ces effluents doivent être prétraités pour être amenés au niveau des effluents municipaux non traités ($DBO_5 < 300-350$ mg/l, absence de substances toxiques telles que métaux lourds, phénols, pH neutre, etc.). Pour tout rejet industriel opéré

directement dans les eaux côtières/intérieures, il est nécessaire d'effectuer un traitement complet (élimination jusqu'à 90-97% de la DBO /DCO).

Les conditions qu'il convient de prendre en compte quand un programme de minimisation des eaux résiduaires est à exécuter dans une installation industrielle doivent également être définies. Les étapes méthodologiques qu'est tenu de suivre le responsable industriel/environnemental en vue de planifier, concevoir et appliquer avec succès ce programme sont présentées dans le document. Ces étapes commencent avec la planification/organisation du programme, comprennent l'évaluation des options techniques possibles et l'étude de faisabilité s'y rapportant et elles se terminent avec la phase de mise en œuvre du programme et les prescriptions en matière de renforcement des capacités (formation au sein de l'entreprise, campagne de sensibilisation).

Les prescriptions organisationnelles d'un programme de gestion efficace des eaux usées comprennent une large gamme d'activités qui doivent être entreprises en vue d'obtenir des résultats concrets aux moindres frais. Ces prescriptions énoncent certains éléments importants tels que les attributions de l'autorité de chargée de la lutte contre la pollution côtière, les procédures visant à fixer des normes d'effluent et à réaliser des programmes d'inventaires des sources de pollution.

Divers aspects économiques sont à prendre en compte lorsqu'on décide d'adopter dans un établissement industriel de nouveaux systèmes de minimisation des déchets. Le plus souvent, ils ont trait aux dépenses d'investissement nécessaires mais aussi aux frais d'exploitation annuels et aux avantages attendus en termes monétaires. Ce deuxième type de considérations est souvent négligé lors de la prise de décision, en oubliant qu'elles sont pourtant essentielles pour prévoir la période de récupération du capital investi et la charge financière qu'il conviendra d'acquitter chaque année.

Il est également fourni un aperçu des instruments économiques (éco-taxes/éco-redevances) qui sont habituellement planifiées au niveau de l'administration centrale.

PRÉAMBULE

Des dispositions spéciales concernant la réduction de la pollution résultant d'activités industrielles sont, entre autres, explicitement énoncées dans le Protocole relatif à la pollution provenant de sources et activités situées à terre (Protocole "tellurique"):

- La disposition générale énoncée à l'article 1 prescrit aux Parties contractantes de prendre toutes mesures appropriées pour prévenir, réduire, combattre et éliminer la pollution de la mer Méditerranée due aux sources et activités terrestres, priorité étant accordée aux apports de substances toxiques et persistantes. Cette disposition est encore mieux spécifiée à l'article 4 (par.1, alinéa a)) en s'appliquant aux rejets provenant de sources et activités terrestres ponctuelles affectant la mer Méditerranée par l'intermédiaire de dépôts ou déversements côtiers, émissaires, canaux, etc.
- La nécessité d'appliquer les meilleures techniques disponibles (MTD) et les meilleures pratiques environnementales est stipulée à l'article 5 (par. 4), et le cadre général de l'élaboration de lignes directrices, normes et critères est exposé à l'article 7 (traitement séparé des effluents, quantités et concentration de substances dans les effluents, méthodes de déversement).
- La mise en place de systèmes d'inspection et l'évaluation des niveaux de pollution sont spécifiées aux articles 6 et 8, respectivement.

Cet objectif ambitieux, consistant en d'autres termes à combattre efficacement la pollution résultant d'activités industrielles, aurait manqué sa finalité ultime si des dispositions tendant à instaurer des mécanismes d'assistance n'avaient pas été prévues à l'article 10, avec la formulation de programmes d'assistance technique où les organisations internationales peuvent et doivent jouer un rôle catalyseur.

Aux termes du Protocole "tellurique", les Parties contractantes à la Convention de Barcelone sont convenues de prendre toutes mesures appropriées pour prévenir, réduire, combattre et éliminer dans toute la mesure du possible la pollution de la mer Méditerranée due aux déversements par les fleuves, les établissements côtiers ou les émissaires. Elles sont aussi convenues d'élaborer et mettre en œuvre des plans d'action et des programmes, nationaux et régionaux, contenant des mesures et des calendriers d'application.

Dans ce contexte, le **Programme d'actions stratégiques (PAS)** a été adopté avec pour principal objectif d'appuyer les pays méditerranéens en vue de la formulation, de l'adoption et de la mise en œuvre des plans d'action pertinents. Parmi les objectifs spécifiques du PAS, l'élimination dans toute la mesure du possible de la **pollution causée par le développement industriel** est une activité essentielle des prochaines années et elle propose des objectifs quantitatifs ambitieux en demandant aux autorités régionales et nationales compétentes d'établir des programmes à cet effet. Qui plus est, la formulation de lignes directrices pour le traitement et l'élimination des eaux usées industrielles et pour l'application de technologies écologiquement rationnelles dans l'industrie sont des activités déterminantes à entreprendre au niveau régional tout comme l'appui au développement de systèmes de management environnemental et d'audit.

En ayant ces aspects à l'esprit, un document formulant les **principes** nécessaires à l'établissement des plans d'action de réduction de la pollution rejetée par les effluents industriels peut être une bonne base de départ pour les **autorités nationales/locales** et les **responsables industriels**, en vue de concrétiser les possibilités déjà très vastes qui s'offrent pour réduire effectivement au minimum la pollution industrielle.

Le présent document fournit un cadre méthodique à cette fin, mais il ne constitue en aucun cas un **catalogue** de pratiques et de techniques à appliquer dans les diverses branches d'activité industrielles de la région méditerranéenne: cette documentation technique peut être consultée dans plusieurs publications réalisées dans le cadre du PAM/PNUE, dans diverses bibliographies techniques et dans des bases de données y afférentes. Les **objectifs** du présent document peuvent se résumer comme suit:

- indiquer, à l'intention des industriels et des autorités, les problèmes les plus souvent rencontrés pour maîtriser et réduire la pollution résultant des eaux résiduaires;
- fournir un guide de bonnes pratiques pour la maîtrise/réduction des eaux résiduaires;
- définir à l'intention des autorités un cadre de régulation et d'inspection efficace.

Les **groupes cibles** auxquels est destiné avant tout le présent document sont les autorités chargés de la lutte contre la pollution industrielle (inspecteurs), les décideurs/planificateurs des mesures antipollution et les responsables industriels chargés d'instaurer/appliquer des mesures de protection de l'environnement dans leurs propres installations:

- **Autorités**
Comprendre la nature et la complexité des questions relatives à la maîtrise /inspection des eaux usées industrielles
- **Décideurs/planificateurs**
Mettre en place le cadre de leurs politiques et de leurs prescriptions législatives applicables aux activités industrielles sur la base d'une solide connaissance des divers aspects de la lutte contre la pollution industrielle
- **Cadres des entreprises industrielles chargés de l'environnement**
Éviter la confrontation avec les autorités de lutte antipollution grâce à une perception commune de l'ensemble de la chaîne de prévention de la pollution, de la collecte et du traitement des effluents finaux.

Le document est agencé comme suit: le chapitre 2 présente les problèmes les plus couramment rencontrés dans la gestion de la pollution industrielle, le chapitre 3 donne des exemples de mesures législatives applicables au niveau national et à celui de l'Union européenne (UE) dans le domaine de la lutte contre la pollution industrielle, le chapitre 4 - en quelque sorte le "cœur" du document - est consacré aux bonnes pratiques/techniques de minimisation des effluents industriels et à un exposé succinct des outils de gestion, tandis que les chapitres 5 et 6 proposent les conditions indispensables à l'efficacité des programmes de minimisation en vue d'y sensibiliser les exploitants industriels tout comme les autorités. Le chapitre 7 traite des aspects financiers/incitations associés à la promotion et à l'introduction de systèmes antipollution.

1. INTRODUCTION

Les effluents provenant des activités industrielles contiennent toute une série de substances qui peuvent être nocives pour les eaux réceptrices finales et, dans certains cas, également toxiques pour la santé humaine (figure 1). C'est le cas non seulement des effluents provenant des grandes unités industrielles de produits chimiques mais même des entreprises de taille plus petite, qui sont très répandues autour du Bassin méditerranéen (comme les usines de galvanoplastie, les tanneries, les usines textiles) qui génèrent des effluents nocifs atteignant les eaux côtières et intérieures.

Habituellement, les eaux résiduelles des procédés industriels sont rejetées dans le réseau d'égouts central municipal, le plus souvent en respectant les normes de qualité fixées par les autorités délivrant les permis y afférents. Ces normes visent avant tout à protéger le réseau d'assainissement et le système d'épuration des eaux usées municipales dont il est assorti contre les divers contaminants contenus dans les effluents industriels (tableau 1). Le rejet direct d'effluents industriels dans les masses d'eau est une pratique fréquente, notamment dans les pays du sud de la Méditerranée. Dans ce cas, des réglementations plus strictes sont ou doivent être instaurées pour éviter une détérioration grave de la qualité de la masse d'eau réceptrice.

Tableau 1
Contaminants des eaux usées industrielles

| Nature du contaminant | Contaminant | Effets potentiels |
|------------------------------|---|--|
| Physique | Matières en suspension | Entraînent un développement des dépôts de boues & des conditions anaérobies, des problèmes mécaniques (encrassement/ colmatage) |
| | Matières décantables | |
| Chimique | Matières organiques biodégradables | Entraînent un appauvrissement en oxygène et le développement de conditions septiques |
| | Éléments nutritifs (composés d'azote et de phosphore) | Eutrophisation |
| | Produits tensioactifs, phénols, Pesticides | Résistent aux méthodes d'épuration biologique |
| | Métaux lourds | Effets néfastes sur la flore et la faune aquatiques et sur les méthodes de traitement biologiques, contamination des boues d'épuration pour l'élimination finale |
| | Matières inorganiques dissoutes | À éliminer si les eaux usées doivent être réutilisées |
| | Acides, colorants | Corrosion des canalisations & inhibition des procédés d'épuration biologique |

Source: The wastewater treatment handbook, Commission of the European Communities, DG for Regional Policies - DG for the Environment (produced by AMBER).

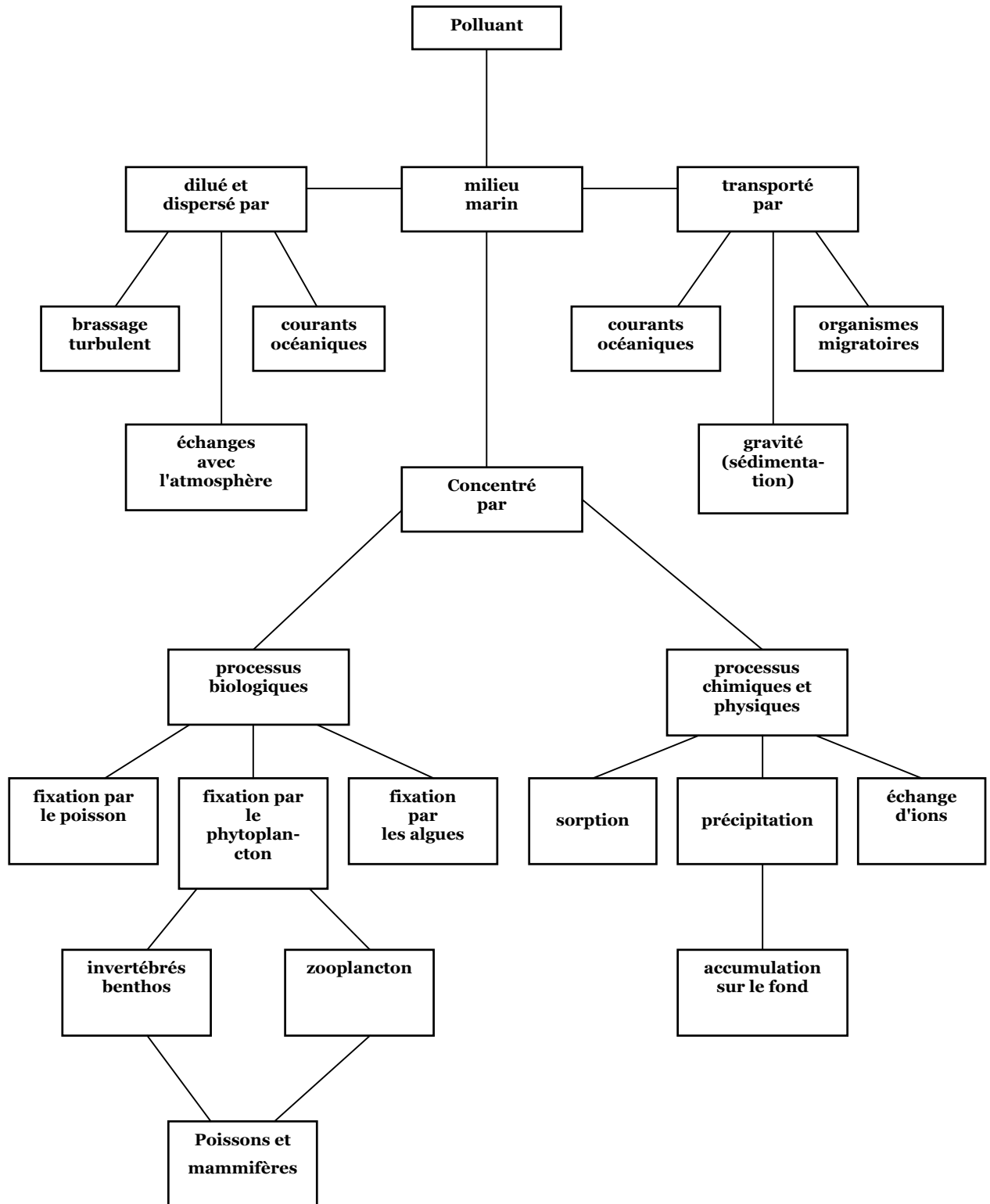


Figure 1. Processus régissant le devenir d'un polluant atteignant le milieu marin

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle des rejets de déchets liquides en mer Méditerranée, PAM/PNUE – CAR/PAP, 1990.

Au cours des dernières années, l'on a observé, tant en volume qu'en concentration, une augmentation des rejets de déchets liquides industriels dans la mer Méditerranée: de nouvelles substances chimiques sont utilisées dans les procédés industriels, lesquelles, inévitablement, gagnent les courants d'effluent, tandis que le développement général des processus de production industriels entraîne l'élimination de volumes accrus d'eaux usées dans les eaux réceptrices.

Par comparaison avec les océans, la mer Méditerranée est une masse semi-fermée aux possibilités restreintes de circulation et d'échanges d'eau. Elle reçoit des eaux usées des agglomérations, des stations touristiques, des entreprises industrielles et du ruissellement sur les terres agricoles. Une estimation approximative de la contribution des sources industrielles à la charge polluante globale du Bassin méditerranéen est donnée sur le tableau 2.

Tableau 2
Charge polluante annuelle d'origine industrielle

| Polluant | Eaux usées industrielles (t/an) | Charge totale (t/an) | Rapport charge industrielle/charge totale (%) |
|----------------------------------|--|-----------------------------|--|
| Volume | 6×10^3 | 430×10^9 | 1,4 |
| Matières organiques (DBO) | 409×10^3 | 2900×10^3 | 14,0 |
| Éléments nutritifs | | | |
| Phosphore | 5×10^3 | 360×10^3 | 1,4 |
| Azote | 25×10^3 | 1000×10^3 | 2,5 |
| Phénols | 11×10^3 | 12×10^3 | 91,7 |
| Métaux | | | |
| Mercur | 7 | 130 | 5,4 |
| Plomb | 1400 | 4800 | 29,2 |
| Chrome | 950 | 2800 | 33,9 |
| Zinc | 5000 | 25000 | 20,0 |
| Matières en suspension | $2,8 \times 10^6$ | 350×10^6 | 0,8 |

Source: Plan régional de réduction, d'ici à 2005, de 50% de l'apport de DBO d'origine industrielle, PAM/PNUE, 2002

Les industries les plus fortement polluantes dans la région méditerranéenne sont, en dehors des grandes entreprises comme les raffineries, les aciéries de base, les cimenteries et les centrales de production de courant, plusieurs secteurs tels que l'agroalimentaire, le tannage, le textile et la galvanoplastie représentés avant tout par des petites et moyennes entreprises. Ce sont spécialement ces entreprises de plus petite taille qui sont confrontées à de graves problèmes d'organisation en ce qui concerne leurs performances environnementales, la plupart n'ayant dans ce domaine qu'une expertise limitée et une disponibilité de ressources plutôt restreinte.

2. PRINCIPAUX PROBLÈMES SOULEVÉS PAR LA MAÎTRISE DES EAUX USÉES INDUSTRIELLES

2.1 Introduction

Les deux parties concernées, à savoir les entreprises industrielles et les autorités chargées de la lutte antipollution/inspection, sont confrontées à plusieurs contraintes dans leur effort pour éviter le rejet d'effluents non traités dans les milieux ambiants récepteurs (eaux côtières/intérieures/souterraines). Ces contraintes tiennent le plus souvent à leur connaissance restreinte des conditions et prescriptions particulières auxquelles il convient de satisfaire pour obtenir une réduction efficace, et il en est ainsi du fait que l'une et les autres parties s'emploient à organiser leurs activités et mesures de réduction de la pollution sur la base de **coûts et d'efforts minimaux**. La plupart des exploitants industriels adoptent une approche commune en matière de protection de l'environnement: la mise en œuvre de ces mesures minimales, qui sont nécessaires uniquement pour **respecter les dispositions juridiques/réglementaires**, comme toutes autres mesures prises dans une perspective à long terme - le recyclage de sous-produits, par exemple - auront un effet immédiat sur le bilan de l'entreprise et ne devraient donc pas être financées. Le respect des prescriptions juridiques est naturellement aussi l'approche qui prédomine parmi les autorités chargées de délivrer les permis nécessaires et de contrôler les performances environnementales des entreprises. Dans ce contexte, cependant, l'on peut se priver de plusieurs éléments des plus utiles pour une maîtrise effective de la pollution ainsi que pour une utilisation durable des matières/ressources.

Dans le présent chapitre, il est procédé à un examen des pratiques existantes afin de les caractériser en fonction des problèmes courants que l'on vient d'évoquer et de tirer à grands traits de cet exposé les mesures nécessaires pour y remédier. Par conséquent, ce chapitre forme le cadre sur lequel s'articuleront les chapitres suivants qui décriront en détail les **bonnes pratiques** indispensables.

2.2 Problèmes se Posant dans l'Industrie

Au sein d'une entreprise industrielle, il existe deux grands éléments qui affectent ses performances environnementales générales, à savoir le **procédé industriel** proprement dit et le **management environnemental**. L'analyse de ces éléments est axée sur les aspects relatifs aux seuls effluents industriels et il n'est pas question de l'élargir aux performances environnementales globales de l'entreprise (émissions dans l'atmosphère, gestion des déchets solides, etc.). Au chapitre 4, les bonnes pratiques préconisées, qui sont généralement applicables à l'ensemble du management environnemental industriel (par ex., programmes de minimisation des déchets, ISO 14001) peuvent orienter le lecteur intéressé vers plusieurs aspects associés à toutes les questions environnementales relatives aux procédés industriels.

2.2.1 Déficiences du procédé industriel

Les **matières premières** et les **produits chimiques** utilisés dans la production de biens industriels sont le plus souvent achetés par les industriels sur la base du coût le plus bas possible, alors que les matières écologiquement compatibles sont habituellement plus onéreuses. Cette approche, largement adoptée, à commencer par les PME disposant de faibles ressources financières, donne lieu, dans la plupart des cas, au plan environnemental, à une composition complexe des effluents industriels en jeu et complique les efforts visant à réduire la pollution en exigeant ainsi des systèmes d'épuration de plus en plus sophistiqués et coûteux. Par conséquent, l'achat "au moindre coût" de matières premières/produits chimiques n'est rentable que dans une perspective à court terme.

En outre, d'autres ressources nécessaires au procédé industriel, **l'eau** notamment, sont souvent utilisées de manière non durable, occasionnant des volumes accrus d'eaux usées à collecter et à traiter. Ce cas se produit généralement lorsque les entreprises n'ont pas à payer l'eau qu'elles utilisent, par exemple quand elles la prélèvent de leurs propres puits.

Dans le procédé de fabrication proprement dit, un inventaire détaillé des entrées-sorties que l'on appelle le **bilan matières**, pour chaque opération de l'unité industrielle, fait souvent défaut, si bien que des quantités de matières sont perdues. C'est en particulier le cas en utilisant des ressources comme l'énergie et l'eau qui font rarement l'objet d'une évaluation et d'une utilisation précises en fonction des besoins réels. Le problème de l'utilisation non durable de l'eau à des fins industrielles revêt une importance particulière pour les raisons suivantes:

- L'augmentation constante de la demande en eau à utiliser dans les procédés industriels et le prélèvement intensif qui en résulte de diverses sources (aquifères, réservoirs naturels/artificiels) finissent par affecter progressivement la qualité et la quantité de l'eau douce, notamment dans les pays ayant un cycle hydrologique et des possibilités médiocres de renouvellement de l'eau (ce qui est le cas de la plupart des pays méditerranéens);
- L'augmentation de l'utilisation de l'eau a pour conséquence d'accroître les quantités d'eaux usées qui sont à collecter, traiter et éliminer.

2.2.2 Déficiences du management environnemental

Il n'est pas fréquent que des concepts bien définis et planifiés de management environnemental intégré soient mis en œuvre dans les entreprises industrielles. Ces concepts exigent une conception et une application de mesures de gestion précises axées sur la protection de l'environnement, la désignation d'un responsable de l'environnement, l'affectation de moyens financiers aux mesures antipollution, etc. Le plus souvent, les grands établissements industriels (raffineries, complexes chimiques, etc.) appliquent des concepts tels qu'ISO 14001, des systèmes de management environnemental et d'audit (SMEA/EMAS), etc., mais les PME évitent en général de le faire faute de ressources humaines et financières suffisantes. Ainsi qu'il a été indiqué dans l'introduction du présent chapitre, l'approche globale de ces exploitants industriels consiste en fin de compte à se conformer aux prescriptions juridiques/réglementaires minimales fixées par les autorités nationales/locales sans élaborer et appliquer un concept de gestion efficace de l'environnement. De fait, en ce qui concerne les effluents industriels, les flux résiduaux provenant des divers procédés de transformation industriels et contenant des quantités excessives de matières premières et produits chimiques gaspillés sont simplement mélangés dans les bassins recueillant l'ensemble des flux issus des activités industrielles et municipales (sanitaires) et sont évacués et transférés dans le réseau d'assainissement municipal ou dans la station d'épuration en fonction des réglementations en vigueur. Il s'ensuit que les possibilités de récupération de sous-produits très utiles et/ou de recyclage des flux résiduaux ne peuvent être envisagées, puisqu'elles exigeraient au préalable une **séparation** des flux résiduaux. De surcroît, divers effets secondaires indésirables, comme des réactions chimiques incontrôlées et des phénomènes de corrosion des conduites d'égout peuvent résulter de ces mesures écologiquement néfastes.

2.3 Problèmes du Système de Planification/Suivi

Il convient de bien distinguer entre les autorités/institutions chargées de la **planification**, qui conçoivent l'ensemble de la politique environnementale du pays et les **corps d'inspecteurs**, qui ont pour mission le contrôle régulier des normes fixées: le niveau de responsabilité et les

perspectives d'une application effective de mesures concrètes sont étroitement liés à l'orientation et au contenu de la politique générale, laquelle, dans la plupart des pays, est définie au niveau du pouvoir central (ministères) et mise en œuvre par les autorités régionales/locales. Par conséquent, si l'on veut évaluer et combattre avec succès la pollution industrielle, il convient de rechercher l'origine des difficultés souvent rencontrées pour ce faire dans les prescriptions et obligations fixées dans la politique environnementale décidée au niveau de l'administration centrale.

2.3.1 Autorités chargées de la planification

Diverses faiblesses entachent souvent la conception d'une politique destinée à lutter contre la pollution industrielle, notamment en ce qui concerne le juste équilibre à obtenir entre **développement industriel** et **protection de l'environnement**:: selon une conception voulant qu'une mise en œuvre excessive de mesures de réduction de la pollution conduit à des coûts insupportables, lesquels, à leur tour, freinent le développement industriel, il est fréquent que l'industrie envisage avec méfiance les environnementalistes. Cette question politique, qui se pose de longue date, est cruciale et déterminante quand des réglementations et dispositions législatives ont à être approuvées au niveau central/national. Lors de ce premier processus de planification, il est inévitable qu'un différend surgisse, et cela même entre ministères (environnement, Industrie, économie) au sein d'un même gouvernement: les perceptions et les intérêts divergents de ceux qui sont en charge de chacun des domaines en cause (environnement, industrie) sont souvent accentués par les activités **des groupes de pression** écologiques/industriels, des institutions économiques, etc. L'issue de ce différend est le facteur décisif qui détermine l'orientation, le contenu et les prescriptions de la politique environnementale à appliquer concernant la maîtrise et la réduction de la pollution industrielle.

Il convient d'observer que ce différend peut avoir un effet positif et qu'il est toujours nécessaire puisqu'il permet aux deux parties non seulement de comprendre leurs positions respectives mais aussi de trouver les solutions propres à lever les blocages. Il commence à poser un problème compromettant l'efficacité de la lutte antipollution lorsque, comme il arrive souvent, au nom du développement économique, les mesures les plus "bénignes" sont adoptées au sujet des effluents industriels, **le permis de rejeter les flux résiduels mixtes dans le réseau d'égouts municipal après un traitement minimal** étant la mesure la plus largement adoptée, notamment pour les petites et moyennes entreprises. Les possibilités d'application de mesures de recyclage/réutilisation sont alors négligées et, de ce fait, ne sont pas prises en compte dans les documents normatifs.

Dans certains cas, les réglementations applicables dans d'autres pays (comme les normes de qualité d'effluent) sont simplement adoptées sans analyser les conditions prévalant au niveau national/local (par exemple, les critères de qualité des eaux réceptrices, la capacité d'assimilation du milieu marin, d'autres activités similaires dans la région, etc.). Il s'ensuit que les résultats escomptés ne sont que partiellement obtenus, voire font totalement défaut.

Le manque d'informations et d'expérience adéquates lors de la conception d'une politique de protection de l'environnement conduit souvent à mettre en place un cadre législatif qui pose souvent de graves difficultés aux autorités régionales/locales chargées des tâches de lutte antipollution/inspection: si la législation, l'instauration de normes d'effluent et les conditions de délivrance des permis ne sont pas claires et sans équivoque aussi bien pour les exploitants industriels que pour l'organisme chargé de la réglementation, l'application effective des dispositions deviendra difficile, sinon impossible. C'est ce qui arrive souvent quand les décisions de la planification politique relatives à la lutte antipollution sont prises au niveau du pouvoir central **sans consultation/retour d'information des autorités d'inspection et du secteur industriel lui-même.**

Les contraintes liées aux ressources pour la mise en œuvre d'une politique environnementale efficace peuvent également être déterminantes lors du processus de planification: le manque de moyens financiers, de main-d'œuvre, etc., au niveau des corps d'inspecteurs, et l'absence de perspectives d'amélioration, limitent fatalement le cadre politique environnemental (inventaire des activités polluantes, fréquence des inspections, ampleur de l'échantillonnage/analyse des effluents, etc.) qui sera finalement appliqué. Souvent, le pouvoir central, qui conçoit la politique pertinente, n'est pas conscient de ce fait ou le néglige, si bien que des programmes ambitieux de lutte antipollution ne peuvent que partiellement se concrétiser.

L'adaptation de ces programmes après une certaine période de mise en œuvre et la prise en compte du retour d'information des autorités de contrôle en fonction des résultats obtenus n'est pas le cas le plus couramment rencontré: l'exercice de planification s'interrompt sitôt que la politique en question est approuvée au niveau gouvernemental, si bien qu'on laisse aux autorités chargées de la lutte concrète contre la pollution le soin d'exécuter leurs tâches sur la base de leurs propres perceptions et limitations. Tel est habituellement le cas dans la plupart des pays méditerranéens et il se produit également souvent dans un cadre d'institutions interétatiques (comme l'Union européenne) où une **évaluation de l'efficacité politique** n'a pas encore été intégrée au processus de planification/mise en œuvre. L'une des raisons de cette carence tient peut-être à un mécanisme de notification inopérant mais aussi au fait que les planificateurs sont ensuite absorbés par de nouvelles activités de planification.

2.3.2 Services d'inspection

Plusieurs des problèmes auxquels sont confrontées les autorités d'inspection locales (inspectorats) résultent directement des précautions insuffisantes rencontrées au cours du processus de planification politique, comme il est indiqué ci-dessus (contenu et normes politiques peu clairs/équivoques, programmes de surveillance ambitieux). Les problèmes "classiques", souvent rencontrés au niveau régional/local sont:

1. Le chevauchement des attributions entre autorités
2. Le manque d'équipements indispensables à l'échantillonnage/analyse
3. La disponibilité réduite d'un personnel qualifié/expérimenté pour entreprendre les inspections
4. Les délais trop étroits impartis à la réalisation des programmes de surveillance
5. Un inventaire limité des sources de pollution dans la région
6. L'absence d'un concept de surveillance.

Si les trois premiers problèmes se conçoivent aisément, il convient de prêter une attention particulière aux trois restants qui sont souvent sous-estimés, même dans les cas où des ressources et un délai suffisant sont affectés à la réalisation d'un programme de surveillance. Ces problèmes sont étroitement liés entre eux et présentent les caractères suivants:

- L'absence d'un concept d'inventaire de la pollution signifie que les inspecteurs n'organisent leur programme de surveillance que de manière aléatoire, généralement en fonction des conditions géographiques (éloignement par rapport au siège de l'autorité, facilité d'accès, etc.), des dimensions des entreprises et/ou secteurs, ou en sélectionnant les entreprises sur la base de plaintes émanant du voisinage, des ordres du gouvernement, etc. Il s'ensuit que la plus grande partie du temps imparti pour exécuter un programme de surveillance sérieux se passe en des considérations de cet ordre si bien que les services d'inspection ne peuvent se concentrer sur les vrais problèmes de pollution.

- L'inventaire proprement dit a fréquemment une portée limitée (vérification du bassin collecteur final) en se conformant aux spécifications minimales des permis délivrés. Cette tâche est également faite au hasard en affectant quelques minutes au prélèvement d'échantillons du bassin collecteur. Cette approche néglige le fait que les effluents industriels se déversent souvent de manière intermittente en fonction des conditions de chaque unité du processus de production (par exemple, des produits chimiques sont ajoutés à certains intervalles et éliminés rapidement lors d'une opération de lavage) et l'échantillon prélevé à un moment donné peut rarement être représentatif de l'ensemble du processus.

Ces contraintes compromettent la mise en œuvre des programmes antipollution envisagés et l'évaluation des résultats obtenus, et elles peuvent conduire à des tensions entre les autorités et l'industrie.

3. EXEMPLES DE LÉGISLATION INTERNATIONALE ET NATIONALE

3.1 Introduction

Le présent chapitre offre quelques exemples de législation internationale et nationale qui peuvent servir à des autorités chargées de l'environnement dans la région méditerranéenne pour l'élaboration, l'amélioration ou la modification de leur propre cadre législatif. Il ne s'agit en aucune façon de **propositions/recommandations** à suivre: ces exemples doivent être considérés comme une liste de principes, qui, compte tenu des conditions, de l'expérience et des capacités prévalant sur place, peuvent servir de **guides** aux décideurs.

Il est admis que toutes les mesures législatives/réglementaires adoptées par les Parties contractantes/PAM sont connues, si bien que l'on n'a pas jugé nécessaire de rappeler à nouveau ici les dispositions prévues par les divers Protocoles, les plans d'action, etc.

3.2 Politique/Législation de l'Union Européenne (EU) Concernant les Pays Méditerranéens qui en Sont Membres

3.2.1 Stratégie en matière déchets

Dans un premier temps, une stratégie communautaire pour la gestion des déchets a été adoptée par Commission européenne en 1989. Cette stratégie fixe quatre lignes directrices stratégiques: prévention, réutilisation et récupération, optimisation de l'élimination finale et réglementation du transport, avec la recommandation d'un certain nombre de mesures. Ces principes généraux peuvent également s'appliquer aux rejets industriels, puisqu'il s'agit d'une stratégie et non d'un texte législatif précis (comme une directive de l'UE).

3.2.2 Directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (directive IPPC)

La directive IPPC 96/61/CE trace un cadre exigeant des États membres qu'ils délivrent des permis pour certaines installations réalisant des activités industrielles. La directive s'applique aux installations nouvelles ou notablement modifiées, avec effet à compter du d'octobre 1999 et pas au delà d'octobre 2007, pour les installations existantes. Ces permis doivent contenir des conditions établies sur la base des meilleures techniques disponibles (MTD) en vue d'assurer un niveau élevé de protection de l'ensemble de l'environnement. Sa conception générale repose sur l'introduction du **principe de prévention des déchets**, en vertu duquel la génération de déchets est associée à des techniques de production précises de nature préventive (MTD) en sorte que les quantités finales à traiter soient maintenues à un minimum techniquement possible.

3.2.3 Directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE)

Cette directive fournit un cadre pour la collecte, le traitement et l'élimination des eaux usées municipales dans les eaux réceptrices, mais elle énonce aussi des prescriptions pour un rejet rationnel dans les masses d'eau des effluents industriels, soit directement soit par les réseaux d'égouts municipaux.

3.2.4 Directive concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique (76/464/CEE)

Aux termes de cette directive, le rejet de substances dangereuses dans le milieu aquatique est réglementé de manière à obtenir "zéro émission" dans les eaux souterraines.

3.3 Législation Nationale

Habituellement, les autorités nationales définissent les procédures d'autorisation, les valeurs limites et les programmes de surveillance pour chaque branche d'activité industrielle sur la base des conditions locales (par ex., normes de qualité de l'eau) et de leurs propres prescriptions. Par conséquent, une méthode unique de fixation de normes applicables à tous les effluents déversés dans le milieu aquatique ne peut et devrait pas être recommandée puisqu'elle entraînerait des erreurs d'interprétation. De nombreux pays adoptent généralement une approche plus uniforme pour l'acceptation de polluants dans le réseau d'assainissement public où la protection de la santé du personnel travaillant dans les égouts et les trous d'homme (ou regards de visite) ainsi que le bon fonctionnement des collecteurs et des stations d'épuration doivent être assurés. Dans ces conditions, le prétraitement des effluents industriels jusqu'à obtention du niveau de qualité des eaux usées municipales non traitées - autrement dit après élimination de toutes les substances toxiques/dangereuses - est une règle généralement admise.

Les exemples présentés ci-dessous donnent une indication des normes d'effluent en usage dans plusieurs pays (tableau 3). Ils ne doivent pas être considérés comme des consignes que toutes les autorités méditerranéennes auraient à suivre mais indiquent tout au plus des paramètres d'effluent déterminants à prendre en compte lorsque l'on fixe les conditions des permis relatifs aux effluents et les valeurs quantitatives correspondantes.

De plus, un bref aperçu, sur la base des données disponibles, des pratiques appliquées dans la région méditerranéenne est également présenté (tableaux 4, 5 et 6). Les tableaux ont été établis d'après un examen succinct des informations nationales existantes et d'éléments provenant du Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP).

Tableau 3
Normes concernant les émissions/rejets de DBO, DCO, matières en suspension
et éléments nutritifs

| Paramètre | Limite d'émission pour le rejet dans les eaux de surface en milligrammes par litre (mg/l) | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------|----------------------------|-----------------|---------|-----------------|--------------------|---------|--------|---------|--------|
| | Turquie | Égypte ¹ | Italie | B&H | Algérie | Croatie | Maroc ² | Malte | Chypre | Tunisie | France |
| BOD ₅ | 50 | 60 | 40 | 20 ³ | 40 | 40 ⁴ | 100 | 300-350 | 10 | 30 | 25 |
| COD | 180 | 100 | 160 | 40 | 120 | 200 | 500 | 600 | 30 | 90 | 125 |
| TSS | 60 | 60 | 80 | 100 | 30 | 50 | 50 | 500 | 10 | 30 | 35 |
| Azote total | 20 | 40 | NH4:15 NO2:20 NO3:20 | ⁵ | 40 | 25 | 30 | 100 | 10 | 30 | 12 |
| Phosphore total | 2 | 5 | 10 | | - | 4 | 10 | - | 2 | 0,1 | 2 |

¹ Rejets dans la mer

² Normes pas encore adoptées (projet de réglementation seulement)

³ Classe IV

⁴ Classe IV

⁵ Limites disponibles pour des composés azotés particuliers - nitrites (0,5), ammoniac (0,5), nitrates (15)

Tableau 4

Meilleures techniques et pratiques environnementales appliquées dans des pays méditerranéens

| Pratiques environnementales | Turquie | Égypte | Italie | Algérie | Croatie | Maroc | Israël | France | Malte | Chypre | Tunisie |
|---|---------|--------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|
| ISO 14000 | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | X |
| SMEA (EMAS) | | | X | | | | | | X | | |
| Production plus propre | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Meilleures techniques disponibles | | | X | | | | X | | X | X | |
| Pratiques de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping") | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Recyclage | | X | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Mesures de réduction à la source | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Mesures intégrées au procédé | | | | | X | X | X | | | X | X |

Tableau 5

Institutions technologiques d'appui aux MTD et MPE dans des pays du PAM

| Type d'infrastructure pour la promotion des MTD | Turquie | Égypte | Italie | B-H | Algérie | Croatie | Maroc | Israël | Malta | Chypre | Tunisie | France |
|--|---------|--------|--------|-----|---------|---------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|
| Centre techniques spécifiques pour l'industrie | X | X | | | | | X | X | | | X | X |
| Centre publics de technologies environnementales | X | X | X | | X | | X | | X | | X | X |
| Centres privés de technologies environnementales | X | | | X | | | X | | | X | | X |
| Associations professionnelles | | X | | | X | | X | X | | X | X | X |
| Chambres de commerce | X | | | | | X | X | | | X | X | X |
| ONG | X | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| Universités | X | X | X | | X | | X | | X | | X | X |
| Autres (instituts de recherche) | X | | X | | X | | | | | | X | X |

Tableau 6
Résumé d'instruments juridiques dans les pays du PAM

| | Réglementation sur la lutte contre la pollution de l'eau | Étude d'impact sur l'environnement | Accords volontaires | Dispositions juridiques sur la production plus propre, les MTD et les MPE |
|---|--|------------------------------------|---------------------|---|
| Albanie | • | | | |
| Algérie | • | • | | |
| Bosnie-Herzég. | • | • | | Δ |
| Chypre | • | • | • | Δ |
| Croatie | • | • | • | • |
| Égypte | • | • | • | |
| Espagne | • | • | • | • |
| France | • | • | • | • |
| Grèce | • | • | • | • |
| Israël | • | • | • | |
| Italie | • | • | • | • |
| Liban | • | | | |
| Libye | • | | | |
| Malte | • | • | • | Δ |
| Maroc | • | • | | |
| Monaco | • | • | • | Δ |
| Slovénie | • | • | | |
| Syrie | • | | | |
| Tunisie | • | • | | Δ |
| Turquie | • | • | • | Δ |
| • législation en vigueur Δ en préparation | | | | |

4. PRATIQUES PROPOSÉES POUR LA GESTION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

4.1 Introduction

Le présent chapitre donne une vue d'ensemble de bonnes techniques, méthodes, pratiques et outils de gestion des effluents, qui sont applicables dans de nombreuses entreprises industrielles. Cet exposé ne prétend en rien être exhaustif ni constituer une sorte de "catalogue" où les lecteurs intéressés pourraient trouver des solutions "clefs en mains". Il offre essentiellement des **exemples** de méthodes/pratiques qui, en raison de leur efficacité avérée dans la pratique et de leur valeur démonstrative, peuvent servir de guides aux cadres des entreprises industrielles et les inciter à employer des "outils" similaires requis pour la lutte contre la pollution industrielle. Ces exemples devraient être davantage perçus comme des cas illustrant la pertinence de concepts et de méthodes et moins comme des manuels d'application. Par conséquent, la description/énumération de tous les détails techniques (comme les spécifications du matériel, les quantités de matières brutes/produits chimiques utilisés, etc.) sortirait du cadre du présent document.

Dans ce chapitre, l'accent est avant tout mis sur les options de prévention des déchets, bien qu'une brève section soit consacrée au traitement "classique" des eaux usées qui reste toujours la solution privilégiée dans de nombreuses régions de la Méditerranée (traitement en aval du processus de production).

Le présent chapitre a pour objet complémentaire d'inciter les autorités chargées de l'inspection d'adopter leurs programmes de surveillance continue dans les conditions particulières associées aux caractéristiques de ces méthodes si bien qu'un meilleur niveau puisse être obtenu et appliqué dans les mécanismes antipollution. Ces autorités devraient ainsi être aidées à passer de l'approche classique - se contenter d'inspecter et de prélever au hasard des échantillons dans le collecteur final - à une investigation plus complète et approfondie des conditions prévalant dans chaque branche d'activité industrielle concernant la génération et la gestion des eaux usées. En particulier, des termes utilisés dans le "jargon" de la minimisation des déchets comme "séparation des déchets", "substitution de produits chimiques", etc., devraient leur devenir familiers.

Les pratiques proposées pour les secteurs industriels, dans le présent chapitre, sont exposées comme suit selon leur type:

- méthode d'évaluation des charges polluantes;
- techniques de minimisation des déchets (technologies propres, méthodes de récupération/réutilisation/recyclage, pratiques de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping");
- outils de gestion.

Pour la sélection des méthodes/pratiques, les critères suivants ont été appliqués:

- informations utiles disponibles;
- simplicité de la méthode;
- valeur démonstrative (application à l'échelle réelle);
- potentiel de reproduction (avantages technologiques et économiques manifestes).

Pour la rédaction de ce chapitre, les informations ont été recueillies auprès de diverses sources consacrées (Commission de l'Union européenne, PNUE, U.S.EPA). Dans le cadre du PNUE, un important travail est actuellement réalisé par le Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP) qui mène des études et publie des manuels méthodologiques qui définissent les options de prévention de la pollution dans des secteurs industriels donnés. Le Centre introduit aussi des outils de gestion pour améliorer le

rendement des entreprises et il publie des études approfondies sur des sujets intéressant la région méditerranéenne.

4.2 Méthodes d'Évaluation des Charges Polluantes

C'est la première étape essentielle avant d'introduire toute nouvelle technique visant à réduire au minimum les déchets au sein d'une entreprise industrielle. Ce faisant, une analyse détaillée des diverses opérations unitaires des processus de production industriels doit être établie en vue de répartir les divers flux de déchets générés et, partant, les possibilités d'application de ces techniques.

4.2.1 Inventaire des sources de pollution

La condition préalable la plus importante pour estimer les possibilités d'introduction des méthodes/techniques de réduction de la pollution est la connaissance précise des flux de déchets générés au cours d'un processus de production industriel. Pour ce faire, l'évaluation des flux de matières, produits chimiques, énergie et eau pour chaque opération unitaire d'un établissement industriel doit être entreprise avec soin et précision. L'activité d'inventaire commence à l'achat et à l'utilisation des matières premières et produits chimiques, elle se poursuit avec la mesure de la consommation de l'énergie et de l'eau et se termine avec l'analyse de la composition des effluents générés (**bilan matières/massique**). Les figures 2 et 3 ci-dessous illustrent le principe sur lequel doit être établi le bilan matières.

Les fiches de bilan matières/massique doivent être établies pour chaque opération unitaire d'une usine, afin de rationaliser l'utilisation des matières entrées, de l'eau etc., mais aussi de mieux estimer les quantités d'eaux résiduelles déversées. Cette analyse des **entrées/sorties** (ou **intrants/extrants**) a des avantages multiples dans l'ensemble de la chaîne de production industrielle puisqu'elle permet aux cadres de l'entreprise de:

- connaître exactement la consommation de matières premières, produits chimiques et ressources (eau, énergie) pour chaque unité de production, ce qui permet d'éviter des "gaspillages";
- estimer avec précision le coût d'exploitation de chaque opération unitaire et de planifier l'achat de matières, etc.
- évaluer le volume, la concentration et l'"importance" environnementale de chaque flux de déchets généré;
- déterminer quels sont les stades importants du procédé et les sources où des déchets sont générés ("points faibles" environnementaux);
- appréhender les possibilités d'application des méthodes/techniques à chaque stade du processus de production;
- planifier/concevoir les modifications nécessaires à apporter au procédé pour introduire ces méthodes et estimer les coûts d'investissement et d'exploitation correspondants;
- définir "la base de référence" pour suivre les progrès des efforts consentis par la suite pour réduire au minimum les déchets;
- compiler les données pour l'évaluation des performances économiques de l'unité.

De plus, l'établissement des bilans matières peut contribuer à déterminer les concentrations des constituants des déchets lorsque l'on manque ou que l'on ne dispose guère de données des tests analytiques ainsi que dans les cas où il se produit des pertes fugaces (par ex., l'écart entre les entrées et sorties peut donner une estimation de l'évaporation de solvants).

En établissant le bilan matières/massique, tous les ensembles de données/ informations disponibles dans l'entreprise doivent être collectés et analysés. Il est possible de recourir aux sources d'information suivantes:

1. échantillons, analyses et mesures du débit des charges d'alimentation, des flux de produits et de déchets;
2. relevés des achats de matières premières;
3. inventaires des matières;
4. inventaires des émissions;
5. procédures de nettoyage et de validation du matériel;
6. relevés de la composition par lots;
7. spécifications des produits;
8. bilan matières nominal;
9. relevés de production;
10. procédures et manuels d'exploitation standard.

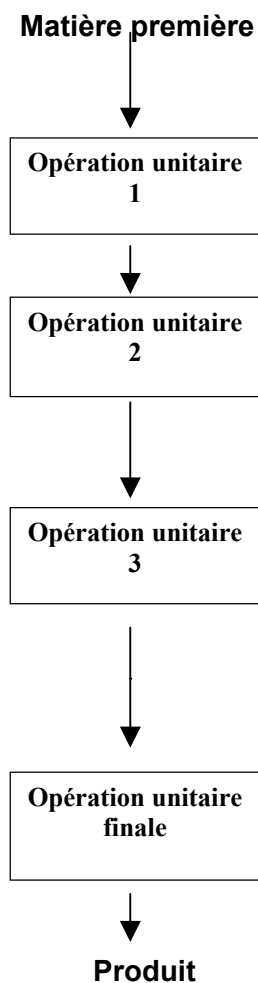


Figure 2. Processus de production industriel (succession des opérations unitaires)

Source: Preparation of a decision support tool for the textile industry, Commission of the European Union, LIFE programme (1997)

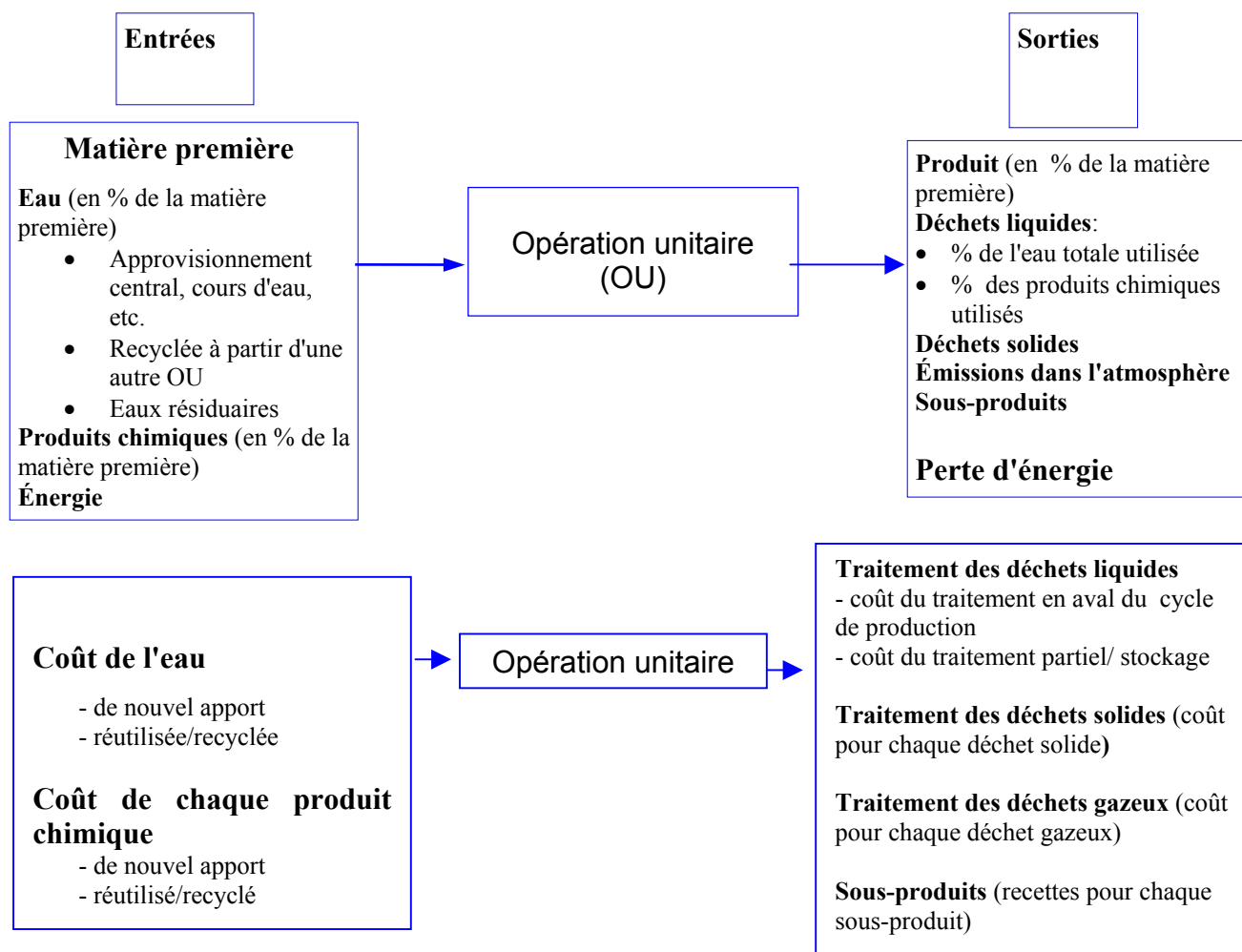


Figure 3. Principe du bilan matières/ massique

Source: Preparation of a decision support tool for the textile industry, Commission of the European Union, LIFE programme (1997)

Les bilans matières établis sur la durée d'un cycle complet de production sont généralement plus faciles à calculer et sont suffisamment précis par comparaison avec ceux qui sont calculés sur un cycle plus court qui nécessitent une surveillance plus exacte et fréquente des flux.

La mesure des débits masse et de la composition des déchets devrait être effectuée périodiquement afin de suivre les variations saisonnières du débit, les rejets intermittents de déchets, etc. En tout cas, les bilans matières doivent être établis avant ("base de référence" pour les comparaisons) et après l'introduction des systèmes de minimisation des déchets.

Il existe plusieurs projets/produits traitant d'un développement systématique des éléments nécessaires à un bilan matières, le plus souvent sous forme informatisée, de manière à intégrer, calculer et évaluer dans un même temps la complexité des entrées/sorties.

En ce qui concerne les bilans matières établis aux fins de lutte contre la pollution industrielle, un organigramme classique des entrées/sorties a été étoffé afin d'y intégrer des éléments de technologies propres, méthodes de recyclage et mesures de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping"), telles que les caractéristiques techniques, les avantages environnementaux escomptés (exprimés en réduction des quantités d'eaux résiduelles et/ou de polluants émis/rejetés par comparaison avec le cas pris comme "base de référence", les coûts correspondants et les modifications à apporter au procédé pour l'introduction des nouvelles méthodes. Cela semble assez complexe mais ce type d'analyse est nécessaire non seulement pour définir les pertes de ressources se produisant au cours du processus de production mais aussi pour évaluer plus facilement les possibilités d'introduction de technologies propres/pratiques de minimisation des déchets innovantes.

Ce type de bilan matières intégré permet à l'utilisateur :

- d'évaluer les processus de production existants et de déterminer les "points faibles" de leur organigramme par les relevés du bilan des matières et des coûts;
- de définir les meilleures techniques disponibles (MTD) convenant au processus de production (caractéristiques techniques- économiques, performances environnementales);
- de comparer la législation existante avec la concentration d'effluent effective de l'entreprise;
- de sélectionner l'une des MTD proposées par opération unitaire et modifier en conséquence l'organigramme du processus de production;
- de stimuler le processus de production au moyen des nouvelles recettes écologiques (intégration des MTD dans la production pour remplacer les recettes de production traditionnelles existantes utilisées jusque là par l'entreprise).

4.2.2 Séparation des flux de déchets

Après l'évaluation de toutes les opérations unitaires d'un processus de production industriel et des flux de déchets correspondants, il est possible de forger un tableau détaillé des charges polluantes générées, ce qui permet de fixer **selon leur ordre de priorité** les flux qui contribuent à la charge polluante totale de l'usine. En conséquence, il faut procéder à la **séparation** de chacun de ces flux pour les raisons suivantes:

- application ciblée de mesures d'amélioration (système de traitement, technologies propres) aux déchets d'"importance" environnementale, de manière à obtenir un bon rapport coût-efficacité;
- des mesures de recyclage peuvent être plus facilement appliquées à chacun des flux séparés puisque la composition et les quantités de produits recyclés ne peuvent être "diluées" par d'autres constituants provenant du mélange des flux;
- les effets nocifs, tels qu'émissions de substances dangereuses, occasionnés par le mélange des flux, peuvent être évités.

Pour un classement plus efficace des flux par ordre de priorité, les éléments suivants sont à prendre en considération:

- quantités d'eaux usées;
- conformité aux réglementations actuelles et futures;
- responsabilité au plan de l'environnement et de la sécurité;
- propriétés dangereuses (toxicité, inflammabilité, corrosivité, réactivité des constituants);
- risque pour la sécurité - par exemple des employés;

- possibilités d'introduction d'options de minimisation des déchets;
- possibilités de récupération de sous-produits présentant un intérêt.

4.3 Techniques de minimisation des déchets

Le terme de **minimisation des déchets** est généralement utilisé pour définir l'ensemble des méthodes servant à réduire les charges polluantes sur place (au sein d'une entreprise). Il comprend les techniques de prévention de la pollution (comme les méthodes de production plus propre), la récupération, la réutilisation et le recyclage des constituants des déchets, ainsi que de simples mesures de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping"). Toutes ces méthodes, si elles sont appliquées avec succès, peuvent permettre:

- de faire des économies sur la consommation de matières premières, d'eau et d'énergie;
- de réduire les coûts finaux de traitement/élimination des eaux usées;
- de réduire/remplacer des matières dangereuses;
- de réduire les quantités et la dangerosité des déchets et émissions.

Il est fréquent que l'on puisse associer plusieurs techniques (substitution de produits chimiques, recyclage de déchets, récupération de sous-produits, etc.) au sein d'un procédé industriel afin d'obtenir le meilleur résultat possible (mesures intégrées au procédé). Cela étant, il est nécessaire de connaître les caractéristiques techniques, économiques et environnementales des **meilleures techniques disponibles (MTD)** au plan écologique dans chaque secteur industriel. Le terme meilleures ne devrait pas être mal interprété comme signifiant les seules, il englobe toutes les techniques qui sont concrètement applicables et qui contribuent dans une large mesure à réduire la pollution.

Les informations et la documentation fournies par diverses sources ont servi à la rédaction du présent chapitre: directive de l'UE relative à prévention et à la réduction intégrées de la pollution (IPPC)* en ce qui concerne les MTD, PNUE (Département Industrie & Environnement, CAR/PAP-PAM)**, documentation des autorités nationales environnementales. Il y a lieu d'observer que ces MTD ne sont pas les seuls moyens existants de réduction de la pollution industrielle: chaque responsable d'entreprise peut recourir à sa propre démarche avisée et adaptée à chaque procédé donné en appliquant des mesures et techniques de bonne gestion d'entreprise qui ne sont pas décrites ailleurs. Les exemples de MTD donnés ci-dessous le sont à titre indicatif et comme "incitations" à l'adoption de mesures de ce type.

Les informations quantitatives, quand elles étaient disponibles, ont centré l'attention sur les avantages environnementaux escomptés (par ex., degré de recyclage des matières et de l'eau). Quelques secteurs industriels (**tannage, finissage des métaux, agroalimentaire, textile**) sont retenus pour la description des MTD pertinentes; ils sont caractéristiques de la région et représentés avant tout par des petites et moyennes entreprises, très répandues dans de nombreux pays des rives sud et nord de la Méditerranée. Le tableau 7 récapitule les principales caractéristiques des eaux résiduaires dans ces branches d'activité industrielles. La description de chaque MTD est forcément succincte, de plus amples détails peuvent être obtenus dans les références bibliographiques. Le classement a été fait en exemples de technologies propres, mesures de récupération/réutilisation/recyclage et pratiques de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping").

Tableau 7

Caractéristiques des eaux résiduaires dans quelques secteurs industriels

| SECTEUR INDUSTRIEL | CARACTÉRISTIQUES DES EAUX USÉES | PARAMÈTRES PRÉOCCUPANTES |
|-----------------------------|---|---|
| Tannage | Chaux, sel, matières en suspension, chrome, sulfures | DBO, DCO, Cr, MES ¹ < TSD ² , S |
| Finissage des métaux | acides, métaux, autres substances toxiques | MES, pH, CN, pp, Crs, En, Ni, Cd, Cui, FEN |
| Agroalimentaire | Protéines, matières grasses, matières dissoutes et en suspension | DBO, DCO, MES, TSD, pH |
| Textile | Produits alcalins, matières en suspension, colorants résiduaires, température | DBO, DCO, pH, MES |

¹ = matières en suspension

² = total solides dissous

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle des rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée, PAM/PNUE (CAR/PAP), 1990

* Les MTD applicables aux fins de la directive IPPC sont progressivement explorées et publiées par le Bureau de l'European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPCB Bureau), qui a été créé et accueilli par le Centre de recherches conjointes de l'UE – Institut pour les études technologiques prospectives (JRC – IPTS), sis à Séville (Espagne). Pour des informations concernant ces MTD, consulter: <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

** Pour des informations sur les activités, études sectorielles, manuels méthodologiques du CAR/PP, consulter: <http://www.cema-sa.org>

4.3.1 Profils de secteurs industriels

4.3.1.1 Tannage (production de cuirs)

Les opérations du tannage consistent à convertir les peaux brutes en cuirs qui peuvent être utilisés dans la confection d'un grand nombre de produits. L'ensemble du procédé est "à forte intensité de pollution" et comporte une succession de réactions chimiques complexes. Les impacts environnementaux à prendre en compte sont associés au rejet de polluants classiques (DBO, DCO, matières en suspension) et à l'emploi de certains produits chimiques tels que biocides, produits tensioactifs, solvants organiques et sels de chrome trivalent (principal agent de tannage utilisé).

Les opérations suivantes sont celles qui sont généralement effectuées dans une tannerie, la plupart générant des quantités importantes de flux résiduaires liquides, solides et gazeux:

- opérations du travail de rivière (trempe, ébourrage/dépilage, pelanage, écharnage, fendage);
- tannage (déchaulage, chipage, picklage, tannage);
- après-tannage (hongroyage, planage, retannage);
- finissage (teinture, jusée, séchage).

4.3.1.2 Finissage des métaux (galvanoplastie)

Le finissage des métaux peut englober un très grand nombre d'opérations au cours desquelles les métaux sont nettoyés, apprêtés, traités et revêtus, les revêtements eux-mêmes pouvant présenter toute une série de compositions. La plupart de ces opérations occasionnent des impacts importants sur l'environnement en raison des métaux, produits chimiques et procédés qu'elles mettent en jeu.

La nature, la composition des produits chimiques utilisés dépendent en grande part du procédé effectif de revêtement, autrement dit du métal choisi pour le revêtement. Habituellement, les opérations suivantes se suivent au cours du procédé jusqu'au revêtement final:

- apprêt des surfaces (meulage, pré-épuración/décapage, dégraissage);
- activation des surfaces (décapage, rochage, séchage);
- revêtement métallique (métallisation au cuivre, nickel, chrome, zinc, etc.);
- après-traitement (refroidissement, graissage).

4.3.1.3 Industrie agroalimentaire

Les techniques de transformation et opérations unitaires les plus couramment utilisées dans l'industrie agroalimentaire et des boissons sont indiquées ci-dessous. Les matières premières utilisées par l'industrie agroalimentaire et des boissons sont des produits naturels qui peuvent varier selon la saison et l'année. Il peut donc être nécessaire d'adapter les processus de production aux modifications des caractéristiques des matières premières. Il va de soi que la liste des techniques de transformation n'est pas exhaustive mais est donnée à titre indicatif des procédés les plus courants utilisés dans un secteur industriel présentant une telle diversité de matières premières et de produits.

Matières premières: réception et préparation: manutention, déballage, stockage, premier tri, tri sélectif, classement, déshuilage, dégrossissage, épluchage, lavage.

Réduction, mélange, façonnage: découpe, tranchage, hachage, réduction en purée, mixage, mélange, homogénéisation, broyage, moulage, façonnage, moulage, extrusion/pressurage.

Techniques de séparation: Extraction, désionisation, affinage, centrifugation /sédimentation, filtration, séparation sur membranes, cristallisation, neutralisation (élimination des acides gras), blanchiment, désodorisation par épuración en courant, décoloration, distillation.

Techniques agroalimentaires: trempage, dissolution, solubilisation, fermentation, coagulation, germination, saumurage, séchage, fumaison, durcissement, sulfitage, carbonatation, carbonation, revêtement, vaporisation, enrobage, agglomération, encapsulation, vieillissement.

Traitement thermique: fusion, blanchiment, cuisson, ébullition, cuisson au four, rotissage, friture, trempage, pasteurisation, stérilisation.

Concentration par la chaleur: évaporation (de l'état liquide à l'état liquide), séchage (de l'état liquide à l'état solide), déshydratation (de l'état solide à l'état solide).

Transformation par élimination de la chaleur: refroidissement, réfrigération, congélation, cryodéshydratation, lyophilisation.

Opérations post-transformation: emballage, remplissage, nettoyage au gaz.

Procédés auxiliaires: nettoyage/assainissement, génération/consommation d'énergie, traitement de l'eau (eau de procédé), génération de vide, réfrigération.

Plusieurs de ces établissements industriels donnent lieu à une exploitation saisonnière, autrement dit au moment de la récolte de certaines matières premières (fruits, tomates, etc.).

Les eaux résiduaires des unités agroalimentaires présentent une extrême variabilité dans leur composition. Généralement, les effluents des procédés sont très riches en demande chimique d'oxygène (DCO) et en demande biologique d'oxygène (DBO) dont les valeurs sont normalement 10 à 100 fois plus élevées que dans les eaux usées domestiques.

La teneur en DBO des principaux constituants des aliments est:

kg DBO/kg de constituant alimentaire

hydrates de carbone 0,65

matières grasses 0,89

protéines 1,03

La concentration des matières en suspension est variable, de négligeable à des valeurs pouvant atteindre 120 000 mg/l. Les eaux résiduaires de certains sous-secteurs de l'agroalimentaire (produits laitiers, viandes) présentent des concentrations élevées de matières grasses et d'huiles. Les eaux résiduaires de la transformation des aliments peuvent varier d'un état fortement alcalin (pH 11) à un état très acide (pH 3,5).

De tout temps, l'agroalimentaire a été un gros consommateur d'eau, comme ingrédient, agent de nettoyage, moyen d'acheminement et alimentation des procédés annexes. Les grandes installations de transformation utilisent plusieurs centaines de mètres cubes d'eau par jour. La majeure partie de l'eau n'entrant pas dans la composition du produit fini se retrouve en fin de chaîne dans le courant d'eaux résiduaires. Dans le sous-secteur des fruits et légumes, par exemple, une quantité d'eaux résiduaires de l'ordre de 10 m³ est générée pour chaque tonne de matière première transformée.

Les débits d'eaux résiduaires peuvent être très variables au cours de la journée, de semaine ou de la saison. Leur profil dépend grandement des modalités de production et de la fréquence du nettoyage, qui représente fréquemment la plus grosse consommation d'eau.

4.3.1.4 Textile

Le secteur du textile est l'une des filières les plus longues et les plus compliquées de l'industrie manufacturière. C'est un secteur fragmenté et hétérogène dominé par une majorité de petites et moyennes entreprises répandues dans toute la région méditerranéenne.

La filière du textile et de l'habillement se compose d'un grand nombre de sous-secteurs couvrant tout le cycle de la fabrication, depuis la production de matières premières (fibres synthétiques) jusqu'aux produits semi-traités (fils, tissages et tricots avec leur procédé de finissage) et les produits finis/au consommateur (tapis, tissus d'ameublement, textiles d'habillement et à usage industriel).

La complexité du secteur se traduit aussi par la difficulté d'établir un classement bien tranché des diverses activités concernées. Le nouveau système de nomenclature (NACE 1997) identifie les catégories suivantes: fils; tissages; finissage des textiles; tissus d'ameublement; textiles industriels et autres (y compris le lavage à fond des tapis et l'échaudage de la laine), les articles et tissus en tricot.

Un classement sommaire des procédés textiles donne le tableau suivant: ateliers de lavage de la laine; ateliers de finissage des fils et des bourres; ateliers de finissage des tricots; ateliers de finissage des tissages; industrie du tapis.

Le secteur du textile a toujours été considéré comme un gros consommateur d'eau. La principale préoccupation touchant l'environnement a donc trait à la quantité d'eau rejetée et à la charge chimique qu'elle charrie. Habituellement, les flux issus des différents procédés sont mélangés pour former l'effluent final dont les caractéristiques résultent d'une combinaison complexe de facteurs tels que: les types de fibres en jeu; les types de constituants traités; les techniques appliquées; les types de produits chimiques et d'adjuvants utilisés dans le procédé.

En outre, comme la production peut varier considérablement non seulement dans l'année (en raison des changements saisonniers et de la mode) mais aussi dans la journée (selon le programme de production), les émissions qui en résultent sont encore plus difficiles à normaliser et à comparer.

L'élimination des contaminants présents sur les fibres de laines brutes entraîne le rejet d'un effluent dans lequel les principaux polluants sont:

- des matières organiques hautement concentrées en suspension, avec des salissures en suspension;
- des micro-polluants résultant des produits vétérinaires appliqués sur les moutons pour les protéger des parasitoses.

Il existe aussi des détergents dans les eaux rejetées qui contribuent à accroître la demande chimique d'oxygène de l'effluent.

Les substances qui polluent l'eau dans les procédés de teinture peuvent provenir:

- des teintures elles-mêmes (par ex., toxicité, métaux, colorant);
- des adjuvants contenus dans la formulation de la teinture;
- des produits chimiques de base (e.g, alcalis, sels, agents réducteurs et oxydants) et adjuvants utilisés dans les procédés de teinture;
- contaminants présents sur la fibre quand elle aborde la succession des opérations.

Dans les divers procédés de finissage (le terme de "finissage" englobe tous les traitements qui servent à conférer au textile les propriétés requises pour son utilisation finale), les résidus de liqueurs concentrées sont réutilisés, si les adjuvants de finissage appliqués présentent une stabilité suffisante. Cependant, ces liqueurs sont trop souvent drainées et mélangés avec d'autres effluents. Bien que les volumes concernés soient assez réduits si on les rapporte au volume total des eaux usées produites par un atelier textile, les niveaux de concentration sont très élevés avec des teneurs en substances actives de l'ordre de 5 à 25 % et une DCO de 10 à 200 gO₂/litre.

4.3.2 Méthodes de production plus propre (technologies propres)

Conformément à une définition fournie par le Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP) du PAM/PNUE, **la production plus propre** est "l'application continue d'une stratégie de prévention environnementale intégrée à des procédés, produits et services dans le but de réduire les risques pour l'homme et l'environnement, d'accroître la compétitivité des entreprises et de garantir leur viabilité économique".

4.3.2.1 Tannage

Parmi les exemples de technologies propres appliquées avec succès, on citera **la substitution de substances et l'efficacité accrue des produits chimiques utilisés.**

Substitution de produits chimiques

- utilisation de biocides moins persistants/toxiques au lieu de composés organiques halogénés;
- le traitement de peaux brutes fraîches (non salées) réduit d'environ 90% la charge en chlore atteignant les effluents;
- utilisation de systèmes de teintures et de liqueurs à taux d'épuisement élevé;
- l'utilisation d'enzymes dans le procédé de dépilation peut réduire la consommation de sulfures.

Efficacité accrue des produits chimiques utilisés

- grâce à un contrôle soigneux des paramètres du procédé, l'efficacité du tannage conventionnel au chrome peut être accrue d'un taux atteignant jusqu'à 80% et la teneur en chrome des effluents réduite d'autant;
- la modification des agents de tannage pour renforcer la fixation du sel de chrome trivalent peut réduire considérablement la teneur en chrome des effluents (d'environ 95%).

4.3.2.2 Finissage des métaux

Parmi les exemples de technologies propres, on citera **la substitution de produits chimiques et le changement/la modification du procédé.**

Substitution de produits chimiques

- les bains de zinc et de cuivre peuvent remplacer les bains aux cyanures, les plus dangereux pour l'environnement, dans les procédés de zingage et de cuivrage, respectivement, sans aucune incidence notable sur la qualité du produit final;
- le développement de revêtement de zinc extrêmement résistant à la corrosion a éliminé la nécessité d'utiliser à la même fin (protection anticorrosion) le cadmium, qui est extrêmement toxique;
- le chrome trivalent peut remplacer le chrome hexavalent toxique dans la composition des bains de chromage.

Changement/modification du procédé

- le passage de citernes profondes de décapage à un décapage turbulent (vaporisation acide directe) entraîne une meilleure efficacité du procédé et une réduction de 20 à 30% des pertes au décapage;
- le remplacement de la galvanisation à chaud au trempé par un système en circuit fermé peut permettre de réutiliser de façon substantielle l'eau du procédé et de réduire d'environ 70 à 80% les flux de déchets dangereux.

4.3.2.3 Industrie agroalimentaire

On entend par technologies propres **les changements de procédé** habituellement applicables pour réduire au minimum la consommation d'eau et la génération d'eaux résiduelles.

Changements de procédé

- Utilisation de technique de pelage à sec lors de la transformation des fruits et légumes;
- passage du blanchiment à l'eau au blanchiment à la vapeur;
- utilisation du transport mécanique à sec au lieu du transport par eau;
- l'application de technique d'ultrafiltration pour la normalisation des protéines dans la production de fromages accroît le rendement en fromage de l'unité de lait traitée et permet de réduire les quantités de petit lait et d'eaux résiduelles;

- réduction au minimum des émissions de phosphore dans les eaux usées en utilisant l'acide citrique au lieu d'acide phosphorique pour la séparation des phospholipides dans l'industrie des matières grasses végétales.

4.3.2.4 Textile

Les technologies propres comprennent notamment la **substitution de produits chimiques** et la **modification des procédés**.

Substitution de produits chimiques

- les lubrifiants à base d'huiles minérales lors de l'opération d'ensimage, qui ne peuvent être complètement dégradés sans une station d'épuration biologique et peuvent aussi contenir des hydrocarbures dangereux (hydrocarbures polyaromatiques), sont désormais très souvent remplacés par des formulations à base de glycols;
- l'utilisation d'agents biodégradables dans les diverses opérations de lavage peut réduire la charge de DBO de 25 à 35%.

Modification des procédés

- le blanchiment après teinture des tissus en coton au moyen de colorants réactifs permet d'économiser plus de 15% de l'eau;
- l'utilisation d'une nouvelle technologie à injection (AFS airflow system) permet une pénétration optimale des colorants et produits chimiques dans les tissus et de réduire ainsi de 50% la consommation d'eau.

4.3.3 Récupération/réutilisation/recyclage de l'eau et des constituants des déchets

Ces termes sont souvent utilisés en confondant leur sens (récupération: séparation d'une matière d'un processus; réutilisation: utilisation comme matière première/produit chimique d'une matière récupérée lors d'un processus de production; recyclage: réintroduction d'une matière dans le même processus de production). Dans le contexte de la gestion des déchets, ces termes traduisent le traitement sélectif et la séparation de constituants de flux de déchets et leur réintroduction dans le cycle de production industriel. Les pratiques en question diffèrent des technologies propres, qui ont un caractère **préventif** et visent à modifier le processus de production industriel. Habituellement, elles portent sur les flux de déchets proprement dits sans influencer notablement sur le procédé.

4.3.3.1 Tannage

L'exemple le plus connu est la **récupération/réutilisation/recyclage du chrome**: les effluents du tannage au chrome sont collectés, le chrome est récupéré par précipitation et séparation, à nouveau dissous et réintroduit dans le processus de tannage, ce qui permet de remplacer 20 à 35% de l'apport de nouveau sel de chrome pour le tannage. Grâce à cela, l'on obtient une réduction substantielle de la teneur en chrome des effluents à traiter en fin de cycle.

4.3.3.2 Finissage des métaux

Il existe de nombreux exemples de pratiques de réutilisation/recyclage dans la galvanoplastie en fonction des besoins spécifiques et de la nature de chaque procédé (matière de revêtement, utilisation de bains spécifiquement composés, etc.). Les exemples mentionnés ici indiquent les caractéristiques générales de la réutilisation/recyclage, qui ont un caractère extensif, autrement dit peuvent être appliqués dans la plupart des cas similaires avec les modifications nécessaires. Ils sont axés sur la **régénération des bains** après plusieurs cycles de production, **sur la réduction au minimum de la consommation d'eau**

et sur la récupération/réutilisation de produits chimiques. Ces mesures peuvent substantiellement réduire les quantités d'eaux usées à traiter en fin de cycle et à éliminer.

Régénération des bains

- la filtration/centrifugation de divers bains (nettoyage alcalin, dégraissage, chromage, phosphatation, etc.) ôte les impuretés et sépare les déchets fortement concentrés qui, sinon, atteindraient les effluents;
- l'élimination des graisses et des huiles des bains de dégraissage avec nettoyage "in situ" par des bactéries ("dégraissage biologique") peut prolonger indéfiniment la durée de vie des bains;
- la congélation du cyanure de cuivre peut servir à concentrer et séparer les impuretés dissoutes.

Réduction au minimum de la consommation d'eau

- l'installation d'un rinçage en cascade à contre-courant peut permettre d'obtenir une réduction spectaculaire (jusqu'à 90%) de la consommation d'eau sans modifier l'effet de rinçage;
- le rinçage au jet ou à la pulvérisation dans le zingage, le cuivrage ou le nickelage contribue à réduire la consommation d'eau.

Récupération/réutilisation de produits chimiques

- dans les procédés de galvanisation, l'acide chlorhydrique de la combinaison du décapage et du démoulage avec de fortes concentrations de fer et de zinc peut être traité et récupéré sous forme de bain à flux;
- les bains à flux utilisés peuvent être recyclés, les sels de la solution de flux utilisée peuvent être réutilisés pour la production d'agents de flux.

4.3.3.3 Agroalimentaire

La **récupération** de diverses matières des flux d'eaux résiduares et leur emploi comme sous-produits utiles dans d'autres branches est la méthode la plus couramment utilisée dans l'industrie agroalimentaire. De plus, une partie des énormes quantités **d'apport d'eau nouvelle** utilisées dans cette branche est **recyclée** dans le même procédé ou dans d'autres afin de réduire au minimum sa consommation et la génération de quantités d'eaux résiduares correspondantes.

Récupération de matières

- amidon provenant des flux d'eaux résiduares à teneur élevée en amidon dans la transformation des fruits/légumes;
- utilisation du petit lait pour la récupération de protéines et/ou pour la production d'aliments pour animaux dans l'industrie laitière;
- une certaine quantité du jus de viande peut être recueillie au fond des conteneurs de transport et, plutôt que d'être vidangée dans le réseau d'égouts en accroissant ainsi la charge polluante de celui-ci, elle peut servir à la fabrication de produits alimentaires dérivés.

Recyclage de l'eau

- l'eau d'épluchage et/ou de stérilisation peut servir au pré-lavage de matières premières dans la transformation des fruits/légumes;
- réutilisation de l'eau du rinçage final de l'opération de nettoyage pour le rinçage initial de l'opération de nettoyage suivante;
- réutilisation de l'eau de lavage (des boîtes et boccas) lors de l'opération d'épluchage;
- réutilisation du condensat formé lors de la concentration des jus de fruit/légume pour mélanger ou diluer le produit final.

4.3.3.4 Textile

L'une des principales activités de recyclage dans le finissage des textiles concerne le **recyclage de l'eau** et la **réutilisation de produits chimiques**.

Recyclage de l'eau

- réutilisation de l'eau (par ex. réutilisation des bains de rinçage final, réutilisation des bains de teinture, utilisation de l'eau de prélavage dans l'après-lavage, écoulement à contre-courant dans le lavage continu);
- réutilisation de l'eau de refroidissement comme eau de procédé (avec en plus récupération de chaleur);
- la réutilisation des eaux usées au cours du procédé de mercerisage se traduit par une réduction des quantités d'eaux usées pouvant atteindre 85% et de la charge polluante de NaOH et de DCO de 72% et 55%, respectivement;
- une collecte et un traitement séparés des effluents provenant des opérations de teinture/rinçage et une réutilisation de l'eau chaude pour le rinçage permettent de réduire considérablement le volume des eaux résiduaires et la teneur en NaOH et DCO de celles-ci, de 62%, 53% et 88%, respectivement.

Réutilisation de produits chimiques

- La collecte de bains de teinture et la réutilisation d'autres produits permettent d'économiser 25 % des apports d'eau nouvelle et de réduire de 30% les quantités d'eaux résiduaires.

4.3.4 Bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping")

On entend par ce terme l'application de mesures simples visant à réduire principalement la consommation d'eau et d'énergie dans une entreprise sans modifications importantes du processus de production et des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées.

4.3.4.1 Tannage

- Le lavage par lots au lieu du lavage à l'eau courante peut réduire la consommation d'eau et, en conséquence, la quantité d'effluent, de 50%;
- réduction de la durée du travail de rivière;
- le dégrillage pour éliminer les matières grossières des effluents peut réduire d'une fraction atteignant 40% la teneur en matières en suspension du courant d'eaux résiduaires final.

4.3.4.2 Finissage des métaux

- Réutilisation progressive, de l'arrière à l'avant d'une série de bains successifs, des solutions de nettoyage;
- le recouvrement de bains de phosphatation/chromatage réduit la consommation des produits chimiques correspondants;
- l'optimisation de la qualité du rinçage des bains, par exemple par l'agitation de l'eau de rinçage, s'accompagne d'une réduction de la consommation d'eau;
- ménager un temps d'égouttage suffisant aux pièces ouvragées au-dessus du bain de galvanisation ou utiliser une cuve supplémentaire d'entraînement est l'une des méthodes les plus simples et rentables pour réduire la consommation de produits chimiques;
- la régulation du temps de rinçage et de la quantité d'eau utilisée peut réduire d'au moins 50% la consommation d'eau;

- avec l'utilisation de cuves de rinçage statique au lieu de dispositifs à rinçage dynamique, la fraction entraînée s'accumule dans les cuves et peut ainsi être récupérée.

4.3.4.3 Agroalimentaire

- Effluents "chlorés" qui peuvent servir à nettoyer les planchers et les installations de transformation;
- séparation de l'eau de refroidissement, de l'eau d'averse et des effluents des cycles de fabrication de différentes origines pour permettre de recourir à des options de traitement appropriées;
- techniques de mesure et régulation des débits qui peuvent réduire (par exemple de 20% dans l'industrie laitière) la génération de matières résiduelles et d'effluents;
- installation de jauges de niveau sur les cuves de stockage d'eau, les bassins d'égalisation et équipement d'usage courant pour surveiller la consommation d'eau;
- utilisation d'eau sous pression pour nettoyer les planchers et le matériel à l'air libre;
- utilisation de sources d'eau alternatives, par ex. l'eau de pluie ou l'eau de rivière, pour alimenter les condenseurs à évaporation.

4.3.4.4 Textile

- Optimiser le procédé par une meilleure régulation de ses paramètres tels que la température, l'alimentation en produits chimiques, les temps de séjour, l'humidité (séchoirs), etc.
- utiliser une eau de grande qualité (si nécessaire) dans les procédés en humide afin d'éviter/réduire l'emploi de produits chimiques pour prévenir les effets secondaires causés par la présence d'impuretés;
- éviter/réduire au minimum toute sorte d'excédent de produits chimiques ou adjuvants appliqués (par ex., grâce au dosage et à la délivrance automatisés de produits chimiques);
- optimiser le programme de production (par ex., dans la teinture: l'application de tons sombres après les tons pâles réduit la consommation d'eau et de produits chimiques pour le nettoyage des machines);
- accorder la préférence à de légers dispositifs additionnels pour les produits chimiques;
- Combiner différents traitements en humide en une seule phase (par ex., dégraissage et désencollage combinés, dégraissage/désencollage et blanchiment combinés).

4.4 Outils de Gestion

Pour améliorer les performances environnementales des entreprises, l'industrie et les pouvoirs publics mettent au point de nouveaux concepts et systèmes de gestion qui sont considérés comme des instruments servant à étayer la gestion de l'information et la prise de décisions. Les sociétés y ont recours pour:

- évaluer et améliorer leurs procédés et opérations (par ex., audits environnementaux et analyses de production plus propre);
- concevoir des produits écologiquement plus rationnels (par ex., évaluation des risques sur le cycle de vie);
- appuyer la communication avec les parties prenantes, clients et fournisseurs de la société (par ex., rapports sur l'environnement);
- surveiller/relever les progrès accomplis;
- améliorer l'éco-efficacité des ressources utilisées et réaliser des économies considérables (par ex., en recourant à des évaluations de production plus propre/minimisation des déchets et à une analyse coûts/avantages).

La plupart de ces systèmes de gestion présentent une structuration systématique pour répondre effectivement aux problèmes rencontrés dans les performances environnementales des entreprises, ils peuvent être utilisés par de grandes sociétés (audits d'entreprise) ainsi que par des petites et moyennes entreprises. Ils ont trait à chaque unité industrielle ainsi qu'à l'ensemble de l'établissement industriel.

Les outils de gestion peuvent être classés selon leur nature et leurs objectifs en **outils d'analyse** et en **outils d'action** et, bien que l'on ne puisse éviter que leur contenu et leur résultats ne se recoupent, on peut les distinguer très sommairement en disant que les premiers sont des instruments diagnostiques qui visent à évaluer la situation présente de l'entreprise, tandis que les seconds servent au cours de l'exploitation normale à évaluer les performances réelles en fonction des objectifs politiques quantitatifs qui ont été fixés (par ex., taux de réduction de la pollution). Des outils d'action actuellement d'usage courant (ISO, SMEA) et des exemples d'outils diagnostiques sont résumés ci-dessous.

4.4.1 Outils d'analyse

4.4.1.1 Étude d'impact sur l'environnement

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) caractérise une technique et un processus grâce auxquels des informations sur les impacts environnementaux d'un projet/une technologie sont recueillies, évaluées et validées de manière à permettre à l'entreprise elle-même, aux pouvoirs publics et aux autres parties concernées (parties prenantes, grand public) de décider si ces impacts peuvent être tolérés. Il s'agit d'un processus plutôt interactif (dialogue entre l'entreprise et les autres parties) où l'on procède à l'identification des problèmes environnementaux potentiels et où des procédures d'amélioration sont proposées.

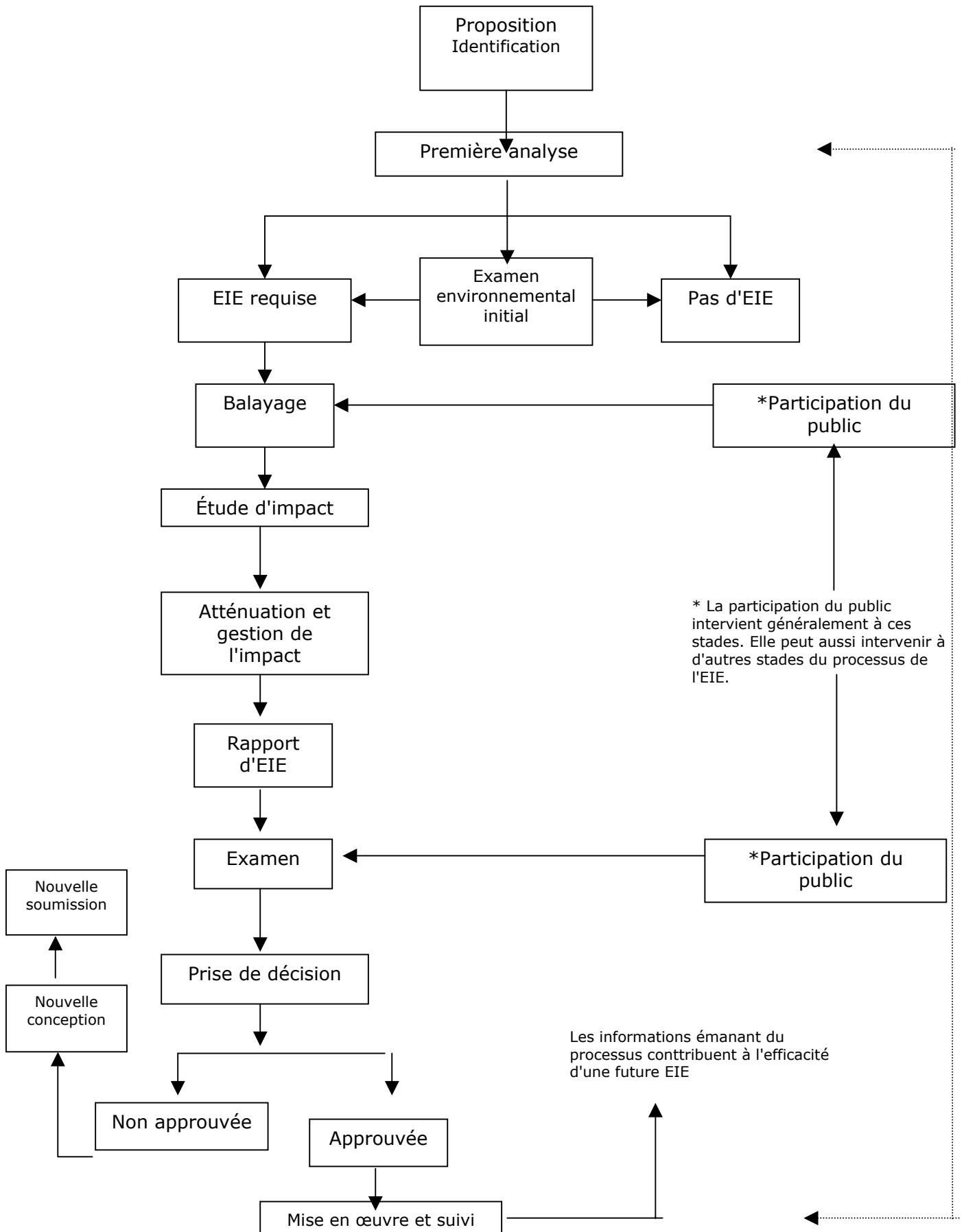


Figure 4. Étude d'impact sur l'environnement

4.4.1.2 Évaluation de la technologie environnementale

L'évaluation de la technologie environnementale est un outil pour aider les décideurs à saisir les incidences probables du recours à une technologie nouvelle ou existante. Le processus d'évaluation porte sur les coûts de la technologie, les avantages monétaires, les impacts environnementaux, sociaux et politiques ainsi que sur les éventuels risques associés.

L'objectif de l'évaluation est d'aider à faire des choix avisés sur des technologies qui sont compatibles avec des performances écologiquement rationnelles.

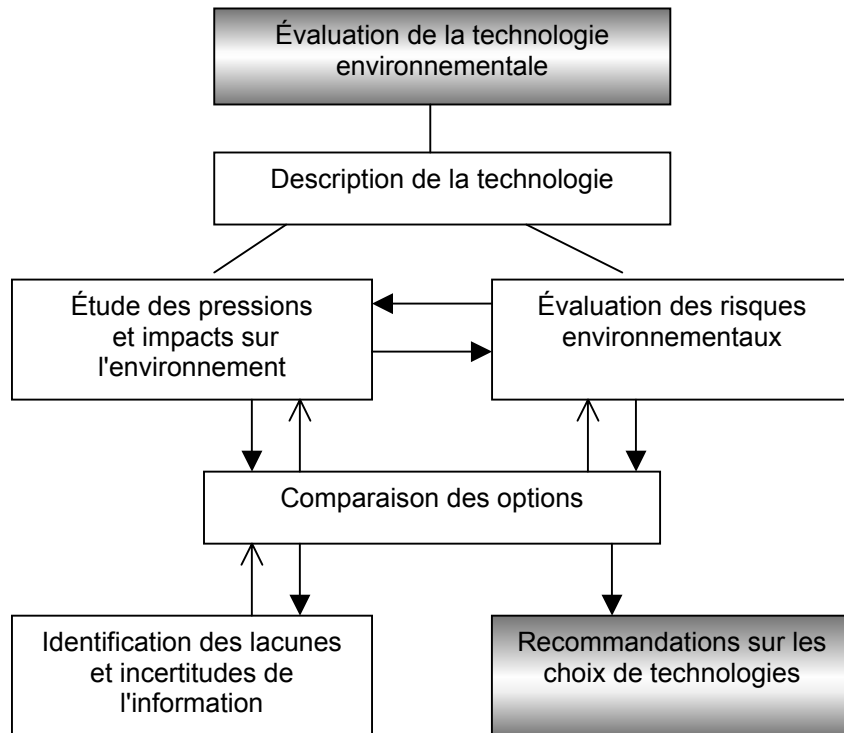


Figure 5 *Évaluation de la technologie environnementale*

4.4.1.3 Évaluation du cycle de vie

L'évaluation du cycle de vie est un instrument d'évaluation méthodique des aspects environnementaux d'un produit ou d'un système de services à travers tous les stades de son cycle de vie. C'est un processus objectif pour évaluer le fardeau/les risques environnementaux associés à un produit ou une activité en identifiant et en quantifiant l'énergie/les matières utilisées et les déchets émis/rejetés dans l'environnement. Elle porte sur la totalité du cycle de vie d'un produit, etc., en analysant l'extraction et la transformation de matières premières, la fabrication, le transport, le recyclage et l'élimination finale.

4.4.2 Outils d'action

On entend par outils d'action **les systèmes de management environnemental**, qui font partie intégrante d'un plan de gestion global d'une entreprise exposant la structure organisationnelle, les attributions, pratiques, procédures, procédés et ressources pour la mise en œuvre et la poursuite du management environnemental. Certains des principes

fondamentaux d'un tel système que les cadres des entreprises industrielles ont à prendre en considération sont les suivants:

- admettre et situer le management environnemental parmi les hautes priorités d'une entreprise;
- instaurer un dialogue avec les parties intéressées à l'intérieur et à l'extérieur;
- déterminer les besoins législatifs et les aspects environnementaux associés aux activités, produits et services de l'entreprise;
- développer le management et l'engagement des employés à l'égard de la protection de l'environnement avec une répartition claire des attributions et responsabilités;
- encourager la planification environnementale tout au long du cycle de vie du produit/procédé;
- fournir des ressources humaines et financières appropriées et suffisantes pour réaliser, sur une base soutenue, les objectifs fixés en matière de performances environnementales;
- évaluer les performances environnementales par rapport aux politiques ainsi qu'aux objectifs à long et à court terme pertinents et rechercher une amélioration constante s'il y a lieu;
- mettre en place un processus de gestion pour procéder à l'examen et à l'audit du système de management environnemental;
- coordonner le système de management environnemental avec d'autres systèmes (par ex., la santé, la sécurité, la qualité, les finances) applicables à l'entreprise.

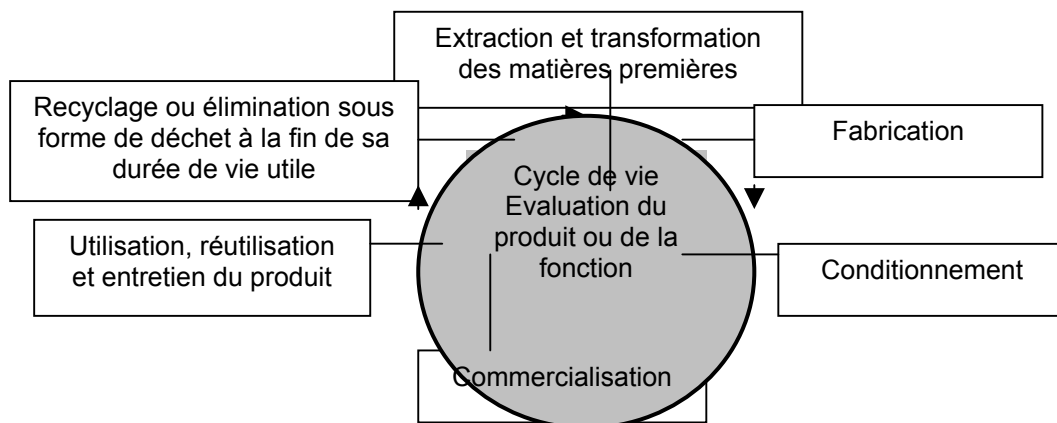


Figure 6. Évaluation du cycle de vie

Ces principes généraux sont nécessaires pour définir, planifier et, en dernier ressort, mettre en œuvre un système de management environnemental pour tous les aspects déterminant la gestion d'ensemble de l'entreprise. S'agissant de la réduction de la pollution, l'**approche de prévention** devrait être le principe spécifique à suivre dans un but de **minimisation des déchets à la source**. Ce principe peut se concrétiser dans le système de gestion avec la promotion de l'utilisation **des méthodes de production plus propre et de la meilleure efficacité possible des ressources utilisées**.

Plusieurs tentatives sérieuses ont été faites pour introduire des systèmes de management environnemental dans les établissements industriels. Les normes en question ont pour objet de fournir aux organisations les éléments d'un système de management environnemental efficace, qui puisse être intégré à d'autres prescriptions de gestion, pour aider ces organisations à atteindre des objectifs techniques, économiques et environnementaux. Parmi ces normes figurent la spécification ISO 14001, qui contient des prescriptions qui peuvent objectivement être vérifiées à des fins de certification, et le Système de management environnemental et d'audit (SMEA) européen (également connu sous son sigle anglo-saxon EMAS).

4.4.2.1 ISO 14001

Il existe toute une "famille" de normes ISO 14000 (14001: systèmes de management environnemental – spécification 14004: systèmes de management environnemental – lignes directrices sur les principes, systèmes et techniques d'appui - 19011: lignes directrices sur les systèmes qualité et/ou les systèmes de management environnemental et d'audit, etc.) qui sont élaborés en ayant à l'esprit les principes suivants:

- ces normes devraient promouvoir les intérêts, au sens large, du public et de leurs utilisateurs;
- elles devraient être efficaces par rapport au coût, non normatives et souples, et permettre de répondre aux différents besoins des organisations de toutes dimensions;
- elles devraient prêter à une vérification en interne ou extérieure.

ISO 14001 est aujourd'hui la norme de système de management environnemental la plus largement appliquée dans le monde. Pour être certifié en conformité avec cette norme, une société/organisation/entreprise doit s'attacher à respecter en permanence la réglementation et fournir des éléments attestant de l'amélioration continue de ses performances environnementales.

Les principaux éléments d'ISO 14001 sont:

Politique environnementale

- la politique environnementale et les conditions mises à la poursuite de cette politique par des objectifs à long et court terme et par des programmes environnementaux.

Planification

- l'analyse des aspects environnementaux de l'organisation (notamment ses procédés, produits et services ainsi que les biens et services qu'elle utilise).

Mise en œuvre et exploitation

- la mise en œuvre et l'organisation des processus visant à contrôler et améliorer les activités d'exploitation qui sont critiques dans une perspective environnementale (qu'il s'agisse des produits et des services d'une organisation).

Vérification et action correctrice

- la vérification et l'action correctrice, dont notamment la surveillance continue, la mesure et le relevé des caractéristiques et activités qui peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement.

Examen du management

- examen, par les dirigeants de l'organisation, du système de management environnemental pour s'assurer de la permanence de sa validité, de son adéquation et de son efficacité.

Amélioration continue

- le concept d'amélioration continue est un élément essentiel du système de management environnemental; il complète le processus cyclique de la planification, mise en œuvre, vérification et examen.

La norme ISO 14001 a commencé à être largement adoptée par les entreprises à travers le monde, de même qu'ISO 9000 (contrôle qualité). La norme est acceptée et reconnue comme un outil des plus utiles pour la planification, la mise en œuvre et la surveillance les meilleures possible des performances environnementales d'une entreprise.

4.4.2.2 SMEA (EMAS)

Ce règlement de l'UE encourage la participation volontaire des entreprises au Système de management environnemental et d'audit (SMEA) de manière à promouvoir et à améliorer leurs performances environnementales et à fournir les informations nécessaires au public et aux autres parties intéressées. Le SMEA a des principes, une démarche et un contexte similaires à ceux d'ISO 14001, et l'un comme l'autre peuvent être appliqués par les grandes comme par les petites et moyennes entreprises. Mais le SMEA contient les éléments spécifiques ci-après, qui sont essentiels à son application:

- une déclaration environnementale dans laquelle sont exposées les réalisations de l'entreprise par rapport à ses objectifs généraux et spécifiques;
- une analyse initiale des activités, produits et services de l'entreprise, qui constituera la base de l'application du système de management environnemental, l'accent étant mis sur la conformité de l'entreprise à la législation existante en matière d'environnement;
- une section complète est consacrée aux procédures d'audit, vérification et accréditation.

Le SMEA est considéré comme une norme environnementale plus rigoureuse: les conditions mises à la publication de la déclaration environnementale peuvent exposer une entreprise à un préjudice environnemental dans l'esprit de l'opinion. Il est principalement appliqué sur le territoire de l'Union européenne.

4.5 Initiatives de Minimisation des Déchets

Ces dernières années, des établissements industriels, des institutions gouvernementales et des collectivités locales ont pris des initiatives visant à engager des actions sur une petite échelle (par exemple, dans une usine) ou sur une échelle plus vaste (programmes nationaux/régionaux) afin de favoriser l'introduction de techniques de minimisation des déchets. Ces initiatives reposent en général sur des accords volontaires et visent à sensibiliser les dirigeants industriels à l'adoption de technologies propres dans leurs établissements. Parmi ces initiatives figurent, par exemple, l'instauration de plans d'aide pour la promotion d'activités de prévention dans un nombre restreint d'entreprises, de démonstration des avantages financiers d'une réduction des déchets à la source en appliquant des techniques de minimisation des déchets, etc.

4.6 Traitement des Effluents Industriels

Il existe deux grandes options applicables aux effluents industriels qui sont collectés de toutes les unités de production et transférés dans un bassin collecteur final: soit le prétraitement/rejet dans le réseau d'égouts municipal, soit le traitement complet. Elles peuvent être appliquées dans les cas d'installation préalable d'un système de prévention/recyclages ainsi que d'une méthode de traitement final sans intervention préalable dans le processus de production.

4.6.1 Prétraitement/rejet dans le réseau d'égouts municipal

Selon une disposition réglementaire en vigueur dans de nombreux pays, en cas de rejet d'effluents industriels dans un réseau d'égouts de la municipalité la plus proche, ces effluents doivent être soumis à un prétraitement qui les amène au niveau des effluents municipaux non traités (DBO5 < 300-350 mg/l, absence de substances toxiques telles que métaux lourds, phénols, pH neutre, etc.). Cette disposition est appliquée en vue de protéger le réseau d'égouts contre des impacts néfastes comme la corrosion ainsi que pour éviter le dysfonctionnement de la station d'épuration municipale qui fait suite au réseau et qui pourrait être dû à la contamination de boues activées.

En fait, cette solution est le plus souvent adoptée par les petites et moyennes entreprises qui n'ont pas la possibilité de mettre en place de nouveaux systèmes de recyclage dans leur processus de production respectif par manque d'expertise et de ressources; mais des entreprises plus importantes appliquent également cette solution privilégiée pour sa simplicité.

Les méthodes de prétraitement consistent en opérations simples comme la neutralisation, le dégrillage/sédimentation des matières grossières. Les sédiments sont transportés sous forme de "boues" hors de l'usine et éliminés soit dans des décharges municipales de déchets solides soit dans des usines d'incinération, soit évacués vers des sites spéciaux s'ils contiennent des matières dangereuses.

Quand des flux de déchets plus complexes sont générés au cours du processus de production, comme ceux qui ont une teneur élevée en métaux lourds, en DBO/DCO, etc., les méthodes de prétraitement à appliquer, outre celles qu'on vient de mentionner, comprennent le traitement physique/chimique qui permet d'obtenir un degré plus élevé d'élimination grâce à l'adjonction de produits chimiques. Dans la plupart des cas, même une teneur élevée en DBO peut être ramenée au niveau de celle des eaux usées municipales.

4.6.2 Traitement complet

Pour tout rejet industriel effectué directement dans des eaux côtières/intérieures, un traitement complet s'impose (élimination de la DBO/DCO atteignant de 90 à 97%) pour la protection de la qualité des masses d'eau réceptrices, ce qui implique nécessairement, en fonction de la teneur de l'effluent à rejeter:

- un traitement physique/chimique (élimination des métaux lourds, des substances toxiques, des matières en suspension, réduction substantielle de la DBO);
- un traitement biologique (réduction finale de la DBO/DCO, élimination des matières en suspension).

Au plan pratique, les "Lignes directrices pour le traitement des effluents avant leur rejet en mer Méditerranée", déjà établies, peuvent être très utiles pour déterminer le type de traitement qui peut être appliqué à toute une série d'effluents industriels, car ces Lignes contiennent une description des techniques et méthodes pertinentes qui peuvent servir à mettre le contenu des effluents en conformité avec les spécifications stipulées.

La formule du traitement complet des effluents est habituellement contre-productive car elle exige des investissements/coûts d'exploitation importants et la disponibilité d'une superficie à cet effet sur le site industriel.

5. DÉVELOPPEMENT D'UN PROGRAMME DE MINIMISATION DES EAUX USÉES DANS UNE ENTREPRISE INDUSTRIELLE

5.1 Introduction

Le présent chapitre expose les conditions qu'il convient de prendre en compte quand un programme de minimisation des eaux usées doit être engagé dans une entreprise industrielle. Il énumère, selon un ordre logique, les étapes méthodologiques que les responsables industriels/environnementaux doivent suivre pour planifier, concevoir et mettre en œuvre avec succès ce programme, sous réserve que la direction de l'entreprise ait convenu d'appliquer une politique globale de l'environnement et que toutes les options de minimisation des déchets aient été explorées.

Le chapitre est agencé autour des quatre grands éléments qu'il est d'usage d'envisager au cours de l'élaboration de ce type de processus:

- planification/organisation;
- évaluation;
- étude de faisabilité;
- mise en œuvre.

La figure 7 récapitule schématiquement ces éléments.

Il convient de préciser que ces étapes sont à considérer comme une orientation méthodologique pour la mise en œuvre efficace d'un programme de minimisation des déchets, en particulier dans les cas où les dirigeants/propriétaires d'entreprises importantes ne sont pas vraiment au fait des incidences environnementales des processus de production en cause. Cette orientation est également utile pour l'élaboration de la plupart des mesures de minimisation des déchets décrites précédemment (technologies propres, bilans matières, séparation des flux de déchets, etc.). En tout cas, il est patent que, à travers toutes ces phases, les avantages économiques susceptibles de découler de tout programme de minimisation des déchets (les déchets sont "un gaspillage de ressources") peuvent être clairement mis en évidence, décrits et quantifiés, ce qui facilite la prise de décision finale. En outre, un programme de minimisation des déchets est l'élément essentiel sur lequel peut se fonder un système de management environnemental (ISO 14001, SMEA).

5.2 Planification et Organisation

5.2.1 Adhésion de la direction

La direction d'une entreprise peut appuyer un programme de minimisation des déchets si elle est convaincue que les avantages escomptés (avantages économiques/ compétitifs, mise en conformité avec les réglementations, réduction des impacts sur l'environnement, meilleure image dans l'opinion) compenseront les coûts entraînés par son exécution. Cet appui de la direction peut se concrétiser dans une **déclaration politique**, similaire à celle décrite dans le règlement concernant le SMEA (chapitre 4.4.2.2).

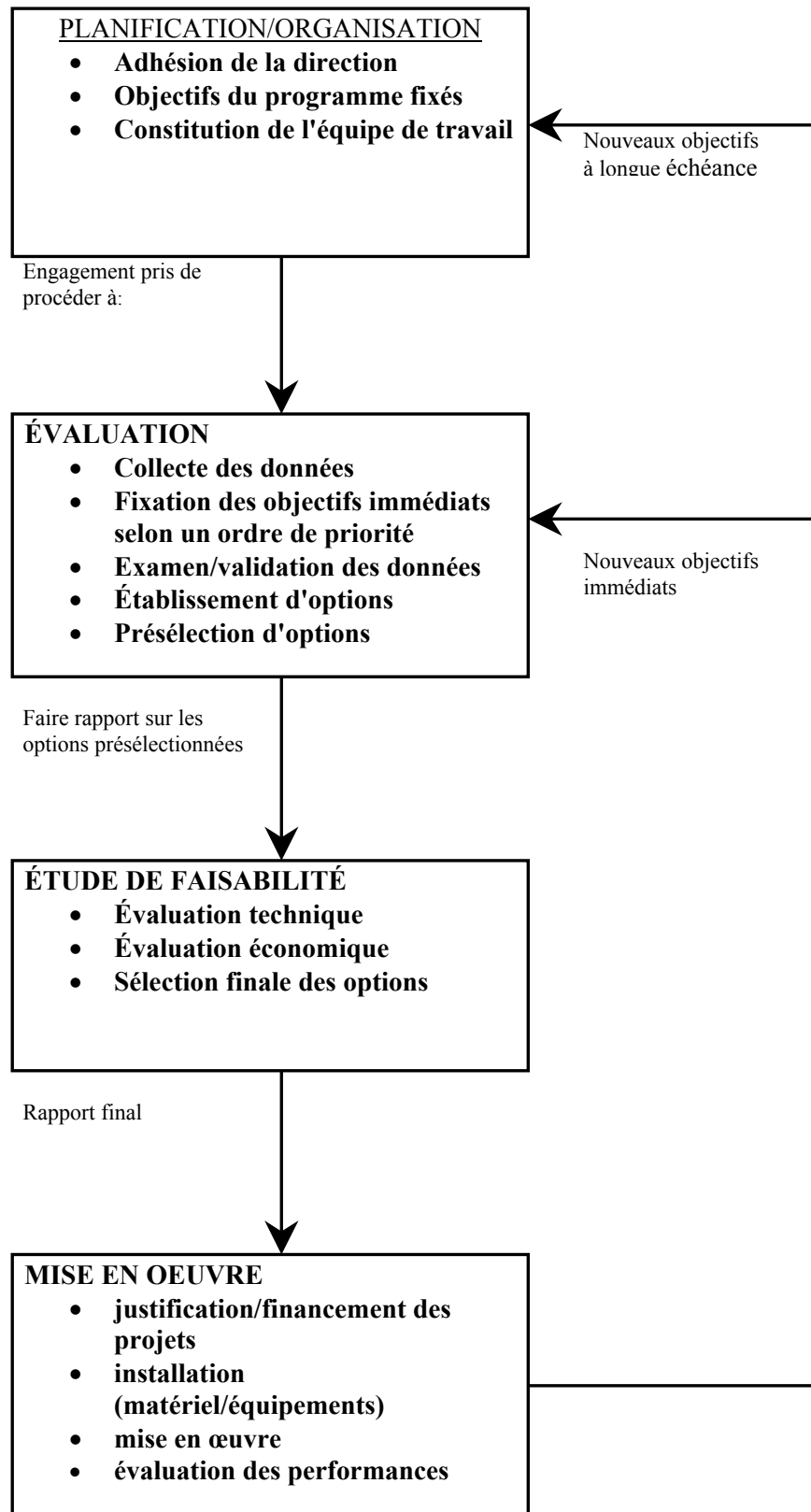


Figure 7. Procédure d'évaluation de la minimisation des déchets (phases)

Source: U.S.EPA Waste minimization opportunity assessment manual, 1988.

5.2.2 Objectifs à longue échéance du programme

Les objectifs doivent être quantifiables puisque, sinon, ils seraient sujets à une interprétation équivoque (exemple: "une réduction significative des émissions de substance dangereuses dans l'environnement"). Des objectifs quantifiables (exemple: zéro rejet de chrome dans les eaux usées) donnent une indication claire du degré de succès du programme.

Les objectifs doivent être réexaminés périodiquement et modifiés selon le processus d'évaluation du programme au cours de sa phase de mise en œuvre.

5.2.3 Équipe de travail

Une équipe doit être mise sur pied et organisée en conséquence pour la conception, l'élaboration et la mise en œuvre du programme. Les membres de chaque division de l'entreprise concernée par le programme de minimisation des déchets devraient en faire partie. Cela n'a pas à revêtir un caractère aussi formel dans les petites entreprises où le chef de la production peut constituer une équipe de 2 à 3 personnes pour réaliser les inventaires nécessaires ou conclure des contrats de sous-traitance en s'adressant à des organismes de consultants.

5.3 Évaluation

5.3.1 Collecte, validation et examen des données

Des données peuvent être obtenues de toutes les sources possibles afin d'établir les bilans matières/massiques nécessaires pour servir de base au calcul des charges polluantes. Pour ce faire, les sources d'informations, comme les cahiers d'études techniques, les études environnementales, les relevés de production, etc., peuvent fournir les éléments indispensables. Cette information permet, dans un premier temps, de cerner les domaines les plus problématiques de l'entreprise mais elle doit toujours être associée à une inspection minutieuse du site pour se forger un tableau intégré et à jour de la situation d'ensemble.

5.3.2 Fixation des objectifs

Il va de soi qu'une fixation par ordre de priorité des objectifs en matière de réduction des flux de déchets et de la pollution est nécessaire si l'on veut tirer le meilleur parti économique et environnemental du programme. Cet ordre de priorité doit se faire selon les critères suivants:

- conformité aux réglementations environnementales;
- possibilité d'avantages économiques (comme la récupération de sous-produits des flux résiduels concentrés);
- investissements nécessaires pour l'installation du matériel nécessaire en vue d'atteindre les objectifs fixés avec leurs coûts correspondants;
- capacités financières présentes de l'entreprise.

5.3.3 Présélection des options

Le processus d'identification des options devrait suivre un ordre hiérarchique selon lequel les options de réduction à la source devraient être explorées en premier avant celles de recyclage, tandis que les possibilités de traitement devraient être envisagées après que toutes les techniques de minimisation des déchets aient été identifiées.

L'exploration des options de minimisation des déchets peut commencer par les mesures simples de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping") et se poursuivre avec la réduction à la source des flux de déchets concentrés présentant un fort potentiel de

récupération de sous-produits. Pour la sélection de systèmes de traitement inévitables, on privilégiera le prétraitement des eaux résiduelles industrielles pour les amener au niveau des eaux usées domestiques non traitées (DBO < 500 mg/l).

5.4 Étude de Faisabilité

5.4.1 Évaluation technique

L'évaluation technique des options détermine si celles-ci seront valables dans les conditions spécifiques prévalant dans une entreprise industrielle donnée. Les critères suivants sont à prendre en compte:

- sécurité des travailleurs;
- maintien de la qualité des produits;
- compatibilité de nouveau matériel/nouvelles installations avec les procédures d'exploitation existantes;
- besoins supplémentaires d'espace et d'expertise/main-d'œuvre;
- avantages attendus pour l'environnement.

5.4.2 Évaluation économique

Chaque entreprise a ses propres critères économiques pour la sélection des projets à exécuter. Généralement, différents coûts et économies à réaliser sont à prendre en compte; ils sont résumés sur le tableau 8 en tant que coûts d'investissement et coûts d'exploitation.

Tableau 8
Coûts d'investissement et coûts/économies d'exploitation

| Coûts d'investissement | Coût/économies d'exploitation |
|--|--|
| Directs Développement du site Matériel d'exploitation Matières Raccordements aux installations existantes Construction/installation Matériel autre que d'exploitation | Achat de matériel Assurance-responsabilité Services publics Exploitation-entretien Frais généraux Recettes de la production Recettes tirées des sous-produits Coûts/économies du contrôle qualité Gestion des déchets (traitement, élimination, transport) |
| Indirects Ingénierie, passation de marchés Courant, carburant, etc. Honoraires des sous-traitants Frais de permis Frais de lancement Formation | |

Source: U.S.EPA Waste minimization opportunity assessment manual, 1988

D'autres facteurs à prendre en compte quand un projet fait l'objet d'une évaluation économique sont la période de récupération du capital investi (rapport investissements/économies de frais d'exploitation par année), les rendements des investissements et la valeur présente nette.

5.4.3 Sélection finale des options

Un rapport final doit être établi et soumis à la direction de l'entreprise avec une proposition claire sur les options de minimisation des déchets à adopter. Ce rapport devrait contenir:

- Une description claire des caractéristiques techniques et économiques de chaque option ainsi que des avantages attendus pour l'environnement;
- Les ressources requises et les moyens de les obtenir;
- L'estimation de la période nécessaire aux aménagements;
- L'estimation des changements du cycle de production et les implications correspondantes (durée d'interruption de la production, baisse du taux de production, etc.)
- Modalités d'évaluation des performances du projet après son exécution.

5.5 Mise en Oeuvre

5.5.1 Financement

En dépit du fait que les options de minimisation des déchets aboutissent en général à améliorer le rendement du procédé et à réduire les frais de gestion des déchets, il n'en faut pas moins s'employer activement à convaincre la direction de l'entreprise, car, fréquemment, les ressources existantes sont orientées prioritairement vers les profits futurs (par ex., extension de la capacité de l'usine). C'est pourquoi le rapport final de l'étude de faisabilité devra mettre l'accent sur l'exploration des possibilités de financement tels que les prêts bancaires, le sponsoring, etc.

5.5.2 Mise en œuvre/évaluation

Une fois que le projet a été approuvé et qu'un financement a été obtenu, il convient de suivre les phases de mise en œuvre "classiques" en évitant des dysfonctionnements importants du processus de production. Ces phases sont:

- planification;
- conception;
- passation de marché;
- construction.

L'évaluation des performances du projet suit le lancement et une phase initiale normale (6 mois). À cette fin, les résultats effectifs de la réduction des déchets et les économies réalisées devraient être rapportés à ceux qui ont été prévus et évalués à la phase de l'évaluation et de l'étude faisabilité (relevé des quantités de matières premières et des quantités de déchets avant/après la mise en œuvre du projet). Les **indicateurs** ci-après sont ceux qui conviennent le mieux pour cette procédure d'évaluation:

- quantités de déchets par taux de production (par ex., kg DBO/kg matière première, m³ d'effluent/ kg de matière première);
- économies réalisées en produits chimiques (par ex., kg colorants/kg matière première);
- concentrations des polluants dans les effluents finaux (par ex. mg DBO/ml);
- période de récupération du capital investi (en années).

5.6 Renforcement des Capacités

Tout programme de prévention/minimisation des déchets ne peut être durablement couronné de succès si le facteur humain chargé de l'appliquer, à savoir le personnel de l'entreprise qui lui est affecté, n'est pas éduqué et formé comme il convient sur toutes les questions à traiter au cours de la mise en œuvre du programme. Cette activité de formation peut être réalisée sur l'initiative de l'entreprise elle-même en coopération avec les autorités locales et des organisations non gouvernementales qui ont pour vocation propre de sensibiliser à la durabilité, de promouvoir de nouvelles initiatives, etc.

5.6.1 Formation au sein de l'entreprise

Ce sont de brefs séminaires pratiques habituellement animés par des formateurs professionnels recrutés par l'entreprise. Les participants en sont les gestionnaires, ingénieurs et techniciens qui assument la conduite de l'ensemble du programme de management environnemental. C'est habituellement le cas quand l'entreprise fait une demande de certification de norme (ISO, SMEA) où le personnel concerné est formé à évaluer tous les éléments nécessaires pour l'obtenir.

De plus, en cas d'installation de nouveaux systèmes de minimisation des déchets, le personnel qui y est affecté est formé en conséquence. Une formation en dehors de l'entreprise est organisée (participation à des ateliers, séminaires) quand des connaissances spécifiques doivent être acquises sur des questions en jeu: nouvelles techniques/MTD, perspectives d'amélioration des performances environnementales dans la branche, débat sur l'éco-conception, etc. Ce sont généralement les experts qui occupent une position "stratégique" dans l'entreprise qui devraient prendre part à ces sessions pour faire en sorte que les idées/propositions nouvelles soient intégrées dans la stratégie et le développement d'ensemble de l'entreprise.

5.6.2 Sensibilisation/formation

Plusieurs organisations non gouvernementales, autorités nationales/locales et institutions éducatives favorisent souvent des techniques écologiquement rationnelles et le concept global de développement durable. Elles aident également les entreprises à obtenir un financement pour des investissements dans la production plus propre/minimisation des déchets, si bien qu'un appui interactif puisse être maintenant en permanence pour autant que les entreprises répondent de manière positive. Dans ce contexte, les organisations mettent souvent en œuvre des programmes de démonstration au sein d'une entreprise pour mettre en évidence, lors de brefs séminaires, les bénéfices des nouvelles techniques (économies réalisées, mise en conformité avec les réglementations environnementales, etc.). Une partie importante de ces activités consiste à diffuser des informations aux intéressés - à savoir les associations industrielles, les services de planification, etc.

Dans un milieu de travail à l'emploi du temps très chargé, une entreprise doit désigner les personnes qui doivent s'occuper de la sensibilisation/information, une œuvre généralement de longue haleine et qui est perçue comme un "luxe" par comparaison avec les graves problèmes d'exploitation qu'il faut constamment résoudre.

6. PLANIFICATION, CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE SURVEILLANCE CONTINUE/MAÎTRISE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS

6.1 Introduction

Les exigences organisationnelles d'un programme de gestion des eaux usées efficace couvrent toute une gamme d'activités qu'il convient d'entreprendre pour obtenir des résultats concrets aux moindres frais. Certaines de ces exigences sont mentionnées ci-après:

- mise en place d'un corps d'inspecteurs antipollution;
- gestion des installations d'eaux usées industrielles et municipales (collecte, traitement, et élimination);
- surveillance continue/contrôle des eaux côtières et des effluents;
- Élaboration de programmes de recherche en vue d'améliorer les capacités techniques et organisationnelles existantes en matière de maîtrise des effluents.

Ce chapitre est entièrement centré sur les éléments nécessaires pour permettre aux autorités chargées de la lutte antipollution de mettre en place un programme de surveillance continue efficace des effluents industriels. Ces éléments ont trait, en pratique, au travail "classique" des autorités d'inspection, à savoir **la collecte/validation des informations** concernant la quantité (volume) et la qualité (concentrations) des effluents finaux atteignant les eaux réceptrices, et notamment les eaux côtières, ainsi que la **surveillance continue** et la **maîtrise** des deux (qualité des effluents et des eaux réceptrices). S'agissant des autres éléments essentiels (mise en place d'un corps d'inspecteurs, gestion des installations et mise en œuvre de programmes de recherche), ils débordent du cadre du présent chapitre, lequel consiste à appuyer, au plan pratique, les autorités existantes pour qu'elles surveillent et maîtrisent mieux les rejets d'effluents industriels dans le milieu côtier. Cette activité capitale est le pivot de l'ensemble de la chaîne du respect et de l'application effective de la réglementation ainsi que de l'évaluation finale d'une politique de lutte antipollution. Au chapitre 2, les principaux problèmes rencontrés lors de la planification et de la mise en œuvre d'une telle politique ont été mis en relief, l'attention ayant été appelée sur la nécessité d'un retour d'information des services d'inspection opérant au plan local vers les services de planification œuvrant au niveau de l'administration centrale. Par conséquent, le présent chapitre a pour principal objet de tracer le cadre d'un programme de surveillance rapide, efficace et durable des effluents industriels.

6.2 Fonctions d'une Autorité Chargée de la Lutte contre la Pollution Côtière

La figure 8 illustre les principales fonctions d'une autorité chargée de la lutte contre la pollution côtière.

Une autorité de lutte contre la pollution côtière opérant au niveau régional/local (inspectorat) doit s'attaquer de manière intégrée au problème du déversement d'effluents dans les eaux marines, autrement dit en fixant **les normes/objectifs de qualité de l'eau** appropriés et en définissant les **normes d'effluent nécessaires** que les entreprises concernées doivent respecter. C'est le cas quand des normes uniformes, applicables à l'échelon national, ne sont pas encore en vigueur. À cet égard, il faut indiquer que cette approche uniforme peut induire en erreur et devrait être évitée car elle ne peut prendre en compte la situation prévalant au plan local (qualité de l'eau, concentration d'entreprises industrielles, etc.).

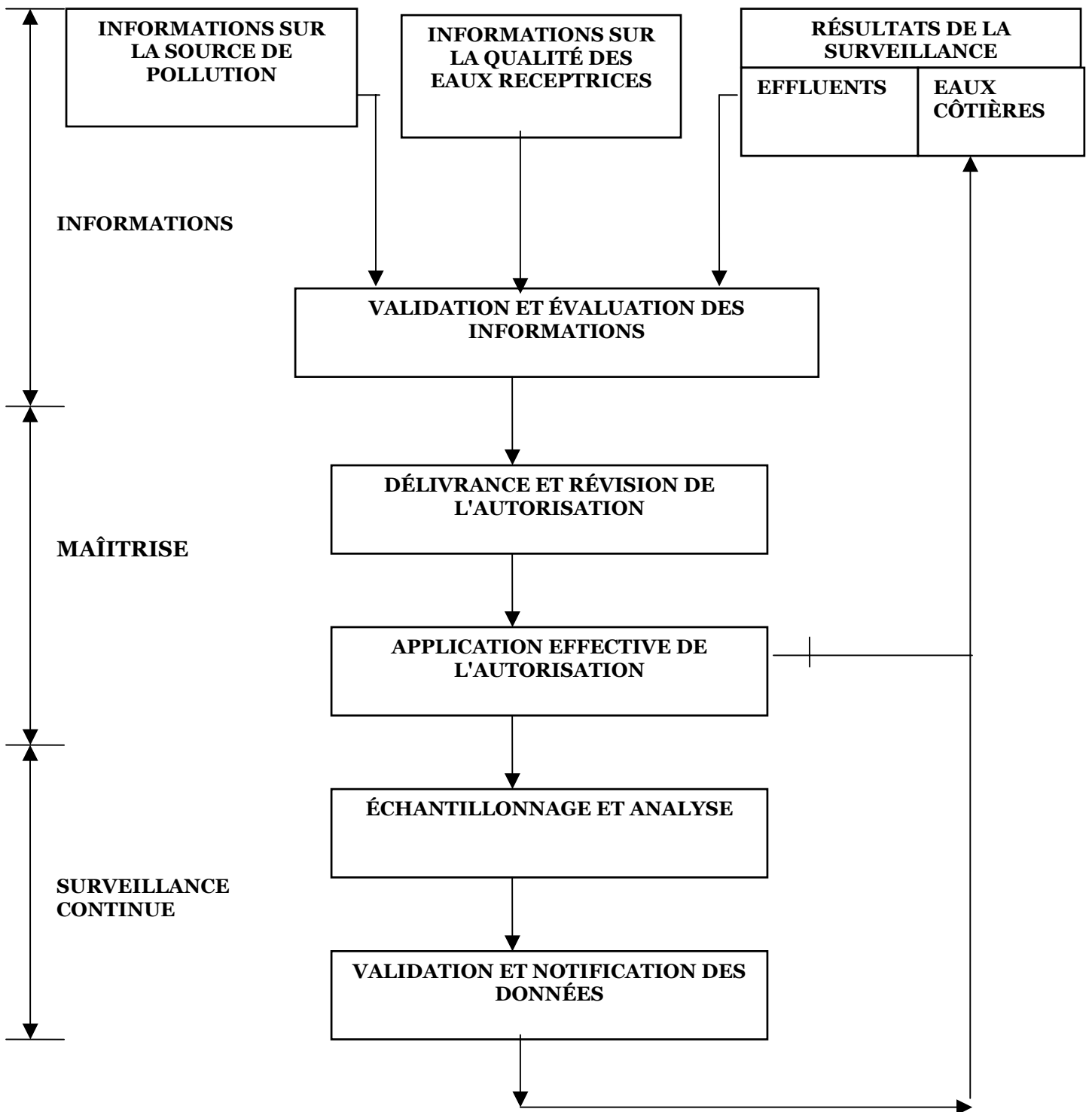


Figure 8. Fonctions d'un corps d'inspecteurs chargé de la lutte contre la pollution côtière

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle de rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée (CAR/PAP) PAM/PNUE, 1990.

6.3 Fixation de normes d'effluent

Diverses méthodes ont été employées pour maîtriser le rejet de polluants dans les eaux réceptrices. La méthode la plus ancienne et vraisemblablement la plus commode consiste à imposer des limites identiques à tous les rejets (**normes d'émission uniformes**). Cette méthode est applicable aux rejets industriels dans les principaux réseaux d'égouts municipaux (prétraitement jusqu'à obtention du niveau des eaux usées municipales non traitées), mais en cas de rejet direct dans les eaux côtières elle devrait être évitée car elle ne peut répondre à la différenciation des conditions prévalant au plan local dans les eaux réceptrices.

Les principaux paramètres à prendre en considération en fixant les normes d'effluent sont présentés sur le tableau 9.

Tableau 9
Guide général pour la formulation de normes d'effluent
(rejet direct dans les eaux réceptrices)

| Paramètre | Norme proposée (mg/l) |
|------------------------------|-----------------------|
| DBO ₅ | 10 – 20 |
| DCO | 30 – 40 |
| Matières en suspension (MES) | 30 – 50 |
| Oxygène dissous (OD) | 5 (dans l'eau de mer) |

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle de rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée, CAR/PAP) PAM/PNUE, 1990.

Avec une méthode plus sophistiquée de fixation de normes d'effluent, il convient de prendre en compte cependant avant tout la qualité de l'eau de mer réceptrice (**système des objectifs de qualité du milieu**). Elle repose sur le principe d'une maîtrise du rejet en sorte que la qualité de la masse d'eau réceptrice se prête à ses utilisations légitimes consacrées. En règle générale, la charge combinée des effluents rejetés (municipaux + industriels) ne devrait jamais dépasser la capacité d'autoépuration de l'eau réceptrice. Pour évaluer cette capacité, plusieurs études physiques, chimiques, biologiques et microbiologiques doivent être réalisées. Cette procédure de maîtrise des rejets fondée sur des objectifs de qualité du milieu est illustrée sur la figure 9.

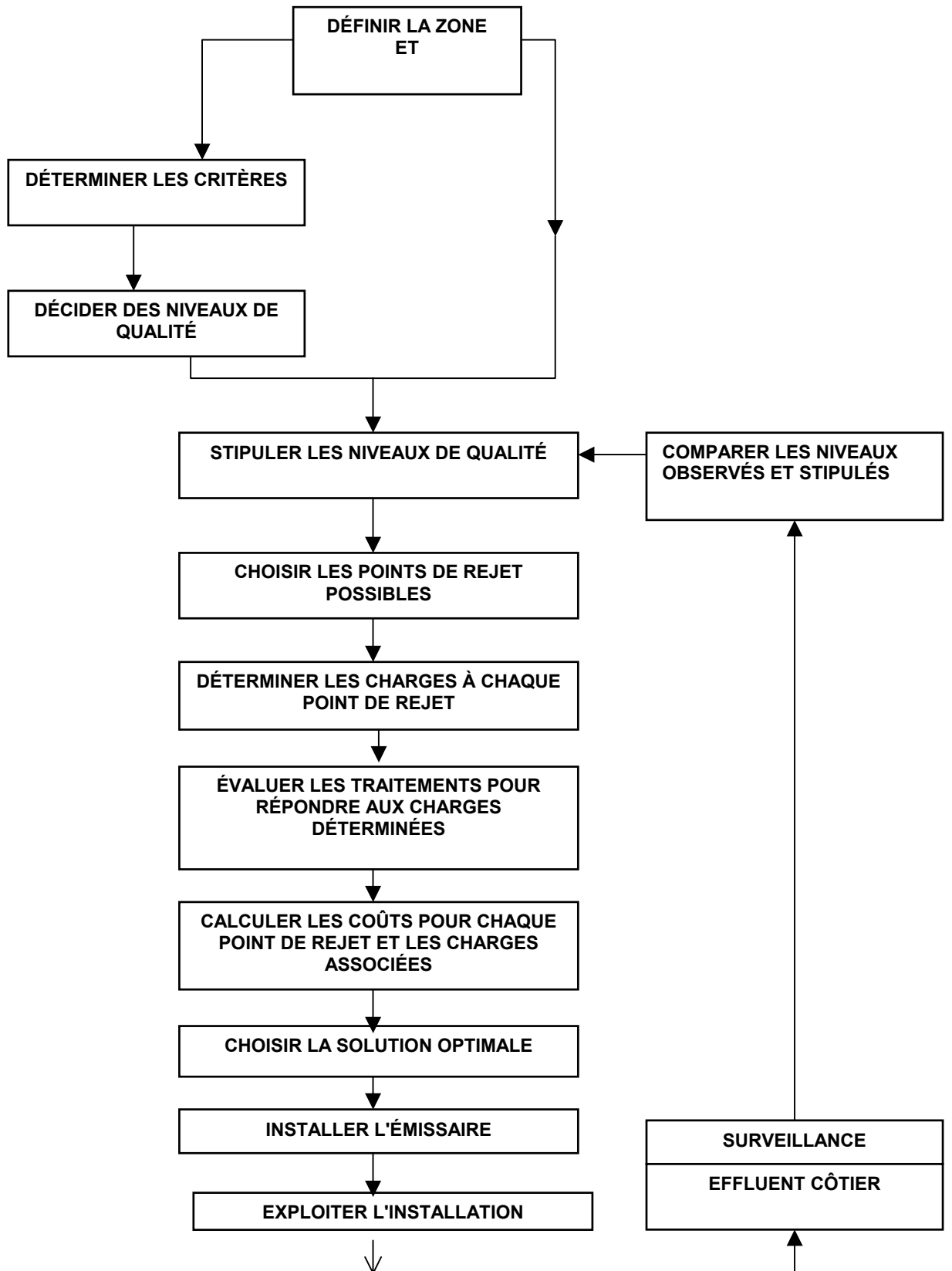


Figure 9. Système des objectifs de qualité du milieu

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle de rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée, (CAR/PAP) PAM/PNUE, 1990.

6.4 Développement et Organisation d'un Programme d'Inventaires

Il est d'usage que les autorités d'inspection établissement des inventaires des activités polluantes dans une zone relevant de leur travail de supervision de la conformité des entreprises industrielles aux conditions des permis et normes fixées mais aussi à titre d'information en retour dans le processus de planification où les résultats effectivement obtenus, notifiés à la suite des activités de surveillance, peuvent contribuer à mieux prévoir les procédures de lutte antipollution à venir (mesures d'amélioration, nouvelle législation, etc.).

Ces inventaires sont établis de diverses façons: soit au hasard (sélection d'une entreprise industrielle, échantillonnage aléatoire à divers points et/ou dans le collecteur d'égout central)), soit de façon systématique et détaillée: toutes les entreprises industrielles d'une zone sont visitées et inspectées. Si la première méthode comporte un risque sérieux d'erreur, la seconde implique un important investissement en ressources et en temps.

Entre ces extrêmes, une démarche plus judicieuse permettant une évaluation rapide et fiable des principales sources de pollution, une mise à jour plus facile des archives d'inventaires établis et un meilleur ciblage des procédures de réduction de la pollution consiste à recourir à des "coefficients de déchet" qui rapportent les générateurs de déchets (forces agissantes) aux quantités de déchets effectives. Ces coefficients sont tirés de la bibliographie et de résultats expérimentaux et ils servent d'"outils" pour évaluer les quantités de déchets à partir des chiffres de production industrielle (par ex., kg de polluant par kg de matière première). Par conséquent, si l'on connaît les chiffres de production, un calcul des quantités de déchets escomptées est possible en permettant une première évaluation des charges polluantes mais aussi une actualisation dynamique des charges polluantes sur la base des chiffres de production industrielle.

Cette méthode peut être schématiquement représentée par l'équation ci-après:

$$WQ_j = A_j \times WF$$

où:

WQ_j = quantité (kg/an) de chaque polluant générée par le processus de production j
 A_j = quantité de matière première (kg/an) utilisée dans le processus de production j
 WF = coefficient de déchet (kg de polluant/kg de matière première) associée au processus de production j

Une fois défini chaque coefficient de déchet, les quantités de déchets d'entreprises et d'opérations industrielles similaires peuvent être calculées si les quantités de matières premières utilisées dans le processus de production correspondant sont connues.

Une évaluation rapide est la première étape à laquelle doit procéder un corps d'inspecteurs pour évaluer de manière fiable l'"importance" environnementale d'une branche d'activité industrielle dans une zone donnée, et ce dans le but de:

- définir des mesures antipollution hautement prioritaires;
- organiser ensuite des études et programmes de surveillance à la source;
- évaluer l'impact des nouveaux développements industriels et sélectionner les mesures antipollution correctes.

Pour ce faire, deux étapes méthodologiques sont nécessaires: le calcul des volumes de déchets et charges polluantes industriels et étudier la répartition des effluents industriels dans une zone.

ÉTAPE 1: Calcul des volumes de déchets industriels et charges de la pollution

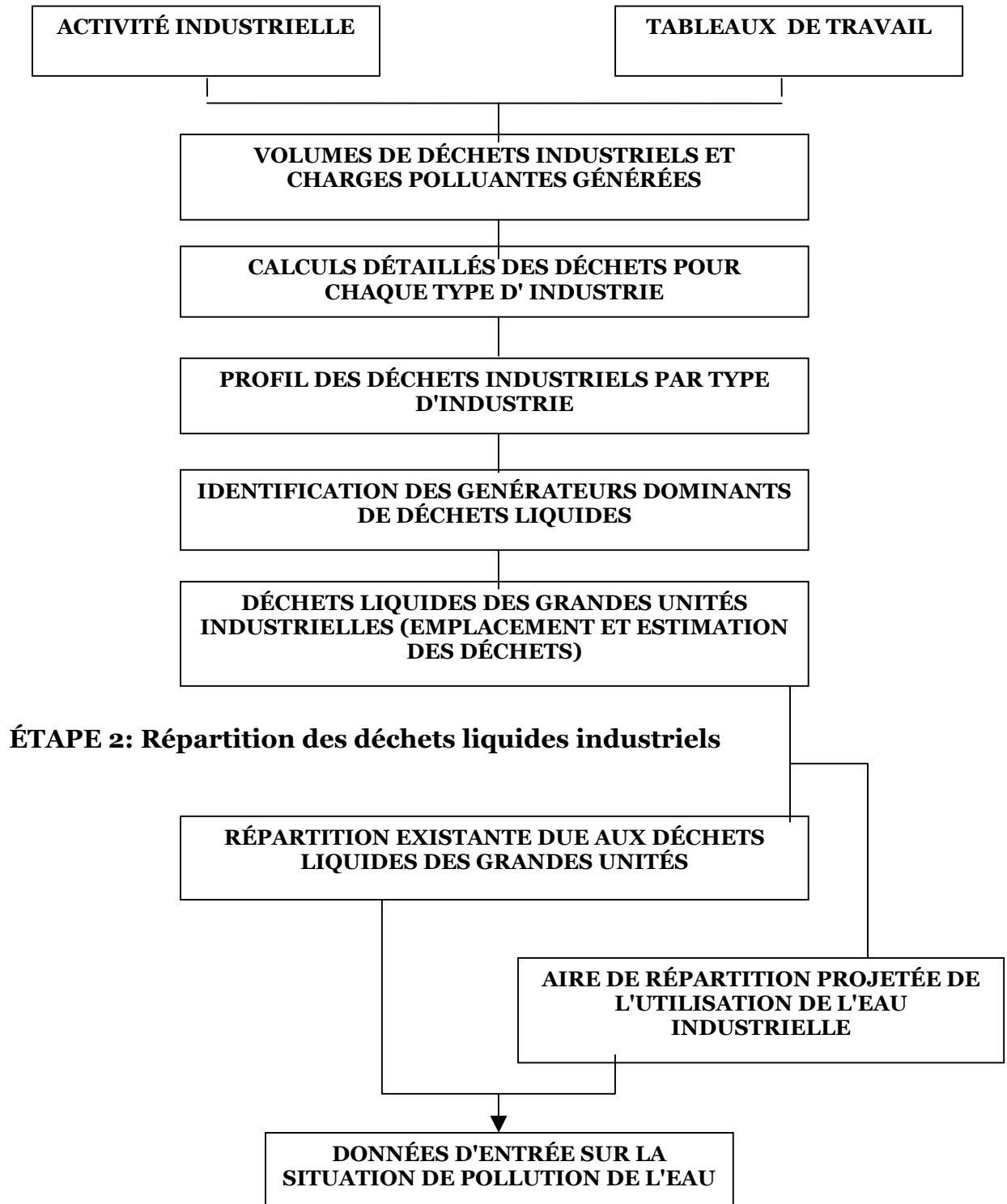


Figure 10. Analyses des effluents industriels

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle de rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée, CAR/PAP) PAM/PNUE, 1990.

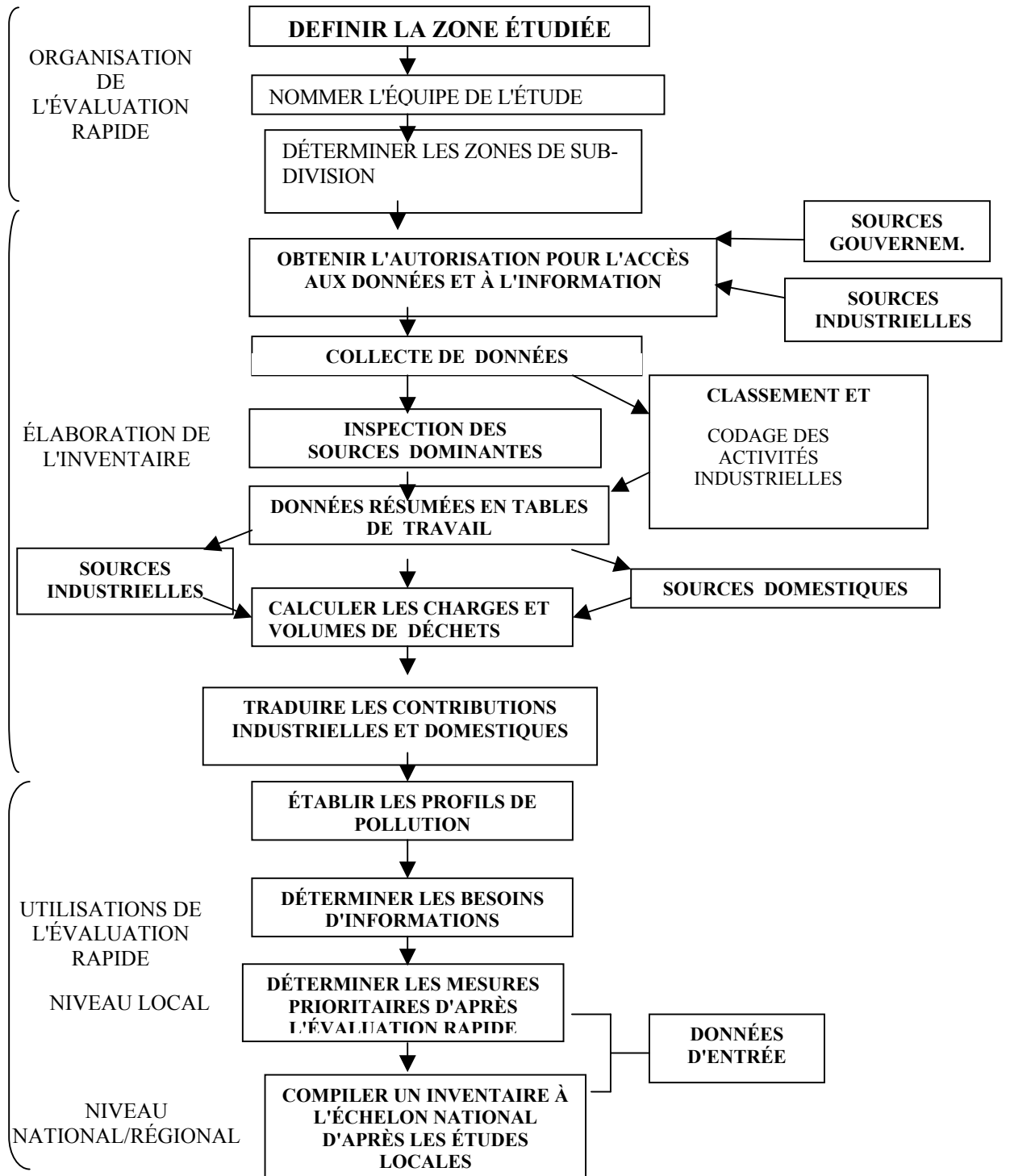


Figure 11. Organigramme de l'évaluation rapide

Source: Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle de rejets de déchets liquides dans la mer Méditerranée, CAR/PAP) PAM/PNUE, 1990.

Ce programme d'inventaires "condensé" des sources de pollution industrielle doit être exécuté par du personnel bien formé et expérimenté qui doit obtenir des éléments sur:

- les processus de production de chaque branche industrielle à surveiller;
- l'évaluation des quantités de déchets que chaque opération unitaire industrielle doit générer;
- l'échantillonnage ciblé des effluents industriels en certains points d'une entreprise industrielle.

L'élaboration des "coefficients de déchet" susmentionnés sera suivie d'une phase d'inventaire "pilote" d'entreprises représentatives de branches industrielles sélectionnées. Les étapes méthodologiques suivantes sont nécessaires pour son exécution:

1. quelques grandes, moyennes et petites entreprises de chaque branche sont choisies;
2. les détails de production et les sources de pollution dans chaque branche sont étudiées/analysées sur la base des références bibliographiques et de l'expérience;
3. les "points faibles" au plan environnemental sont définis pour chaque entreprise à visiter;
4. un questionnaire adapté à chaque branche et axé sur les domaines sensibles est mis au point;
5. une visite à chaque entreprise est organisée et au cours de celle-ci, sur la base du questionnaire, un entretien a lieu avec les cadres de l'entreprise chargés des questions environnementales;
6. des échantillons sont prélevés aux "points faibles" des collecteurs contenant les flux de déchets et sont analysés dans les locaux des services d'inspection;
7. les résultats sont comparés avec les relevés de l'autosurveillance effectuée par l'entreprise, s'il y en a, et avec les références bibliographiques;
8. les "coefficients de déchet" correspondants par unité de production et technologie sont établis sur la base des informations combinées tirées des références bibliographiques et des résultats expérimentaux;
9. les quantités de déchets de chaque entreprise visitée sont calculés au moyen des coefficients de déchet;
10. un profil de pollution pour chaque branche d'activité industrielle doit enfin être établi en reliant les chiffres de production (quantités de matières premières utilisées) aux technologies de production et aux quantités estimatives de déchets.

Ce type d'inventaire des entreprises industrielles est le "pivot" de l'établissement du bilan de base des émissions/rejets de polluants, tel qu'envisagé dans le PAS comme base de référence pour le suivi des progrès de la réduction de la pollution au cours des années à venir dans la région méditerranéenne.

7. ANALYSE ÉCONOMIQUE POUR LE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL INDUSTRIEL

7.1 Introduction

Il existe divers aspects au sein du cadre d'ensemble économique/financier associé à la maîtrise de la pollution industrielle: une question majeure est celle de l'imposition de taxes ("éco-taxes"), de redevances, droits, comme facteurs agissants pour l'accélération des mesures antipollution; l'autre thème important est l'ensemble de l'analyse économique concernant l'investissement et l'exploitation des systèmes de production plus propre, des programmes de prévention des déchets, etc.

Les éco-taxes (ou "taxes vertes") sont utilisées depuis des années, spécialement en Europe. Elles sont imposées par les autorités nationales concernées et visent à réduire substantiellement les émissions/rejets de polluants.

Toutefois, pour les responsables industriels, le plus important est l'analyse et l'évaluation de tous les coûts entraînés par la mise en place de nouveaux systèmes de réduction de la pollution, puisque c'est ce facteur qui domine exclusivement le processus décisionnel d'une entreprise. C'est pourquoi cet aspect fera ci-dessous l'objet d'un exposé assez détaillé, alors que l'on se bornera à un bref résumé, à titre informatif, de la question des taxes et redevances.

Le présent chapitre est conçu pour aider les cadres des entreprises industrielles à mieux évaluer les impacts économiques associés aux investissements dans les nouveaux systèmes qu'ils comptent mettre en place, tout en formulant des suggestions aux autorités nationales pour l'introduction d'éco-taxes.

7.2 Coûts d'Investissement/Exploitation des Technologies de Réduction de la Pollution

L'estimation des coûts entraînés par la mise en place et l'exploitation de systèmes de réduction de la pollution dans l'industrie dépend entièrement de considération d'ordre local et spécifique du site, de sorte que l'on ne saurait procéder à des comparaisons entre organisations, branches industrielles et pays. Ainsi, les estimations des coûts d'installations et techniques antipollution similaires sont souvent très variables, ce qui reflète non seulement les conditions locales mais aussi les différences méthodologiques et les postulats retenus pour les diverses options techniques/économiques.

L'on trouvera ci-après une sorte de "liste de pointage" des facteurs clés que les cadres concernés doivent prendre en compte pour estimer les coûts associés aux mesures antipollution.

7.2.1 Éléments essentiels pour l'estimation des coûts

Il existe certains éléments économiques de base à analyser dans le cadre du processus de décision finale au sein d'une entreprise lorsqu'il s'agit de décider la mise en place d'un nouveau système antipollution. Les éléments clés à définir en premier sont les suivants:

1. quel(s) polluant(s) doit (ou doivent) être éliminés et dans quelle proportion (efficacité d'épuration requise);
2. type de l'installation (nouvelle ou réaménagement);
3. année de référence pour les calculs économiques;
4. dimensions de l'installation et son utilisation moyenne annuelle (par ex. exploitation continue/discontinue du dispositif antipollution);

5. effets secondaires (superficie occupée sur le site industriel pour la mise en place du dispositif);
6. cycle de vie prévu (années)du dispositif antipollution;
7. coûts des investissements nécessaires et fonds alloués;
8. coûts d'exploitation annuels;
9. taux d'intérêt, taux d'inflation annuel;
10. période de récupération du capital investi (années);
11. impacts sur la politique de produits de l'entreprise/principe du payeur-pollueur ("coût de la prévention de la pollution à refléter dans le coût des biens et services occasionnant une pollution au stade de la production et/ou de la consommation").

Cet ensemble d'éléments définit le cadre global à suivre au stade de la décision finale.

7.2.2 Coûts d'investissement – d'exploitation

7.2.2.1 Coûts d'Investissement

Pour le calcul de ces coûts, les facteurs ci-après sont à prendre en compte:

1. frais de construction ou d'acquisition du matériel (mobilier/matériel, ingénierie, main-d'œuvre et supervision, instrumentation, tuyauterie, installations de sécurité /sanitaires, etc.);
2. frais de construction/acquisition de bâtiments nécessaires pour l'installation/ exploitation de matériel (excavations, locaux construction/entreposage, routes, etc.);
3. frais d'acquisition du terrain nécessaire ou valeur du terrain déjà possédé;
4. frais des modifications à apporter à la production;
5. dépenses de démarrage (matières premières, produits chimiques, main-d'œuvre, énergie, etc.);
6. perte de production au cours de la phase d'installation/démarrage du matériel;
7. coût de l'argent (taux d'intérêt) sur la période d'installation/exécution du projet.

7.2.2.2 Frais d'exploitation

Les facteurs déterminant les frais d'exploitation annuels - un montant souvent sous-estimé au moment de la prise de décision - peuvent être résumés comme suit:

1. total dépenses de personnel requis pour l'exploitation du système;
2. maintenance/réparation;
3. administration/gestion du système (communication, transport, dépenses liées aux activités de gestion);
4. biens consommables (matières premières, produits chimiques, énergie, eau);
5. Frais de surveillance/laboratoire;
6. Coût annuel des intérêts du total investissements;
7. taxes et assurance.

7.3 Recouvrement de Recettes

La part du recouvrement de recettes provenant de l'exploitation d'un nouveau dispositif antipollution est souvent sous-estimée ou omise par les responsables de l'entreprise, car elle est souvent considérée comme un effet secondaire mineur de l'investissement. Pourtant, il convient de garder à l'esprit que la production plus propre et les systèmes de prévention/minimisation des déchets visent presque toujours à réaliser des économies de matières et/ou à obtenir des sous-produits utiles qui peuvent être vendus. Ces économies contribuent dans une mesure importante à raccourcir la période de récupération du capital investi.

Quelques exemples d'économies réalisées sont donnés à la section 4.3. (techniques de minimisation des déchets).

7.4 Éco-taxes et Éco-redevances

Les éco-taxes sont généralement considérées comme des outils efficaces pour introduire des dispositifs de prévention de la pollution dans des secteurs importants de l'économie. L'expérience acquise à ce jour a montré qu'elle a permis d'enregistrer d'assez bons résultats, incitant ainsi plusieurs pays à suivre cet exemple.

Les termes de **taxes et redevances** devraient être interprétés comme englobant tous les paiements obligatoires sans contrepartie, que les recettes aillent directement au budget de l'État ou qu'elles soient affectées à des fins particulières.

Il existe aussi diverses sortes de redevances qui se recoupent souvent telles que:

- les redevances couvrant le coût du contrôle et/ou de la surveillance de l'utilisation de l'environnement;
- les taxes d'incitation à changer un comportement préjudiciable à l'environnement;
- les taxes entraînant des recettes qui influent sur le comportement et qui génèrent encore des recettes.

Certains exemples de ces taxes sont présentés sur le tableau 10.

Ces taxes et d'autres sont en général planifiées au niveau de l'administration nationale et contrôlée au niveau local par les services d'inspection compétents. S'agissant de l'industrie, elles peuvent offrir de puissantes incitations économiques à améliorer les performances environnementales dans le long terme, en dépit des critiques émises par les associations industrielles sur le surcroît de charges qu'elles entraînent.

Tableau 10
Éco-taxes/redevances

| Type | Secteur concerné |
|---------------------------------------|---|
| Taxes sur l'azote | Taxe imposée aux grande centrales /importants producteurs d'énergie |
| Redevances sur les eaux usées | Stations d'épuration /industries – Habitations |
| Taxes sur les emballages | Chargeurs ou importateurs de conteneurs pour des produits mis sur le marché/ chargeurs – emballeurs |
| Taxes sur les piles-accumulateurs | Consommateurs – Industrie des piles-accumulateurs |
| Taxes sur les agglomérés | Secteur du bâtiment |
| Taxes/redevances sur les pesticides | Agriculture/fabricants de pesticides |
| Taxes sur les décharges | Sites de décharge/industrie du recyclage |
| Redevances sur les prélèvements d'eau | Compagnies de l'eau |

Source: Study on environmental taxes and charges in the European Union – ECOTEC in association with CESAM, CLM, University of Gothenburg, UCD, IEEP, 2001.

8. GLOSSAIRE

- **Effluent industriel**
Déchets liquides provenant d'installations de production industrielles, à l'exclusion des eaux usées provenant du personnel de l'entreprise (réseau d'assainissement municipal).
- **Minimisation des déchets**
Intervention dans les cycles de production de déchets par l'adoption de mesures de prévention et/ou de recyclage, récupération et réutilisation.
- **MPE (Meilleure pratique environnementale)**
Application de la combinaison la plus appropriée de mesures et stratégies de protection de l'environnement.
- **MTD (Meilleures techniques disponibles)**
Dernier point des connaissances concernant les procédés, installations et méthodes d'exploitation les plus efficaces qui indique l'opportunité pratique de telle ou telle mesure de limitation des rejets, émissions et déchets.
- **PPP (Production plus propre)**
Application suivie d'une stratégie intégrée de prévention environnementale aux procédés, produits et services en vue d'accroître leur efficacité globale et de réduire les risques pour l'homme et l'environnement.
- **Pratiques de bonne gestion d'entreprise ("Good Housekeeping")**
Changement de l'attitude ou du comportement contribuant, par l'adoption de mesures de gestion simples, à améliorer le rendement d'une entreprise, son management environnemental et sa compétitivité.
- **Prétraitement**
Tout traitement indispensable à l'élimination partielle des polluants des effluents industriels avant leur rejet dans un réseau d'égouts.
- **SME (Système de management environnemental)**
Partie du système de management général d'une entreprise comprenant la structure organisationnelle, les attributions, pratiques, procédures, procédés et ressources en vue de définir et mettre en œuvre la politique d'environnement de ladite entreprise.
- **TP (technologies propres)**
On peut entendre par technologie propre un sous-ensemble d'activités de production plus propre privilégiant le procédé de fabrication proprement dit et prévoyant l'intégration des meilleurs systèmes de production pour réduire au minimum le préjudice environnemental et optimiser le rendement de la production à partir d'un grand nombre ou de la totalité des intrants.
- **Prévention des déchets**
Mesures évitant la génération de déchets.
- **Recyclage des déchets**
Collecte des déchets générés par un système/une installation et leur réintroduction dans le même cycle ou un cycle similaire de production.
- **Réutilisation des déchets**
Collecte des déchets générés sous forme de sous-produits d'un système/une activité et leur réutilisation comme intrant dans un autre cycle de production.

9. RÉFÉRENCES

- Treatment and discharge of industrial wastewater in the Mediterranean area, Report on a WHO Workshop, World Health Organisation (Regional Office for Europe), 1986.
- U.S.EPA Waste minimization opportunity assessment manual, 1988.
- Environmental aspects of the metal finishing industry: a technical guide – UNEP/Industry & Environment Office (UNEP/IEO) – Technical report series No 1, 1989.
- Code pratique pour la gestion écologiquement rationnelle des rejets liquides dans la mer Méditerranée - PAM/PNUE (CAR/PAP), 1990.
- Environmental management tools – UNEP/Industry & Environment Office (UNEP/IEO) – Vol. 18, No.2 - 3, 1995.
- Lignes directrices pour le traitement des effluents avant leur rejet dans la mer Méditerranée– N° 111 de la Série des rapports techniques du PAM, OMS/PNUE, Athènes, 1996.
- Clean technologies for waste minimization (final report) – EU Commission (DGENV), 1997.
- LIFE in action: Demonstration projects for Europe's environment / 96 success stories – European Commission, 1998.
- Good housekeeping practices programme, design and application in industry – PAM/PNUE (CAR/PP), 2000.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Executive Summary of the Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins (EIPPCB), 2001.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Executive Summary of the Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals processing industry (EIPPCB), 2001.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Textiles industry (EIPPCB), 2001.
- The wastewater treatment handbook, Commission of the European Communities, DG for Regional Policies – DG for the Environment (produced by AMBER).
- Diagnostic environnemental des opportunités de minimisation (DEOM) – PAM/PNUE (CAR/PP).
- Study on environmental taxes and charges in the European Union – ECOTEC in association with CESAM, CLM, University of Gothenburg, UCD, IEEP, 2001.
- State of cleaner production in the MAP countries – UNEP/MAP (CP/RAC), 2001.
- Plan régional de réduction de 50%, d'ici à 2005, de l'apport de DBO d'origine industrielle, PAM/PNUE, 2002.
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Draft Reference Document on Best Available Techniques in the food, drink and milk industry (EIPPCB), 2002.
- Lignes directrices pour l'Établissement du Bilan de base des émissions/rejets de polluants - PAM/PNUE, 2002.
- Regional guide for the application of Best Available Techniques, Best Environmental Practices and Cleaner Technologies in industries of the Mediterranean countries (draft) – PAM/PNUE (CAR/PP), 2002.
- International Organization for Standardization (ISO) – Environmental management systems, 2002.

LIST OF MAP TECHNICAL SERIES REPORTS

Please note that the MTS Reports are available from our web site at www.unepmap.org

MTS 152. UNEP/MAP/MED POL/WHO: **Guidelines on sewage treatment and disposals for the Mediterranean Region.** MAP Technical Reports Series No. 152, UNEP/MAP, Athens, 2004. (English, French).

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: **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, Arabic).

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).

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). PNUE/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). PNUE: **Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.**

MTS 94. UNEP: **Proceedings of the Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources.** MAP Technical Reports Series No. 94. UNEP, Athens, 1995 (214 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Actes de l'Atelier sur l'application d'une approche intégrée au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau.** (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. PNUE: **Une contribution de l'écologie à la prospective. Problèmes et acquis.** MAP Technical Reports Series No. 91. Sophia Antipolis, 1994 (162 pgs.) (français seulement).

MTS 90. UNEP: **Iskenderun Bay Project. Volume II. Systemic and Prospective Analysis.** MAP Technical Report Series No. 90. Sophia Antipolis, 1994 (142 pgs.) (Parts in English or French only). PNUE: **Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective.** (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). PNUE: **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. PNUE/UICN: **Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente.** MAP Technical Reports Series No. 83. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pgs.) (français seulement).

MTS 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). PNUC/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). PNUC: **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). PNUC/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). PNUC/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). PNUC/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). PNUC/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). PNUC/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). PNUC/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 prolifération's de medusas en Méditerranée. Actes des IIèmes 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 Proteccion del Mar Mediterraneo contra la Contaminacion.**

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). PNUE/OMM: **Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE.** (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). PNUE/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). PNUE/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). PNUE/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). PNUE/COI: **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). PNUE/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). PNUE: **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).