



**Programme des
Nations Unies
pour l'environnement**



UNEP(OCA)/MED WG.127/5
15 mai 1997

FRANCAIS
Original: ANGLAIS

PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE

Réunion des coordonnateurs nationaux
pour le MED POL

Delphes, Grèce, 20-23 mai 1996

**PROGRAMME DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONFORMITE
DANS LES ZONES COTIERES ET SITES CRITIQUES DE POLLUTION**

TABLE DES MATIERES

	Page
RAPPEL DES FAITS	
1. INTRODUCTION	1
2. CONTROLE DE LA CONFORMITE	2
2.1 Fondement de l'action	2
2.2 Objectifs	2
2.3 Activités	3
2.4 Surveillance continue des niveaux et effets de contaminants dans le cadre de MED POL - Phase III	3
2.4.1 Surveillance continue de la conformité	4
2.4.2 Conception du programme	4
2.4.3 Programme d'assurance qualité des données	5
3. UTILISATIONS DE L'EAU (PRESENTEES ET PROJETEES) ET EVALUATION DE LEUR IMPORTANCE	6
3.1 Maintien de l'écosystème	6
3.2 Utilisations du système marin à protéger	6
3.2.1 Santé humaine	6
3.2.2 Agréments, valeurs esthétiques et loisirs	7
3.2.3 Aquaculture et pêche	7
3.2.4 Tourisme	8
3.2.5 Utilisations industrielles de l'eau	8
3.2.6 Utilisations commerciales de l'eau	9
4. CRITERES DE QUALITE	9
4.1 Capacité de l'environnement	9
4.2 Critères-normes de qualité de l'eau	9
4.2.1 Procédure proposée pour l'établissement de critères	10
4.3 Maîtrise des rejets sur la base d'objectifs de qualité du milieu	11
5. SOURCES DE POLLUTION	14
5.1 Sources ponctuelles	14
5.2 Sources diffuses (non ponctuelles)	14
6. PROGRAMME DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONFORMITE	15
6.1 Portée du programme	15
6.2 Zone où s'exerce la surveillance	16
6.2.1 Bilan de la zone	16
6.2.2 Cartes	18
6.3 Conception générale	19
6.4 Etablissement du rapport préliminaire	20
6.5 Echantillonnage	20
6.5.1 Matrices et emplacements	20
6.5.1.1 Sources ponctuelles	20
6.5.1.2 Sources diffuses	23

	Page	
6.5.2	Fréquence d'échantillonnage	23
6.5.3	Méthodes de référence	24
7.	SURVEILLANCE DE LA CONFORMITE DANS LE MILIEU MARIN	25
7.1	Substances assujetties aux dispositions de la Convention de Barcelone	25
7.1.1	Substances assujetties	25
7.1.2	Mesures adoptées par les Parties contractantes	26
7.2	Milieux dans lesquels les contaminants devraient être surveillés	26
7.2.1	Surveillance de la conformité des conditions sanitaires	26
7.2.2	Surveillance de la conformité de l'eau de mer	27
7.2.3	Surveillance de la conformité des sédiments	30
7.2.3.1	Introduction	30
7.2.3.2	Méthodes utiles	31
7.2.3.3	Objectifs des tests de toxicité des sédiments	31
7.2.3.4	Caractérisation des sédiments	33
7.2.3.5	Echantillonnage et stockage des sédiments à tester	34
7.2.3.6	Evaluation des sédiments contaminés	34
7.2.3.7	La méthode des critères de qualité	34
7.2.4	Surveillance de la conformité des biotes	35
7.2.4.1	Définitions	35
7.2.4.2	Biosurveillants sensibles	36
7.2.4.3	Sélection des contaminants	36
7.2.4.4	Sélection des organismes	38
8.	SURVEILLANCE DE LA CONFORMITE AUX "POINTS CHAUDS" (OU "SITES CRITIQUES")	38
8.1	Définitions	38
8.2	Indicateurs (primaires) de "points chauds"	39
8.3	Surveillance de la conformité aux "points chauds" ("sites critiques")	39
9.	CONTROLE DE LA QUALITE ANALYTIQUE	40
9.1	Généralités	40
9.2	Programme de contrôle de la qualité	40
9.3	Méthodes d'analyse	40
9.4	Contrôle des performances analytiques	41
9.4.1	Précision et exactitude	41
9.4.2	Evaluation des performances quotidiennes	41
9.4.3	Courbes de contrôle de la qualité	41
9.4.3.1	Courbes de contrôle de Shewhart	42
9.4.3.2	Courbes de contrôle de la précision	42
9.4.3.3	Courbes de contrôle de l'exactitude	42
9.5	Gestion et notification des données	42
10.	ANALYSES DES CAPACITES DE CONFORMITE	42
11.	APPLICATION EFFECTIVE	46

	Page
12. ORGANISATION	50
12.1 Mise en place d'un organisme de contrôle des eaux côtières	50
12.1.1 Collecte de l'information	50
12.1.2 Définition et approbation de la politique de maîtrise de la pollution	51
12.1.3 Mise en oeuvre de la politique	51
12.1.4 Surveillance continue des résultats obtenus	51
12.2 Gestion des réseaux d'eaux usées (collecte, épuration et évacuation)	52
12.3 Surveillance continue des eaux et effluents du littoral	52
12.4 Recherche	52
13. ETAPES D'UN PROCESSUS DE SURVEILLANCE DE LA CONFORMITE	53
14. REFERENCES	56

RAPPEL DES FAITS

A la suite de la première phase de la mise en oeuvre du programme MED POL (MED POL - Phase I) de 1975 à 1980, les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont approuvé un programme à long terme sur dix ans (MED POL - Phase II, 1981-1990) comprenant une composante "recherche" et une composante "surveillance continue". En 1991, les Parties contractantes ont prorogé la Phase II du MED POL jusqu'en 1995, puis le programme a encore été prorogé d'une année jusqu'en 1996 pour permettre de le mener à bien et de formuler la phase suivante.

En 1992, le Bureau des Parties contractantes a demandé au Secrétariat d'organiser la préparation d'une évaluation approfondie du programme MED POL par des experts et scientifiques extérieurs au Secrétariat du PAM, en vue d'utiliser cette évaluation pour l'élaboration de la Phase III du MED POL. Cette évaluation a été présentée à la Huitième réunion ordinaire des Parties contractantes en octobre 1993 (PNUE, 1993a). Lors de cette réunion, les Parties contractantes sont convenues officiellement de la préparation de la Phase III couvrant la période 1996-2005, et elles ont assigné un certain nombre d'objectifs et de principes fondamentaux à cette préparation (PNUE, 1993b, annexe IV).

La réunion d'experts sur l'élaboration de MED POL - Phase III, qui s'est tenue à Izmir en juin 1994, après avoir examiné les succès et les déficiences des Phases I et II du programme MED POL, a établi un projet de programme de MED POL - Phase III qui a été soumis pour approbation à la réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique en avril 1995. La réunion n'a pas été en mesure d'examiner le document, faute de temps, et les délégations ont donc été invitées à communiquer par écrit leurs observations au Secrétariat. Après examen des observations reçues et prise en compte des résultats de la consultation informelle sur MED POL - Phase III (Athènes, décembre 1995), le document a été révisé pour l'aligner sur le Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée (PAM - Phase II) approuvé par les Parties contractantes en juin 1995. Le document révisé a été soumis à la réunion des coordonnateurs nationaux pour le MED POL (Athènes, mars 1996), à la réunion des points focaux du PAM (Athènes, mai 1996) et enfin à la réunion extraordinaire des Parties contractantes (Montpellier, 1er-4 juillet 1996) où il a été adopté (PNUE, 1996).

Aux termes de l'annexe concernant le programme MED POL - Phase III, deux types fondamentaux de surveillance seront organisés: la surveillance continue de la conformité et la surveillance continue des tendances. Le présent document est consacré à la surveillance continue de la conformité et est proposé comme guide aux Parties contractantes pour application de ces types d'activités.

1. INTRODUCTION

Le rejet incontrôlé, au cours de ces dernières décennies, de déchets liquides dans la mer Méditerranée, a occasionné des dommages si graves au milieu marin que tous les pays riverains ont décidé d'enrayer cette évolution en ratifiant et en appliquant la Convention de Barcelone et ses Protocoles. Le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM), qui a résulté de cette résolution commune, constitue le dispositif essentiel d'identification des problèmes et de mise en oeuvre des techniques de gestion pour y faire face.

Lors de la première décennie du PAM, il s'est avéré que l'insuffisance des programmes de lutte contre la pollution constituait l'une des principales raisons de la dégradation du milieu marin: rejets de déchets liquides ne s'accompagnant pas d'un traitement approprié, absence de réalisation d'études d'impact sur l'environnement (EIE), évaluation erronée de la capacité d'absorption du milieu marin de la Méditerranée, exploitation peu satisfaisante des stations d'épuration existantes, etc.

Le PAM est maintenant entré dans sa troisième décennie et la nécessité d'un contrôle effectif des principales sources de pollution sur le pourtour de la Méditerranée est devenue patente: la ratification du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique et la Déclaration de Gênes avaient déjà marqué des pas importants dans cette direction.

L'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM/PNUE) participe activement à l'effort commun et a établi le présent document pour qu'il serve à une surveillance avisée de la conformité des effluents et du système marin ambiant, et notamment des "sites critiques", aux règlements et dispositions juridiques.

Le présent document a pour objet de fournir des instructions et une orientation pratiques pour la collecte et l'évaluation des informations nécessaires à la surveillance de la conformité des effluents et du milieu marin ambiant.

Les aspects techniques pourront être consultés dans la liste des publications jointe en références et dans d'autres documents techniques (comme divers manuels).

On insistera sur l'importance qu'il y a à évaluer la capacité d'absorption d'une masse d'eau, sur l'élaboration d'une planification et d'une évaluation régionales, sur la mise au point de critères de qualité et d'objectifs de qualité, et sur un traitement adéquat des données de la surveillance, car ces aspects sont souvent ignorés ou sous-estimés.

Comme le présent document constitue un premier pas vers l'élaboration de programmes de lutte contre la pollution, il conviendra, dans un proche avenir, d'amorcer d'autres actions plus détaillées au plan technique en vue d'une application effective du Protocole "tellurique".

On citera notamment, à titre indicatif:

- techniques de gestion des sources industrielles et urbaines de pollution (charges des cours d'eau);
- élaboration et application de critères de qualité pour les effluents et le milieu marin ambiant;
- mesures pour maîtriser les sources diffuses de pollution;
- évaluation permanente actualisée des sources ponctuelles de pollution;

- préparation d'un document d'analyse des capacités de conformité
- élaboration d'un document pour la surveillance de la conformité des sédiments;
- création d'un organisme chargé de l'application effective des Protocoles;
- identification des zones sensibles et des "sites critiques" en Méditerranée;
- élaboration et instauration de procédures d'inspection.

Certains pays ont déjà élaboré et mis en oeuvre certaines de ces mesures, mais il manque des méthodes opérationnelles bien définies ajustées aux conditions spéciales de l'environnement méditerranéen.

2. CONTROLE DE LA CONFORMITE

2.1 Fondement de l'action

La conformité aux dispositions du PAM- Phase II, de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles (en particulier des Protocoles "tellurique" et "immersions"), et en particulier aux décisions et recommandations adoptées par les réunions des Parties à la Convention¹, est la clé d'une protection efficace de l'environnement de la mer Méditerranée. Les décisions et recommandations s'appliquant à la réduction, la prévention et la maîtrise de la pollution sont:

- (a) les objectifs pertinents de la Déclaration de Gênes, adoptée par les Parties contractantes en 1985², à atteindre en priorité au cours de la deuxième décennie du Plan d'action pour la Méditerranée;
- (b) les plans d'action, programmes et mesures concrètes adoptés par les Parties contractantes dans le cadre de la mise en oeuvre du Protocole "tellurique"³; et
- (c) les décisions pertinentes des Parties contractantes, notamment le point 6 de la Résolution de Barcelone adoptée par la Conférence de plénipotentiaires (Barcelone, 9-10 juin 1995).

2.2 Objectifs

Les objectifs spécifiques de cette composante du programme sont les suivants:

- (a) surveiller sur une base continue la mise en oeuvre des plans d'action, programmes et mesures de lutte contre la pollution adoptés ou recommandés par les Parties contractantes et évaluer le caractère effectif de leur mise en oeuvre;

¹ Par. 3 de l'article 13 de la Convention de Barcelone (1995) et article 10 du Protocole "tellurique" (1996).

² Déclaration de Gênes, UNEP(OCA)/IG.56/5.

³ Les mesures communes adoptées à ce jour sont récapitulées dans le n° 95 de la Série des rapports techniques du PAM.

- (b) identifier les problèmes rencontrés par les Parties contractantes au cours de la mise en oeuvre de ces plans d'action, programmes et mesures, et formuler des propositions susceptibles d'aider à les surmonter⁴; et
- (c) tenir les Parties contractantes régulièrement informées de l'état de la mise en oeuvre des plans d'action, programmes et mesures adoptés⁵.

2.3 Activités

Les objectifs énoncés seront atteints par:

- (a) l'analyse et l'évaluation à un niveau national, sous-régional ou régional des données et informations générées sur les plans d'action, programmes et mesures de lutte contre la pollution⁶;
- (b) des programmes de surveillance de la conformité⁷ réalisés par des institutions nationales coopérant au MED POL;
- (c) l'analyse et l'évaluation des données et informations provenant des programmes nationaux de surveillance de la conformité et transmis par le biais des coordonnateurs nationaux pour le MED POL;
- (d) des recherches ciblées en appui des programmes nationaux de surveillance de la conformité; et
- (e) l'établissement de rapports récapitulatifs à l'intention des Parties contractantes sur l'état de la mise en oeuvre des plans d'action, programmes et mesures, y compris des recommandations sur les divers moyens d'améliorer l'efficacité de leur mise en oeuvre.

2.4 Surveillance continue des niveaux et effets des contaminants dans le cadre de MED POL - Phase III

1. On distingue deux grands types de surveillance dans le cadre du programme MED POL - Phase III: la surveillance continue des tendances et la surveillance continue de la conformité. Des études sont également effectuées pour compléter les données de la surveillance et faciliter la prise de décisions à des fins de gestion.

2. La surveillance continue de la conformité est définie comme la collecte de données dans le cadre de programmes de surveillance pour vérifier que les conditions réglementaires d'une activité donnée sont remplies, comme par exemple une concentration de mercure dans des effluents. Si un cas de non conformité est relevé, des mesures appropriées visant l'application effective peuvent être prises et aggravées jusqu'à ce que la conformité soit obtenue.

⁴ Paragraphe 17.25 (b) de l'Agenda 21.

⁵ Paragraphe 17.35 (b) de l'Agenda 21.

⁶ Article 26 de la Convention de Barcelone (1995); articles 4, 5 et 6 du Protocole "immersions" (1995); et article 13 du Protocole "tellurique" (1996).

⁷ Article 12 de la Convention de Barcelone (1995) et article 8 du Protocole "tellurique" (1996).

3. La surveillance des tendances est définie comme la mesure répétée de concentrations ou d'effets de contaminants sur une période donnée en vue de déceler d'éventuelles variations en fonction du temps. Ce type de surveillance fournit des données qui peuvent servir à évaluer l'état de l'environnement et le caractère effectif des mesures antipollution prises. Si le caractère effectif de ces mesures paraît insuffisant, il peut être pris de nouvelles initiatives, comme par exemple la formulation de nouvelles mesures ou la révision des mesures existantes, etc.

4. Selon les matrices et les paramètres inclus dans le programme, la surveillance sera exercée dans les buts suivants:

- (a) surveillance de la conformité;
- (b) surveillance des tendances.

2.4.1 Surveillance continue de la conformité

- **Surveillance de la conformité des conditions d'ordre sanitaire** (par exemple: qualité des zones de baignade et des eaux utilisées pour l'aquaculture, qualité des produits de la mer). Ce type de surveillance est d'une portée nationale, bien que les données puissent également servir aux évaluations régionales. Un étude très complète de la surveillance microbiologique et sanitaire des zones à usage récréatif et des zones conchylicoles figure, de manière très détaillée, dans les documents WHO/UNEP (1994) et (1996).
- **Surveillance de la conformité des effluents** pour déterminer s'il y a conformité aux mesures communes adoptées quant aux concentrations de contaminants dans les effluents (mercure, cadmium, etc.); et
- **surveillance de la conformité dans les "sites critiques"** pour déterminer s'il y a conformité aux objectifs de qualité du milieu ou aux valeurs limites fixées (par ex., DDT dans l'eau).

2.4.2 Conception du programme⁸

Pour la surveillance de la conformité comme pour celle des tendances, il est essentiel que les questions posées puissent être testées et spécifiques, autrement dit inscrites dans un contexte statistique. La question doit porter sur un compartiment donné de l'environnement, à savoir l'eau, les matières en suspension, les sédiments ou les biotes. La séquence à suivre est la suivante:

- identifier les niveaux significatifs de variation et les limites de confiance de cette variation à détecter (par ex., avec quelle précision peut-on détecter une réduction de 20 pour cent du nombre d'espèces d'une communauté benthique vivant au niveau des sédiments?);
- acquérir des connaissances sur la variabilité spatiale-temporelle de l'élément destiné à être échantillonné à partir d'une étude théorique ou d'une étude pilote;

⁸ Cf. "Lignes directrices concernant l'utilisation d'organismes marins pour la surveillance des contaminants chimiques en mer", Méthodes de référence PNUE pour les études de la pollution marine, No 6.

- appliquer des analyses de la puissance en vue de rationaliser le programme⁹;
- sélectionner des éléments du programme en fonction des contraintes logistiques¹⁰;
- définir des objectifs de qualité des données et décider à priori des méthodes statistiques à appliquer dans l'analyse des données; et
- sélectionner des sites d'échantillonnage et une fréquence d'échantillonnage sur la base des informations antérieures.

2.4.3 Programme d'assurance qualité des données

Une fois qu'un programme national de surveillance scientifiquement étayé a été conçu, un programme d'assurance qualité des données (AQD) est requis pour assurer la fiabilité des données. Le programme doit porter sur tous les aspects requis de l'assurance qualité des données, et notamment sur:

- un personnel qualifié;
- des installations, un matériel d'échantillonnage et de mesure ainsi que sur d'autres biens fongibles appropriés;
- un étalonnage, un service et un entretien réguliers du matériel;
- un échantillonnage qui réponde à la conception de départ;
- des procédures de gestion des échantillons, notamment le transport, la conservation, le stockage, la dissection des tissus, le broyage des os, l'homogénéisation, le sous-échantillonnage (comportant tous les stades jusqu'à la mesure);
- des vérifications régulières de l'exactitude et de la précision des mesures de routine, au moyen d'analyses appropriées de matériaux de référence (si disponibles) et la présentation des résultats sur des courbes de contrôle;
- l'évaluation externe de la qualité (par ex., participation à des exercices d'interétalonnage);
- des procédures opérationnelles standard (protocoles écrits exposant en détail tous les éléments des procédures de mesure et de contrôle de la qualité);
- le relevé de tous les calculs tels que la traduction et la transcription des données avant présentation finale (registres et/ou ordinateurs); et
- des procédures d'évaluation des données (par ex., conversion des données en rapport).

⁹ Cf. Peterman R.M. et M'Gonigle M., *Statistical Power Analysis and the Precautionary Principle*, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 24, No 5. pp. 231-234. 1992.

¹⁰ Voir également de nouvelles conceptions expérimentales (Underwood, Aus. J. Mar. Sci. 1993).

Les résultats obtenus par échantillonnage, mesure et observation doivent non seulement être d'une qualité (précision et exactitude) suffisante mais aussi répondre aux prescriptions des objectifs¹¹ et être comparables à l'échelle de la Méditerranée.

3. UTILISATIONS DE L'EAU (PRESENTES ET PROJETEES) ET EVALUATION DE LEUR IMPORTANCE

3.1 Maintien de l'écosystème

Bon nombre des principales utilisations des eaux marines par l'homme dépendent d'un maintien et d'un renforcement efficaces des écosystèmes existants ou, dans quelques cas, de la création et du maintien d'écosystèmes nouveaux et artificiels à des fins précises.

Un écosystème comprend toutes les composantes biologiques et non biologiques (géologiques, physiques et chimiques) de l'environnement, avec leurs interactions extrêmement complexes. Les études des écosystèmes doivent porter sur tout ce qui se trouve au sein de la masse d'eau, tout ce qui en part et tout ce qui y est introduit. Les recherches menées dans ce cadre ont montré que les éléments biotiques comprennent des producteurs de matières organiques, plusieurs niveaux de consommateurs, et des décomposeurs. Dans la situation la moins complexe, ces éléments agissent à des rythmes régis par les facteurs abiotiques pour transférer l'énergie et recycler les matières.

3.2 Utilisations du système marin à protéger

Les eaux marines servent à l'homme pour toute une série d'utilisations qui sont d'une importance exceptionnelle. Nombre d'entre elles offrent des avantages locaux substantiels, tels que la production de coquillages ou des activités de loisir. D'autres offrent des avantages régionaux en raison de l'unité globale du système marin, car des facteurs locaux influent sur la qualité de l'eau à grande distance et en subissent réciproquement l'influence.

Un grand nombre des utilisations des eaux marines dépendent directement de la nature et de la qualité de systèmes biologiques, chimiques et physiques en jeu. Les efforts consentis pour protéger et renforcer ces utilisations sont limités par notre capacité à appréhender et protéger les conditions ambiantes qui sont indispensables aux biotes.

3.2.1 Santé humaine

Théoriquement des critères sanitaires pour les eaux côtières devraient consister en séries de relations exposition-réponse entre les facteurs d'exposition du milieu et les effets induits chez les groupes exposés à la pollution. Mais quand il s'agit d'êtres humains, il est souvent difficile d'établir ne serait-ce qu'une courbe cause-effet élémentaire, et encore plus difficile d'obtenir une réponse graduée.

¹¹ Les enseignements tirés des programmes d'assurance qualité, et fondés en grande part sur les pratiques MED POL, sont exposés dans le document "Programmes d'assurance qualité utilisant des organismes marins: assurance qualité et bonne pratique de laboratoire (Méthodes de référence pour les études de la pollution marine, No 57, PNUE 1990).

Les eaux de mer deviennent de plus en plus contaminées aux plans chimique et microbiologique, et elles peuvent présenter un risque sanitaire pour l'homme. L'une des méthodes scientifiques permettant d'établir la relation entre la qualité de l'eau et la morbidité consiste à réaliser une étude épidémiologique.

La surveillance continue de la qualité de l'eau est l'un des moyens pour évaluer le risque potentiel. Cependant, le fait de déceler des agents pathogènes dans les eaux de baignade n'indique pas nécessairement que le taux de morbidité est significativement accru.

3.2.2 Agréments, valeurs esthétiques et loisirs

Les qualités esthétiques de l'eau sont en rapport avec les principes énoncés dans le droit commun. Elles concernent la beauté et la qualité de l'eau, et leur importance est fonction du sens de chacun. Il n'est pas possible d'apporter une justification scientifique de ces qualités au moyen de définitions quantitatives; néanmoins, les décisions concernant les facteurs de qualité reflètent de préférence l'intérêt public.

Les qualités esthétiques impliquent des règles générales de protection de l'eau contre les dommages occasionnés à l'environnement; elles représentent des exigences minimales d'exemption de la pollution et elles sont essentielles pour jouir pleinement des ressources en eau d'une nation.

Tirer profit des agréments ne dépend pas seulement de la disponibilité d'une activité mais de la satisfaction esthétique qu'elle procure. La satisfaction esthétique peut être une force très agissante pour promouvoir la santé publique et le bien-être de la collectivité. Elle en rapport avec les sens de la vue, de l'odorat, du goût et du toucher.

Théoriquement, quand on élabore des critères pour protéger la qualité esthétique, on devrait connaître les relations entre la qualité et d'autres facteurs environnementaux, dans quelle mesure elle est détectée par les sens et le degré de réaction adverse ou favorable qui s'y rapporte. En cherchant cette information, il faut à l'évidence s'assurer que la population dont on veut évaluer la réaction est suffisamment représentative de ceux dont les critères adoptés sont censés protéger les intérêts. Dans de nombreuses zones côtières, cela peut signifier qu'il faut ménager un bon équilibre entre les réactions des résidents et ceux des non-résidents, dont les besoins et les préoccupations peuvent diverger.

3.2.3 Aquaculture et pêches¹²

La base des grandes pêches marines et côtières consiste en la capture d'espèces sauvages se rencontrant dans les estuaires, les eaux du littoral et du large. La qualité et la quantité des apports d'espèces utiles sont régulées par la nature et l'efficacité de plusieurs écosystèmes dont dépend chaque espèce pour son cycle d'évolution. Une pollution à n'importe quel point des sections inférieures d'un cours d'eau, d'un estuaire ou des eaux côtières pourrait donc compromettre les configurations nécessaires et réduire les prises.

Les estuaires jouent un rôle particulièrement précieux pour les pêches. Ils servent de zones de frai, de nurseries, d'asiles aux parasites et aux prédateurs, ainsi que de sources d'aliments extrêmement productives et riches. Etant des réceptacles à la fois pour les cours d'eau qui s'y jettent et pour les villes et les industries implantées sur leurs rives, les estuaires sont naturellement plus sensibles aux dommages occasionnés par la pollution que toute autre partie du système marin. Bien que ces étendues d'eaux côtières soient exceptionnellement

¹² UNEP, 1987.

vulnérables aux dommages physiques et chimiques, les eaux du large le long du littoral peuvent également subir une atteinte du rejet de déchets.

Les polluants peuvent être préjudiciables aux pêches en réduisant le nombre des espèces par suite d'une mortalité directement causée par la toxicité, l'étouffement, une chaleur insupportable ou d'autres modifications fatales. On peut également enregistrer une diminution des espèces quand un polluant occasionne un stress sublétaux qui entrave leur alimentation, leurs déplacements ou une autre fonction essentielle.

3.2.4 Tourisme

Le tourisme constitue une activité économique très importante dans nombre de pays. Son essor va se poursuivre et il est souhaitable à la fois pour l'économie et la prospérité de la collectivité. De plus, il contribue à la création d'emplois et au développement régional.

Les ressources de l'environnement sont un élément majeur du tourisme et un environnement sain est un facteur vital pour les zones touristiques. Une essor touristique effréné diminuerait la qualité des zones concernées et éventuellement leur capacité à générer des revenus.

Les autorités compétentes devraient veiller à ce que les décisions concernant les plans de développement touristique reposent sur les informations disponibles les plus complètes possible. Une étude d'impact sur l'environnement devrait être effectuée pour les projets importants d'aménagements touristiques de manière à évaluer les dommages potentiels pour l'environnement à la lumière de l'expansion touristique envisagée et de la demande en période de pointe.

En ce qui concerne les déchets résiduels, le problème le plus largement répandu dans les collectivités des stations touristiques est celui de la pollution de l'eau par le rejet d'effluents insuffisamment traités. Les masses d'eau, qui sont parmi les ressources les plus attrayantes pour le développement touristique, servent aussi de moyen d'évacuation commode et bon marché des eaux usées.

3.2.5 Utilisations industrielles de l'eau

L'industrie utilise l'eau à des fins multiples comme le refroidissement, le nettoyage du matériel, la production, le lavage, etc. Il convient aussi de mentionner le recours à l'eau pour le rejet final des effluents industriels.

L'eau de mer sert le plus souvent de réceptacle aux effluents industriels et les critères pour l'établissement de normes de qualité du milieu et de qualité des effluents sont mentionnés plus loin. L'utilisation d'eau de mer au sein même des usines est assez limitée et ne concerne que le refroidissement, le lessivage des sols, etc. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de recourir à des critères de qualité du milieu plus rigoureux que ceux appliqués aux eaux de baignade et aux zones de pêche. Des précautions spéciales ne sont à prendre que pour protéger les châteaux d'eau, etc., contre la salinité de l'eau de mer, et le lessivage des sols ne soulève pas de problèmes particuliers.

3.2.6 Utilisations commerciales de l'eau

Les ports, les installations de réception pour les navires et le transport maritime sont les principaux domaines d'activité commerciale en rapport avec l'eau de mer. Par contre, les marinas sont habituellement englobées dans le secteur touristique.

L'eau de mer sert principalement à laver et nettoyer les équipements des navires et à évacuer leurs rejets. Ce type d'utilisation a rarement été pris en considération, d'où les conditions très médiocres qui règnent actuellement dans la plupart des ports et des installations de réception en Méditerranée. Ce n'est que depuis peu que l'on a commencé à instaurer des réglementations pour les installations de réception en vue de limiter la pollution marine causée par les navires.

Des critères pour l'application de normes de qualité du milieu et de normes de qualité des effluents pour le trafic maritime restent à analyser et à évaluer.

4. CRITERES DE QUALITE

4.1 Capacité de l'environnement¹³

Tout au long de son histoire, la mer a servi de réceptacle aux déchets anthropiques. Ce n'est que récemment que cette utilisation a été mise en cause en raison des pertes possibles de ressources marines. Le constat que des polluants marins tels que les radionucléides artificiels peuvent compromettre la santé humaine par le biais de la consommation de produits de la mer ou de l'exposition sur les plages, et des catastrophes comme celles de la baie de Minamata (intoxication mercurielle) ont conduit à imposer des restrictions à la libération de certaines substances dans le milieu marin. Cependant, aux yeux de la communauté scientifique, certaines de ces restrictions paraissent arbitraires car elles ne reposent pas sur des notions nouvelles. Il faut absolument prendre conscience que le milieu doit être traité comme une ressource destinée à l'ensemble de la société et que la capacité qu'ont les eaux et les sédiments de recevoir des déchets doit être évaluée en permanence si le renouvellement des ressources doit pouvoir se poursuivre.

Différents termes ont été employés pour décrire le degré auquel l'environnement est en mesure d'accueillir des déchets sans subir d'effets inacceptables. On parle, entre autres, de "capacité de l'environnement": c'est une propriété de l'environnement qui se définit par sa capacité à accueillir une activité ou un degré d'activité sans aucune incidence inacceptable.

4.2 Critères-normes de qualité de l'eau

Les critères de qualité de l'eau spécifient les concentrations des constituants de l'eau qui, si elles ne sont pas dépassées, devraient permettre à l'écosystème aquatique de se prêter à une utilisation de l'eau à un niveau supérieur. Ces critères se fondent sur des données scientifiques tirées d'observation expérimentales ou *in situ* établissant les réactions des organismes à un stimulus ou une substance donnée dans des conditions du milieu identifiables ou régulées sur une période de temps définie.

Les critères de qualité de l'eau n'ont pas pour objet d'assurer le même degré de sécurité ou de survie et de reproduction à tout moment à tous les organismes au sein d'un écosystème donné. Ils sont destinés non seulement à protéger une flore et une faune essentielles dans l'eau

¹³ United States Environmental Protection Agency (US:EPA), 1972.

de même que les utilisateurs directs de l'eau, mais aussi à protéger une flore et une faune qui dépendent de l'eau pour leur existence ou peuvent, à dessein ou non, consommer une portion comestible quelconque de ces ressources biologiques.

Le terme de "critères" ne devrait pas être utilisé de manière interchangeable avec le terme de "norme" ou comme un synonyme de ce dernier. On entend par critère la concentration ou le niveau d'un constituant associé à un degré d'effet sur l'environnement sur lequel peut se fonder un jugement scientifique. Tel qu'il est actuellement utilisé à propos du milieu aquatique, il signifie une concentration déterminée d'un constituant qui, si elle n'est pas dépassée, protégera un organisme, une communauté d'organismes, ou une utilisation qualitative de l'eau à un niveau suffisant de sécurité. Dans certains cas, un critère peut être en fait un énoncé détaillé plutôt qu'une concentration d'un constituant.

En revanche, on entend par norme une exigence juridique concernant une section d'eau ou un effluent. Une norme de qualité de l'eau peut utiliser un critère de qualité de l'eau comme base d'un règlement ou d'une mesure coercitive, mais la norme peut différer du critère en raison des conditions régnant au plan local, telles que la présence naturelle d'acides organiques, en raison de l'importance d'une étendue d'eau particulière, de considérations d'ordre économique, ou du niveau de sécurité qui peut être recherché pour un écosystème donné.

Les critères de qualité ont été conçus pour assurer une protection à long terme. Ils constituent ainsi une base à des normes d'effluent, mais ils n'ont pas pour finalité de devenir des normes d'effluent.

4.2.1 Procédure proposée pour l'établissement de critères

- (a) entreprendre un examen critique de la documentation pertinente;
- (b) déterminer les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, y compris la variabilité dans le temps et l'espace, qui influent sur l'utilisation ou la propriété souhaitée de l'environnement, ce qui peut s'obtenir en partie grâce à des observations préliminaires sur le terrain et à des expériences en laboratoire. Ces données, conjointement à l'utilisation judicieuse de techniques de modélisation mathématique, limiteront le nombre de variables à prendre en compte;
- (c) établir l'importance respective de chaque caractéristique, habituellement dans les limites d'un ordre de grandeur, ce qui peut, ici aussi, s'obtenir grâce à des études sur le terrain et en laboratoire et limitera encore le nombre de variables à prendre en compte;
- (d) déterminer la quantité du stress infligé à la masse d'eau à protéger. Cette quantité peut être exprimée en unités appropriées (par exemple: concentration, masse, volume, énergie, nombre d'organismes). Cette détermination aide à définir l'ampleur du problème;
- (e) déterminer le devenir chimique et physique et la répartition du stress dans le système en tenant compte des facteurs temporels, ce qui nécessite des analyses des divers compartiments du système ainsi que des données hydrologiques;
- (f) déterminer les fractions de la population ou l'utilisation dans la zone à protéger ou retenue pour l'étude qui sont exposées à chacun des différents niveaux de risque. Cette information concernera différents niveaux de risque et sera nécessaire pour établir les normes à partir des critères. Elle nécessite une estimation de taux d'apport à des portions définies du système;

- (g) déterminer la relation exposition/réponse propre au système local en question. C'est là une procédure fondamentale et presque universellement applicable et qui comporte la détermination du point le plus vulnérable du système (par exemple: prédateur de fin de chaîne, homme, poisson, stade du cycle vital, organisme du réseau trophique, enzyme, processus physiologique);
- (h) pratiquer, dans toute la mesure du possible, des expositions expérimentales en laboratoire et/ou sur le terrain de manière à établir un groupe de courbes exposition/réponse rendant compte des effets des variations escomptées des conditions et apports de polluants sur la réponse observée;
- (i) estimer les effets de plusieurs degrés de réponse de la cible sur les niveaux trophiques immédiatement supérieur et inférieur. On obtient ainsi une première estimation de la probabilité d'effets à distance sur l'écosystème, ce qui nécessite la prise en compte des modalités de la bioamplification.

4.3 Maîtrise des rejets sur la base d'objectifs de qualité du milieu

Diverses méthodes ont été utilisées pour maîtriser le rejet de matières polluantes dans une masse d'eau. La plus ancienne est probablement l'imposition de limites identiques à tous les rejets. Elle est souvent appelée "normes d'émission uniformes". On lui substitue désormais dans certains pays une maîtrise basée sur les niveaux de qualité de l'environnement ou du milieu nécessaires pour maintenir l'eau réceptrice dans un état se prêtant à ses utilisations légitimes et requises.

Le système des "objectifs de qualité de l'environnement" se fonde sur la philosophie de la maîtrise des rejets de manière à ce que la masse d'eau réceptrice en tout site donné réponde à ses utilisations légitimes et consacrées. La procédure de maîtrise des rejets sur la base d'objectifs de qualité de l'environnement est illustrée sur la figure 1.

La partie supérieure gauche du diagramme concerne le calcul des niveaux de qualité de l'environnement en tenant compte de la superficie de la masse d'eau et des usages locaux. Les objectifs de qualité pour une utilisation donnée seront similaires dans l'ensemble de la Méditerranée et la procédure visant à décider des niveaux de qualité appropriés dans les divers cas sera simplifiée si les utilisations sont classées et les critères et objectifs de qualité rattachés à chaque utilisation. C'est ce qui est indiqué à la partie supérieure droite du diagramme.

Le stade suivant consiste à décider des conditions et restrictions à appliquer au rejet pour obtenir les niveaux de qualité requis. Il y a deux variables à prendre en compte: le point de rejet et la charge polluante de l'effluent. Pour une zone de baignade définie, il y aura une limite du côté du large et la canalisation devrait se déverser au-delà de cette limite. Pour tout point donné de rejet, la concentration de coliformes fécaux dans l'effluent doit être telle que la dilution, la dispersion et le taux de mortalité de l'indicateur réduiront la concentration de coliformes fécaux à la limite externe de la zone de baignade circonscrite.

Les autorités chargées du contrôle effectuent l'échantillonnage et l'analyse aussi bien de l'effluent pour s'assurer que le rejet se situe dans les limites prescrites que de l'eau de mer pour confirmer que la qualité du milieu au sein de la zone définie satisfait aux objectifs d'utilisation (Procédure de surveillance de la conformité)(la figure 2 complète la figure 1; elles illustrent le mécanisme de contrôle).

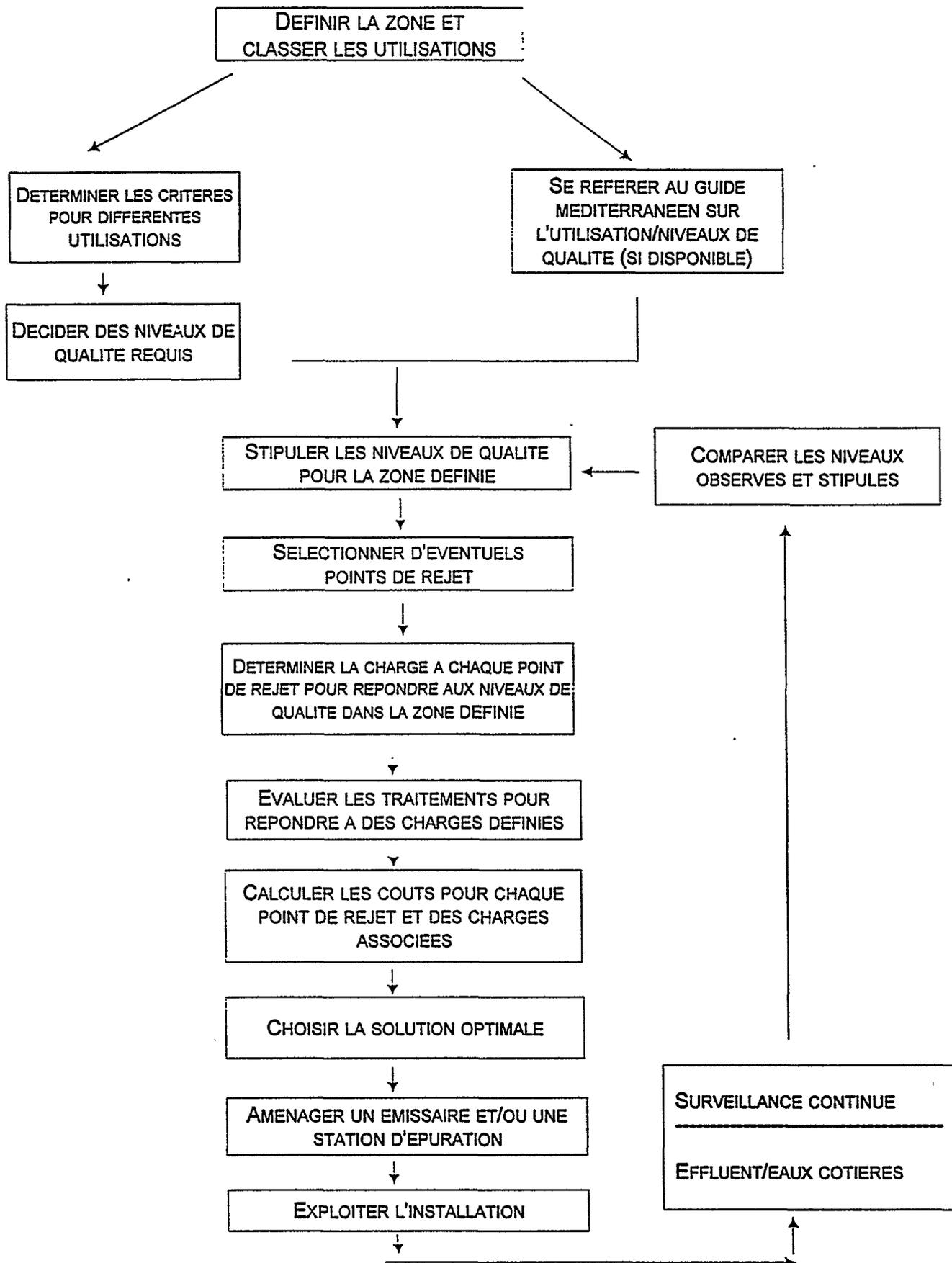


Figure 1.

Schéma illustrant la procédure de maîtrise des rejets grâce à des objectifs de qualité du milieu sur la base de l'utilisation de l'eau (WHO/UNEP, 1979 and UNEP/WHO, 1996)

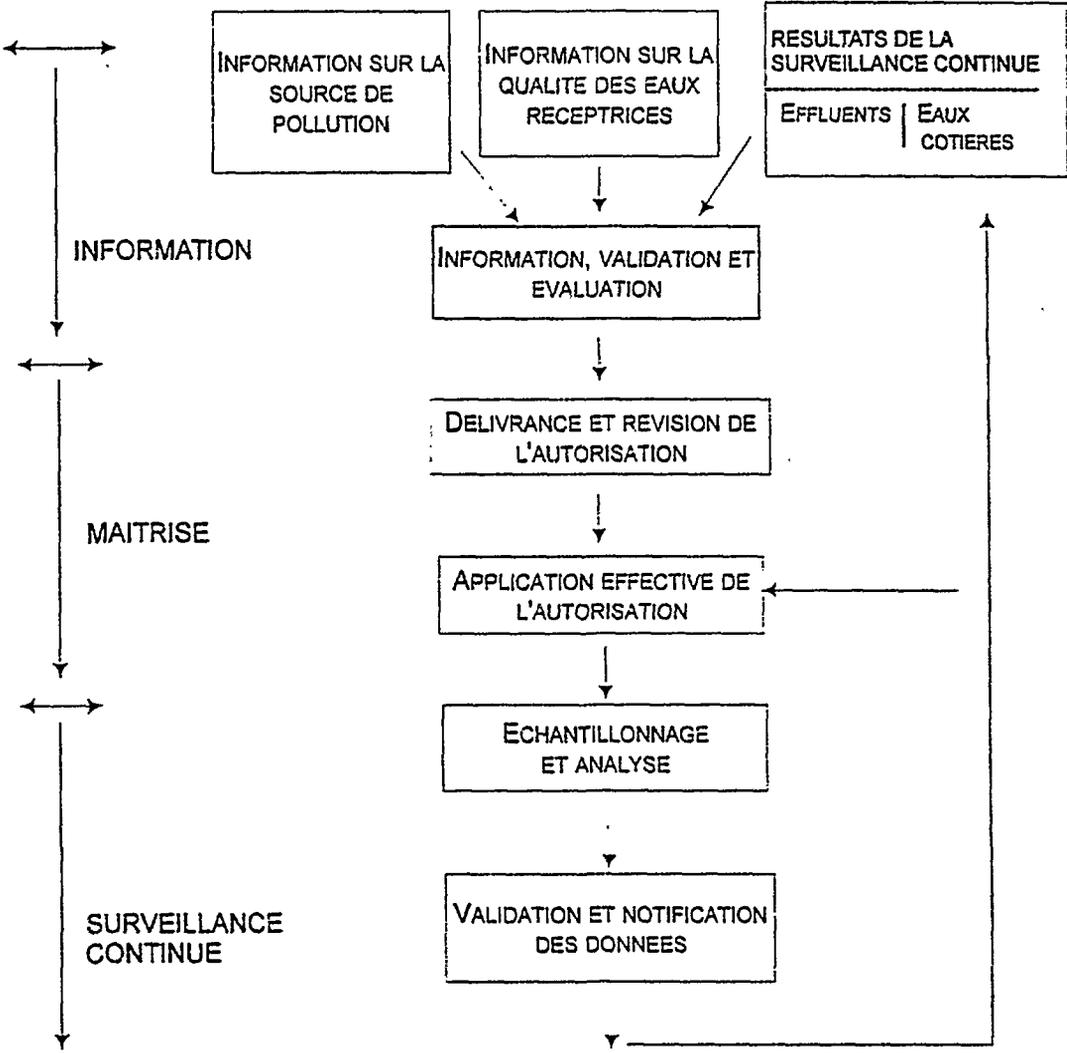


Figure 2.

Schéma illustrant les fonctions exécutives de la lutte contre la pollution du littoral (WHO/UNEP, 1979 and UNEP/WHO, 1996)

5. SOURCES DE POLLUTION

Les sources terrestres de pollution peuvent être classées en deux grands types: les sources ponctuelles et les sources diffuses (non ponctuelles).

5.1 Sources ponctuelles¹⁴

Les sources ponctuelles sont des sources d'où émanent de manière continue ou discontinue des polluants rejetés dans la masse d'eau réceptrice à partir d'un point unique. On citera, comme exemples de telles sources:

- (a) les eaux usées domestiques;
- (b) les déchets industriels;
- (c) le ruissellement urbain:
déversoirs et déversoirs combinés: toutes les sources ci-dessus peuvent se déverser directement dans la zone côtière immédiate à partir de points situés au-dessus ou au-dessous du niveau de la mer, ou bien pénétrer dans le milieu marin à distance de la côte à travers un émissaire sous-marin;
- (d) les cours d'eau: les cours d'eau pollués se jetant dans les zones côtières peuvent être des vecteurs importants provenant de points situés plus à l'intérieur des terres et donc à distance de la mer;
- (e) les lagunes côtières: elles peuvent, elles aussi, représenter d'importantes sources de pollution, surtout si elles servent de réceptacles finals aux déchets;
- (f) Elimination de déchets solides et de boues, sites d'immersion: les déchets solides et les boues éliminés directement dans la mer, que ce soit à partir de points précis à terre, ou bien de barges ou de navires, peuvent être considérés comme des sources ponctuelles de pollution;
- (g) les accidents majeurs et les fuites: les rejets de polluants dans la mer résultant d'une fuite accidentelle ou permanente, ou qui sont dus à des accidents survenant à terre (tels qu'une explosion dans une raffinerie de la côte) sont également classés dans cette catégorie de sources ponctuelles.

5.2 Sources diffuses (non ponctuelles)

Les sources dont émanent des polluants qui ne se déversent pas dans l'eau réceptrice à partir d'un point unique mais à partir de points jalonnant le littoral sont considérées comme des sources diffuses. On peut les classer en:

- (a) ruissellement, chutes de pluie: les eaux de pluies violentes qui s'écoulent de manière désordonnée dans la mer, ou qui sont entraînées par lixiviation dans la mer à partir de sites de décharge ou de zones agricoles à proximité du littoral constituent le principal exemple de sources diffuses;
- (b) petites émissaires: les déversoirs d'assainissement d'eaux usées non traitées et qui sont présents en grand nombre le long du littoral agissent comme des sources diffuses;

¹⁴ WHO/UNEP, 1994.

- (c) la pollution transférée par voie atmosphérique: il est notoire que des quantités considérables de plomb, et éventuellement d'autres métaux en traces, de DDT, de PCB, d'hydrocarbures de pétrole à faible poids moléculaire et d'autres substances organiques sont transférées aux eaux du large par l'atmosphère, que ce soit sous une forme particulaire ou en phase gazeuse (Duce *et al.*, 1976; SCEP, 1979; FAO, 1971). Ainsi, les sources contribuant à la pollution transférée par voie atmosphérique sont à classer, elles aussi, comme sources diffuses.
- (d) Activités "offshore": elles pourraient inclure:
- les plates-formes de production d'hydrocarbures et de gaz;
 - les installations et navires de forage;
 - les installations de stockage au large, y compris les navires-citernes servant à cette fin;

les polluants provenant des activités ci-dessus comprennent:

- l'eau utilisée dans la production;
- l'espace machines;
- les systèmes d'évacuation des installations de traitement et des plates-formes;
- les résidus huileux et les boues provenant des procédés de séparation;
- les hydrocarbures et condensats des essais de puits;
- l'utilisation de produits chimiques, d'anodes et autres matériaux;
- divers déchets:
 - fluides à base d'hydrocarbures;
 - fluides de forage à base d'eau;
 - ordures, et
 - eaux usées.

6. PROGRAMME DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONFORMITE

6.1 Portée du programme

Un programme visant à surveiller les sources terrestres de la pollution marine en vue de contrôler la conformité aux réglementations devrait avoir pour buts:

- (a) de compléter les études de base nécessaires pour contrôler les types et quantités de polluants rejetés ou immergés dans le milieu marin côtier dans toute zone donnée;
- (b) de compiler et de tenir régulièrement à jour un inventaire des sources terrestres de pollution marine, y compris des données sur le devenir probable des polluants;
- (c) d'effectuer un contrôle de la qualité des effluents s'il existe déjà des critères ou des normes, et d'évaluer les mesures antipollution à mettre en oeuvre;
- (d) de compiler des données sur lesquelles fonder les décisions concernant la promulgation et l'application de mesures antipollution quand celles-ci font encore défaut;
- (e) d'établir une base de données qui servira à l'étude d'impact sur l'environnement pour tout projet futur de développement du littoral.

Le schéma général de la figure 3 (adapté de Mancy Allen, 1978) pourrait être suivi lors de la planification d'un programme effectif de surveillance de la conformité. Le principal organigramme occupe le côté gauche de la figure, et le côté droit indique les facteurs à prendre en compte en vue d'une décision pertinente. Comme il ressort du schéma, plusieurs facteurs

conditionnement la planification d'un programme, les contraintes financières pouvant être les plus importantes. Une décision réaliste concernant la surveillance devrait toujours être financièrement possible et le programme de surveillance de la conformité être établi en conséquence.

Quand on prépare un programme de surveillance de la conformité, il est très important de fixer les paramètres qui seront mesurés. D'une manière générale, il dépendront des types de source existants et des polluants rejetés. La détermination peut se fonder sur des données des programmes de surveillance existants ainsi que sur les utilisations de l'eau qu'il s'agit de protéger. Par exemple, les Etats méditerranéens sont convenus de paramètres prioritaires pour la surveillance des sources de pollution dans la région dans le cadre du programme MED POL à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée (MED POL - Phase II). Ces paramètres ont été avant tout conçus pour un programme régional coordonné, et le choix final, dans toute zone donnée, dépendra avant tout des conditions locales. Cependant, il faut également s'attacher à la précision qui est requise et à la précision qu'il est possible d'obtenir car ce sont là des facteurs qui peuvent conditionner l'importance, la performance et le coût du programme de surveillance.

6.2 Zone où s'exerce la surveillance

Un préalable essentiel à tout programme de surveillance de la conformité et aux préparatifs qu'il implique, consiste à évaluer le problème. Avant d'établir le programme, l'impact de la pollution effective et potentielle sur les diverses utilisations des eaux côtières concernées devrait être déterminé grâce à l'acquisition des données pertinentes (évaluation de la zone). L'évaluation de la zone devrait comprendre des descriptifs des parties terrestre et marine du littoral, et les données recueillies devraient être consignées sur une fiche documentaire ou une carte descriptive, ou sur les deux à la fois, selon le cas.

6.2.1 Bilan de la zone

S'agissant de la partie terrestre du littoral, il convient de consigner, en fonction des buts et des visées du programme:

- utilisations du sol: catégories d'utilisations du sol dans l'ensemble de la zone, à savoir notamment l'utilisation des zones côtières immédiates à des fins industrielles, résidentielles, forestières, agricoles, récréatives, ou à une combinaison de ces utilisations;
- ruissellement: recensement des diverses voies d'eau en précisant l'emplacement, le débit et le rejet mensuel de chacune dans la mer, ainsi que les zones où l'on sait qu'une érosion se produit;
- rejets et émissaires d'eaux usées: déversoirs des émissaires, près des plages ou au large, nature des eaux usées (industrielles, domestiques ou mixtes) et débit quotidien total; les rejets industriels devraient être spécifiés;
- traitement des eaux usées: emplacement des stations d'épuration, capacité de traitement en m³ par jour, degré du traitement appliqué;
- sites de décharge: recensement des sites de décharge à proximité des plages, en précisant s'il s'agit d'élimination de déchets solides ou d'eaux usées, ou des deux à la fois, et en communiquant le volume déchargé par an;
- littoral proprement dit: segments de sable, de rochers, de gravier, falaises; préciser si les eaux côtières sont profondes ou peu profondes.

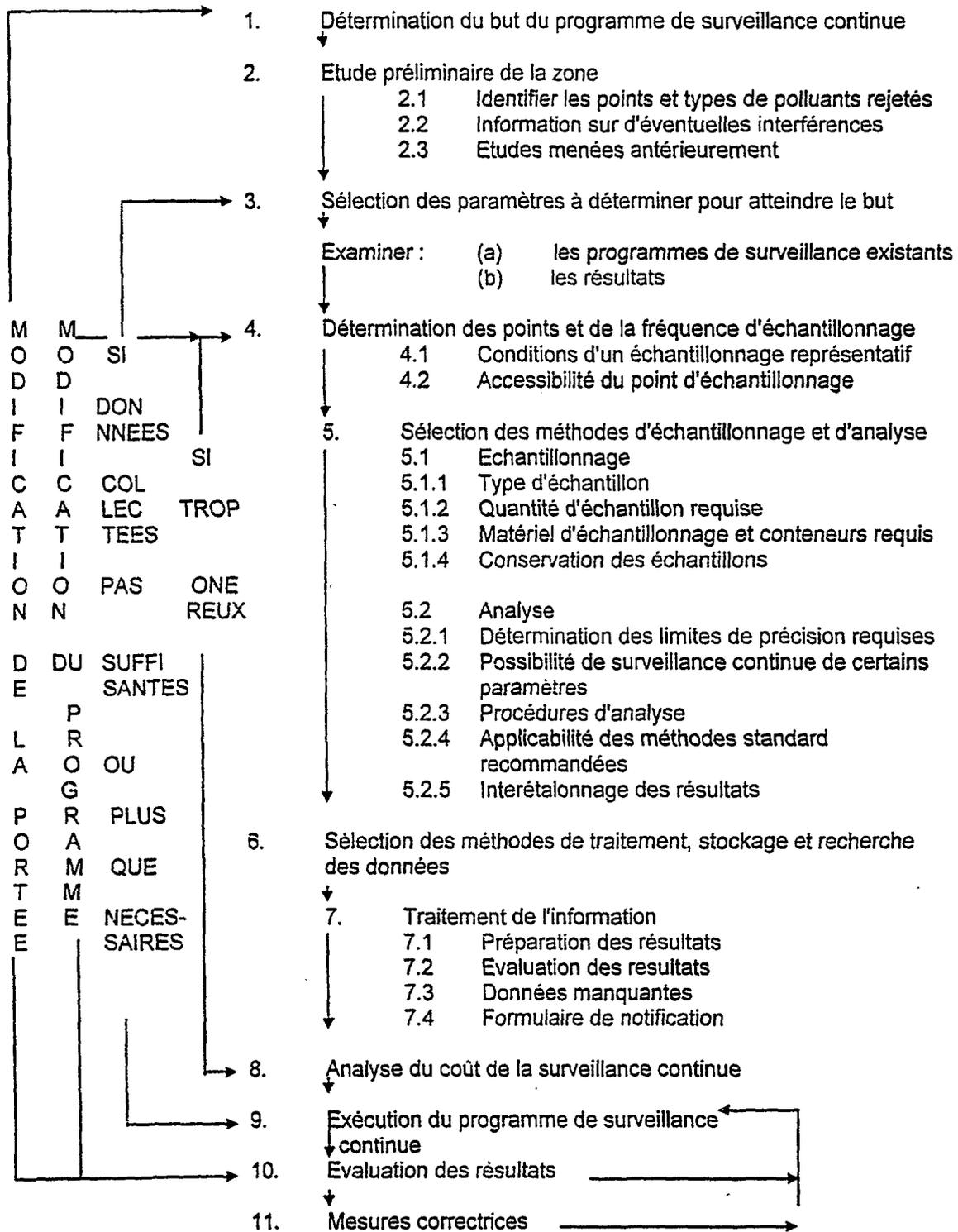


Figure 3.

Proposition d'organigramme pour un programme efficace de surveillance de la conformité
(Mancy, 1978 et WHO/UNEP, 1994)

S'agissant de la partie marine du littoral, il convient de consigner ce qui suit en fonction des buts et visées du programme:

- zones de mollusques/crustacés: les sites et types de mollusques/crustacés seront indiqués sur une carte, en précisant le volume des prises (tonnes/an);
- zones de pêche: sites, types de poisson, et si possible avec des données sur les prises (tonnes/an);
- aires protégées: informations sur les poissons des parcs marins et autres aires protégées similaires;
- sites d'immersion: détermination des emplacements, matières et quantités immergées;
- biotes marins: informations générales sur la flore et la faune marines, les réserves naturelles et de vie sauvage.

Les conditions météorologiques devront être relevées et les observations océanographiques ci-après être effectuées, s'il y a lieu:

- vents: établissement des roses des vents par saison;
- précipitations et température atmosphérique: tableau des précipitations annuelles, avec l'indication de la moyenne des températures atmosphériques mensuelles;
- courants et marées: description des courants avec leurs fluctuations saisonnières et des cycles de marée s'il y a lieu;
- salinité et température de l'eau de mer: sur la base des études disponibles, les données devraient être suffisantes pour renseigner sur la stratification de la colonne d'eau et ses variations saisonnières;
- courbes de niveau bathymétrique: d'après les cartes nautiques;
- balises flottantes et autres aides à la navigation: les indiquer, tout comme tous les autres obstacles importants tels que les épaves ou les récifs.

Etant donné qu'un programme de surveillance continue est un préalable à tout programme de surveillance de la conformité, il va de soi que toutes les données précitées devraient être disponibles avant d'entreprendre la surveillance de la conformité, à moins que des conditions particulières nécessitent des données complémentaires et par conséquent une modification du programme de surveillance continue.

6.2.2 Cartes

Le recours à des cartes appropriées et à des cartes nautiques est un préalable à un programme de cette nature. La première chose à faire est de dresser des cartes détaillées des zones retenues pour la surveillance. Elles devraient, autant que possible, intégrer les données recueillies lors du bilan de la zone:

- (a) déversoirs d'eaux usées et tous autres points de rejet de déchets ou autres;
- (b) sites d'immersion de déchets solides à proximité et au large du littoral;

- (c) courants locaux des eaux côtières par rapport à l'emplacement des sources ponctuelles et des plages.

Il conviendrait de se procurer des cartes géodésiques et nautiques récentes de la zones côtière à étudier. Les cartes nautiques offrent en général un grand intérêt. La situation et l'utilisation de chaque carte définiront normalement l'échelle voulue. Une carte de taille pratique devrait être de format A3 européen (approximativement 42 x 60 centimètres). De nombreuses photocopies permettent une réduction directe du format A3 au format A4, de sorte qu'on peut obtenir une reproduction et présentation économiques des résultats.

Chaque carte devrait indiquer clairement l'emplacement, les coordonnées, l'échelle et l'orientation, et ce avant toute photocopie ou reproduction. Ces caractéristiques comprennent:

- (a) emplacement: utiliser un nom de ville caractéristique ou un repère notoire;
- (b) coordonnées: donner la latitude et la longitude approximatives de l'emplacement;
- (c) échelle: elle devrait être représentée par une ligne graduée, divisée en 100 m ou kilomètres, et non numérique, car elle changerait alors avec l'agrandissement ou la réduction;
- (d) orientation: indiquer N pour le nord, ou fournir les lignes de latitude et de longitude du principal emplacement;
- (e) date: indiquer la date de l'établissement de la carte, si elle est connue.

6.3 Conception générale

Avant toute mise en oeuvre effective du programme de surveillance de la conformité, il importe de décider:

- (a) des matrices à surveiller;
- (b) des paramètres à surveiller dans chaque matrice;
- (c) du nombre et de l'emplacement des points d'échantillonnage;
- (d) de la fréquence d'échantillonnage.

L'ampleur du programme dépendra entièrement des ressources existantes et des ressources complémentaires susceptibles d'être disponibles pour répondre aux besoins. Ces ressources sont:

- (a) un personnel qualifié pour effectuer les échantillonnages et les analyses;
- (b) des installations de laboratoire (équipement, matériel et produits);
- (c) des moyens de transport.

Il convient de se rappeler que, dans pratiquement tous les cas, le minimum essentiel est prescrit par les dispositions des conventions internationales ou d'autres instruments juridiques similaires. Dans la plupart des pays, pour se conformer à des exigences locales, la législation nationale prévoit même plus que ce minimum.

6.4 Etablissement du rapport préliminaire

Un rapport succinct énonçant clairement les buts du programme de surveillance de la conformité et comprenant des informations recueillies lors de l'enquête préliminaire, ainsi qu'un résumé des études antérieures et des cartes connexes, devrait être établi. Ce rapport devrait fournir la base à la finalisation du programme de surveillance de la conformité.

6.5 Échantillonnage

Les techniques d'échantillonnage devraient être déterminées très soigneusement car, même avec les techniques d'analyse les plus sensibles, il n'est pas possible d'obtenir des résultats plus exacts et fiables que n'en peut fournir l'échantillon prélevé.

En matière d'échantillonnage, il n'est pas possible de fournir des instructions précises qui pourraient convenir et s'appliquer dans toutes les conditions. C'est pourquoi, on se bornera ici à esquisser des principes généraux.

Le principe le plus important, pour l'échantillonnage, est de permettre à l'analyse de s'effectuer sur des échantillons qui sont "représentatifs" de l'eau concernée. En d'autres termes, l'échantillon et sa source devraient avoir la même composition. De plus, l'échantillon devrait rendre effectivement compte des variations des caractéristiques de la source en fonction du temps. Et l'échantillonnage devrait être réalisé de manière systématique afin de réduire au minimum les disparités.

Le choix de l'emplacement du point d'échantillonnage, ainsi que de la fréquence de l'échantillonnage pour la détermination et la surveillance continue des sources terrestres de pollution, dépendent principalement de la sensibilité requise ainsi que des ressources allouées au programme de surveillance. Il y a une différence fondamentale entre le choix d'une méthode d'échantillonnage destinée à être appliquée dans tous les pays méditerranéens sur une base commune et le choix d'une méthode visant à respecter des prescriptions nationales ou même locales.

6.5.1 Matrices et emplacements

Dans les programmes visant à déterminer la pollution d'origine tellurique et la conformité aux prescriptions, les détails devront être précisés à la lumière des conditions régnant dans chaque localité donnée. Ces conditions différeront forcément en fonction de l'utilisation du sol et des activités connexes, ainsi que de l'utilisation de l'eau dans la zone en question.

Dans un programme régional de surveillance de la conformité visant à déterminer la pollution marine d'origine tellurique émanant de tous les pays méditerranéens, la surveillance obligatoire devrait se limiter aux grandes sources de pollution, tout en permettant dans le même temps de respecter des prescriptions nationales ou locales (conformité à la législation nationale).

Conformément à ces principes généraux, les matrices à surveiller et la localisation des points d'échantillonnage devraient être choisis ainsi qu'il est exposé ci-dessous.

6.5.1.1 Sources ponctuelles¹⁵

Quand des échantillons doivent être prélevés à une source ponctuelle, l'homogénéité du système devrait d'abord être vérifiée et, si possible, les points d'échantillonnage devraient être

¹⁵ WHO/UNEP, 1994.

situés là où l'on constate une répartition homogène des paramètres à mesurer. Cela n'est pas toujours possible, notamment s'il y a des matières non dissoutes dont la densité est différente de celle de l'eau, ou si le degré des réactions chimiques et/ou biologiques varie dans différentes parties du système.

Quand le système est hétérogène, le nombre et l'emplacement des échantillons à prélever doivent être ajustés en conséquence de manière à ce que les résultats soient représentatifs. Des variations dans le caractère homogène d'un système en fonction du temps devraient être enregistrées, car des variations saisonnières, etc., sont possibles. Les sites d'échantillonnage près des limites des systèmes hydrographiques, telles que les berges des cours d'eau ou les parois des canalisations et canaux devraient être évités à moins que ces emplacements présentent un intérêt particulier. Il conviendrait d'adopter les principes ci-après selon les diverses sources ponctuelles:

- Emissaires

Le prélèvement d'échantillons d'un émissaire (eaux usées domestiques ou effluents industriels) est exposé en détail dans le document WHO/UNEP, 1994. Les directives de la CEE pourraient aussi servir de modèles pour:

- (a) les eaux usées urbaines, les réseaux d'assainissement, les rejets dans les eaux réceptrices, les méthodes de référence, les paramètres à mesurer, les valeurs limites, etc., nécessaires pour le contrôle de la conformité;
- (b) les effluents industriels: les valeurs limites, les secteurs industriels, la fréquence d'échantillonnage, les objectifs de qualité, etc., pour le cadmium, comme guide pour le contrôle de la conformité.

Le document US/EPA (1984) pourrait aussi fournir une orientation générale pour les procédures fondamentales d'inspection.

- Fleuves et autres cours d'eau

Les stations de surveillance devraient être établies sur les cours d'eau pour autant que ceux-ci satisfassent aux conditions ci-après:

- (a) le débit moyen dépasse 100 m³/seconde
- (b) le bassin-versant dépasse une superficie de 100 km²;
- (c) le cours d'eau est tenu pour fortement pollué.

La station de surveillance d'un cours d'eau devrait être située hors de la portée des marées et des vagues, à un point en aval du dernier rejet d'effluent à une distance suffisante pour obtenir une répartition homogène. S'il se peut qu'on ait affaire à une répartition non homogène de la qualité à l'emplacement choisi, il conviendra de procéder à des essais expérimentaux pour évaluer la nature et l'ampleur de cette hétérogénéité. Si les résultats indiquent que le cours d'eau présente un caractère homogène, un seul point d'échantillonnage sera suffisant, sinon il faudra déplacer le point à un emplacement présentant un caractère homogène ou bien l'on prélèvera des échantillons à d'autres points en plus du point retenu initialement de manière à ce que toutes les caractéristiques du cours d'eau soient représentées. Pour les grands fleuves, même s'ils sont homogènes, il est recommandé de prélever plusieurs échantillons à différentes profondeurs d'une même section transversale, en formant un maillage de points d'échantillonnage si nécessaire. Dans ce cas, l'effet des variations du débit aux

différents points devra être pris en considération lors de la préparation des échantillons composites ou de l'estimation de l'apport total de tout polluant donné dans l'eau réceptrice. Quand un nombre restreint d'échantillons doivent être prélevés pour déterminer les polluants présents, il est recommandé, si l'on dispose du matériel nécessaire, de prendre un échantillon "intégré" de la surface au fond du milieu du courant, ou bien de chaque côté du milieu de la profondeur, de manière à ce que l'échantillon soit intégré en fonction du débit. Si l'on ne peut que prélever un échantillon ponctuel, il est préférable de le faire au milieu du courant et au milieu de la profondeur (APHA, 1990). Par contre, pour les mesures de la vitesse qui sont essentielles pour déterminer le débit et, par conséquent, la quantité totale de polluant rejetée dans l'eau réceptrice, l'échantillonnage devrait être effectué à un point situé à 0,6 m de la profondeur totale mesurée à partir du fond ou, pour accroître l'exactitude, à des points situés à 0,2 m et 0,8 m de la profondeur totale (Linslaey, 1964) et dont on fait ensuite la moyenne. Une attention toute spéciale est requise quand on a affaire à des cours d'eau ayant tendance à subir des crues ou présentant une stratification variable selon la saison.

Les ponts enjambant les cours d'eau offrent des points d'échantillonnage accessibles et commodes. Cependant, avant de prendre toute décision concernant leur utilisation, il faut vérifier que les échantillons qu'on y a prélevés sont valables et représentatifs. Il convient d'éviter d'opérer l'échantillonnage dans des zones où peut se produire une stagnation ou qui sont situées à proximité du bord interne d'un méandre du courant qui peut ne pas être représentatif de la voie fluviale principale.

- Elimination des déchets solides et des boues

Bien que cette pratique ne soit pas recommandée, les déchets solides et les boues peuvent, dans certains pays, être immergés dans une eau réceptrice soit légalement (avec une autorisation), soit illégalement, soit directement à partir de la côte, soit au moyen de barges.

En cas d'immersion autorisée, la quantité de déchets devrait être déterminée soit en pesant la charge sur des balances réservées à cet effet ou, si ce n'est pas possible, en estimant la quantité par volume. Toutes les municipalités ou autres institutions immergeant des déchets solides et des boues de cette façon devraient être tenues de communiquer, sur un formulaire spécial, les renseignements concernant la quantité et la composition des matières immergées. On effectue généralement l'échantillonnage aléatoire en prélevant un échantillon toutes les 500 tonnes de déchets solides municipaux ou un échantillon toutes les 10 tonnes de déchets solides industriels, en tenant compte de l'origine et du classement des déchets. Les échantillons devraient être prélevés soigneusement en différentes parties de la charge de déchets solides de manière à ce qu'ils soient les plus représentatifs possible. S'il s'avère que la déclaration faite par une usine n'est pas exacte, toutes les charges qui proviennent de cette usine devraient être examinées.

L'échantillonnage des déchets solides et des boues faisant l'objet d'une immersion illégale dans une eau réceptrice est très difficile, voire impossible. Le seul moyen permettant de contrôler les immersions illégales et d'en estimer la quantité probable consiste à pratiquer un contrôle à la source. Pour ce faire, tous les responsables à l'origine de déchets dangereux devraient être tenus de remplir un formulaire spécifiant la quantité, les propriétés et le lieu d'élimination de ces déchets. L'exactitude des renseignements consignés sur le formulaire devrait être vérifiée au moyen d'inspections effectuées à l'improviste.

- Accidents majeurs

Les accidents majeurs contribuent sans conteste à la pollution marine. Si l'on dispose de renseignements détaillés sur les caractéristiques des matières s'échappant dans la mer à la suite d'un accident, il suffira de procéder à une évaluation du volume de matières atteignant la mer

pour déterminer la quantité de polluant. Si l'analyse de la matière donnant lieu à la fuite n'est pas disponible, des échantillons devraient être prélevés sur les sites de l'accident ou dans les zones atteintes.

6.5.1.2 Sources diffuses

L'échantillonnage de sources diffuses est un processus très complexe pour lequel on ne dispose pas de méthode communément admise. On proposera, en pareil cas, d'adopter les méthodes suivantes:

- (a) collecte d'un échantillon représentatif et estimation de l'effet global;
- (b) détermination des concentrations de certains polluants en diverses parties du milieu marin récepteur en combinaison avec la salinité ou d'autres indicateurs, en extrapolant à la salinité zéro et aux estimations de débit;
- (c) utilisation de renseignements obtenus lors de cas similaires pour lesquels on dispose de calculs précis de la charge;
- (d) dans le cas de déchets urbains, calcul de l'équivalent-habitant sur la base des données d'expérience antérieures.

Comme il ressort des quatre méthodes de rechange ci-dessus, seules les deux premières nécessitent un échantillonnage effectif, alors que les deux autres reposent uniquement sur des estimations. Le prélèvement d'un échantillon permettant de procéder facilement à une estimation globale pourrait s'effectuer quand la source diffuse est constituée de petits émissaires. Dans ce cas, l'un des émissaires est choisi arbitrairement et les résultats obtenus sont extrapolés à tous les autres. Dans le cas de "ruissellement", il est recommandé de creuser une rigole d'au moins 50 m de long, perpendiculaire à la direction du ruissellement, puis de prélever des échantillons à la sortie de la rigole. On estime qu'une rigole de collecte des eaux de ruissellement de 50 m de long devrait être suffisante dans la plupart des cas.

Le choix de l'emplacement des points d'échantillonnage dans le milieu marin récepteur afin d'y appliquer la méthode b) dépend entièrement des conditions locales. Il faudra toutefois appliquer aussi les principes généraux suivants:

- (a) un maillage de points d'échantillonnage devrait être formé de manière à couvrir tout le milieu marin directement atteint;
- (b) la profondeur à laquelle l'échantillon doit être prélevé devrait être décidée en fonction des conditions locales. Cependant, il est recommandé, aux points où la profondeur dépasse 10 m, de prélever au moins trois échantillons (un sous la surface, un au milieu de la profondeur, et un à un mètre au-dessus du fond).

6.5.2 Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage devrait être fixée de manière à bien représenter la qualité et les variations réelles, mais dans le même temps elle ne devrait pas dépasser les prescriptions minimales de base afin d'éviter des efforts et des coûts inutiles.

La meilleure solution au problème de la fréquence est de recourir à des instruments de mesure continue et automatique. Mais cela n'est pas toujours possible, en raison du manque des instruments indispensables ou de leur coût élevé.

Le choix de la fréquence d'échantillonnage ne peut être fait qu'après examen des données disponibles et évaluation de la variation des caractéristiques.

Quand des données systématiques ne sont pas disponibles, on devrait adopter le programme d'échantillonnage suivant, du moins pour les sources importantes:

- (a) échantillonnage une fois par heure pendant 24 heures à chaque trimestre (saison) afin d'évaluer les effets cycliques quotidiens;
- (b) échantillonnage quotidien pendant sept jours consécutifs à chaque saison afin d'évaluer d'éventuels effets cycliques hebdomadaires;
- (c) échantillons hebdomadaires afin de délimiter les effets saisonniers et de déterminer comment un échantillonnage moins fréquent aurait modifié les résultats.

A l'issue d'une période d'essai d'un an sur la base du programme ci-dessus, une évaluation devrait être faite pour décider d'une fréquence d'échantillonnage appropriée fournissant la limite de confiance requise des moyennes.

Si les paramètres à déterminer présentent des tendances systématiques ou des variations cycliques, la période d'échantillonnage devrait être considérée en plus du nombre de prélèvements, et l'une et les autres devraient être choisis de manière à rendre compte de la situation réelle. Quels que soient les résultats de l'analyse précitée, la fréquence d'échantillonnage ne devrait pas être inférieure à une fois par mois. S'il y a lieu, et pour des raisons d'ordre pratique, la fréquence d'échantillonnage peut être ajustée pour répondre à d'autres programmes de surveillance tels que le programme de surveillance de la conformité de la qualité des zones à usage récréatif et conchylicole.

6.5.3 Méthodes de référence¹⁶

Voici quarante ans, les chimistes n'avaient guère à leur disposition de techniques d'analyse leur permettant de quantifier les contaminants responsables de la pollution et d'évaluer leurs incidences. A mesure qu'on s'est de plus en plus soucié de mesurer les polluants potentiels du milieu marin, les techniques d'autres domaines de la chimie pure et appliquée ont été rapidement adaptées et un grand nombre de méthodes et d'ensembles de données ont commencé à être publiés dans la littérature scientifique.

Pour les scientifiques les moins expérimentés, se tenir au courant des nouvelles méthodes communiquées dans la littérature est une véritable gageure et il leur serait difficile de tester les centaines de modifications méthodologiques (qui ne correspondent pas toujours à des progrès) qui sont publiées chaque année. La plupart des manuels classiques ne peuvent être remaniés et réédités assez rapidement pour suivre le rythme de ces évolutions. Il est évident qu'une démarche plus dynamique et souple s'impose à cet égard. La Série PNUE des méthodes de référence pour les études de la pollution marine a été créée en 1983 pour tenter de remédier à cette lacune en fournissant un dispositif qui permet de tester, optimiser et actualiser les méthodes ainsi que de les communiquer aux spécialistes en sciences de la mer du monde entier.

En fournissant ce dispositif souple d'appui technique, adapté aux vrais problèmes de l'environnement, les organisations des Nations Unies veillent à ce que les spécialistes en

¹⁶ UNEP/IAEA/IOC, 1990.

sciences de la mer puissent continuer à relever ces défis, non pas chacun séparément, mais dans le cadre d'un effort collectif visant un but commun.

La liste des méthodes de référence offre toute une série de méthodes et de lignes directrices pour les études de la pollution marine. Chaque méthode est indépendante et suit, aussi étroitement que possible, la présentation et la terminologie recommandées par l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Les méthodes sont conçues pour pouvoir être appliquées dans le monde entier et pour générer des données d'une exactitude, d'une fiabilité et d'une précision suffisantes pour permettre une interprétation valable aux fins des études régionales de pollution marine ainsi que des comparaisons interrégionales (et de contribuer ainsi au Système mondial de surveillance de l'environnement (GEMS)).

Le catalogue des méthodes de référence (UNEP/IAEA/IOC, 1990) offre la liste complète des méthodes disponibles à ce jour et de celles qui sont en préparation ou à l'essai. Bon nombre de ces méthodes sont étroitement liées afin de constituer une série bien agencée de textes sur la stratégie de surveillance continue, les techniques d'échantillonnage, l'analyse, l'assurance qualité et l'interprétation des données. Mais chaque texte reste néanmoins indépendant et peut être adapté sans aucune incidence pour les autres numéros de la série. Le lecteur devrait s'assurer qu'il détient la dernière édition de la méthode dont il a besoin.

Dans le document US/EPA (1974), il existe une recommandation sur l'échantillonnage et la conservation des échantillons en fonction des mesures à effectuer.

7. SURVEILLANCE DE LA CONFORMITE DANS LE MILIEU MARIN

7.1 Substances assujetties aux dispositions de la Convention de Barcelone

7.1.1 Substances assujetties

Un système utilisé par toutes les conventions concernant le milieu marin consiste à réglementer l'utilisation et/ou le rejet de certaines substances et matières dont la nocivité pour le milieu marin est notoire ou du moins suspectée. La procédure habituelle consiste à définir un ensemble de critères sur lesquels asseoir la sélection d'un certain nombre de substances à réglementer. Les critères typiques sont: la toxicité, la persistance et la bioaccumulation. Les substances présentant une toxicité élevée associée à une persistance élevée ou à une capacité de bioaccumulation sont "interdites", ce qui signifie qu'elles doivent être éliminées des rejets. Dans le passé, la liste de ces substances était généralement appelée "liste noire", mais ce terme n'est plus guère utilisé. D'autres substances préoccupantes pour l'environnement sont également recensées, bien qu'elles soient tenues pour moins nocives. Aux termes de la Convention, le rejet de ces substances est habituellement autorisé, mais il devrait être réduit au minimum. De la même façon, la liste de ces substances était dite "liste grise".

Les dispositions de la Convention de Barcelone (entrée en vigueur en 1978) sont plutôt d'ordre général. Par exemple, l'article 8 stipule que "les Parties contractantes prennent toutes mesures appropriées pour prévenir, réduire et combattre la pollution de la zone de la mer Méditerranée due aux déversements par les fleuves, les établissements côtiers ou les émissaires, ou émanant de toute autre source située sur leur territoire". Cependant, la Convention est assortie d'une série de Protocoles. Le texte du Protocole "tellurique", entré en vigueur en 1983, est un peu plus spécifique (articles 5 et 6) et s'accompagne de quatre annexes détaillées comportant des listes de substances.

7.1.2 Mesures adoptées par les Parties contractantes

Au regard de la santé humaine, le Protocole "tellurique" est le plus important. Vu les implications économiques et juridiques considérables de cet instrument, le texte lui-même est similaire à celui de la Convention dans la mesure où il trace un cadre pour des mesures de prévention et de lutte antipollution dont la l'application doit être progressive. Jusqu'à ce jour, les Parties contractantes ont déjà adopté toute une série de mesures conjointes aux termes de ce Protocole (WHO/UNEP, 1995).

7.2 Milieux dans lesquels les contaminants devraient être surveillés

Le CIEM, dans son rôle de conseiller scientifique auprès de la Commission de Paris (PARCOM) et de partenaire de celle-ci au sein de la "Task Force" de la mer du Nord (NSTF), a répondu à la demande de recommander à la PARCOM et à la NSTF un schéma exposant dans quelles milieux les divers contaminants ou les diverses substances dangereuses devraient de préférence être surveillés. L'avis rendu par le CIEM est reproduit sur les tableaux ci-dessous.

Il importe de souligner que les indications portées sur les tableaux ne doivent pas être utilisées seules mais toujours en relation avec le texte explicatif.

Les matrices envisagées comprenaient l'eau de mer, les sédiments et les biotes, tels que ceux-ci figurent dans le Programme conjoint de surveillance continue (JMP). Ces matrices ont été retenues comme permettant de fournir le plus de renseignements pour chaque but de la surveillance continue. Elles l'ont été sur de seules bases scientifiques sans tenir compte des coûts respectifs ou de la commodité des autres options.

Dans certains cas, aucune matrice n'était recommandée, soit que la surveillance d'un contaminant donné ne répondait pas à l'objet de la surveillance, soit qu'un avis ne pouvait être rendu pour des raisons techniques.

La fiabilité des données fournies par un programme de surveillance continue et la valeur qui en résulte dépendent de l'attention accordée à l'assurance qualité à tous les stades du programme de mesure (collecte, stockage, préparation et concentration préalable des échantillons, analyse, normalisation et interprétation). Les laboratoires participants devraient être invités à adopter des procédures pertinentes en la matière.

7.2.1 Surveillance de la conformité des conditions sanitaires

Le tableau 1 indique l'avis rendu sur les contaminants et les matrices qui devraient être inclus dans une étude régionale ou plus vaste en vue d'évaluer les risques éventuels pour la santé humaine résultant de la présence de certains contaminants dans les produits comestibles de la mer. Dans plusieurs cas, le choix de la matrice primaire ou secondaire est indiqué.

Il existe des zones de contamination entraînant un accroissement localisé de la concentration dans les denrées alimentaires. Il y a peu de chances que ces situations soient décelées ou suffisamment exposées dans les études à grande échelle et elles sont donc mieux traitées par les autorités nationales et locales dans le cadre d'exercice de surveillance spécialement conçus et ciblés. En pareils cas, les autorités compétentes devraient évaluer la voie d'exposition la plus importante par laquelle le contaminant atteint le public au niveau de la consommation de produits de la mer. Le programme de surveillance devrait être axé sur cette voie et ne pas se restreindre à l'avis indiqué sur le tableau 1 pour des études à plus grande échelle.

La surveillance continue des conditions sanitaires (comme, par exemple, la qualité sanitaire de zones de baignade et des eaux servant à l'aquaculture, la qualité des produits de la mer) est d'une importance nationale, mais les données peuvent aussi servir à des établir des évaluations régionales. Une marche à suivre pour la surveillance microbiologique et sanitaire des zones a usage récréatif et conchylicole est exposée de manière complète et détaillée dans les documents WHO/UNEP (1994) et WHO/UNEP (1996).

7.2.2 Surveillance de la conformité de l'eau de mer (tableau 2)

Le recours à l'analyse de l'eau pour obtenir les niveaux effectifs de contamination marine est séduisant dans la mesure où il concerne l'importante phase aqueuse qui est le milieu abritant à la fois les biotes et les sédiments. Les conditions requises de précision et d'exactitude de l'analyse aux faibles concentrations limitent le nombre de déterminants qui pourraient être pris en compte dans les eaux du large pour le mercure, le cadmium, le cuivre, le zinc et le plomb, tous au niveau de la matrice secondaire. Même dans ces cas, il serait essentiel pour chaque laboratoire d'instaurer des procédures de contrôle interne de la qualité et, en vue de procéder à des évaluations rigoureuses, d'instituer la comparabilité entre les laboratoires, en prêtant une attention spéciale au plomb.

Dans les eaux proches du littoral, les concentrations devraient être un peu plus variables et soumises à des influences anthropiques, et il conviendrait d'envisager aussi le dosage du chrome et du nickel. Les mêmes précautions d'assurance qualité devraient s'imposer. Dans les eaux proches du littoral, il est nécessaire de tenir compte de toute corrélation entre les concentrations d'un contaminant et la salinité, ainsi que de l'influence de la concentration et de la composition des matières en suspension sur les contaminants dissous.

L'eau de mer n'est pas une matrice de choix pour les biphényles chlorés (BC) comme l'octane: les coefficients de partage n-octanol-eau indiquent que ces composés seraient en majeure partie associés aux sédiments et aux biotes.

Les concentrations d'arsenic naturellement présent dans l'eau de mer rendent difficile d'opérer une distinction entre les influences anthropiques et les processus naturels, et par conséquent l'eau de mer n'est pas indiquée comme matrice appropriée.

Dans certaines zones (habituellement restreintes et isolées), les apports de contaminants sont suffisamment importants pour occasionner une augmentation marquée de leurs concentrations dans l'eau de mer, et l'on peut s'attendre à une modification des niveaux. Dans ces zones, il serait avisé, de la part des autorités nationales, d'accorder une plus grande importance à l'analyse de l'eau de mer dans les programmes de surveillance.

La surveillance de l'eau de mer à une fréquence supérieure à une fois tous les cinq ans pourrait se justifier:

- (a) dans les zones présentant des niveaux accrus de contaminants; et
- (b) dans les zones où l'on pourrait s'attendre à des modifications résultant, par exemple, d'une réduction avérée des apports.

Tableau 1

En relation avec l'évaluation des risques éventuels pour la santé humaine
(Chassard-Bouchaud, 1993)

Matrice	Contaminant																PBB ¹					
	BC	γ-HCH	Hg ²	Cd	Cu ³	Zn ³	As ⁴	Cr ⁵	Ni ³	Pb	MeHg	TBT ⁶	Chloro- dane	Planar CB	PCDD/ PCDF	DDT ⁷		Diel- drine	PAH	PCC	Triaz- ines ⁸	PPDE ¹
Coquillages	P	P	P	P						P	P	P		P	P			P	P			P
Muscle de poisson											P											
Foie de poisson	1	S ²		S ²										S ²		S ²	S ²			S ²		S ²

P: Matrice primaire

S: Matrice secondaire

Remarques et indications:

1. Si le foie de poisson n'est pas un produit de pêche destiné à la consommation, aucune analyse n'est nécessaire.
2. Si le foie de poisson n'est pas un produit de pêche destiné à la consommation et qu'il subsiste des préoccupations touchant la santé humaine, reporter l'attention sur le muscle de poisson.
3. Ces contaminants ne posent habituellement pas de problèmes pour la consommation de produits de la pêche.
4. L'arsenic est présent dans les produits de la mer à des concentrations mesurables, mais sous une forme chimique qui ne pose guère de problème de santé humaine.
5. Hg devrait inclure également les composés de méthyl-mercure. Dans les pays où les règlements de santé publique se réfèrent au méthyl-mercure et non au mercure total, l'analyse des échantillons peut porter sur le méthyl-mercure. Dans certaines zones marines (habituellement restreintes et isolées), les apports de contaminants sont suffisamment importants pour occasionner des hausses marquées des concentrations de contaminants dans l'eau de mer, ou des modifications des concentrations pourraient être escomptées. Il serait bon, dans ces zones, que les autorités nationales privilégient davantage l'analyse de l'eau dans les programmes de surveillance.
6. On possède trop peu de données toxicologiques pour évaluer le risque potentiel.

Tableau 2

En relation avec l'évaluation du niveau existant de pollution marine (ou de contamination)
(Chassard-Bouchaud, 1993)

Matrice	Contaminant																						
	BC	V-HCH	Hg	Cd	Cu	Zn	As	Cr	Ni	Pb	TBT	Méthylg	Chloro- dane	Planar BC	PCDD/ PCDF	DDT	Dieldrine	PAH	PCC	Triazines	PPDE	PUB	
Eaux littorales		P	P ¹	P ¹	P ¹	P ¹		P ¹	P ¹	P ¹	S ¹									P			
Eaux du large		S	S ¹	S ¹	S ¹	S ¹				S ¹													
Sédiment superficiel ¹	P		P	P	P	P	P ³	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Couillages	S ³	S ³	S ¹	S ¹	S ¹	S ¹			S ¹	S ¹	P	P	S ³	S ³	S ³	S ³	S ³	S ³	S ³			S ³	S ³
Muscle de poisson			T ¹⁴				S ¹⁴					S ⁴											
Foie de poisson	S ⁴			T ¹⁴					T ¹⁴			S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴	S ⁴

P: matrice primaire

S: matrice secondaire

T: matrice tertiaire

Remarques et indications:

1. Autres option/addition possibles aux mesures des sédiments dans les zones où les conditions sédimentaires ne sont pas entièrement favorables.
2. Devrait s'accompagner de mesures du carbone organique total, de la répartition granulométrique (<63 µm) et de la description du type de sédiment. L'échantillonnage devrait suivre les lignes directrices actuelles du CIEM.
3. Pourrait être effectué si le cas s'y prête, car peut fournir des informations complémentaires sur la répartition.
4. Espèces sédentaires seulement (poisson plat, etc.).
5. Le rapport signal sur bruit pour distinguer entre influences anthropiques et influences naturelles est extrêmement faible.

Il convient de distinguer entre les eaux littorales, où l'on peut rencontrer des gradients marqués de salinité et qui sont plus susceptibles d'être soumis à l'influence d'apports fluviaux ou terrestres de contaminants, et les eaux du large où les gradients sont d'ordinaire notablement moins marqués et qui sont plus éloignées des apports de contaminants précités.

Dans le document IMCO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP (1980), Groupe conjoint d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution marine (GESAMP), implications de la pollution marine sur le développement de l'espace littoral, Rep. Stud. GESAMP (11): 114 p., il se trouve un tableau synoptique d'un programme préliminaire d'observations océanographiques qui pourrait servir à un programme de surveillance de la conformité de l'eau de mer.

7.2.3 Surveillance de la conformité des sédiments ¹⁷

7.2.3.1 Introduction

Bien que les méthodes de caractérisation chimique et biologique des contaminants véhiculés par l'eau soient appliquées dans les programmes de réglementation et de surveillance continue de nombreux pays, les méthodes d'évaluation des sédiments sont moins largement ou uniformément instaurées.

Les sédiments peuvent jouer le rôle de réservoir ou de source de produits chimiques toxiques par sorption de contaminants sur les matières particulaires. Les effets de la contamination des eaux de surface deviennent intégrés sur le temps et l'espace et créent pour les communautés aquatiques (pélagiques et benthiques) un risque qui n'est pas directement prévisible à partir des observations de concentrations de contaminants dans la colonne d'eau. Les sédiments peuvent servir de relevés historiques des modifications imputables à une pollution anthropique et à des causes environnementales naturelles. Par exemple, les sédiments des lacs reflètent la qualité des eaux de surface de manière plus systématique que le font les cours d'eau en mouvement. même s'il peut se produire des modifications de l'environnement des lacs, comme par exemple la transformation cyclique des métaux dans les eaux de l'hypolimnion.

Les effets sur les organismes benthiques revêtent de l'importance car, dans de nombreux écosystèmes, la communauté sédimentaire joue un rôle déterminant dans le recyclage des matières détritiques vers la communauté pélagique. De plus, les organismes benthiques sont un composant déterminant de toute une série de réseaux trophiques aquatiques. Il convient donc de fixer des objectifs de qualité des sédiments qui serviront de base scientifique pour élaborer des normes de protection des écosystèmes contre les effets de la contamination des sédiments et pour gérer à long terme les sédiments contaminés. Par conséquent, les principaux objectifs sont les suivants:

- (a) examiner les méthodes disponibles pouvant servir à la mise au point d'objectifs (ou critères) de qualité du milieu pour les sédiments, et parvenir à un consensus sur les méthodes les plus appropriées à cette fin;
- (b) recommander les épreuves les plus appropriées pour évaluer:
 - (i) la toxicité des sédiments; et
 - (ii) la toxicité d'un produit chimique ou groupe de produits chimiques donné pour les organismes vivant au niveau des sédiments.

¹⁷ OECD. 1992.

7.2.3.2 Méthodes utiles

Il existe un certain nombre de méthodes potentiellement utiles, à savoir:

- le partage à l'équilibre;
- la qualité de l'eau interstitielle;
- la méthode des ajouts;
- les concentrations de référence;
- le seuil d'effets manifestes;
- la limite inférieure des concentrations sécurité
- la triade qualitative des sédiments;
- les résidus tissulaires.

Chaque méthode est évaluée par rapport aux caractéristiques suivantes:

- (a) Spécificité chimique: la méthode peut-elle servir à calculer une concentration pour un produit chimique spécifique?
- (b) Causalité: les effets observés sont-ils causés par le produit chimique spécifique?
- (c) Effets chroniques: la méthode envisage-t-elle des indicateurs de toxicité chronique?
- (d) Bioaccumulation: la méthode envisage-t-elle l'accumulation dans la chaîne alimentaire et l'ingestion de sédiments contaminés pour (i) le benthos, ii) le poisson?
- (e) Etat de mise au point: la méthode est-elle prête à servir (testée, validée, utilisée)?
- (f) Biodisponibilité: la méthode peut-elle s'appliquer généralement aux divers types de sédiment? Les objectifs de qualité des sédiments sont-ils fonction de la phase biodisponible?
- (g) Applicabilité: la méthode est-elle applicable aux sédiments stratifiés ou aux suspensions?
- (h) Recommandation: sur la base des évaluations précédentes, la méthode peut-elle être recommandée pour servir à calculer les objectifs de qualité des sédiments?

Les résultats sont présentés sur le tableau 3.

7.2.3.3 Objectifs des tests de toxicité des sédiments

Il importe de définir toujours très clairement les objectifs des études de sédiments contaminés car ces objectifs sont essentiels pour la sélection et/ou la mise au point de systèmes de tests.

Plusieurs raisons militent pour la mise au point et l'utilisation de tests de toxicité des sédiments:

- (a) contribuer à établir des normes de qualité pour les divers composés;
- (b) évaluer l'impact des rejets de sédiments associés aux eaux réceptrices, tels que l'élimination de sédiments associés à des activités de dragage;
- (c) évaluer la persistance de la toxicité dans les sédiments après modification, amélioration ou interruption des rejets toxiques;

Tableau 3

Evaluation de l'état actuel d'élaboration de huit méthodes en vue de calculer des objectifs de qualité des sédiments

Éléments/caractéristiques Méthode	Spécificité chimique	Causalité	Effets chroniques	Bioaccumulation benthos/poisson	Etat de développement	Biodisponibilité	Applicabilité(a)	Peut être recommandée
Partage à l'équilibre	++	++	+	+/-	++b)	++b)	BS*	oui
Qualité de l'eau interstitielle	++	++	+	-/-	-	+	B	oui
Méthodes des ajouts	++	++	+c)	+/-	+d)	+e)	BS*	oui
Concentrations de référence	++	--	--	+/-	++	--	BS	non
Seuil d'effets manifestes	++	--	-/+f)	-/-	++	+e)	B	non
Limite inférieure des concentrations de sécurité	++	--	+	-/-	-	+	B	non
Triade qualitative des sédiments	--	--	+	-/-	+	-	B	non
Résidus tissulaires	*	*	*	*/-	--	*	B*S*	non

Clés:

++ élevé - faible
+ moyen -- très faible

(a) aux sédiments stratifiés (B), aux sédiments en suspension (S).

(b) Bien au point pour les produits chimiques organiques et en cours d'élaboration pour les métaux et divers produits chimiques.

(c) Uniquement pour les organismes dulçaquicoles.

(d) Des méthodes et lignes directrices devraient être établies.

(e) Si les concentrations sont correctement normalisées pour rendre compte de la biodisponibilité, par exemple pour des carbonés organiques ou des sulfures volatiles acides.

(f) On peut tenir compte des effets chroniques sur les organismes benthiques dans des situations in situ.

* Il existe des possibilités de développement.

- (d) prédire l'impact sur les organismes vivant au niveau des sédiments qui sont exposés à de nouvelles substances qui sont libérées dans l'environnement;
- (e) estimer le degré auquel la toxicité est responsable d'une faible diversité d'espèces benthiques dans les systèmes soumis aux impacts.

7.2.3.4 Caractérisation des sédiments

Toute une série de paramètres peuvent être utiles pour caractériser les sédiments associés aux tests en phase solide; ils dépendent de l'objet de l'investigation. Les principaux paramètres suivants sont souvent nécessaires pour interpréter les résultats des tests de toxicité:

- **répartition granulométrique**
- **oxygène dissous**
- **teneur en carbone organique**
- **concentration d'ammonium total**
- **sulfures volatiles acides (SVA)**
- **pH**

Les paramètres suivants peuvent aussi être utiles en certains sites spécifiques:

- **demande biochimique en oxygène;**
- **demande chimique en oxygène;**
- **nitrate/nitrite;**
- **chlorures;**
- **sulfates;**
- **potentiel rédox (rH);**
- **carbone organique dissous (eau interstitielle);**
- **conductivité;**
- **salinité;**
- **acide sulfhydrique;**
- **contaminants chimiques suspectés ou en flèche.**

7.2.3.5 Echantillonnage et stockage des sédiments à tester

Les sédiments destinés aux tests de toxicité devraient être frais et manipulés de manière à réduire au minimum les altérations susceptibles de modifier la toxicité à l'égard des organismes exposés en laboratoire. Quand les échantillons de sédiment sont soumis à des tests de toxicité, des échantillons parallèles sont souvent soumis à des investigations chimiques, physiques et/ou biologiques. Les objectifs combinés d'une investigation particulière déterminent donc la conception de l'échantillonnage, y compris le matériel utilisé, les points d'échantillonnage, la profondeur du sédiment et la période du prélèvement.

Les sédiments destinés aux investigations biologiques (évaluation de la structure de la communauté benthique) sont habituellement traités (tamisés) et conservés sur le site, tandis que les échantillons destinés à la caractérisation chimique et physique sont manipulés et stockés selon des procédures plus ou moins spécifiques au test particulier. Pour les évaluations de la toxicité des sédiments, il importe d'obtenir un matériel le moins perturbé possible afin de permettre une évaluation des conditions véritables in situ.

7.2.3.6 Evaluation des sédiments contaminés

La capacité de définir les contaminants responsables de la toxicité dans les sédiments pollués offre une occasion unique d'étayer scientifiquement des mesures correctrices et réglementaires, et notamment:

- (a) d'identifier les rejets responsables de la contamination des sédiments, elle-même cause de toxicité;
- (b) d'identifier les contaminants dont on ne soupçonnait jusqu'alors pas qu'ils étaient responsables de toxicité dans les sédiments;
- (c) d'identifier les impacts des sources ponctuelles et diffuses entraînant une toxicité des sédiments;
- (d) d'évaluer les options d'élimination des matériaux de dragage.

7.2.3.7 La méthode des critères de qualité

La méthode des critères de qualité permet de comparer les concentrations des divers contaminants présents dans l'eau interstitielle des sédiments avec les critères de qualité de l'eau (CQE). Les CQE actuels ont été élaborés sur la base de toute une série d'études toxicologiques utilisant des organismes aquatiques. Ces critères ont été utilisés dans un cadre réglementaire pour spécifier les niveaux de contaminants qui, s'ils ne sont pas dépassés, protègent 95 pour cent de la flore et de la faune aquatiques contre des effets délétères.

Selon un important postulat de la cette méthode, les organismes de la colonne d'eau utilisés pour mettre au point les CQE ont les mêmes sensibilités que les organismes benthiques de l'endofaune. Il est également postulé que la principale voie d'exposition aux contaminants passe par l'eau interstitielle et que l'exposition par ingestion de contaminants n'est pas importante.

Le principal avantage de cette méthode est qu'elle repose sur des bases de données toxicologiques existantes utilisées pour élaborer les CQE. Elle ne nécessite que la mesure supplémentaire de la concentration du contaminant dans l'eau interstitielle.

Par contre, la méthode présente plusieurs inconvénients: i) des CQE ne sont disponibles que pour un nombre restreint de contaminants; ii) les données toxicologiques servant à élaborer des CQE provenaient d'épreuves biologiques n'ayant pas porté sur des sédiments si bien qu'il n'est tenu aucun compte des effets que les matières organiques solubles ou particulières, présentes dans l'eau interstitielle, peuvent avoir sur la biodisponibilité de contaminants; iii) il n'est pas tenu compte du potentiel d'accroissement de la charge corporelle de contaminants par l'ingestion ou le contact direct avec les contaminants des sédiments; et iv) des méthodes appropriées sont encore en cours d'élaboration pour l'isolement et la mesure des concentrations de contaminants dans l'eau interstitielle.

7.2.4 Surveillance de la conformité des biotes

Les organismes marins sont communément utilisés pour surveiller les contaminants chimiques dans la mer. Il est avéré qu'ils peuvent concentrer des produits toxiques en les fixant à partir de l'eau et des sédiments sous forme de matières dissoutes et particulières, lesquelles pénètrent dans leur organisme par la voie branchiale, par l'appareil digestif ou par l'épithélium des téguments. Les produits toxiques sont alors stockés dans divers tissus et organes, parmi lesquels une cible est généralement déterminée afin de servir d'indicateur. L'élimination et l'excrétion se produisent par plusieurs voies.

Il est difficile de trouver l'espèce idoine aux fins de la surveillance continue. Les indicateurs environnementaux conviennent à l'observation de l'évolution à long terme d'un écosystème, ainsi qu'à la planification et à la maîtrise des effets des activités anthropiques.

7.2.4.1 Définitions

La figure 4 illustre une proposition de classement de la bioindication (Hertz, 1991).

On entend par bioindication la réponse sensible, en fonction du temps, de quantités mesurables d'objets et systèmes biologiques aux influences anthropiques de l'environnement. D'une manière générale, on peut opérer une distinction entre:

- la bioindication comme méthode qualitative de détection de la présence de polluants, et
- la biosurveillance comme méthode davantage quantitative de détermination des effets des polluants présents.

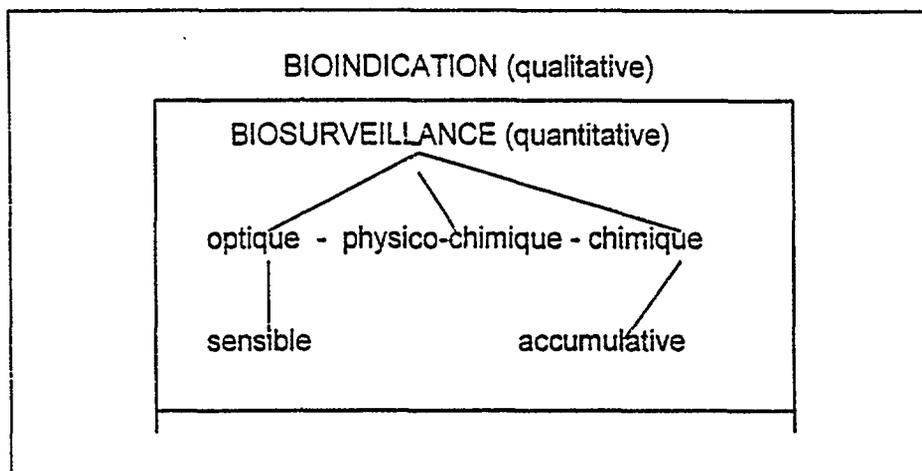


Figure 4.

Classement de la bioindication (d'après Hertz, 1991)

Les biosurveillants sont des organismes qui peuvent servir à reconnaître et déterminer quantitativement des facteurs environnementaux induits par des activités anthropiques". Pour la détection et la reconnaissance de la pollution de l'eau, les organismes biologiques qui répondent de manière sensible et spécifique à un polluant donné peuvent être utilisés. De plus, les organismes qui accumulent facilement les composants polluants sans modifier leur nature chimique peuvent servir d'accumulateurs. Ce classement en biosurveillants sensibles et biosurveillants accumulateurs est une terminologie désormais consacrée.

7.2.4.2 Biosurveillants sensibles

Ils sont utilisés dans les écosystèmes aquatiques comme intégrateurs des stress de la pollution causée par des contaminants afin de fournir des systèmes d'alerte précoce. On peut les classer en deux catégories:

- les enquêtes écologiques; et
- les épreuves de toxicité.

Enquêtes écologiques

Elles peuvent utiliser des espèces indicatrices ou des évaluations basées sur la composition des communautés biologiques et la diversité numérique. En établissant des comparaisons entre les zones atteintes et les zones témoins, les enquêtes écologiques peuvent indiquer la salubrité d'une masse d'eau exposée à des charges polluantes.

Epreuves de toxicité

Elles servent à obtenir une information de base sur la toxicité générale d'effluents destinés à être introduits dans un écosystème. Un grand nombre d'épreuves de toxicité ont été réalisées pour répondre à diverses questions.

7.2.4.3 Sélection des contaminants

Parmi les nombreuses espèces chimiques susceptibles d'être envisagées, les métaux lourds et leur bioaccumulation ont été les plus amplement étudiés. Ce sont d'importants éléments polluants dans de nombreux systèmes biologiques et ils correspondent aux métaux en traces suivants: arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, mercure, nickel, étain et zinc.

De nombreux autres substances chimiques sont dosées aux fins de la surveillance: DDT et divers pesticides chlorés, polychlorobiphényles (PCB) et hydrocarbures aromatiques.

La sélection de substances à surveiller devrait se fonder sur les considérations suivantes:

- les visées du programme de surveillance continue (voir tableau 4);
- les résultats de l'étude pilote (quel contaminant présent à un degré important justifiera une étude plus poussée?);
- l'aptitude de l'analyste à mesurer ces substances avec l'exactitude et la précision requises.

Tableau 4

Substances chimiques communément mesurées aux fins de la surveillance de la conformité
(UNEP/FAO/IAEA, 1993)

Métaux en traces

Arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), plomb (Pb), mercure (Hg), nickel (Ni), étain (Sn) et zinc (Zn).

DDT et ses métabolites

o,p' - DDD, p,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DT and p,p' - DDT.

Pesticides chlorés autres que le DDT

Aldrine, alpha-chlordane, trans-nonachlore, dieldrine, heptachlore, heptachlore époxyde, hexachlorobenzène, lindane (gamma-BHC) et mirex.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les mesures sont habituellement limitées soit à un petit nombre de composés (connus comme congénères) soit à la concentration totale de PCB.

Hydrocarbures polyaromatiques

Ils peuvent comprendre:

les composés bicycliques naphthalène, 1-méthyl-naphthalène, 2-méthyl-naphthalène, 2,6-diméthyl-naphthalène et acénaphthène.

les composés tricycliques fluorène, phénanthrène, 1-méthylphénanthrène et anthracène.

les composés tétracycliques fluoranthrène, pyrène et benz(a)anthracène

les composés pentacycliques chrysène, benzo(a)pyrène, benzo(e)pyrène et dibenz(a,h)anthracène

Aux fins du programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution en mer Méditerranée (MED POL -Phase II), les contaminants chimiques ci-après ont été inclus pour analyse dans les organismes marins:

Catégorie I (obligatoire)

mercure total
mercure organique
cadmium
hydrocarbures halogénés

Catégorie II (facultative)

arsenic total
radionucléides
hydrocarbures aromatiques polynucléaires

7.2.4.4 Sélection des organismes

Le choix des organismes tests doit être guidé par plusieurs critères:

- l'espèce est largement répandue;
- leur rayon d'action géographique: les organismes doivent être ubiquistes de manière à ce que des comparaisons puissent être établies entre les zones, les pays, les continents et éventuellement les hémisphères;
- ils constituent ou non un chaînon important dans la chaîne alimentaire;
- les organismes accumulent le contaminant sans être affectés par les niveaux ambiants;
- les organismes sont sessiles et donc représentatifs de la zone de collecte;
- les organismes ont une durée de vie suffisante pour permettre, si on le désire, d'échantillonner plus d'une classe d'âge;
- les organismes sont d'une taille assez grande pour fournir suffisamment de tissu pour l'analyse;
- les organismes sont faciles à prélever tout au long de l'année;
- les organismes sont faciles à manipuler en expérimentation, assez robustes pour survivre en laboratoire, permettant de mener des recherches sur la fixation, le stockage et l'élimination des contaminants;
- les organismes doivent offrir la possibilité de travailler *in situ* au niveau du peuplement et avec des communautés indigènes;
- les organismes présentent des facteurs élevés de concentration;
- les organismes sont tolérants à l'eau saumâtre, permettant d'effectuer des comparaisons entre les estuaires et les zones du large;

8. SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONFORMITE AUX "POINTS CHAUDS" (OU "SITES CRITIQUES")¹⁸

8.1 Définitions

Les "points chauds" sont:

¹⁸ WHO/UNEP, 1997.

- (a) des **sources ponctuelles** situées sur le littoral qui sont susceptibles d'affecter dans une mesure significative la santé humaine, les écosystèmes, la biodiversité, la durabilité ou l'économie. Ce sont les **principaux points où des niveaux élevés de charges polluantes d'origine domestique ou industrielle** sont rejetés;
- (b) des **zones côtières** bien circonscrites où le milieu marin est soumis à la pollution d'une ou plusieurs sources ponctuelles ou diffuses situées sur le littoral qui sont susceptibles d'affecter dans une mesure significative la santé humaine, les écosystèmes, la biodiversité, la durabilité ou l'économie.

8.2 Indicateurs (primaires) de "points chauds"

- demande biochimique en oxygène (DBO), demande chimique en oxygène (DCO);
- éléments nutritifs (phosphore, azote);
- total des solides en suspension;
- hydrocarbures de pétrole;
- métaux lourds;
- polluants organiques persistants;
- substances radioactives (s'il y a lieu);
- détritiques;
- microorganismes (coliformes fécaux, *E. coli*);
- organismes (par ex., microalgues pour la phase soluble, moules pour la phase particulaire et organismes détriticoles pour la phase sédimentaire).

8.3 Surveillance de la conformité aux "points chauds" ("sites critiques")

La surveillance de la conformité dans les zones de "points chauds" devrait suivre les étapes essentielles mentionnées aux sections antérieures pour les zones normales, à l'exception de celles qui nécessitent un programme étendu et plus fréquemment répété. Elle réclamera davantage de ressources et une composante "recherche", par exemple sur la dispersion et le devenir des polluants dans le milieu marin après leur rejet. En fin, une série de vastes programmes de surveillance pourrait permettre d'obtenir de nouveaux résultats en matière de lutte antipollution, ce qui conduirait alors à une redéfinition de la portée des activités, à une nouvelle programmation, au choix de nouveaux paramètres de surveillance, etc.

9. CONTROLE DE LA QUALITE ANALYTIQUE¹⁹

9.1 Généralités

Le rôle du laboratoire d'analyses est de fournir des données qualitatives et quantitatives qui serviront à la prise de décisions. Pour être valables, les données doivent rendre compte avec exactitude des caractéristiques ou concentrations des constituants dans l'échantillon soumis pour analyse. Dans de nombreux cas, une réponse approximative ou erronée peut être pire que pas de réponse du tout car elle conduit à de fausses interprétations.

Les décisions prises en recourant aux données sur l'eau et sur les eaux usées sont lourdes de conséquences. Des normes de qualité de l'eau sont fixées pour instaurer des conditions satisfaisantes à une utilisation donnée de l'eau. Les données de laboratoire permettent de vérifier si ces conditions sont remplies et si l'eau peut être utilisée dans le but que l'on se propose. Si les résultats du laboratoire indiquent que la norme est dépassée, il incombe aux autorités chargées de la lutte antipollution de prendre des mesures. L'accent étant actuellement mis sur les mesures juridiques et les pressions sociales en vue de réduire la pollution, l'analyste devrait être conscient de la mission qui lui est dévolue et consiste à fournir des résultats offrant une description fiable de l'échantillon. De plus, il devrait avoir conscience que ses capacités professionnelles, les procédures qu'il a utilisées et les valeurs qu'il a communiquées peuvent être invoquées ou mises en cause devant les tribunaux. Pour bien répondre à ces enjeux, les données du laboratoire doivent être étayées par un programme adéquat exposant le contrôle et l'application corrects de tous les facteurs conditionnant le résultat final.

9.2 Programme de contrôle de la qualité

En raison de l'importance des analyses de laboratoires et des mesures qui en résultent, un programme garantissant la fiabilité des données est essentiel. Il est admis que tous les analystes pratiquent le contrôle de la qualité à des degrés variables, selon leur formation, leur sens déontologique et la conscience qu'ils ont de l'importance du travail qu'ils accomplissent. Cependant, sous la pression de la charge de travail quotidienne, il arrive souvent que le contrôle de la qualité analytique soit négligé. Par conséquent, il importe d'instituer, sur une base de routine, un programme de contrôle de la qualité que l'on applique à chaque essai analytique afin de garantir la fiabilité des résultats finals.

9.3 Méthodes d'analyse

La nécessité de normaliser les méthodes au sein d'un même laboratoire est patente. L'uniformité des méthodes utilisées par les laboratoires collaborant entre eux est également importante pour que la méthodologie ne constitue pas une variable lorsque l'on compare ou qu'on exploite conjointement les données provenant de ces divers laboratoires. Cette uniformité s'impose notamment lorsque des laboratoires alimentent une banque de données commune ou que plusieurs laboratoires coopèrent dans le cadre d'études conjointes sur le terrain. Une normalisation déficiente des méthodes hypothèque la validité des résultats communiqués. Si le même constituant est mesuré par différentes procédures analytiques au sein d'un même laboratoire, ou dans plusieurs laboratoires, se pose alors la question de savoir quelle est la meilleure méthode et pourquoi celle-ci n'est pas utilisée systématiquement.

¹⁹ US/EPA, 1973, UNEP/IOC/IAEA/FAO, 1990, et OECD, 1996.

9.4 Contrôle des performances analytiques

9.4.1 Précision et exactitude

On entend par précision la reproductibilité d'observations répétées. Dans un programme de contrôle de la qualité analytique, elle est déterminée non sur des solutions étalons mais en utilisant des échantillons d'eau réels qui couvrent une gamme de concentrations et toute une série de matières interférentes habituellement rencontrées par l'analyste. Il va de soi que ces données ne devraient pas être recueillies tant que l'analyste ne s'est pas soigneusement familiarisé avec la méthode et n'a pas obtenu une courbe standard reproductible. Pour les analyses colorimétriques, la courbe standard initiale devrait comporter un blanc et une série d'au moins huit étalons englobant l'intervalle complet de concentrations destiné à être utilisé pour les analyses d'échantillons de routine. Par conséquent, deux étalons au moins (un fort et un faible) devraient être analysés pour vérifier la courbe standard initiale. Pour les autres mesures telles que le pH, la conductivité, la turbidité, etc., les instruments devraient être normalisés selon les instructions du fabricant et les bonnes pratiques scientifiques.

On entend par exactitude un degré de différence entre les valeurs observées et connues, ou réelles. Ici encore, l'exactitude devrait être déterminée sur des échantillons d'eau réels analysés sur une base de routine, et de préférence sur les mêmes séries que celles utilisées dans la détermination de la précision.

9.4.2 Evaluation des performances quotidiennes

Une fois que l'on dispose de données valables sur la précision et l'exactitude de la méthode et de l'analyste, des vérifications quotidiennes systématiques sont nécessaires pour s'assurer que des données valides sont obtenues.

Pour prouver que des résultats reproductibles sont obtenus (précision de la méthode), il est nécessaire de répéter les analyses sur les échantillons similaires. Bien que la fréquence de ces analyses répétées dépende, par nature, de facteurs tels que la précision initiale de la méthode, la fiabilité des instruments utilisés et l'expérience de l'analyste, il est d'une bonne pratique de consacrer au moins 10 pour cent du temps de travail en laboratoire à ces analyses répétées. Les données résultantes devraient bien concorder avec la précision connue de la méthode. Si ce n'est pas le cas, le système n'est pas maîtrisé et les résultats sont sujets à caution.

Une manière plus commode d'enregistrer les données obtenues sur la précision et l'exactitude consiste à établir des cartes de contrôle de la qualité. Porter systématiquement les données sur une courbe permet de savoir si les analyses du laboratoire sont bien maîtrisées et permet de constater des évolutions positives ou négatives.

9.4.3 Courbes de contrôle de la qualité

A l'origine, les courbes de contrôle de la qualité avaient été conçues pour le contrôle des procédés de production où des nombres importants d'articles étaient fabriqués et inspectés sur une base pratiquement ininterrompue.

Il existe actuellement divers systèmes permettant de relever les données sur des graphiques des totaux cumulatifs. L'un des plus usité est celui d'Anon (1969) qui s'est avéré très utile pour contrôler la validité des données produites par un laboratoire coopérant et il reste

actuellement couramment utilisé pour relever les performances inter-labos dans les opérations techniques quotidiennes.

9.4.3.1 Courbes de contrôle de la qualité de Shewhart

Les concepts à la base de la courbe de Shewhart (1931) et d'autres techniques statistiques ont permis d'affiner et de quantifier la recherche de la qualité de fabrication. Bien que conçues à l'origine pour contrôler les procédés de production où un grand nombre d'articles étaient fabriqués et inspectés sur une base pratiquement ininterrompue, les mêmes concepts ont été aisément adaptés aux opérations de laboratoire où l'analyste produit comparativement moins de résultats, et ce sur une base intermittente.

9.4.3.2 Courbes de contrôle de la précision

Ces courbes sont tracées en recueillant des données provenant de nombreux échantillons, 15 à 20 au minimum, reproduites sous des conditions supposées contrôlées.

9.4.3.3 Courbes de contrôle de l'exactitude

Comme dans le système ci-dessus, ces courbes sont tracées en recueillant des données de nombreux échantillons, 15 à 20 au minimum, mais d'échantillons ayant reçu des ajouts (de préférence) ou de solutions étalons sous des conditions supposées contrôlées. Là encore, ces données devraient être obtenues sur une période étendue du temps de travail du laboratoire et être représentatives des conditions de travail normales.

9.5 Gestion et notification des données

Pour obtenir des données sur la qualité de l'eau, la laboratoire doit d'abord prélever un échantillon représentatif et le remettre intact à la personne pratiquant l'analyse. L'analyste doit alors mener à bien l'analyse selon la méthode prescrite. Cette phase achevée, une autre phase importante doit être menée à bien avant que les données soient exploitables. Elle comporte le relevé permanent des données analytiques dans des termes pertinents et exacts, puis leur transmission sous une présentation appropriée dans un dispositif de stockage en vue de leur interprétation et de leur exploitation ultérieures.

10. ANALYSES DES CAPACITES DE CONFORMITE²⁰

L'examen de l'adéquation d'une masse d'eau à une utilisation donnée fait partie intégrante du processus d'étude et de révision des normes de qualité de l'eau. Il est destiné à aider les Etats à répondre à trois questions essentielles:

1. Quelles sont les utilisations de protection aquatique actuellement obtenues dans la masse d'eau?
2. Quelles sont les utilisations susceptibles d'être obtenues sur la base des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la masse d'eau? et
3. Quelles sont les causes de toute atteinte aux utilisations?

²⁰ US/EPA, 1983.

Les analyses des capacités de conformité sont par conséquent des méthodes et des démarches qui peuvent servir à aborder les questions ci-dessus quant à la protection du milieu marin.

Les données et renseignements recueillis de l'étude de la masse d'eau fournissent une base à l'évaluation de son adéquation à une utilisation particulière. On ne considère pas que chaque masse d'eau aurait nécessairement un seul ensemble d'utilisations, mais plutôt que les caractéristiques nécessaires à étayer une utilisation pourraient être identifiées de manière à ce que les masses d'eau possédant ces caractéristiques puissent être regroupées comme étant susceptibles d'étayer des utilisations particulières.

La complexité d'un écosystème aquatique ne se prête pas à une évaluation élémentaire, aussi n'existe-t-il pas de formule ou de modèle qui pourrait fournir toutes les réponses. Ainsi, le jugement avisé de l'évaluateur est-il la clé de l'interprétation des données recueillies.

Les évaluations informatiques les plus courantes sur les capacités de conformité des utilisations sont des analyses statistiques des données de la surveillance de la qualité de l'eau en vue de déterminer la fréquence du non respect des critères pour une utilisation aquatique donnée. Des évaluations statistiques des manquements aux critères de qualité de l'eau devraient envisager les intervalles de confiance pour le nombre de manquements imputables à des variations aléatoires (plutôt que la dégradation effective de la qualité de l'eau).

Par exemple, dans le cas d'une station de surveillance ayant douze relevés annuels d'oxygène dissous pour une norme de 5 mg/l d'OD, si les analyses statistiques des relevés de l'OD indiquent que les limites de confiance supérieure et inférieure pour la fréquence de manquement à la norme de 5 mg/l d'OD couvrent un intervalle de un à quatre manquements par an, un organisme chargé de la réglementation devrait être prudent avant de décider si une atteinte effective à l'utilisation s'est produite, à moins que quatre manquements soient observés par an.

L'élaboration d'un manuel sur les analyses des capacités de conformité devrait être une priorité dans un programme de surveillance de la conformité.

Parmi les outils applicables à l'utilisation des analyses des capacités de conformité, notamment les évaluations chimiques, il y a le recours aux indices. De nombreux indices de qualité de l'eau ont été élaborés. L'indice de qualité de l'eau de Denius est présenté ici afin d'illustrer sa possibilité d'application:

Cet indice comprend 11 variables et une échelle qui décroît en raison inverse de la pollution, allant de 0 à 100. L'indice est calculé comme la somme pondérée de ses sous-indices. Les 11 variables incluses dans l'indice sont: l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène, *Escherichia coli*, l'alcalinité, la dureté, la conductivité spécifique, les chlorures, le pH, la température, les coliformes et la couleur. Cet indice est unique en ce que l'indice de qualité de l'eau calculé peut être rattaché à des utilisations précises de l'eau. Denius a proposé des échelles d'appréciation pour différents intervalles de l'indice selon l'utilisation précise de l'eau considérée, comme l'illustre la figure 5. Les valeurs de l'indice peuvent être calculées au moyen de la formule:

$$Q = \frac{5(OD) + 214(DBO)^{-0.642} + 400(5E.Coli)^{-0.30} + 300(Coli)^{-0.30} + 535(CS)^{-0.3565} + 62.9(CI)^{-0.207} + 10^{1.974 - 0.00132(DU)} + 54(ALC)^{-0.178} + 10^{0.235 pH + 0.440}}{5 + 2 + 4 + 3 + 1 + 5 + 1 + 0.5 + 1 + 8(Te-Tt) + 224 + 128(C)^{-0.288}}{2 + 1}$$

Remarque: si le pH se situe entre 6,7 et 7,3, on devrait substituer 100 pour l'expression du pH. Si le pH est supérieur à 7,3, on l'exprimera alors par 10.

- OD = oxygène dissous en taux de saturation
- DBO = demande biochimique en oxygène en mg/l
- E.Coli = nombre d'*Escherichia coli* par ml
- Coli = nombre de coliformes par ml
- CS = conductivité spécifique exprimée en microohms par cm à 25°C
- CI = chlorures in mg/l
- DU = dureté en ppm CaCO₃
- ALC = alcalinité en ppm CaCO₃
- pH = unités pH
- Te = température effective
- Tt = température type (température mensuelle moyenne)
- C = unités colorimétriques

Une fois que le taux de qualité est déterminé sur la base du calcul ci-dessus, une comparaison avec la figure 5 devrait indiquer la qualité de l'eau pour une utilisation spécifique.

Un autre indice utile est l'indice de contamination, qui aide à évaluer la contribution de sources anthropiques de contamination des sédiments par les métaux en fonction du temps. Le rapport de Wedepohl permet de comparer la quantité de métal dans l'échantillon sédimentaire avec la concentration d'un schiste moyen (ou grès). Si, par exemple, des scientifiques ont mesuré le silicium et l'aluminium, puis ont corrélié les métaux avec le rapport Si/Al, un facteur de contamination (Fc) peut être calculé comme suit:

- où: Fc = (Co-Cp)/Cp
- Co = concentration du sédiment de surface
- Cp = concentration prévue calculée d'après la relation statistique entre le rapport Si/Al et le logarithme de la teneur en métaux de sédiments anciens, antérieurs à la pollution.

Ainsi, $F_c < 0$ quand la concentration en métaux observée est inférieure à la valeur prévue; $F_c = 0$ quand la valeur observée et la valeur prévue sont identiques; $F_c > 0$ quand la valeur observée est supérieure à la valeur prévue.

L'indice de contamination (iC) est établi en additionnant les facteurs de contamination pour les métaux dans un sédiment donné.

Ainsi:

$$iC = \sum_{n=1}^n F_c = \sum_{n=1}^n (C_o - C_p) / C_p$$

L'indice de toxicité (iT) est en rapport avec l'indice de contamination et est exprimé par l'équation:

$$iT = \sum_{i=1}^i (M_i / M_1) \cdot F_{c_i}$$

où : M_i = le critère "aigu" à tout moment pour n'importe lequel des métaux,
mais : M_1 est toujours la valeur du critère pour le plus toxique des métaux.

Le critère "aigu" à tout moment se définit comme la concentration d'une matière qui ne peut être dépassée dans un milieu donné à un moment quelconque. Lors de l'évaluation des indices de toxicité, les stations d'échantillonnage devraient se caractériser par leurs salinités minimales, et ce parce que la toxicité des métaux est souvent plus élevée dans l'eau douce que dans l'eau salée.

On trouvera un exposé plus détaillé de l'établissement de l'indice de contamination dans les publications de l'US/EPA (Chesapeake Bay): "A Profile of Environmental Change", (1983a), et "A Framework for Action", (1983c).

11. APPLICATION EFFECTIVE²¹

Il importe de souligner que l'application effective n'est que l'une des composantes de la "gestion de la qualité de l'environnement" (GQE). A ce titre, elle doit s'accorder avec les autres composantes. Par exemple, si la législation, la fixation de normes et les conditions de délivrance de permis ne sont pas claires et sans équivoque pour le responsable du rejet comme pour l'organisme chargé de la réglementation, il sera difficile, voire impossible, d'obtenir une application effective.

²¹ OECD. 1985.

Les composantes de la GQE peuvent se caractériser notamment ainsi:

- perception d'un problème de qualité de l'environnement;
- collecte des données, analyse, élaboration de stratégies visant à "résoudre" le problème;
- législation, établissement de réglementations;
- élaboration et promulgation de normes;
- délivrance de permis;
- recours à des instruments environnementaux pour inciter à un début d'application;
- exécution des conditions prévues par les permis en cas de manquement aux normes.

Il devrait y avoir, pour chaque composante du cycle de la GQE, une information en retour vers les autres composantes. Il importe aussi de souligner que tous les échelons de l'administration sont concernés et interviennent dans la gestion de l'environnement.

L'une des questions importantes touchant la GQE et sa composante "application effective" est la répartition des tâches de gestion entre les divers échelons de l'administration. Par ailleurs, un problème qui fait partie intégrante de la gestion de la qualité de l'environnement consiste à allouer des ressources entre les diverses composantes du cycle de la GQE et au sein de la composante "application effective".

De multiples acteurs interviennent dans chaque composante de la gestion de la qualité de l'environnement, et notamment dans l'application effective. Une liste de ces acteurs, avec leurs rôles respectifs, est donnée ci-dessous à titre d'exemple:

Organismes publics: ce sont des organismes chargés de la réglementation à tous les échelons de l'administration de juridiction générale et des organismes spéciaux, tels que les Services des eaux au Royaume-Uni, la Genossenschaften en Allemagne, les Districts de gestion de la qualité de l'air aux Etats-Unis, les Agences de bassin en France. Leur rôle consiste à:

- élaborer des règlements;
- fixer des normes et établir des lignes directrices;
- délivrer des permis, procéder à des inspections;
- surveiller les rejets, vérifier l'exactitude des données recueillies aux points de rejet (données d'autosurveillance, par exemple);
- imposer des sanctions en cas de non conformité;
- conclure des accords de coopération avec des responsables de rejets du secteur public et privé;
- concourir à des éco-audits;
- rendre publics les résultats, bons ou mauvais, des responsables de rejets, fournir et maintenir l'accès à l'information sur les activités de rejet;
- mettre en place et exploiter un service d'examen des plaintes;
- promouvoir des techniques de production propre.

Organismes publics en tant que responsables de rejet: obligations identiques à celles des responsables du secteur privé.

Tribunaux:

- établir si une activité de rejet a été ou non conforme aux normes;
- établir si les normes sont ou non "justifiées", ou "valables";
- établir si l'organisme chargé de la réglementation s'est ou non acquitté des fonctions dont il est chargé;
- imposer des sanctions judiciaires.

Secteur privé: par exemple, activités industrielles, agricoles, extractives et forestières, activités d'institutions. Ce secteur est ou devrait être activement associé aux tâches suivantes:

- élaborer des réglementations;
- fixer des normes et établir des lignes directrices;
- procéder à l'autosurveillance des apports de matières premières ainsi qu'à l'autosurveillance des déchets;
- conclure des accords de coopération avec les organismes chargés de la réglementation qui réalisent des éco-audits.

Associations professionnelles:

- soumettre des éléments pour l'élaboration de règlements, la fixation de normes; mener des recherches sur la lutte contre la pollution et les modifications des procédés de fabrication;
- participer à l'établissement de lignes directrices pour les éco-audits.

Compagnies d'assurance:

- demander des éco-audits en préalable à la couverture de risques;
- établir diverses normes d'activité en préalable à la couverture de risques.

Groupes d'utilité publique: par ex. associations de défense de l'environnement

- élaborer des réglementations;
- avaliser;
- surveiller les performances des organismes des secteurs public et privé;
- participer à des groupes conjoints avec des organismes des secteurs public et privé pour mettre au point des normes et des procédures de surveillance;
- entamer des poursuites contre des établissements publics et privés responsables de pollution, ainsi que contre des organismes publics chargés de la réglementation.

L'application effective peut être améliorée en développant neuf lignes d'action:

- au niveau de la réglementation;
- au niveau des permis;
- en améliorant la surveillance;
- en développant des accords de coopération;

- en développant des éco-audits;
- en renforçant les contrôles et les sections;
- en adoptant des mesures d'incitation;
- en améliorant l'information et sa diffusion;
- en renforçant la capacité institutionnelle.

Comme les divers aspects de l'application effective ne mettent pas tous en jeu les mêmes éléments, ces propositions ne sont pas forcément valables pour toutes les circonstances et tous les pays. En outre, les pouvoirs publics devraient définir leurs propres priorités dans ce domaine.

Les pays méditerranéens connaissent des stades très différents de développement politique, social et économique, et la forme la plus appropriée d'organisation des contrôles variera en fonction de ces disparités. Mais les enseignements tirés des divers pays permettent de dégager une orientation générale. Il convient notamment d'examiner dans quelle mesure les attributions sont réparties entre le pouvoir central et les collectivités locales.

Le pouvoir central fixe la politique nationale, promulgue les lois et conserve en dernier ressort le contrôle d'ensemble. Il a été jugé avantageux, à ce niveau, d'instaurer des consultations et des liaisons officielles entre les ministères chargés des divers aspects de la pollution côtière, à savoir ceux de la santé, de l'industrie, du tourisme, de la pêche, des affaires locales, de la navigation et des questions maritimes.

Le degré auquel le pouvoir central s'acquitte lui-même de ses fonctions administratives ou les délègue aux autorités locales ou régionales est conditionné en partie par les ressources et capacités techniques de ces dernières. Il faut également se rappeler que les municipalités sont habituellement chargées du réseau d'assainissement et de l'élimination des déchets. Elles sont à l'origine de rejets et il pourrait paraître inopportun qu'elles soient habilitées à se délivrer à elles-mêmes des autorisations et à veiller à leur application effective.

L'information concerne aussi bien la collecte et le traitement des données existantes que le recueil des renseignements supplémentaires et l'accès aux données de la surveillance de routine. L'évaluation des données qu'il convient de joindre pour remplir les conditions du permis peut être effectuée au stade d'information puis transmise au stade de contrôle auquel l'autorisation est délivrée. Le rejet est surveillé pour vérifier dans quelle mesure il satisfait aux conditions de l'autorisation, et l'eau réceptrice est également surveillée pour confirmer sa qualité. La surveillance consiste à prélever les échantillons, à les transporter au laboratoire et à les analyser. Les résultats analytiques sont communiqués à l'autorité de contrôle normalement chargée de l'application effective et au stade de collecte de l'information. A des intervalles réguliers, les données font l'objet d'un examen minutieux et, à des intervalles convenus, les conditions de l'autorisation sont revues. Un rapport peut être établi et publié chaque année.

La collecte et l'interprétation des données est une opération complexe nécessitant un haut niveau de compétence technique. Certains pays disposent des moyens pour que ces tâches soient effectuées régulièrement. Quand il existe des administrations chargées de la gestion des eaux intérieures, elle peuvent posséder et acquérir les compétences nécessaires. Dans de nombreux pays, la collecte et l'évaluation des données sont effectuées avant tout par des institutions spécialisées qui desservent l'ensemble du pays.

12. ORGANISATION

Les conditions d'organisation d'un programme efficace de surveillance de la pollution couvrent toute une série d'activités qui doivent être entreprises pour obtenir des résultats pratiques dans la lutte contre la pollution en dépensant le moins de temps et d'argent possible. Les éléments suivants ont souvent été inclus dans les programmes nationaux:

- création d'un organisme de contrôle des eaux côtières;
- gestion des réseaux d'eaux usées (collecte, épuration, évacuation);
- surveillance continue des eaux et des effluents du littoral;
- recherche.

12.1 Mise en place d'un organisme de contrôle des eaux côtières

Un organisme de contrôle des eaux côtières a pour tâches principales:

- de collecter l'information;
- de décider et d'approuver la politique antipollution;
- de mettre en oeuvre cette politique;
- de surveiller les résultats obtenus.

Tous ces éléments relèvent généralement de la responsabilité d'un seul et même organisme, mais dans certains cas ils peuvent se répartir entre plusieurs rouages administratifs distincts. La réunion de tous ces aspects en une seule entité renforce la synchronisation entre les divers services techniques et favorise une même conception d'ensemble, ce qui évite les conflits entre plusieurs services.

12.1.1 Collecte de l'information

Il est très important de bien connaître la situation réelle si l'on veut définir une politique et une stratégie valables de lutte contre la pollution, afin de permettre aux décideurs d'asseoir leurs mesures sur des données précises et véritables et non sur des estimations théoriques.

L'information devrait porter sur les conditions des eaux côtières et intérieures (comme les cours d'eau), sur les bassins versants, comporter une estimation de la charge hydraulique et de la charge polluante de toutes les sources de pollution (situées à terre et au large), et renseigner sur la teneur des plans de développement de la région afin de prévoir leur impact futur sur l'environnement.

Cette procédure devrait s'accomplir dans le plus court délai possible de manière à prévenir toute discordance entre le début et la fin de l'opération de collecte des données. Il est donc très important de recourir à des méthodes simples, rapides et précises de collecte et d'interprétation des données. A cet égard, l'introduction de systèmes informatisés est vivement recommandée.

Les données recueillies devraient être renouvelées à des intervalles réguliers afin de les maintenir à jour à mesure que des évolutions se produisent. Ici encore, il convient de mettre l'accent sur l'importance des systèmes informatisés.

12.1.2 Définition et approbation de la politique de maîtrise de la pollution

Une fois que les données ont été recueillies, les grands axes de la stratégie de lutte antipollution devraient être planifiés et analysés. Les scientifiques, gestionnaires, techniciens, etc., chargés des aspects techniques des mesures devraient élaborer une stratégie fondée sur des méthodes de contrôle simples et fiables, en tenant compte de toutes les données et de l'impact sur l'environnement. Un plan technique bien conçu et argumenté comportant le plus faible coût financier possible a le plus de chances d'être approuvé par les décideurs. Il convient donc, dans ces conditions, de souligner que des méthodes de contrôle hautement sophistiquées comportant un risque plus important d'échec et des coûts plus importants sont à éviter.

Etant donné la complexité des problèmes d'environnement et la multitude des aspects techniques, financiers, sociaux et politiques qu'implique toute stratégie de lutte antipollution, les décideurs concernés se doivent d'envisager toutes les incidences possibles de la politique proposée. La coopération entre les autorités régionales, les administrations nationales et les organisations internationales est donc essentielle pour examiner la pertinence de la politique à mettre en oeuvre.

12.1.3 Mise en oeuvre de la politique

Une fois que la politique a été approuvée, l'organisme chargé du contrôle de l'eau l'est aussi de la mise en oeuvre de cette politique. Un personnel hautement qualifié et chevronné est un préalable absolu au succès de la mise en oeuvre. En outre, pour assurer la permanence des résultats, il faut que l'opinion publique, les milieux industriels, les collectivités locales fassent preuve de discipline, qu'ils soient convaincus de la nécessité de la politique adoptée et qu'ils coopèrent avec l'organisme chargé de sa mise en oeuvre. Une politique simple et efficace menant rapidement à des améliorations manifestes du milieu marin constitue l'argument le plus convaincant.

La mise en oeuvre de la politique comporte les étapes suivantes:

- assise juridique;
- mesures techniques (aménagement de stations d'épuration, transformation des procédés industriels, etc.);
- campagnes de sensibilisation de l'opinion.

Ces mesures devraient être prises simultanément pour assurer la coopération susmentionnée et l'adhésion des instances concernées à cette politique.

12.1.4 Surveillance continue des résultats obtenus

Une fois que la politique a été correctement appliquée, les résultats escomptés viendront ensuite d'eux-mêmes. Néanmoins, les conditions de la mise en oeuvre de la politique doivent faire l'objet d'un suivi constant car la pratique a montré que même la meilleure stratégie de lutte contre la pollution échoue si elle ne s'accompagne d'une surveillance incessante de ces conditions.

Le service de surveillance compétent de l'organisme sera chargé de l'inspection régulière des procédés industriels, des réseaux d'eaux usées, des activités agricoles, etc., afin de déceler les déficiences, l'absence d'entretien, les problèmes d'exploitation, etc. Il est essentiel que le personnel affecté à cette surveillance possède un niveau élevé d'expérience professionnelle

pour garantir la qualité irréprochable de la mission de l'organisme. La deuxième tâche d'un service de surveillance est de contrôler la qualité de l'eau et les effluents.

12.2 Gestion des réseaux d'eaux usées (collecte, épuration et évacuation)

L'organisation administrative des réseaux d'assainissement est un élément essentiel du succès de la mise en oeuvre d'un programme de dépollution, en dehors de la gestion purement technique. L'expérience a montré que même des installations de conception très avancée pouvaient ne pas fonctionner efficacement en raison d'une organisation et d'un appui administratifs médiocres.

Aucune forme d'organisation administrative ne peut être recommandée comme étant d'une valeur universelle, car les conditions économiques, politiques et géographiques varient d'un pays à l'autre. On ne mentionnera ci-dessous que certains des principaux facteurs à prendre en compte quand on dresse un plan d'organisation destiné à un cas particulier.

- organisation existante d'alimentation en eau;
- dimensions de la zone;
- plans de développement de la zone;
- plan d'organisation régionale du pays.

12.3 Surveillance continue des eaux et des effluents du littoral

La surveillance continue des eaux et des effluents du littoral fait généralement partie du programme du service de lutte contre la pollution de l'eau et elle relève souvent de la responsabilité administrative de ce dernier.

Cet aspect des programmes de surveillance comporte l'échantillonnage et l'analyse des effluents. Les autorités chargées du contrôle effectuent non seulement un échantillonnage et une analyse des effluents pour s'assurer qu'ils sont conformes aux limites prescrites mais aussi de l'eau de mer pour s'assurer que ses utilisations sont adaptées aux conditions régnantes. Mais cela est mentionné à part, car la surveillance de la qualité de l'eau sert aussi d'autre fins que la maîtrise de la pollution.

Non seulement un programme de surveillance de la qualité de l'eau est essentiel à une estimation permanente des conditions de l'eau avant que les effets de toute pollution n'incitent les autorités à prendre des mesures, mais il est aussi d'une aide précieuse pour les organismes de contrôle. Ces données sont une partie importante de l'information requise pour définir et mettre en oeuvre les stratégies de lutte contre la pollution et pour évaluer l'impact sur l'environnement des plans de développement.

12.4 Recherche

Les programmes de recherche menés en appui à la gestion de la lutte contre la pollution du littoral sont toujours axés sur les applications techniques, en évitant les considérations théoriques qui sont plutôt du ressort des universités et d'autres institutions scientifiques. Le plan d'organisation pour la mise en place de programmes de recherche appropriés varie selon la structure administrative de chaque pays.

Au plan de l'organisation, un organisme scientifique/technique autonome, jouant un rôle de conseiller scientifique auprès de l'organisme de lutte contre la pollution de l'eau est la solution optimale. Dans certains cas, les besoins techniques des autorités sont couverts par des contrats conclus avec des organismes de recherche (universités, instituts, etc.) qui mènent des travaux scientifiques pour leurs compte. C'est la solution la moins onéreuse et à laquelle on a largement recours pour réaliser des économies.

Un programme de recherche appliquée doit comporter les éléments suivants:

- études pilotes sur les techniques de lutte antipollution;
- élaboration de projets complets sur les méthodes de traitement des eaux usées;
- mise au point de techniques rentables d'échantillonnage et d'analyse.
- analyse coûts-avantages de l'application de mesures techniques antipollution.

La marche à suivre pour l'exécution rapide d'un tel programme devrait être la suivante:

- (a) définition des tâches et priorités fixées par l'organisme de lutte contre la pollution;
- (b) calendrier d'exécution du programme;
- (c) approbation par les autorités de tutelle des phases intermédiaires des travaux.

13. ETAPES D'UNE PROCEDURE DE SURVEILLANCE DE LA CONFORMITE

En résumant les divers principes et lignes directrices énoncés aux sections précédentes, on exposera ci-dessous succinctement les étapes nécessaires à la mise en oeuvre d'un programme de surveillance continue de la conformité.

On mentionnera, selon le cas, les informations techniques nécessaires à cette surveillance qui figurent dans les différents documents publiés par le PNUE.

1. Identification des buts d'un programme de surveillance.
2. Définition de la zone et classement des utilisations;
nécessité d'élaborer des critères de qualité pour les effluents et le milieu marin, ainsi que les méthodes de détermination de la capacité d'assimilation.
3. Informations tirées des études menées précédemment.
4. Etude de la zone (WHO/UNEP, 1994)- bilan de la zone:
 - 4.1 Partie terrestre du littoral:
 - utilisations du sol;
 - ruissellement;
 - rejets et émissaires d'eaux usées (identification des sources de pollution et des polluants rejetés);
 - traitement des déchets;

- sites de décharge;
- morphologie du littoral.

4.2 Partie marine du littoral:

- zones de mollusques/crustacés;
- zones de pêche;
- eaux de baignade;
- aires protégées;
- sites d'immersion.

5. Conception et exécution du programme:

5.1 Matrices et emplacements:

5.1.1 Sources ponctuelles
(WHO/UNEP, 1979)

- émissaires: nécessité d'élaborer et d'instituer des procédures d'inspection;
- fleuves et autres cours d'eau: nécessité d'instaurer une gestion des bassins versants;
- élimination des déchets solides/boues;
- accidents majeurs.

5.1.2 Sources diffuses:

absence de mesures pour la maîtrise des sources diffuses de pollution.

5.1.3 Conditions sanitaires
(WHO/UNEP, 1994, 1995 et 1996).

5.1.4 Eau de mer
(UNEP/IOC/IAEA/FAO, 1990).

5.1.5 Sédiments
nécessité de préparer un document sur la surveillance de la conformité des sédiments.

5.1.6 Biotes
(UNEP/FAO/IAEA, 1993, UNEP/IAEA/IOC, 1990
UNEP/IOC/IAEA/FAO, 1990)
WHO/UNEP, 1994, 1995 et 1996).

5.2 Sélection des paramètres.

5.3 Détermination des points et de la fréquence d'échantillonnage
(UNEP/IAEA/IOC, 1990).

5.4 Sélection des méthodes d'échantillonnage et d'analyse
(UNEP/IAEA/IOC, 1990).

5.4.1 Echantillonnage

- type d'échantillonnage;
- quantité d'échantillon requise;
- matériel d'échantillonnage, récipients et conteneurs requis;
- conservation des échantillons.

5.4.2 - détermination des limites de précision requises
(UNEP/IOC/IAEA/FAO, 1990);

- possibilité de surveillance continue des paramètres retenus;
- procédures d'analyse (contrôle de la qualité analytique)
(UNEP/FAO/IAEA, 1993);
- applicabilité des méthodes normalisées recommandées;
(UNEP/IAEA/IOC, 1990);
- interétalonnage des résultats
(UNEP/IAEA/IOC, 1990).

5.5 Sélection de la méthode de traitement, de stockage et de recherche des données
(UNEP/FAO/IAEA, 1993).

5.6 Gestion de l'information
(UNEP/FAO/IAEA, 1993).

5.7 Analyse des coûts:
un document sur les principes de l'analyse des coûts d'exécution d'un programme
fait défaut.

5.8 Exécution du programme.

5.9 Evaluation des résultats (analyse des capacités de conformité):
élaboration d'un document sur l'analyse des capacités de conformité.

6. Application effective des lois et règlements en cas de manquement aux normes
d'effluents et aux objectifs de qualité: élaboration d'un document sur l'application effective
des protocoles, des lois et règlements nationaux.

7. Mesures correctrices:
élaboration d'un document sur l'évaluation intégrale de l'état de pollution dans l'ensemble
d'une zone, avec les mesures correctrices à prendre, depuis la planification régionale,
le reclassement des utilisations, la révision des normes d'effluent et des objectifs de
qualité, jusqu'à l'application effective.

14. REFERENCES

- Anon. (1969), «Laboratory Quality Control Manual», Federal Water Pollution Control Administration, Robert S. Kerr Water Research Center.
- APHA (1990), Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th edition. American Public Health Association, Washington D.C.
- Chassard - Bouchaud, C. (1993), Criteria for the selection of organisms for monitoring purposes. In: UNEP/FAO/IAEA: Designing of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms. MAP Technical Report Series No 77, UNEP, Athens, 1993.
- DeWitt, T.H., R.C. Swartz and J.O. Lamberson (1989), Measuring the toxicity of estuarine sediment. *Environ. Toxicol. Chem.* 8: 1035 - 1048.
- Duce, R.A. (1976), Transport paths. In Goldberg E.D (ed) Strategies for marine pollution monitoring. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- FAO (1971), Report of seminar on methods of detection measurements and monitoring of pollutants in the marine environment. FAO Fisheries Report No. 99, Supplements, FAO, Rome.
- Groot, S. and Schilperoort, T. (1984), Optimization of water quality monitoring networks. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 16, York, pp. 275-287.
- Hertz, J. (1991), Bioindicators for monitoring heavy metals in the environment. In: Metals and their compounds in the environment, edited by E. Merian, V.C.H. Weinheim, New York, pp 221-231.
- Linsley, R.K. (1964), Water resources engineering. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Mancy, K.H and Allen, H.E. (1978), Design of measurement systems and environmental sampling, sample preservation and *in situ* measurements, Course 1. Modern Environmental Analysis Methods. Middle East Technical University, Ankara.
- Middlebrooks, G.E. (1979), Industrial pollution control, agro-industries. J. Wiley and Sons.
- OECD (1982), Diffuse sources of agricultural pollution - Pesticides - Problems posed by their residues in the water environment. ENV/WAT/82.1, Paris.
- OECD (1992), Draft report of the OECD workshop on effects assessment of chemicals in sediment. HASED 91.182. Copenhagen.
- OECD (1983), Diffuse sources of water pollution: Agriculture activities, fertilizer and animal waste. Water Management Policy Group. ENV/WAT/82.2.

(1985), Improving the enforcement of environmental policies. ENV/ECO/ 85.9, Paris.

(1986), Control of water pollution from urban run-off. OECD, Environment Monographs No. 3, Paris.

OECD (1996), Seminar on environmental data quality. Group on the State of the Environment. ENV/EPO4 SE/RD (96)1. Paris

SCEP (1970), Man's impact on the global environment, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Schilperoord, T. and Groot, S. (1983), Design and optimization of water quality monitoring networks. Delft Hydraulics Laboratory, Publication No. 286, the Netherlands.

Shewhart, W.A. (1931), Economic control of quality of manufactured products.

UNEP (1987), Definition of ecological criteria for a rational development and protection of aquaculture in Mediterranean coastal zones. UNEP/WG. 170/7.

UNEP (1996), MED POL-Phase III. Programme for the assessment and control of pollution in the Mediterranean Region (1996-2005). Document UNEP (OCA)/MED IG. 8/7.

UNEP/FAO/IAEA (1993), Designing of monitoring programmes and management of data concerning chemical contaminants in marine organisms MAP Technical Reports Series No 77, UNEP, Athens.

UNEP/IOC/IAEA/FAO (1990), Contaminant monitoring programmes using marine organisms: Quality assurance and good laboratory practice. Reference methods for marine pollution studies No 57. UNEP.

UNEP/IAEA/IOC (1990), Reference methods and materials: A programme of support for regional and global marine pollution assessments.

United States Department of Commerce, NOAA.ERL. (1979), Assimilative capacity of U.S. coastal waters for pollutants. Proc. of workshop, Crystal Mountain, Washington, 284 p.

United States Environment Protection Agency (1973), Handbook for analytical quality control in water and wastewater laboratories Cincinnati, Ohio.

(1972), Quality criteria for water. Washington D.C.

(1974), Methods for chemical analysis of water and wastes. Environmental Monitoring and Support Laboratory. E.R.C Cincinnati, Ohio.

(1983), Technical Support Manual: Waterbody surveys and assessments for conducting use attainability analyses. Washington D.C.

(1984), Multi-Media Compliance Inspection Manual, for enforcement programs in air, water, solid waste, toxic substances, *et al*, Government Institutes, Inc.

WHO/UNEP (1979), Principles and guidelines for the discharge of wastes into the marine environment. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/UNEP (1994), Guidelines for health - related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Parts I to V. Document EUR/ICP/CEH 041(3). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/UNEP (1994), Guidelines for monitoring land-based sources of marine pollution. Document EUR/ICP/CEH 04 (1). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/UNEP (1995), Health risks from marine pollution in the Mediterranean. Part II. Review of hazards and health risks. Document EUR/ICP/EHZ 9501/MT 01 (2). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

UNEP/WHO (1996), Guidelines for authorizations for the discharge of liquid wastes into the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No.107, UNEP, Athens.

WHO/UNEP (1996), Microbiological monitoring of recreational and shellfish growing areas. Document EUR/ICP/EHAZ 950/MT02. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/UNEP (1997), Identification of pollution, hot spots and sensitive areas. Under Preparation. Athens.