



OMS

BUREAU REGIONAL DE L'EUROPE

SCHERFIGSVEJ 8
DK-2100 COPENHAGUE Ø
DANEMARK
TÉL.: (45) 39 17 17 17
TÉLÉCOPIEUR: (45) 39 17 18 18
TÉLEX: 15348

52880
EUR/ICP/CEH 041(1)
ORIGINAL : ANGLAIS

E:52462

**PROGRAMME À LONG TERME DE SURVEILLANCE
ET DE RECHERCHE EN MATIÈRE DE POLLUTION
DE LA MÉDITERRANÉE
(MED POL PHASE II)**

Orientations pour la surveillance des sources terrestres de pollution maritime



UNEP

Publié en coopération avec le Programme
des Nations Unies pour l'environnement

BUT 20 QUALITÉ DE L'EAU

D'ici l'an 2000, toutes les populations de la Région devraient disposer d'un approvisionnement satisfaisant en eau potable, et la pollution des eaux souterraines, des cours d'eau, des lacs et des mers ne devrait plus engendrer de risques pour la santé.

RESUME

Le Programme à long terme de surveillance et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL Phase II) constitue l'élément «évaluation de l'environnement» du Plan d'action pour la Méditerranée, adopté par les gouvernements de la Région en 1975. Ses objectifs sont l'évaluation permanente de la pollution de la mer Méditerranée, la détermination des sources, des voies de transfert et des effets des polluants qui y pénètrent et la définition de tendances des niveaux de pollution dans le temps.

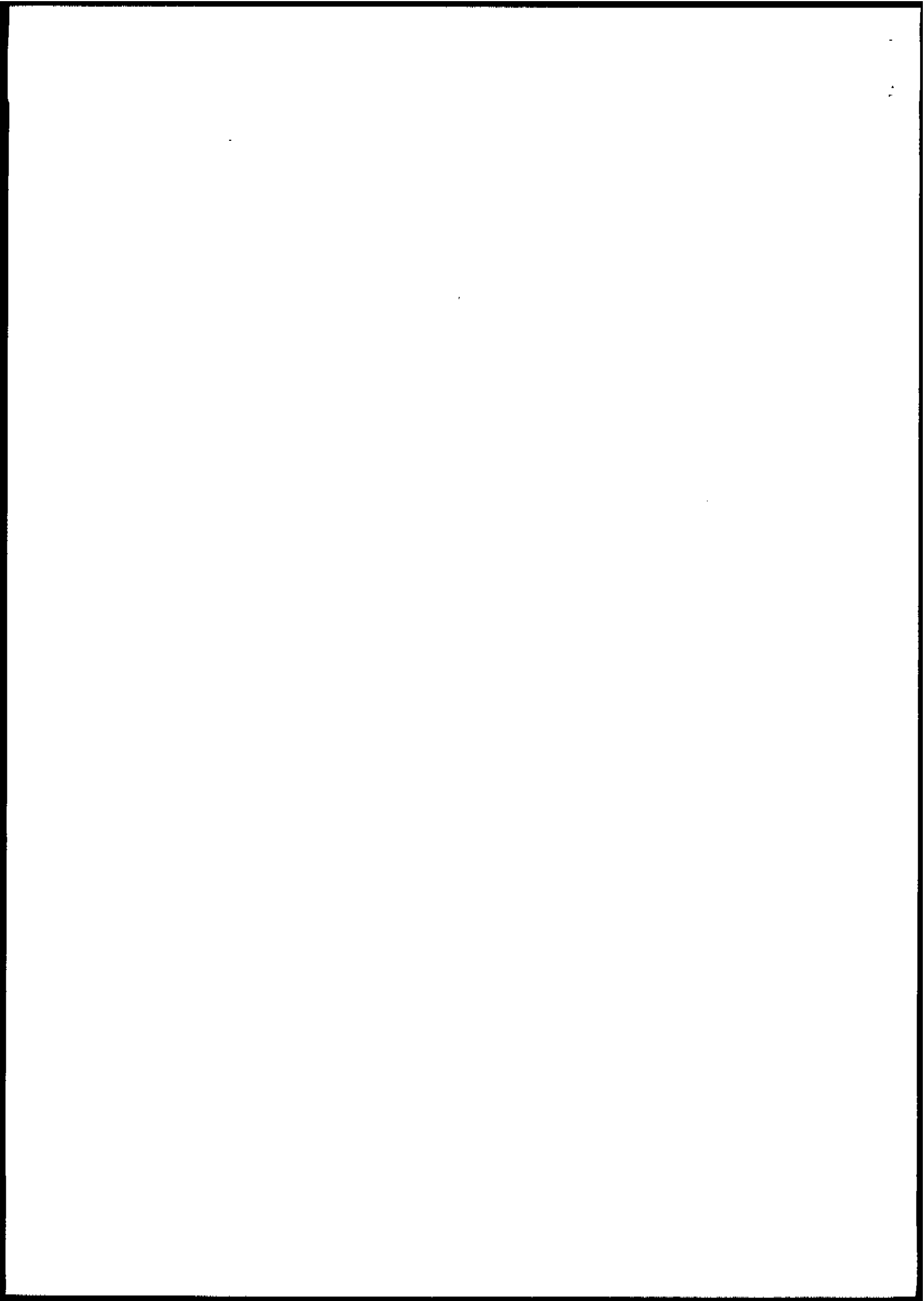
Mots clés

ENVIRONMENTAL MONITORING
WATER POLLUTION – prevent/control
SEAWATER
MEDITERRANEAN

Tous droits sont réservés par le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe. Ce document peut néanmoins être librement commenté, résumé, reproduit ou traduit dans une autre langue, mais il ne doit ni être mis en vente, ni être utilisé à des fins commerciales. Les opinions exprimées par les auteurs cités n'engagent que ceux-ci. Le Bureau régional recevra volontiers trois exemplaires de toute traduction faite.

SOMMAIRE

	<i>Page</i>
1. INTRODUCTION.....	1
2. CHAMP D'APPLICATION.....	1
3. DEFINITIONS	2
4. ACTIVITES.....	3
5. DETERMINATION DE LA ZONE ET DES PROBLEMES	6
5.1 Sources d'information.....	6
5.2 Informations sur la partie terrestre de la zone	6
5.3 Informations sur la partie maritime de la zone.....	7
5.4 Cartes	7
5.5 Elaboration d'un rapport préliminaire.....	7
6. PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS	8
6.1 Matrices et localisations	8
6.2 Méthode de prélèvement d'échantillons	14
6.3 Fréquence de prélèvement d'échantillons	17
7. PARAMETRES A SURVEILLER	22
8. METHODE D'ANALYSE DES ECHANTILLONS ET MESURES DE DEBIT	23
8.1 Analyse des échantillons.....	23
8.2 Mesure du débit	23
9. BIBLIOGRAPHIE.....	24



1. INTRODUCTION

Le Programme à long terme de surveillance et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL Phase II) constitue l'élément «évaluation de l'environnement» du Plan d'action pour la Méditerranée, adopté par les gouvernements de la Région en 1975. Ses objectifs sont l'évaluation permanente de la pollution de la mer Méditerranée, la détermination des sources, des voies de transfert et des effets des polluants qui y pénètrent et la définition de tendances des niveaux de pollution dans le temps.

La surveillance menée dans le cadre du programme susmentionné porte notamment sur les sources de pollution; il s'agit de recueillir des informations sur les types et les quantités de polluants du milieu maritime qui proviennent de sources côtières. L'objet de cette surveillance est d'établir le degré de pollution de la Méditerranée et de mieux connaître les cycles biogéochimiques des polluants qui se trouvent dans cette mer. Les polluants à surveiller comprennent des substances énumérées dans les annexes I et II du Protocole sur la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique, qui a été adopté par les gouvernements de la Région en mai 1980 et est en vigueur depuis juin 1983.

Pour aider les laboratoires participant à l'élément de surveillance du programme MED POL et garantir une bonne comparabilité des données, des méthodes de référence et des orientations ont été conçues par le PNUE en coopération avec les institutions spécialisées compétentes des Nations Unies, ainsi que d'autres organisations. Un certain nombre de ces méthodes et orientations ont été établies par l'Organisation mondiale de la santé. Elles respectent autant que possible les normes de l'Organisation internationale de normalisation.

La conception des méthodes et orientations relevant de l'OMS est confiée à des experts des disciplines appropriées qui ont une expérience des caractéristiques de l'environnement méditerranéen. Après son élaboration sous forme de projet, chaque méthode est examinée par des spécialistes internationaux du domaine concerné, soit à titre individuel, soit, généralement, lors de réunions de consultation. Après leur adoption définitive, ces méthodes et orientations sont distribuées à des laboratoires méditerranéens et sont périodiquement mises à jour ou révisées à la lumière de l'expérience.

La première version de ces orientations a été établie pour l'OMS par le professeur Kriton Curi du Groupe de recherche sur la pollution de l'environnement de la Faculté d'ingénierie de l'Université Bogazici d'Istanbul (Turquie). Cette version a été examinée de façon approfondie au cours d'une réunion de consultation spéciale convoquée par l'OMS et le PNUE à Istanbul du 27 au 29 septembre 1990. Cette première publication des orientations incorpore diverses modifications apportées depuis lors.

2. CHAMP D'APPLICATION

Les orientations doivent être utilisées pour l'élaboration et la mise en œuvre de programmes visant à surveiller les types et les quantités de polluants qui pénètrent dans le milieu marin à partir de sources terrestres. Il convient de les utiliser en ayant recours à des méthodes appropriées pour déterminer les paramètres chimiques et microbiologiques en cause et à des méthodes statistiques adaptées, pour qu'il soit possible d'interpréter de façon exacte les résultats et d'évaluer annuellement la pollution qui parvient à la mer.

Les programmes de surveillance qui reposeront sur ces orientations seront utiles pour la gestion des eaux côtières, en particulier dans le cas d'effluents urbains ou industriels qui

doivent être conformes à des limites légales en ce qui concerne la concentration d'un polluant donné.

Les orientations seront également utiles pour l'évaluation des programmes visant à prévenir et à combattre l'ensemble de la pollution des eaux côtières, pour autant qu'une surveillance de la qualité de l'eau de mer ait lieu parallèlement dans certaines zones, telles que les plages, les élevages de coquillages, les exploitations piscicoles et les réserves naturelles. En outre, la surveillance de certains paramètres sur la base de ces orientations devrait livrer des informations scientifiques permettant une bonne évaluation de l'impact sur l'environnement de certains projets industriels ou d'aménagement proches du littoral méditerranéen.

Bien que ces orientations aient été conçues pour la région méditerranéenne et compte tenu de la situation propre à cette région, elles sont susceptibles d'être appliquées dans des régions où la situation de l'environnement est différente.

3. DEFINITIONS

Les sources de pollution terrestre peuvent être classées en deux catégories : les sources ponctuelles et les sources diffuses.

Sources ponctuelles

Les sources ponctuelles sont à l'origine de déversements continus ou discontinus dans un plan d'eau en un point unique. Voici des exemples de sources ponctuelles :

- a) **Emissaires d'égouts, y compris émissaires d'égouts urbains ou industriels, émissaires d'eaux pluviales et émissaires unitaires** : Ils peuvent se déverser à proximité immédiate de la côte en des points situés au-dessus ou au-dessous du niveau de la mer, mais leur bouche peut aussi se situer dans le milieu marin, à distance de la côte, via une canalisation sous-marine.
- b) **Cours d'eau** : Des cours d'eau peuvent transporter d'importantes quantités de polluants provenant de l'arrière-pays, loin de la mer.
- c) **Lagunes** : Elles peuvent représenter une importante source de pollution, surtout si elles sont le point d'aboutissement de déchets.
- d) **Lieux de déversement de déchets solides et de boues** : Le déversement de déchets solides et de boues dans la mer, à partir de points spécifiques situés sur la terre ou de chalands ou navires, peut être considéré comme une source ponctuelle de pollution.
- e) **Accidents et fuites** : Le déversement de polluants dans la mer à la suite de fuites occasionnelles ou permanentes ou résultant d'accidents terrestres, tels que l'explosion d'une raffinerie côtière, figure également dans la catégorie des sources ponctuelles.

Sources diffuses

Les sources à partir desquelles les polluants ne se déversent pas dans la mer en un point unique mais en différents endroits le long de la côte sont considérées comme des sources diffuses. Elles peuvent être classées en trois catégories :

- a) **Eaux de ruissellement** : Les eaux pluviales qui se déversent dans la mer et les lessivats parvenant à la mer à partir de décharges situées près de la côte sont les principaux exemples de sources diffuses.
- b) **Petits émissaires** : Les émissaires d'eaux d'égout non traitées présents en grand nombre le long de la côte se comportent comme des sources diffuses.
- c) **Pollution atmosphérique** : Selon les données disponibles, d'importantes quantités de plomb et éventuellement d'autres métaux-traces, de DDT, de PCB, d'hydrocarbures à faible poids moléculaire et d'autres substances organiques sont transportés dans la mer par l'atmosphère, soit sous forme de particules, soit sous forme gazeuse (Duce et coll., 1976; SCEP, 1979; FAO, 1971). Les sources qui contribuent ainsi à la pollution transportée par air sont également des sources diffuses.

4. ACTIVITES

Les buts d'un programme de surveillance des sources terrestres de la pollution maritime devraient être les suivants :

- a) achèvement des études de la situation de départ, qui sont nécessaires pour recenser les types et les quantités de polluants déversés dans le milieu marin côtier dans une zone quelconque;
- b) établissement et mise à jour périodique d'un inventaire des sources terrestres de pollution maritime, y compris des données sur ce qu'il advient des polluants;
- c) contrôle de la qualité des effluents lorsque des critères ou des normes existent déjà et évaluation des mesures de lutte appliquées;
- d) recueil de données sur la base desquelles il est possible de prendre des décisions sur l'adoption et la mise en œuvre de mesures de lutte lorsque de telles mesures ne sont pas encore prises;
- e) constitution d'une base de données à utiliser pour l'évaluation de l'impact de tout aménagement côtier futur sur l'environnement.

Un programme de surveillance bien conçu permet la collecte de toutes les informations nécessaires au coût le plus bas possible. En outre, un tel programme peut être modifié aisément, compte tenu de l'expérience acquise, pour y apporter les améliorations rendues nécessaires par les besoins locaux et le progrès des technologies.

Un programme de surveillance bien conçu doit indiquer clairement :

- a) l'objet de ce programme;
- b) les paramètres à déterminer;
- c) la méthode à suivre;
- d) la méthode de contrôle et d'assurance de la qualité.

Au cours de la conception d'un bon programme de surveillance, il est utile de suivre le schéma de la figure 1 (inspirée de Mancy Allen, 1978). Les principales interactions sont indiquées dans la partie gauche de la figure, tandis que la partie droite contient des informations sur les éléments sur lesquels une bonne décision doit reposer. Comme l'indique le schéma, plusieurs facteurs influent sur les décisions relatives à la conception d'un programme de surveillance et, parmi ces facteurs, les restrictions financières peuvent constituer l'élément le

plus important. Une décision réaliste concernant la surveillance doit toujours être financièrement réalisable et le programme de surveillance doit être conçu en conséquence.

La détermination des paramètres à mesurer est très importante. D'une manière générale, ces paramètres dépendent du type des sources de polluants et de la nature des polluants eux-mêmes. On trouvera dans la section 7 la liste des paramètres prioritaires adoptée par les Etats méditerranéens pour la surveillance des sources de pollution dans la région, dans le cadre du Programme à long terme de surveillance et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL Phase II). Comme ces paramètres ont été conçus essentiellement dans l'optique d'un programme régional coordonné, la sélection finale doit dépendre principalement des circonstances locales. Cependant, il faut tenir compte en particulier de la précision nécessaire et susceptible d'être obtenue, car elle est de nature à influencer sur l'importance, les résultats et le coût du programme de surveillance.

Une fois que le programme de surveillance a été élaboré, il faut être conscient que ce programme, en raison de sa nature même, n'est pas immuable en ce qui concerne ses détails. Au contraire, il doit être aménagé en permanence ou périodiquement, compte tenu de l'expérience acquise au cours de sa mise en œuvre.

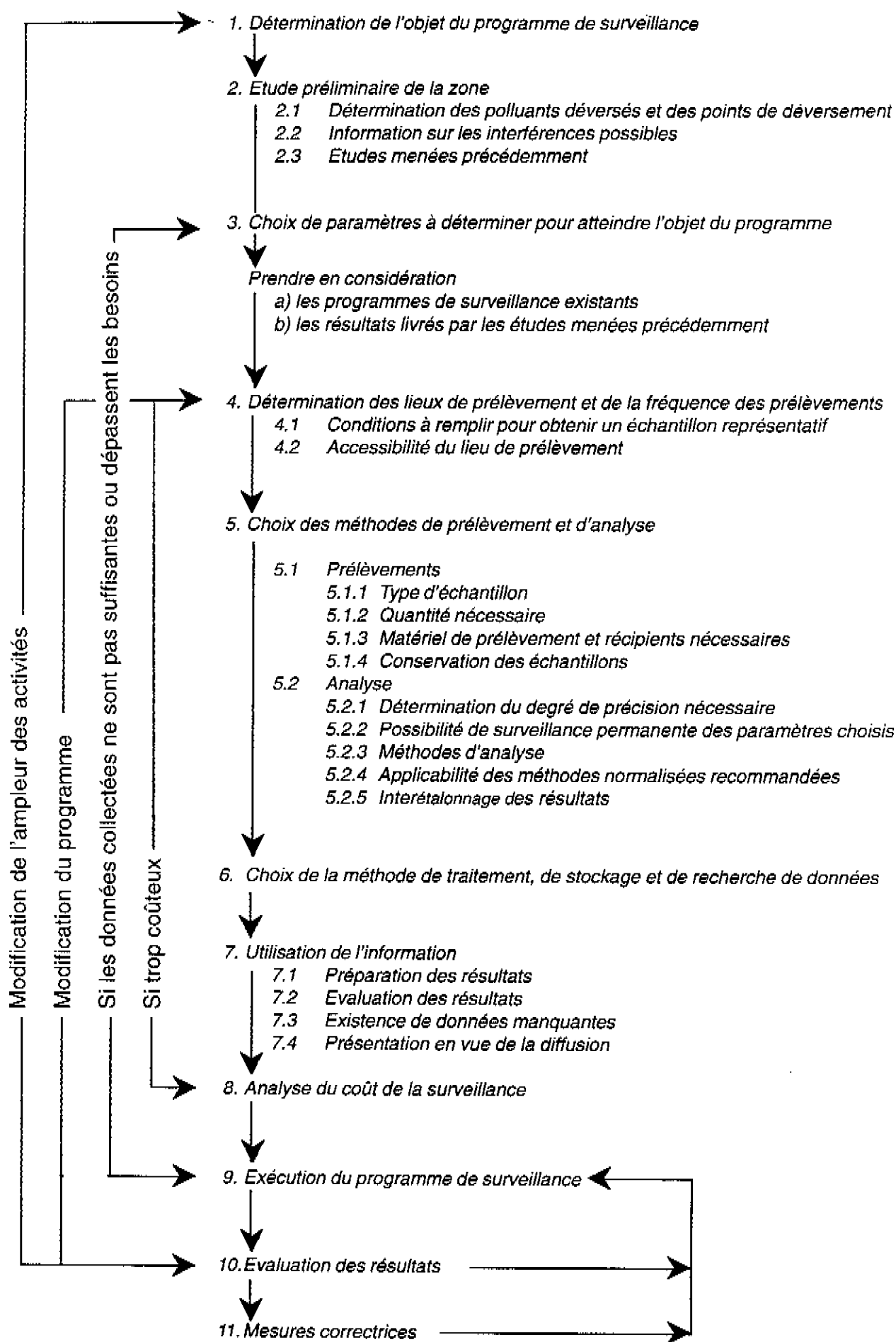
Après évaluation des résultats, les mesures suivantes doivent être prises :

- a) si les résultats indiquent un dépassement des normes ou une mise en danger de l'environnement, des mesures correctrices doivent être prises;
- b) en fonction des résultats obtenus, il peut être décidé :
 - de poursuivre le programme de surveillance sans changement;
 - de modifier l'objet du programme de surveillance;
 - de modifier le programme appliqué.

Pour répondre aux besoins nationaux très variables en matière de surveillance et tenir compte des niveaux également très différents de formation sur le terrain et dans les laboratoires, il est utile d'établir une distinction entre les deux démarches suivantes :

- a) **Surveillance de base.** Elle comporte des activités de collecte et d'analyse d'échantillons pour un petit nombre de paramètres prioritaires. Des ressources limitées sont allouées, et l'évaluation et le contrôle de la qualité se limitent aux aspects essentiels.
- b) **Surveillance étendue.** Il s'agit de recueillir et d'analyser des échantillons pour un plus grand nombre de paramètres. Les ressources nécessaires sont plus importantes et il faut souvent procéder à des recherches, par exemple sur la dispersion et le mouvement des polluants dans le milieu marin après leur déversement. A terme, une série de programmes de surveillance étendue peut déboucher sur des progrès nouveaux en matière de lutte contre la pollution; il peut ensuite en résulter une redéfinition de l'ampleur des activités, le choix d'autres paramètres de surveillance, etc.

Figure.1 Diagramme fonctionnel proposé pour un programme de surveillance



5. DETERMINATION DE LA ZONE ET DES PROBLEMES

5.1 Sources d'information

Pour concevoir un bon système de surveillance, il est essentiel de recueillir toutes les informations disponibles et de procéder à une étude préliminaire de la zone à surveiller. Les sources d'informations relatives à la pollution provenant de sources terrestres peuvent être les suivantes :

- a) bureaux hydrographiques et océanographiques;
- b) établissements d'enseignement supérieur menant des recherches dans des domaines connexes, et académies maritimes et navales;
- c) autorités nationales et locales (municipalités) chargées de faire face au problème en question;
- d) chambres de commerce et d'industrie, ou industries concernées;
- e) organisations non gouvernementales s'occupant de problèmes d'environnement;
- f) habitants des zones concernées, et notamment marins pêcheurs et propriétaires d'exploitations piscicoles.

Il est également souhaitable de procéder à une étude préliminaire ou à une évaluation de la zone. Cette étude préliminaire doit permettre d'établir des descriptions des parties maritime et terrestre de la zone (OMS/PNUE, 1977; PNUE/OMS, 1987), et il convient de consigner par écrit les données obtenues.

5.2 Informations sur la partie terrestre de la zone

Les aspects suivants doivent être examinés :

5.2.1 Utilisation des sols. Détermination des catégories d'utilisation des sols dans le bassin hydrographique : zones industrielles, résidentielles, agricoles et forestières, avec indication des quantités et des types d'engrais, de pesticides, etc. utilisés; zones de loisir (y compris les plages); installations portuaires terrestres, etc.

5.2.2 Sources

Les sources possibles suivantes doivent être examinées :

- **Ruissellements de surface.** Déterminer la localisation et le débit des fleuves, cours d'eau et autres sources de ruissellement;
- **Déversements d'eaux usées et émissaires.** Localiser les déversements d'eaux usées et estimer les débits quotidiens individuels et global; indiquer le type d'émissaire et les problèmes susceptibles de se poser au cours du prélèvement d'échantillons. Localiser les points de déversement sur une carte et remplir une fiche d'information;
- **Installation de traitement des eaux usées.** Déterminer la localisation, la capacité et le degré de traitement;

- **Décharges.** Il convient d'indiquer sur une carte les décharges terrestres où des eaux usées et des boues sont déversées à proximité de la côte, en donnant des informations sur le volume déversé par année;
- **Littoral.** Type de littoral (sable, graviers, rochers, falaises, eaux profondes ou peu profondes, marées, lagunes);
- **Caractéristiques du sol.** Caractéristiques du sol dans le bassin hydrographique.

5.3 Informations sur la partie maritime de la zone

La description de la partie maritime doit comprendre, le cas échéant, les informations suivantes :

5.3.1 Activités

- **Zones de conchyliculture.** Il faudrait indiquer sur une carte la localisation et les types de coquillages, et donner des informations sur les prises (tonnage par année);
- **Zones de pêche.** Indiquer la localisation, les espèces de poissons et, si possible, le tonnage des prises;
- **Zones protégées.** Fournir des informations sur les poissons dans les parcs maritimes et d'autres zones protégées analogues;
- **Lieux de déversement.** Indiquer ces lieux, et les matières et quantités déversées;
- **Biotopes marins.** Donner des informations générales sur la faune et la flore et sur les réserves naturelles.

5.3.2 Données océanographiques et météorologiques

Il faut obtenir toutes les données appropriées sur les vents, les courants, les marées, etc.

5.4 Cartes

Il est essentiel de rassembler toutes les cartes terrestres et maritimes appropriées. Si elles ne sont pas disponibles ou si celles qui existent ne sont pas suffisamment détaillées, il convient d'établir des cartes de la zone à surveiller. Chaque carte doit indiquer clairement la localisation, les coordonnées, l'échelle (sous une forme graphique plutôt que numérique) et l'orientation.

5.5 Elaboration d'un rapport préliminaire

Il faut élaborer un rapport concis indiquant clairement les buts du programme de surveillance et comprenant les informations recueillies au cours de l'étude préliminaire, un résumé des études antérieures et des cartes. Ce rapport doit constituer la base de la mise au point définitive du programme de surveillance.

6. PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS

Les techniques de prélèvement d'échantillons doivent être établies avec beaucoup de soin car, même si l'on utilise des techniques d'analyse les plus sensibles, il n'est pas possible d'obtenir des résultats exacts et fiables si les échantillons recueillis ne sont pas représentatifs.

On ne peut donner de recommandations spécifiques sur le prélèvement d'échantillons qui soient applicables dans toutes les circonstances. De ce fait, seuls des principes généraux sont énoncés ci-après.

Le principe le plus important est d'opérer les prélèvements de façon à permettre la réalisation d'analyses sur des échantillons qui soient «représentatifs» des eaux considérées. En d'autres termes, l'échantillon et sa source doivent avoir la même composition. En outre, l'échantillon doit pouvoir donner une représentation fidèle des variations des caractéristiques de la source dans le temps. Les prélèvements doivent être réalisés de façon systématique, afin de réduire autant que possible les manques de concordance.

Le choix des lieux de prélèvement et de la fréquence des prélèvements pour la détermination et la surveillance des sources terrestres de pollution marine dépend principalement de la sensibilité requise, ainsi que des ressources affectées au programme de surveillance. Il existe une différence fondamentale entre la méthode de prélèvement à utiliser en commun par tous les pays méditerranéens et la méthode qui convient, compte tenu des besoins nationaux ou même locaux.

6.1 Matrices et localisations

Dans les programmes nationaux de surveillance visant à déterminer l'origine de la pollution terrestre, les détails doivent être déterminés compte tenu de la situation de chaque localité concernée. Cette situation varie nécessairement en fonction de l'utilisation des sols et des activités connexes, ainsi que de l'utilisation des eaux dans la zone considérée.

Dans le cadre d'un programme régional de surveillance visant à déterminer les sources de pollution de la mer dans l'ensemble des pays méditerranéens, la surveillance obligatoire se limiterait aux principales sources de pollution, mais serait complétée par une surveillance répondant aux besoins nationaux et locaux.

Conformément à ces principes généraux, les matrices à surveiller et la localisation des points de prélèvement devraient respecter les règles énoncées ci-après.

6.1.1 Sources ponctuelles

Lorsque des échantillons doivent être prélevés dans une source ponctuelle, il convient en premier lieu de vérifier l'homogénéité du système et, si possible, de choisir les points de prélèvement là où il existe une distribution homogène des paramètres à mesurer. Cela n'est pas toujours possible, en particulier s'il y a des matières non dissoutes ayant des densités différentes de celles de l'eau ou si les réactions chimiques ou biologiques ont des ampleurs variables en différents endroits du système. Lorsque le système est hétérogène, le nombre d'échantillons et la localisation des prélèvements doivent être adaptés en conséquence pour que les résultats soient représentatifs. Il faut vérifier s'il existe des variations temporelles, par exemple saisonnières, de l'hétérogénéité d'un système. Il faut éviter de réaliser des prélèvements près des limites des systèmes d'eau que sont par exemple les rives des cours d'eau ou les parois des canalisations et canaux, à moins que ces localisations ne présentent un

intérêt particulier. Il faut suivre les principes présentés ci-après pour différents types de sources ponctuelles :

- a) **Emissaires** : Pour le prélèvement d'un échantillon représentatif dans un émissaire, il faut veiller à ce que le point de prélèvement soit situé en un lieu tel qu'il ne soit pas affecté ni par les eaux côtières réceptrices ni par un débouché particulier d'eaux usées. A cet effet, le point de prélèvement doit se situer au-delà du dernier débouché, de façon à ce qu'un mélange complet ait pu s'opérer. La distance minimale recommandée entre le point de prélèvement et le dernier débouché dans l'émissaire principal doit être 25 fois le diamètre de l'émissaire (figure 2). En outre, le prélèvement doit être effectué à un endroit de l'émissaire principal situé dans les terres, pour éviter toute interférence de la part des eaux réceptrices.

L'ordre de préférence des points de prélèvement est le suivant :

- Si la bouche de l'émissaire est située au-dessus du niveau de la mer, de telle façon que l'eau de mer ne puisse y pénétrer mais sans que cela empêche le prélèvement, ce point doit être préféré pour le prélèvement.
- Si la solution précédente n'est pas possible, il faut choisir un regard répondant aux conditions générales indiquées ci-dessus.
- S'il n'existe pas, il faut aménager un point de prélèvement spécial ou prendre des précautions particulières. Une méthode recommandée lorsque la bouche de l'émissaire se situe un peu au-dessous du niveau de la mer consiste à boucher l'émissaire à l'aide d'un coussin gonflable ayant une canalisation en son centre. On élève cette canalisation au-dessus du niveau de la mer et, après avoir laissé s'écouler suffisamment de temps pour que toute l'eau de mer restant dans la canalisation ait pu se déverser, on prélève des échantillons (figure 3). Lors du choix d'un point de prélèvement, il faut songer que le point choisi doit être facilement accessible quelles que soient les conditions météorologiques.

Lorsqu'il est nécessaire de placer un appareil de mesure du débit dans l'émissaire, il faut veiller à éviter toute variation des caractéristiques de l'échantillon qui soit susceptible d'affecter sa validité. Par exemple, l'utilisation d'un barrage peut provoquer une réoxygénation, ce qui modifie les caractéristiques du liquide prélevé. En pareil cas, il faut situer les appareils de mesure du débit en aval du point de prélèvement, à une distance suffisante pour empêcher tout effet sur l'échantillon, tout en veillant à ce que les mesures du débit restent fiables. Lorsque le débitmètre est portable et facile à placer et à enlever, les mesures du débit doivent être réalisées après le prélèvement des échantillons.

Il est suggéré de prélever systématiquement des échantillons :

- Dans les conduites d'eaux urbaines traitées ou non, pour autant que leur débit moyen soit supérieur à $5\ 000\ \text{m}^3$ par jour.
- Aux bouches de canalisations d'eaux usées industrielles, traitées ou non, et d'eaux de refroidissement si le débit moyen est supérieur à $500\ \text{m}^3$ par jour; ou au débouché de n'importe quelle autre canalisation si des études préliminaires indiquent qu'elle contient une quantité appréciable d'un polluant figurant parmi des paramètres mesurés dans le cadre du programme de surveillance.

Figure 2. Localisation d'un point de prélèvement

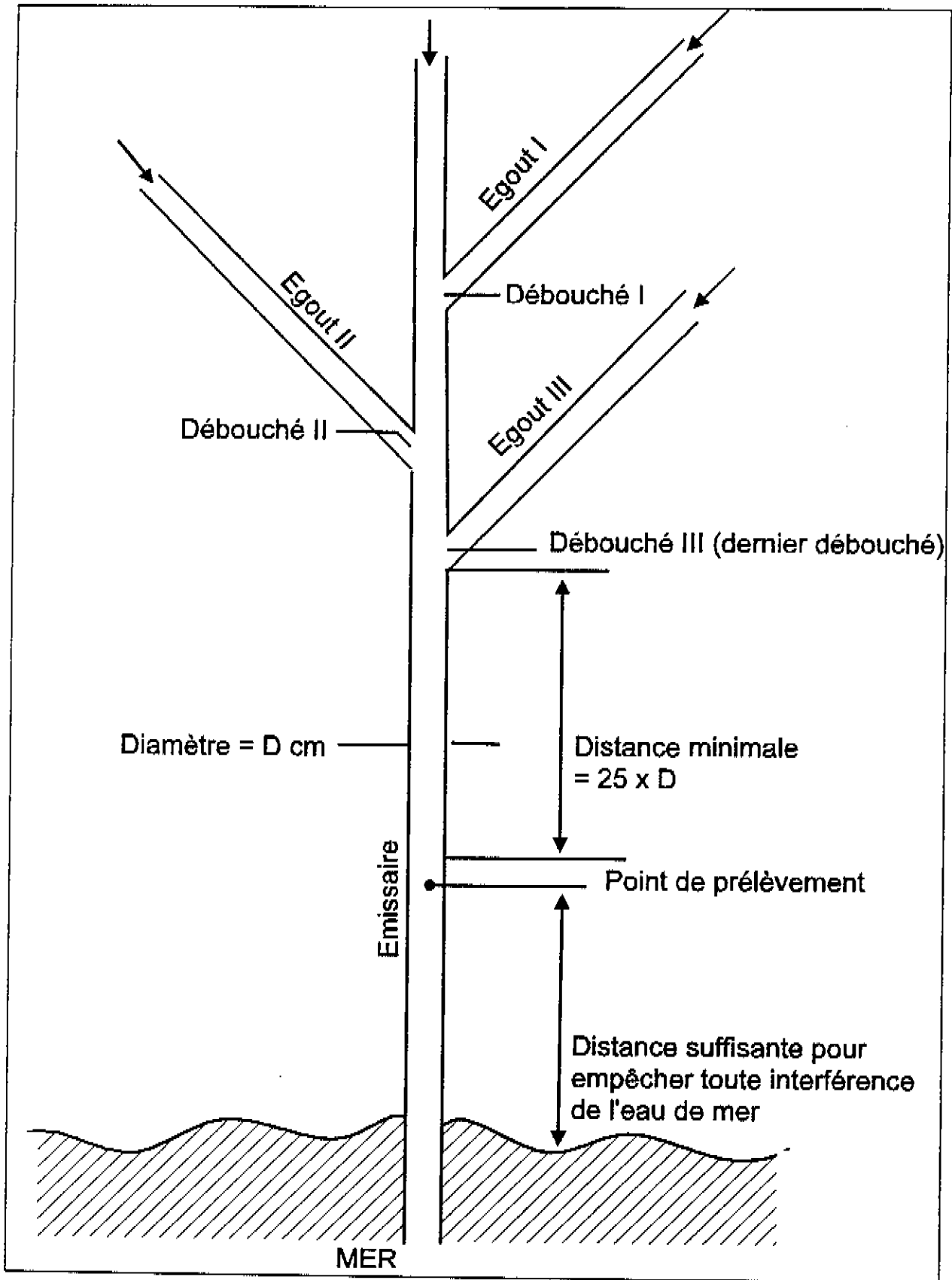
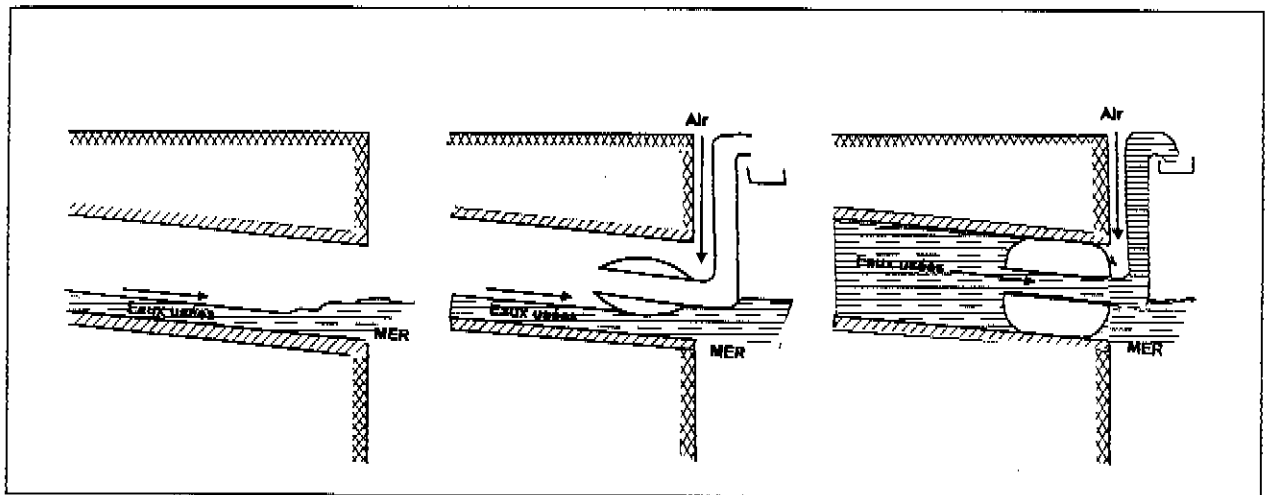


Figure 3. Utilisation d'un coussin gonflable pour la collecte d'échantillons provenant d'une canalisation d'égout ayant son débouché au-dessous du niveau de la mer



- Dans les importants émissaires d'eaux pluviales.
 - Dans les systèmes unitaires évacuant deux types d'eaux décrites ci-dessus ou davantage.
- b) **Cours d'eau** : il faut établir des stations de surveillance, pour autant que ces cours d'eau remplissent l'une des conditions ci-après :
- le débit moyen est supérieur à 100 m³/seconde;
 - le bassin hydrographique est plus étendu que 100 km²;
 - on considère qu'ils sont fortement pollués.

Le lieu d'implantation d'une station de surveillance d'un cours d'eau doit être situé en dehors de la zone touchée par les marées et les vagues, en aval du dernier point de déversement d'effluents, à une distance suffisante pour qu'il soit possible d'obtenir une distribution homogène. S'il existe un risque quelconque de distribution non homogène de la qualité au point choisi, il faut procéder à des examens de la nature et de l'importance de l'hétérogénéité. Si les résultats obtenus indiquent que le cours d'eau est homogène, un seul point de prélèvement est suffisant; sinon, soit le prélèvement doit avoir lieu là où le cours d'eau est homogène, soit des échantillons doivent être prélevés en plusieurs autres endroits, en plus de celui qui a été retenu initialement, de façon à ce qu'il soit possible d'obtenir une bonne représentation des caractéristiques globales. Pour les cours d'eau importants, même s'ils sont homogènes, il est souhaitable de prélever plus d'un échantillon à plusieurs niveaux de profondeur de la même section transversale, en formant une grille de points de prélèvement si nécessaire. En pareil cas, il faut prendre en considération les effets de la variation du débit aux différents points lorsque l'on prépare des échantillons composites ou qu'on estime la quantité globale d'un polluant donné qui est déversé dans les eaux réceptrices. Lorsqu'il faut recueillir un nombre limité d'échantillons pour déterminer les quantités de polluants, il est recommandé, si le matériel nécessaire est disponible, de prélever un échantillon «intégré» de haut en bas au milieu du cours d'eau ou d'un côté à l'autre à un endroit situé à égale distance de la surface et du lit, de telle façon que l'échantillon soit intégré en fonction du débit. Si l'on ne peut prélever qu'un échantillon isolé, il convient d'effectuer le prélèvement au milieu du cours d'eau à égale distance entre le lit et la surface (APHA, 1990). En ce qui concerne en

revanche les mesures de vitesse de circulation, qui sont essentielles pour la détermination du débit et, par conséquent, de la quantité totale de polluants déversés dans les eaux réceptrices, il faut procéder au prélèvement à un point situé à 6/10 de la profondeur totale mesurée depuis le fond ou, pour obtenir une précision accrue, recueillir des échantillons en des points situés à 2/10 et 8/10 de la profondeur totale (Linsley et Franzini, 1969) et faire la moyenne des résultats obtenus (figure 4). Il faut faire preuve d'une attention particulière dans le cas des cours d'eau qui ont une tendance à la crue ou à une stratification variant en fonction de la saison.

Les ponts franchissant le cours d'eau constituent des points de prélèvement facilement accessibles et commodes. Cependant, avant de décider de les utiliser, il faut vérifier que des échantillons prélevés à partir de ces ponts sont valables et représentatifs. Les prélèvements réalisés dans des zones où une stagnation peut se produire et des zones situées près de la rive intérieure d'un méandre doivent être évités, car ils peuvent ne pas être représentatifs.

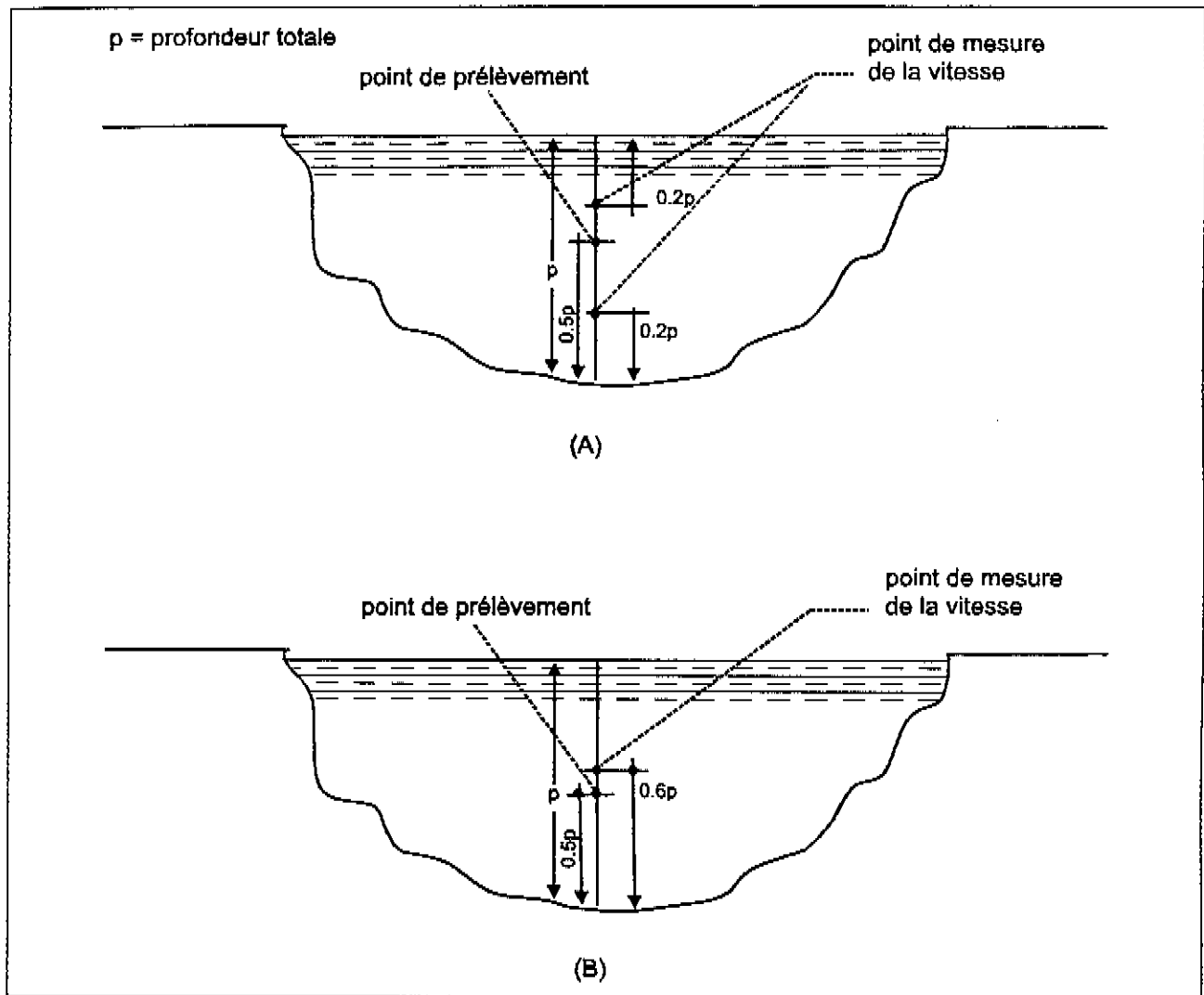
- c) **Déversements de déchets solides et de boues** : Bien que cela soit déconseillé, il arrive, dans certains pays que des déchets solides et des boues soient déversés dans des eaux réceptrices, soit légalement (avec une autorisation), soit illégalement, à partir de la côte ou de chalands utilisés à cette fin.

Dans le cas des déversements autorisés, la quantité des déchets doit être déterminée au moyen d'une bascule ou, s'il n'est pas possible d'en utiliser une, par estimation. Les municipalités et les établissements qui déversent des déchets solides et des boues de cette façon devraient être obligés de communiquer des informations, présentées de façon appropriée, concernant la quantité et la composition des matières déversées. Des prélèvements aléatoires sont normalement réalisés comme suit : un échantillon est recueilli pour 500 tonnes de déchets urbains solides et un échantillon pour 10 tonnes de déchets solides industriels, compte tenu de l'origine et de la classification des déchets. Il faut collecter des échantillons provenant de différentes parties de la charge déversée, en veillant à obtenir des échantillons aussi représentatifs que possible. Dans les cas où il est prouvé que les déclarations d'une industrie donnée ne sont pas exactes, toutes les charges provenant de cette industrie doivent être examinées.

Il est très difficile, voire impossible, de prélever des échantillons de déchets solides et de boues résultant de déversements sauvages dans les eaux réceptrices. La seule méthode de lutte contre les déversements sauvages et d'estimation des quantités déversées consiste à agir à la source. A cet effet, il faut obliger tous ceux qui sont à l'origine de déchets dangereux à remplir un formulaire de déclaration pour donner des informations sur les quantités, les propriétés et les lieux de déversement de déchets dangereux. Il faut vérifier l'exactitude des informations données au moyen d'inspections faites au hasard.

- d) **Accidents graves** : Les accidents graves contribuent incontestablement à la pollution de la mer. Si l'on dispose d'informations détaillées sur les caractéristiques des substances qui parviennent à la mer à la suite d'un accident, l'estimation du volume de ces substances suffit pour déterminer les quantités de polluants. Si l'on ne dispose pas d'une analyse de ces substances, il faut prélever des échantillons sur le lieu de l'accident et dans les zones touchées.

Figure 4. Point de mesure de la vitesse dans un cours d'eau



6.1.2 Sources diffuses

Le prélèvement d'échantillons de sources diffuses est un processus très complexe, pour lequel il n'existe pas de méthode généralement acceptée. Les méthodes suivantes sont proposées :

- prélèvement d'un échantillon représentatif et estimation de l'effet global;
- détermination des concentrations de certains polluants en diverses parties de l'environnement marin récepteur, combinée avec la mesure de la salinité ou d'autres traceurs, l'extrapolation pour une salinité nulle et des estimations du débit;
- utilisation d'informations obtenues concernant des situations analogues pour lesquelles on dispose de calculs précis des charges;
- dans le cas des déchets urbains, calcul de l'équivalent-population sur la base de l'expérience.

Parmi les quatre méthodes proposées, seules les deux premières nécessitent un prélèvement d'échantillons. Les deux autres reposent uniquement sur des estimations. Il est facile de prélever un échantillon représentatif pour procéder à une estimation globale si la source diffuse consiste en petits émissaires. Dans ce cas, il faut choisir l'un d'entre eux arbitrairement et extrapoler les résultats obtenus aux autres. Dans le cas d'un «ruissellement», il est recommandé de construire une rigole d'au-moins 50 m de long perpendiculairement à la direction du ruissellement et de recueillir des échantillons à l'extrémité de cette rigole. On considère qu'une rigole de 50 m de long est suffisante dans la plupart des cas.

Le choix de la localisation des points de prélèvement dans le milieu marin récepteur aux fins de l'application de la deuxième méthode proposée ci-dessus dépend entièrement de la situation locale. Cependant, les principes généraux suivants peuvent être appliqués :

- a) il faut établir une grille de points de prélèvement couvrant l'ensemble du milieu marin immédiatement touché;
- b) la profondeur auquelle l'échantillon est prélevé dépend de la situation locale. Cependant, là où la profondeur dépasse 10 m, il est recommandé de prélever au moins trois échantillons (un au-dessous de la surface, un à mi-profondeur et un à une distance d'un mètre au-dessus du fond) (Wright et coll, 1976; OMS/PNUE, 1977).

6.2 Méthode de prélèvement d'échantillons

6.2.1 Type d'échantillon

En fonction de la nature des effluents à étudier, on peut utiliser des échantillons ponctuels, composites ou intégrés.

- Un échantillon ponctuel est un échantillon prélevé à un moment et en un lieu donné. En conséquence, cet échantillon ne représente que la composition de l'eau au moment du prélèvement et à l'endroit où il a été effectué.

Un autre échantillon prélevé plus tôt ou plus tard peut présenter des caractéristiques différentes. On peut préférer un échantillon ponctuel à un échantillon composite dans les cas suivants :

- a) l'eau à examiner ne s'écoule pas de façon continue, ce qui est le cas lorsqu'on procède périodiquement à la vidange de cuves contenant de l'eau contaminée. Un échantillon ponctuel suffit alors pour déterminer les caractéristiques des déchets déversés;
 - b) les caractéristiques des déchets ne varient pas dans le temps;
 - c) il est nécessaire d'étudier les variations dans le temps des caractéristiques de l'eau dont il s'agit;
 - d) les paramètres à mesurer sont soumis à des changements importants et inévitables ou la contamination se produit graduellement, par exemple pour des métaux-traces et des matières organiques;
- un **échantillon composite** est un mélange d'échantillons ponctuels prélevés à certains intervalles et mélangés en proportion de leur débit. Ce type d'échantillon est utile pour déterminer les valeurs moyennes des caractéristiques des déchets mais ne peut donner d'informations sur les valeurs extrêmes;

- un **échantillon intégré** est un mélange d'échantillons ponctuels collectés au même moment en des endroits différents. Le mélange est effectué en proportion des débits relatifs. Ce type d'échantillon est nécessaire dans le cas d'un cours d'eau dont la composition varie en fonction de la profondeur et de la distance par rapport aux berges (Curi, 1980).

6.2.2 Choix du type d'échantillon

Le type d'échantillon à prélever dépend de l'objet du programme de surveillance, ainsi que de la nature de la source de pollution. Dans le cas des programmes visant à déterminer la quantité de polluants transportés vers la mer à partir de sources terrestres, il est recommandé de prélever les échantillons des types suivants :

- les échantillons ponctuels sont recommandés pour l'examen de l'effet des déversements ponctuels, des rejets de déchets solides et de boues, d'accidents graves, etc. ou dans les autres cas où le déversement d'un polluant se produit pendant une courte période;
- des échantillons ponctuels prélevés à certains intervalles de temps sont également recommandés lorsqu'il s'agit d'étudier les variations quotidiennes des caractéristiques d'un cours d'eau ou d'un émissaire;
- les échantillons composites sont recommandés en cas de prélèvement dans des égouts ou des cours d'eau lorsque le seul paramètre à déterminer est la quantité totale de polluants. Le temps pendant lequel les échantillons doivent être mélangés dépend de la variabilité du courant de déchets.

6.2.3 Matériel de prélèvement

On peut trouver des informations détaillées sur le matériel de prélèvement dans plusieurs manuels, dans des publications de l'Environmental Protection Agency des Etats-Unis et dans *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 1990).

6.2.4 Etiquettes et fiches d'enregistrement

Chaque récipient contenant un échantillon doit être accompagné d'une étiquette donnant au moins les informations suivantes :

Numéro ou nom de la station
Emplacement
Date
Heure
Type d'échantillon
Conditions atmosphériques
Analyses demandées
Autres informations utiles
Nom de la personne ayant effectué le prélèvement

Si un prélèvement est effectué dans un cours d'eau, il faut également indiquer la profondeur du prélèvement. On doit remplir les étiquettes de façon lisible en utilisant une encre résistant à l'eau. Les mêmes indications doivent également être consignées dans un registre relié, dans lequel on inscrit également les mesures faites sur le terrain et d'autres

renseignements pertinents. Il faut établir une fiche d'enregistrement permettant de mentionner la date, l'heure, l'objet du prélèvement, le type d'échantillon, le volume de chaque échantillon, les types d'analyses, les numéros d'étiquettes et d'échantillons, l'emplacement du prélèvement, des mesures sur le terrain telles que la température, la conductivité, la turbidité, l'oxygène dissous, le pH et d'autres informations pertinentes, telles que la nature des agents conservateurs utilisés. Les figures 5, 6 et 7 constituent respectivement des modèles d'étiquette d'échantillon, de fiche de données recueillies sur le terrain et de fiche d'enregistrement d'échantillons.

Figure 5. Exemple d'étiquette d'échantillon

Numéro de série				
	Station n°	Date	Temps	Séquence n°
	Emplacement de la station			<input type="checkbox"/> Ponctuel <input type="checkbox"/> Composite
	<input type="checkbox"/> DBO	<input type="checkbox"/> Métaux	Observations/agents conservateurs	
	<input type="checkbox"/> Solides	<input type="checkbox"/> Huile et graisse		
	<input type="checkbox"/> DCO	<input type="checkbox"/> O dissous		
<input type="checkbox"/> Nutriments	<input type="checkbox"/> Bact.			
<input type="checkbox"/> pH	<input type="checkbox"/> Autres			
ETIQUETTE				

6.2.5 Type de récipient d'échantillons et utilisation d'agents conservateurs

Pour éviter une modification ou une détérioration des caractéristiques des échantillons prélevés, il faut accorder une attention particulière aux éléments suivants :

- a) le type de récipient (verre ou polyéthylène)
- b) l'agent conservateur utilisé
- c) le temps qui s'écoule entre le prélèvement de l'échantillon et la réalisation de l'analyse
- d) les conditions de stockage.

L'Appendice 1 résume les règles à respecter pour les éléments énumérés ci-dessus.

APPENDICE I

Recommandations pour le prélèvement et la conservation des échantillons

Paramètre mesuré	Durée de conservation	Agent conservateur	Temp (°C)	Volume requis (ml)	Réceptif	Autres informations
Acidité	24 heures	-	4°C	100	Polyéthylène, verre de borosilicate	1. Eviter d'agiter l'échantillon 2. Eviter toute exposition prolongée à l'air 3. Remplir les flacons complètement et les boucher soigneusement
Alcalinité	24 heures	-	4°C	200	Polyéthylène, verre de borosilicate	Comme ci-dessus
DBO	24 heures (il vaut mieux ne pas dépasser 6 heures)	-	4°C	1000	Polyéthylène ou verre	
DCO	Dès que possible	H ₂ SO ₄ jusqu'à PH<2	-	50	Polyéthylène ou verre	
Chlore	Immédiatement	-	-	500	Polyéthylène ou verre	Eviter d'agiter et d'exposer à une lumière excessive
Oxygène dissous :						
Sonde	Pas de conservation	Détermination sur place	-	300	Verre uniquement	
Winkler	4 à 8 heures	Fixation sur place	-	300	Verre uniquement	

APPENDICE I (suite)

Paramètre mesuré	Durée de conservation	Agent conservateur	Temp (°C)	Volume requis (ml)	Réceptif	Autres informations
MBAS	24 heures	-	4°C	250	Polyéthylène ou verre	
Huile et graisse	24 heures	H ₂ SO ₄ ou HC ₁ jusqu'à pH<2	4°C	1000	Verre	
Carbone organique	24 heures	H ₂ SO ₄ ou HC ₁ jusqu'à pH<2	4°C	25	Polyéthylène ou verre	
pH	Immédiatement	-	-	-	Polyéthylène, verre de borosilicate	
Composés phénolés	24 heures	H ₃ PO ₄ jusqu'à pH<4	4°C	500	Verre	
Phénols	4 heures ou 24 heures après addition d'agents conservateurs	H ₃ PO ₄ jusqu'à pH<4 1,0 gr CuSO ₄ 5H ₂ O/l			Verre	Si l'on sait que du H ₂ S ou du SO ₂ est présent, aérer brièvement ou mélanger l'échantillon
Phosphate	Filter immédiatement	40 mg/l HgCl ₁ /l de l'échantillon	- 10°C	-	Verre rincé au moyen de 1+HN03	Ne pas utiliser de détergent contenant du phosphate pour nettoyer le récipient
Phosphore :						
Orthophosphate dissous	24 heures	Filter sur place	4°C	50	Polyéthylène ou verre	
Hydrolysable	24 heures	H ₂ SO ₄ jusqu'à PH<2	4°C	50	Polyéthylène ou verre	

APPENDICE I (suite)

Paramètre mesuré	Durée de conservation	Agent conservateur	Temp (°C)	Volume requis (ml)	Réceptif	Autres Informations
Total	24 heures	H ₂ SO ₄ jusqu'à PH<2	4°C	50	Polyéthylène ou verre	
Total dissous	24 heures	Filtrer sur place H ₂ SO ₄ jusqu'à PH<2	4°C	50	Polyéthylène ou verre	
Silice	7 jours	-	4°C	50	Polyéthylène ou verre	
Sulfate	7 jours	-	4°C	50	Polyéthylène ou verre	
Sulfure	24 heures	2 ml acétate de zinc	-	500	Polyéthylène ou verre	
Sulfite	Pas de conservation	Détermination sur place	-	50	Polyéthylène ou verre	
Carbone organique total	Aussi bref que possible	HCl jusqu'à pH=2	4°C (lorsque HCl n'est pas utilisé comme agent conservateur)	Verre (couleur foncée)	Limiter autant que possible l'exposition à la lumière	

- b) un prélèvement par jour pendant sept jours consécutifs chaque saison, afin de déterminer les effets cycliques hebdomadaires éventuels;
- c) un échantillon par semaine pour déterminer les effets saisonniers et la mesure dans laquelle un échantillonnage moins fréquent modifie les résultats.

Après une période d'essai d'un an conformément au programme exposé ci-dessus, il faut procéder à une évaluation pour pouvoir choisir une fréquence d'échantillonnage permettant d'obtenir des moyennes répondant à la limite de confiance requise.

Si les paramètres à définir présentent des tendances systématiques ou des variations cycliques, il faut examiner non seulement le nombre d'échantillons mais le moment de leur prélèvement. L'un et l'autre doivent être choisis de façon à obtenir une représentation fidèle de la situation. Quels que soient les résultats de l'analyse susmentionnée, la fréquence des prélèvements ne doit pas être inférieure à une fois par mois. Pour des raisons pratiques, chaque fois que cela est possible, la fréquence de prélèvement d'échantillons peut être adaptée aux exigences d'autres programmes de surveillance, par exemple relatifs à la qualité des zones côtières de loisirs et conchyliculture.

7. PARAMETRES A SURVEILLER

Au cours du Programme à long terme de surveillance et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL Phase II), les coordinateurs nationaux se sont mis d'accord sur les paramètres suivants qui devraient être incorporés dans l'élément relatif aux sources de pollution des programmes nationaux de surveillance de la région :

Paramètres de catégorie I (obligatoires) :

- Débit
- pH (à déterminer au point de déversement)
- Température (à déterminer au point de déversement)
- Mercure total
- Cadmium total
- Matières en suspension totales
- Phosphore total
- Azote total
- Coliformes fécaux
- DBO (DCO)
- Hydrocarbures halogénés à poids moléculaire élevé

Paramètres de catégorie II (selon les besoins) :

- Hydrocarbures de pétrole
- Détergents
- Phénols
- Chrome total
- Radionucléides sélectionnés
- Autres polluants déversés en quantités importantes

Il convient de souligner que les paramètres susmentionnés ne sont valables que pour la partie du programme national de surveillance qui est réalisée dans le cadre du programme

régional. Il faut apporter des modifications en fonction des besoins locaux, déterminés zone par zone.

Dans le cas des effluents urbains, les paramètres minimums doivent être déterminés sur la base d'une évaluation globale de la situation générale; à cet égard, lorsqu'une enquête sur la situation initiale indique que certains paramètres ne sont pas présents, ceux-ci ne doivent pas être surveillés. Il faut procéder à une évaluation analogue des effluents mixtes (urbains et industriels), en tenant compte, notamment, du nombre et des types d'industries qui procèdent à des rejets dans le réseau unitaire. Du point de vue de la santé publique, les organismes pathogènes ou un micro-organisme indicateur approprié (coliformes fécaux ou équivalent) peuvent être inclus dans la liste des éléments à déterminer. Il faut surveiller les parasites, en particulier dans les effluents urbains provenant de zones très peuplées qui ont souffert dans le passé de maladies parasitaires endémiques.

8. MÉTHODE D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS ET MESURES DE DÉBIT

L'analyse qualitative et quantitative des échantillons collectés et la détermination du débit sont deux questions principales qui seront examinées dans la présente section.

8.1 Analyse des échantillons

Techniques :

Il faut utiliser les techniques classiques pour déterminer les différents paramètres présents dans les échantillons.

Interétalonnage et contrôle de la qualité :

L'exactitude des essais réalisés doit être vérifiée, de façon à s'assurer que les résultats sont exacts et que la méthode utilisée est compatible. De ce fait, tous les laboratoires devraient participer à des opérations d'interétalonnage.

8.2 Mesure du débit

Pour évaluer la pollution des eaux côtières, il faut disposer d'estimations appropriées de la concentration de la pollution et du débit des effluents. Les variations de débit et de concentration dans le temps revêtent une grande importance. Pour les rivières, la variation mensuelle présente souvent un intérêt, tandis que, pour les égouts, ce sont les variations quotidiennes qui doivent être examinées.

Les techniques d'évaluation du débit varient considérablement selon le type de débit et d'effluent, et le degré de précision requis peut également revêtir une importance cruciale.

Les estimations du débit des rivières peuvent être effectuées selon l'une des méthodes suivantes :

- 1) Utilisation de données hydrologiques existantes obtenues par d'autres groupes spécialisés.
- 2) Etablissement de profils de débit de coupes transversales représentatifs en nombres appropriés compte tenu des variations saisonnières du débit. L'établissement de la courbe de la vitesse de circulation (m/s) en fonction de la

superficie (m²) permet de déterminer directement le débit par simple intégration graphique.

En définitive, cette méthode implique seulement une vitesse de circulation moyenne (m/s) et une multiplication par superficie de la coupe transversale de la rivière (m²). Une estimation approximative de la vitesse peut être obtenue à partir de la durée de dérive d'un objet flottant sur une distance connue.

- 3) On peut utiliser des méthodes recourant à la dilution de quantités connues d'un traceur ajouté artificiellement. Les circonstances locales sont importantes dans le choix d'une stratégie réalisable et efficace. Il existe un certain nombre de références pour différentes utilisations de traceurs.

Il faut être conscient que la mesure de débits constitue une opération d'envergure exigeant des ressources importantes. Elles doivent normalement être réalisées par des personnes ayant une formation en hydrologie et en hydraulique.

Les estimations de débit d'égouts sont effectuées de façon différente, en fonction du type de débit. Pour les canalisations sous pression, deux grandes méthodes sont recommandées.

- 1) Utilisation de courbes de calibrage existant pour des pompes déjà installées; elles partent de la consommation d'énergie des pompes pour une évaluation du débit.
- 2) Utilisation de méthodes recourant à des traceurs; le choix de la méthode dépend des buts et des moyens locaux.

Pour les canaux et les égouts ouverts, l'une des méthodes suivantes peut être utilisée:

- 1) Utilisation de barrages ou de canaux existants; bien souvent, cette méthode laisse à désirer en raison du mauvais entretien des indicateurs de niveau, d'un encrassement ou d'autres problèmes, en particulier lorsqu'il s'agit d'eaux usées non traitées.
- 2) Estimations de la vitesse de circulation, par exemple au moyen d'un flotteur dont on mesure le temps mis à parcourir une distance connue (entre deux regards, par exemple). La vitesse de circulation peut également être établie compte tenu de la partie humide de la section transversale.
- 3) Utilisation des méthodes recourant à des traceurs.

9. BIBLIOGRAPHIE

APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 17^{ème} édition. American Public Health Association, Washington (1990).

CURI et ECKENFELDER, W.W Jr. *Theory and practice of biological wastewater treatment*. Sighoff et Noordhoff, Maryland (1980).

DUCE, R.A. et coll.. Transport Paths. In Goldberg E.D. (ed.) *Strategies for Marine Pollution Monitoring*. John Wiley and Sons, Inc., New York (1976).

EPA. *Handbook of Monitoring Industrial Wastewater*. U.S. Environmental Protection Agency, Technology Transfer Series, Tennessee (1973).

EPA. *Microbiological Manual*. U.S. Environmental Protection Agency, Ohio (1978).

FAO. *Report of Seminar on Methods of Detection Measurements and Monitoring of pollutants in the Marine Environment*. FAO Fisheries Report No. 99, Supplements, FAO, Rome (1971).

LINSLEY, R.K.. *Water Resources Engineering*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York (1964).

MANCY, K.H. et ALLEN, H.E.. Design of Measurement Systems and Environmental Sampling, Sample Preservation and in-situ Measurements, Course I. *Modern Environmental Analysis Methods*. Middle East Technical University, Ankara (1978).

OMS/PNUE. *Directives applicables à la surveillance sanitaire des eaux littorales*. Document ICP/RCE 206(4), Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe, Copenhague (1977).

PNUE/OMS. *Guidelines for Monitoring the Quality of Coastal Recreational and Shellfish Areas*. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 1, Rev.1. Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi (1987).

PRICE, D.H.A.. The development of a Harmonized Monitoring Programme for Rivers in the United Kingdom. *Progress in Water Technology*, 7(2): 35-46 (1975).

SCEP. *Man's Impact on the Global Environment*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1970).

USEPA. *Handbook of monitoring industrial wastewater*. Technology Transfer Series, US Environmental Protection Agency, Tennessee (1973).

USEPA. *Microbiological Manual*. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio (1978).

WILSON, A.L.. Design of Sampling Programmes in Environmental Sampling, Sample Preservation and in-situ Measurements Course. *Modern Environmental Analysis Methods*. Middle East Technical University, Ankara (1978).