



# OMS

BUREAU REGIONAL DE L'EUROPE

54783

EUR/ICP/CEH 041(2)  
ORIGINAL: ANGLAIS

E: 51513

*Programme à long terme de surveillance  
continue et de recherche en matière de  
pollution de la mer Méditerranée  
(MED/POL Phase II)*

## **RECOMMANDATIONS POUR LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES ZONES COTIERES A USAGE RECREATIF ET DES ZONES CONCHYLICOLES**

**PARTIE I**

### **RECOMMANDATIONS GENERALES**



PNUE

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

SCHERFIGSVEJ 8  
DK-2100 COPENHAGUE Ø  
DANEMARK

TEL: (45) 39 17 17 17  
TELEFAX: (45) 39 17 18 18  
TELEX: 15348

1995

EUR/Santé pour tous, BUT 20

## 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.*

### RÉSUMÉ

Ce document est le premier d'une série de cinq dans laquelle sont formulées des recommandations pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Il traite de problèmes généraux et contient les éléments de base nécessaires pour concevoir et mettre en œuvre des programmes nationaux et locaux visant à surveiller l'application des normes officielles – microbiologiques et connexes – et à évaluer l'efficacité des mesures prises pour lutter contre la pollution.

Il expose les raisons scientifiques du programme et les risques sanitaires dus aux eaux à usage récréatif et aux eaux conchylicoles polluées par des effluents d'eaux usées. Il répertorie les principaux micro-organismes pathogènes susceptibles d'être présents dans l'eau de mer polluée. Il décrit les contraintes liées à la conception et à la mise en œuvre des programmes, y compris celles relatives à la fixation des objectifs, à l'identification des problèmes et des zones, aux matrices et paramètres de surveillance, aux prélèvements, à l'analyse et au contrôle de la qualité, ainsi qu'à l'interprétation des résultats. Une section est consacrée à la surveillance de la qualité générale des plages, notamment aux contraintes de surveillance.

Des consignes sont données en ce qui concerne l'enregistrement des données et l'établissement des rapports, l'évaluation et le traitement des données, et des formulaires types sont présentés en annexe.

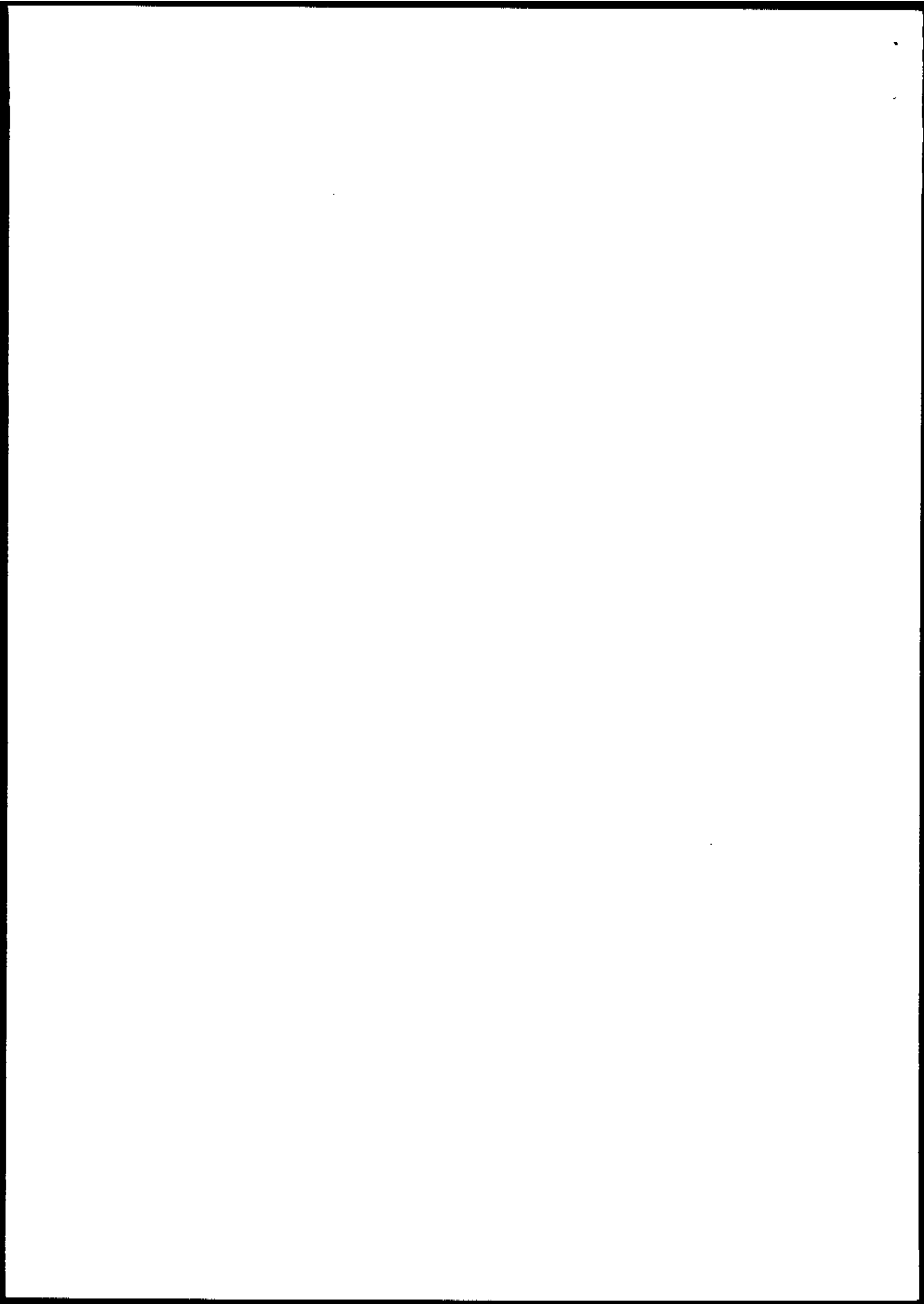
### Mots clés

ENVIRONMENTAL MONITORING  
SEAWATER  
WATER POLLUTION – adverse effects  
TRAVELS AND TOURISM  
SHELLFISH  
(1) UNEP  
EUROPE

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.

## TABLE DES MATIERES

	Page
1. Introduction	1
2. Portée et domaine d'application	1
3. Définitions	2
4. Raisons du programme	3
4.1 Risques sanitaires dûs aux eaux à usage récréatif et aux eaux conchylicoles polluées	3
4.2 Agents pathogènes bactériens	4
4.3 Virus	6
4.4 Champignons pathogènes	7
4.5 Autres parasites	8
4.6 Biotoxines des algues	8
4.7 Critères et normes de qualité	9
5. Conception du programme	15
5.1 Objectifs de surveillance	15
5.2 Identification du programme et de la zone	17
5.3 Conception générale	19
5.4 Matrices et paramètres de surveillance	20
5.5 Prélèvements	23
5.6 Analyse et contrôle de qualité	27
5.7 Interprétation des résultats	28
6. Mise en oeuvre du programme	32
6.1 Echantillonnage	32
6.2 Surveillance de la qualité des eaux à usage récréatif et des eaux conchylicoles	34
6.3 Analyse des sédiments	37
6.4 Surveillance de la qualité de la plage	37
6.5 Enregistrement et rapport des données	42
6.6 Evaluation et traitement des données	43
7. Evaluation du programme	47
8. Références	51
Annexe 1. Formulaires de rapport des données	53



## 1. INTRODUCTION

Les objectifs d'ensemble du Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée (MED POL Phase II), qui constitue la composante de l'évaluation de l'environnement du Plan d'Action pour la Méditerranée, adopté par les gouvernements de la région en 1975, comprend l'évaluation, de façon continue, de l'état de la pollution de la Mer Méditerranée, l'identification des points d'entrée, les voies et les effets des polluants qui y entrent, et l'établissement des tendances saisonnières des niveaux de pollution.

Outre cet objectif général d'évaluer l'état de la pollution à niveau régional, un autre objectif du Programme MED POL Phase II et peut-être plus important, consiste à mettre en valeur les capacités des institutions nationales de la région, et en particulier celles des pays en voie de développement, à participer de la manière la plus complète à la surveillance et à la recherche de la pollution marine dans le cadre des programmes nationaux de contrôle adaptés aux situations et aux besoins locaux et nationaux spécifiques. Les activités nécessaires pour atteindre cet objectif incluent, outre les besoins de base d'amélioration des laboratoires et d'élargissement des effectifs, la formulation d'une méthodologie commune et la mise en place de programmes d'assurance et de contrôle de qualité afin d'assurer à la fois la fiabilité et la comparabilité des données obtenues.

Afin d'atteindre l'objectif de la comparabilité des données, une série de méthodes de références et de recommandations a été développée grâce aux efforts conjoints du Programme des Mers Régionales du PNUE et les principales Agences Spécialisées de l'ONU (surtout la FAO, l'OMS, l'OCI, l'OMM et l'AIEA) ainsi que d'autres organisations partout où cela était nécessaire. Dans ces méthodes et recommandations le style utilisé par l'Organisation Internationale des Standards (OIS) a été suivi aussi près que possible. La responsabilité de la préparation et de la mise à jour des méthodes microbiologiques et apparentées et des recommandations a été confiée à l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en vertu de son mandat dans le domaine de la santé internationale.

La version originale de cette partie des recommandations et sa première révision ont été préparées par l'OMS dans ce cadre général en 1983 et en 1988 respectivement. Toutes deux ont été publiées par le PNUE sous le No.1 et le No.1/Rev.1 dans sa série de Méthodes de Référence pour l'Etude de la Pollution Marine. La version actuelle, qui a également été publiée séparément en tant que No.1/Rev.2 dans la même série, a été modifiée de façon substantielle afin de satisfaire les recommandations émises lors des réunions de consultation organisées par l'OMS dans le cadre du programme MED POL entre 1989 et 1993.

## 2. PORTEE ET DOMAINE D'APPLICATION

Les recommandations générales qui composent la Partie I de cette publication sont destinées à être utilisées dans l'organisation, l'étude et la mise en place de programmes de surveillance de la qualité des eaux côtières à usage récréatif et des eaux conchylicoles en relation avec tout risque sanitaire réel ou potentiel dû à la pollution microbiologique ou apparentée de ces eaux. Elles peuvent être utilisées soit pour mener à bien des études de base sur les niveaux de pollution, s'ils existent, en

particulier dans toute zone côtière susceptible d'être affectée par les eaux usées ou tout autre effluent comme moyen de développer et de mettre en place une action curative à la source, ou d'élaborer et d'implanter des programmes de routine afin de s'assurer que les niveaux de pollution sont conformes ou non aux critères et aux normes établis.

Bien qu'elles aient été conçues pour être appliquées dans des mers tempérées et subtropicales, et plus particulièrement dans les conditions prévalentes dans la région méditerranéenne, ces recommandations peuvent être largement utilisées pour des mers présentant d'autres conditions d'environnement.

La portée des programmes de contrôle détaillés de ces recommandations touche surtout la pollution microbiologique, et non pas la pollution chimique des zones conchylicoles côtières à usage récréatif.

### 3. DEFINITIONS

**3.1 Zones côtières à usage récréatif** peut être défini comme des zones de la côte utilisées pour la baignade ou pour d'autres activités récréatives qui amènent les utilisateurs en contact direct ou indirect avec l'eau et/ou le sable des plages. Elles peuvent également comprendre des zones où l'eau est utilisée à des fins thérapeutiques.

**3.2 Zones conchylicoles** peut être défini comme des eaux côtières utilisées pour la culture des coquillages (zones d'aquaculture) ou pour le ramassage des populations naturelles de coquillages.

**3.3 Un indicateur de la qualité sanitaire de l'eau** peut être défini comme un agent microbiologique, chimique ou physique, une substance ou une qualité susceptible de provoquer une maladie infectieuse par l'usage que fait l'homme du milieu aquatique à des fins récréatives ou à la production alimentaire. Théoriquement, les meilleurs indicateurs seraient ceux qui offrent le meilleur rapport avec les effets sanitaires. Un tel rapport doit être basé sur des études épidémiologiques convenablement conçues et menées à bien. Dans la conception de ces études, la sélection des indicateurs potentiels doit être basée sur les conditions suivantes:

**3.3.1** Les indicateurs doivent être associés de façon consistante et exclusive avec la source de pathogènes et de façon occasionnelle avec les substances nuisibles;

**3.3.2** Les indicateurs doivent être présents en nombre ou en quantité suffisants sans prolifération ou changements somatiques/génétiques afin de fournir une estimation raisonnable de la présence des pathogènes et de l'existence réelle ou potentielle de risques sanitaires;

- 3.3.3** Les indicateurs doivent s'approcher du degré de résistance aux désinfectants et au stress de l'environnement (y compris celui qui provient des matières toxiques déposées dans l'environnement marin) montré par les pathogènes les plus résistants présents en puissance à des niveaux significatifs dans la source de pollution;
- 3.3.4** Les indicateurs doivent être quantifiables dans des échantillons de l'environnement par des méthodes raisonnablement faciles et relativement bon marché et qui présentent une justesse, une précision et une spécificité considérables.
- 3.4** **Un critère de qualité de l'eau** peut être défini comme une relation mesurable cause-effet entre la densité de l'indicateur dans l'eau (ou une autre matrice) en question et les risques sanitaires potentiels pour les individus qui utilisent une telle eau. C'est surtout un ensemble de faits ou une relation sur laquelle on peut baser un jugement.
- 3.5** **Une norme de la qualité de l'eau** dérive du critère, et est un niveau maximum accepté pour la densité de l'indicateur dans l'eau associée aux risques sanitaires acceptables (c'est à dire des niveaux au dessus desquels l'eau présenterait des risques sanitaires inacceptables). L'idée d'acceptabilité implique qu'en plus des facteurs médicaux, qui demeurent les plus importants, des facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques peuvent également être pris en considération, et que tous ceux-ci peuvent varier, tant dans le temps que dans l'espace.
- 3.6** **Une source de pollution** peut être définie comme une rivière ou un effluent se déversant dans la zone côtière ou tout autre activité anthropogénique (y compris la décharge d'ordures ou d'autres matériaux) et pouvant affecter la qualité de toute zone côtière spécifique.

#### **4. RAISONS DU PROGRAMME**

##### **4.1 Risques sanitaires dûs aux eaux à usage récréatif et aux eaux conchylicoles polluées**

L'homme est exposé aux polluants versés dans les eaux côtières par les principales voies d'entrée suivantes:

- 4.1.1** Au contact ou par ingestion d'eau microbiologiquement contaminée pendant la nage, la baignade ou tout autre activité aquatique de loisir, y compris la plongée, la planche à voile, le ski nautique, etc;
- 4.1.2** Au contact de sable microbiologiquement contaminé sur les plages;

#### 4.1.3 Par la consommation de fruits de mer contaminés chimiquement ou microbiologiquement;

Le contrôle des fruits de mer contaminés chimiquement ne rentre pas dans ce document.

Virtuellement, toutes les maladies qui sont propagées par la voie fécale-orale et dont les agents étiologiques sont répandus dans les matières fécales de tous les individus contaminés ou porteurs peuvent être attrapées en se baignant dans des eaux contaminées par des effluents d'eau usée ou en consommant des fruits de mer qui se sont développés ou ont été pêchés dans de telles eaux. Ces maladies peuvent être bactériennes, virales ou causées par une variété de parasites protozoaires ou métazoaires. Dans la mesure où l'ingestion réelle d'eau pendant la nage ou la baignade est forcément limitée, à l'exception des pathogènes avec une dose d'infection relativement basse, il est plus facile d'attraper la plupart des maladies en consommant des fruits de mer crus ou à moitié cuits. Il existe d'autres pathogènes qui vivent dans la mer et qui sont également capables de provoquer des infections humaines par cette voie.

Outre les maladies qui touchent l'appareil gastro-intestinal, un certain nombre de maladies et d'affections attaquent l'oeil, l'oreille, la peau et l'appareil respiratoire supérieur ont également été associées avec la baignade. Elles peuvent provoquer une infection en s'infiltrant dans des coupures ou des déchirures de la peau ou dans des ruptures des membranes délicates de l'oreille ou du nez provoquées par le plongeur dans la mer. Cependant, contracter ces maladies ou ces affections ne dépend pas nécessairement de la qualité des eaux de baignade en elles-même, puisque le baigneur peut avoir été porteur du ou des microorganismes en question, ou l'infection peut se propager d'un individu à un autre sur des plages à forte densité de baigneurs.

Les microorganismes qui sont des agents pathogènes réels ou potentiels de l'homme et peuvent être transmis par la baignade en eaux polluées (et parfois en eaux non-polluées) ou par la consommation de fruits de mer contaminés comprennent les bactéries, les virus, les champignons et toute un ensemble de parasites protozoaires et métazoaires.

#### 4.2 Les agents pathogènes bactériens

Les principaux agents pathogènes bactériens présents dans la Méditerranée comprennent les *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Escherichia* entéropathogène, et un certain nombre de streptocoques.

Les espèces *Salmonella* qui sont les agents des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, d'intoxications alimentaires et de gastro-entérite, sont distribués le monde entier et abondent en Méditerranée. *S. typhi*, *S. paratyphi A* et *S. paratyphi B* ont été largement étudiés, mais un grand nombre d'autres sérotypes ont été isolés dans la région. Les Salmonelles ne survivent pas longtemps dans l'eau de mer et une infection par la baignade ou tout autre activité récréative n'a que peu de chance de se produire en raison de la dose infectante relativement élevée qui est nécessaire pour la plupart des sérotypes. Par contre, la dose infectante de *S. typhi* et *S. paratyphi A et B* est beaucoup plus faible. La consommation de fruits de mer crus ou à moitié cuits

soulève un autre problème, car les bactéries sont concentrées soit par les coquillages se nourrissant par filtration soit sur les ouïes des poissons. Dans les coquillages, la concentration peut être 50 fois celle de l'eau environnante. Cette voie acquiert évidemment de l'importance avec la consommation de fruits de mer crus tels que les huîtres et il faut donc prêter attention à la *Salmonella* dans le cadre de la surveillance des eaux conchylicoles.

Les espèces *Shigella* qui sont les agents de la dysenterie bacillaire sont comme les salmonelles largement distribuées dans le monde. Des cas signalés dans la région méditerranéenne exigent une évaluation plus complète de la situation qu'il n'a été faite jusqu'à présent et une étude statistique sur la présence de *Shigella* dans les eaux usées devraient constituer la première étape, pour établir sa corrélation avec des cas de dysenterie. Un certain nombre de rapports donne à la *Shigella* un temps de survie relativement court dans le milieu marin. D'autres rapports indiquent qu'il n'existe apparemment pas de différences importantes de temps de survie entre la *Shigella flexneri* d'une part et la *Salmonella typhi*, la *S. wien* et les *Escherichia coli* d'autre part.

Le choléra est une des principales maladies associées à la consommation de coquillages contaminés par des eaux usées et son agent, *Vibrio cholerae*, est largement répandu en Méditerranée où un certain nombre de cas de choléra ont été enregistrés. Les vibrions NAG (non agglutinables), responsables de gastro-entérite, sont souvent décelés dans les coquillages. Un grand nombre de sérotypes *Vibrio* ont été identifiés dans des échantillons d'eau usée, d'eau de mer et de moules. Les plus intéressants du point de vue sanitaire sont *V. fluvialis*, *V. cholerae* (non-01) et *V. metschnikovii*.

Les deux autres espèces de *Vibrio* répandues en Méditerranée sont naturelles au milieu marin et il n'existe aucune corrélation entre leur présence et la pollution de la mer par les eaux usées. Dans le cas de *V. parahaemolyticus*, la principale cause d'infection est là encore les coquillages, bien que le contact de plaies avec l'eau de mer constitue une autre voie de transmission. *V. alginolyticus* provoque des otites, des maux de gorge et des infections des plaies. On le trouve dans les zones marines côtières et sa principale voie de transmission à l'homme a lieu par contact avec l'eau de mer et les sédiments.

*Staphylococcus aureus* et les espèces apparentées (notamment *S. epidermidis*) sont des agents pathogènes potentiels associés à la peau, aux glandes cutanées et aux muqueuses des animaux à sang chaud y compris l'homme. On les trouve dans les piscines et les eaux de baignade naturelles. Les souches coagulase positives provoquent un grand nombre d'infections et d'intoxications, comme les furoncles, les abcès, la pyohémie, l'ostéomyélite, l'otite, la suppuration des plaies et l'intoxication alimentaire. *S. aureus* est tolérant au sel et peut survivre dans le milieu marin. On pense que les otites dues au *S. aureus*, et d'autres infections de la peau et des voies naso-pharyngiennes sont transmises par l'eau de baignade après avoir été disséminées par les baigneurs. Bien qu'il existe un rapport entre *S. aureus* et l'intoxication alimentaire en général, il est rare qu'il soit transmis par les coquillages.

On trouve *Pseudomonas aeruginosa* dans environ 10% des matières fécales humaines normales et on le trouve donc fréquemment dans les eaux usées où ses concentrations peuvent atteindre  $10^6$  au 100 ml. Il provoque des infections des oreilles et des yeux, des infections des plaies, des brûlures et des voies urinaires ainsi que

l'entérite. Comme *Staphylococcus aureus*, il abonde en Méditerranée. On pensait que la voie de transmission était les piscines contaminées, mais cet organisme est de plus en plus incriminé dans les infections de l'oreille, de la gorge et de la peau transmises par la baignade en eau de mer contaminée. On a signalé de nombreux cas de folliculite, de dermatite, d'infection de l'oreille et des voies urinaires dûs à *P.aeruginosa* transmis par la baignade en eau de mer contaminée.

*Clostridium perfringens* est rejeté en quantités considérables dans les eaux usées où il est d'origine humaine. Il est plus résistant que les autres indicateurs, mais il est difficile de le localiser dans l'eau de mer. Il ne se multiplie pas dans les sédiments, mais il survit plus longtemps dans le milieu marin que *E. coli* et on peut donc considérer que ces deux organismes sont complémentaires. Comme il existe des différences appréciables dans le calcul des *C. perfringens* suivant la proximité ou l'éloignement des points de déversement des eaux usées, une interprétation des calculs est faisable. Cependant, l'utilisation de cette espèce comme paramètre de contrôle est encore matière à discussion.

On a récemment reconnu que *Campylobacter* est un germe pathogène important de l'homme, car *C. jejuni* et *C. coli* provoquent de la diarrhée et de la fièvre. Ils peuvent tous deux être transmis par la consommation de fruits de mer ou par l'ingestion d'eau. On a isolé *C. jejuni* et, dans une moindre mesure, *C. faecalis* dans des rejets d'eaux usées et l'eau polluée en Méditerranée pendant les mois d'été. Une étude considérable est encore nécessaire sur ces organismes.

*Yersinia* est un important type de bactérie en termes d'épidémiologie et de zoonoses. On a démontré sa présence dans l'eau de mer ainsi que dans d'autres milieux et l'on considère que les porcs et les rongeurs constituent le plus grand réservoir naturel. Son statut est similaire à celui de *Shigella* puisque dans les deux cas on a besoin de plus d'informations et que l'examen des eaux usées est la première étape nécessaire.

*Aeromonas hydrophila* est responsable des septicémies chez des hôtes aux défenses immunitaires affaiblis, de diarrhées, de pneumonies, d'abcès et d'infections des plaies. Il est transmis par contact ou par ingestion d'eau de mer ou encore par consommation de fruits de mer contaminés.

*Escherichia coli* entéropathogène appartient aux autres agents bactériens pathogènes ou potentiellement pathogènes trouvés en Méditerranée qui sont responsables de gastro-entérite de degré variable par consommation de coquillages contaminés ou dans une moindre mesure par l'ingestion d'eau de mer polluée lors de la baignade. On considère que des membres du Groupe D de streptocoques de Lancefield (*Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *S. bovis* et *S. equinum*) sont également responsables de maladies d'origine alimentaire en association avec des sources principalement non marines.

#### 4.3 Virus

On connaît plus de 120 types de virus différents qui sont excrétés dans les matières fécales de sujets infectés, que la maladie soit apparente ou non. Ces virus appartiennent à plusieurs groupes tels que les entérovirus (poliovirus, virus Coxsackie, virus ECHO et virus de l'hépatite A), réovirus, adénovirus et parvovirus (virus adeno-

associés). La fréquence d'isolement et la quantité de virus trouvés dans les eaux usées ne dépendent pas seulement des infections provoquées par des virus d'apparition naturelle et ceux produits par le vaccin antipoliomyélitique oral, mais également de l'efficacité des méthodes de récupération. Les sérotypes qui peuvent être détectés à tout moment dans les eaux usées à l'exception des poliovirus, sont plus ou moins le reflet de ces virus qui circulent le plus fréquemment dans la collectivité. Cependant, dans les pays qui utilisent le vaccin Sabin de la poliomyélite, on s'attend à ce que les trois souches de poliovirus soient présentes dans les eaux usées urbaines, et l'on a suggéré qu'elles pourraient être un indicateur approprié de la qualité virologique de l'eau. On a trouvé des entérovirus dans les effluents d'eau usée et/ou dans l'eau de mer dans de nombreux endroits de la Méditerranée. On a trouvé des poliovirus dans tous les échantillons analysés d'eau usée dans plus d'un pays méditerranéen.

Il faut prendre au sérieux la présence de virus humains dans l'eau de mer puisque une seule unité formatrice de plaque de lyse cellulaire ou (selon une autre terminologie utilisée) unité cytopathogène peut entraîner une infection quand elle est ingérée, et le danger d'infection lors d'une baignade en eaux polluées n'est donc pas imaginaire. Bien que les études épidémiologiques n'aient pas montré jusqu'à présent une nette corrélation entre la baignade en eau polluée et les épidémies virales, on ne peut pas écarter la possibilité de cas sporadiques d'infection. La plupart des travaux de recherche menés à bien en Méditerranée sur les virus dans les effluents d'eau usée ou dans l'eau de mer ont été soit qualitatifs soit quantitatifs de manière bien distincte.

On connaît bien le rôle des fruits de mer comme vecteurs de maladies entérovirales chez l'homme. Des études épidémiologiques ont montré que les virus de l'hépatite A, non-A, et non-B, de Norwalk, l'agent de Snow Mount, les astrovirus, les virus Coxsackie et de petits virus ronds sont transmis par les fruits de mer. Parmi ces virus, ceux de l'hépatite A et de Norwalk inquiètent tout particulièrement les fonctionnaires de la santé publique. Il existe dans le monde des rapports faisant état d'affections gastro-intestinales dues à la consommation de fruits de mer et pour lesquelles aucun agent responsable n'a été identifié et l'on pense que dans de nombreux cas c'est un agent viral non-identifiable qui est responsable et non pas un agent bactérien pathogène.

Il convient de noter que le diagnostic clinique des maladies virales dépend de l'isolement du virus et d'une séroréaction positive. Comme, dans de nombreux pays méditerranéens, on ne dispose guère en pratique courante des moyens diagnostiques nécessaires, il s'ensuit que l'ampleur des affections virales, notamment en nombre de cas individuels, reste très mal connue.

#### 4.4 Champignons pathogènes

Un certain nombre d'espèces de champignons sont pathogènes pour l'homme, provoquant des mycoses superficielles, sous-cutanées ou profondes, selon la localisation de l'agent pathogène chez l'hôte après infection. *Candida albicans* est le champignon le plus courant associé à l'infection par contact avec le sable de la plage et, à un degré moindre, avec l'eau de mer. C'est une levure tenue pour être responsable d'un certain nombre de mycoses superficielles et profondes. D'autres espèces sont également importantes, là aussi parce qu'elles provoquent une infection par le sable de la plage.

On a isolé *Candida albicans* ainsi que d'autres espèces de *Candida* d'un certain nombre de plages sableuses de la Méditerranée. On recherche actuellement sa présence dans l'eau de mer dans un certain nombre de régions. D'autres travaux ont également été menés à bien portant sur l'identification d'autres champignons, et les espèces isolées jusqu'à présent comprennent *Penicillium*, *Aspergillus* et *Cladosporium*, les deux dernières contiennent des espèces pathogènes, tout comme les espèces *Mucor*, *Fusarium* et *Rhizopus* dans l'eau de mer. Ce sont des agents pathogènes opportunistes, mais il faut attirer l'attention sur *Fusarium* qui est toxigène et l'une des principales causes d'infection oculaire.

#### 4.5 Autres parasites

Il existe relativement peu d'information sur les risques sanitaires résultant de la présence de parasites animaux dans le milieu marin. Les oeufs des vers nématodes *Ascaris*, *Toxoplasme*, *Oxyure* et *Trichuris* (tous répandus dans la région méditerranéenne) peuvent survivre pendant des mois dans l'eau de mer, et l'ingestion d'un seul oeuf suffit à provoquer l'infection. Les oeufs sont éliminés dans les matières fécales des individus infectés et l'on pense qu'ils peuvent être transmis en nageant dans de l'eau polluée.

Les parasites protozoaires présents dans le monde ou dans la région Méditerranéenne comprennent les espèces *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Balantidium coli* et *Naegleria*. Elles se trouvent dans les eaux usées et posent un danger potentiel pour la santé. On recommande de prêter une attention toute particulière à ces espèces ainsi qu'aux oeufs de nématodes, lors du contrôle des coquillages récoltés aux abords d'émissaires d'eau usée.

#### 4.6 Biotoxines des algues

Les apparitions de proliférations d'algues toxiques sont courantes dans les zones de conchyliculture au niveau mondial. Les espèces d'algues mises en cause qui produisent des toxines puissantes appartiennent surtout au groupe des dinoflagellés. Les coquillages accumulent les cellules toxiques pendant leur filtration et deviennent les vecteurs dans de nombreuses formes d'intoxication. De tous les coquillages consommés, les moules posent la plus grande menace d'intoxication. Les maladies comprennent l'intoxication paralytique par les coquillages (IPC), l'intoxication neurotoxique par coquillages (INC) et l'intoxication diarrhéique par les coquillages (IDC). Les toxines de l'IPC forment un groupe bien caractéristiques de tétrahydropurines, la saxitoxine en étant le premier composant identifié, et elles sont produites par un groupe bien défini de dinoflagellés, en particulier les espèces *Gonyaulax* et *Gymnodinium* présentes dans les mers tropicales et tempérées. L'INC est provoquée par *Gymnodinium breve*, avec des symptômes similaires mais plus faibles que ceux de l'IPC. L'IDC est provoquée par un certain nombre de composants toxiques isolés dans les coquillages et associés chez l'homme à diarrhées, nausées, vomissements et douleurs abdominales. On pense que les *Dinophysis* et les espèces apparentées sont les responsables. Une autre forme a également été décrite: l'intoxication amnésique par les coquillages (IAC) provoquée par des toxines qui donnent des crampes abdominales et des réactions neurologiques avec perte de mémoire et désorientation.

Les biotoxines des algues semblent être un problème assez récent dans la région méditerranéenne. L'IDC provoquée par le *Dinophysis sacculus* présent dans les coquillages a posé un problème dans la région nord-ouest entre 1987 et 1989. On a également indiqué la présence générale d'IDC en Adriatique. On a également trouvé des toxines de l'IPC provoquées par *Gonyaulax tamarensis*, *Gymnodinium catenatum* et *Alexandrium minutum* dans des moules et d'autres coquillages dans plusieurs endroits de la région dans les cinq dernières années. On a remarqué des proliférations de *Gymnodinium breve* (responsable de l'INC) au nord-ouest et à l'est de la Méditerranée.

#### 4.7 Critères et normes de qualité

On considère que les normes sont un des instruments de régulation les plus efficaces pour contrôler la qualité des eaux à usage récréatif et conchylicoles dans des limites acceptables. D'un point de vue strictement technique, le développement de normes de qualité de l'eau représente un résultat relativement compliqué. Comme le but principal est d'assurer une protection adéquate de la santé qui, à son tour, devra être traduite en une définition par l'application de critères sélectionnés d'une limite de tolérance supérieure au degré de pollution par l'eau usée, il faudra établir une relation qualité-effets satisfaisante. Dans le cas des eaux de baignade et à usage récréatif, il faudra non seulement sélectionner des critères appropriés sur lesquels les normes seront basées, mais également décider ce qui constitue un risque sanitaire acceptable (ou inacceptable) en termes de populations nombreuses avec des durées et des modes d'exposition très différentes, sans oublier les variations d'âge et de santé. Les effets des conditions ambiantes locales sur la fréquence et la durée de l'exposition semblent également demander des normes différentes selon les diverses régions géographiques, bien qu'il serait certainement problématique de décider quelles doivent être les lignes de démarcation appropriées. Dans le cas des eaux conchylicoles, la situation est légèrement moins compliquée, mais le risque sanitaire causé par la pollution est nettement plus grand. Bien que le but principal soit l'acceptation de la zone plutôt que du produit (ceci est un exercice de santé publique indépendant après la récolte), le fait que les concentrations de microorganismes dans les fruits de mer soient généralement bien supérieurs à ceux de la masse d'eau ambiante à cause de l'accumulation continue, il est nécessaire d'utiliser les fruits de mer eux-mêmes comme principale source de contrôle pour déterminer la qualité de la zone, en dehors de l'eau elle-même.

##### 4.7.1 Critères et normes de qualité des eaux de baignade

Dans la région méditerranéenne, les critères et normes de qualité des eaux de baignade varient d'un pays à l'autre. De ce point de vue, on peut diviser grossièrement les pays en deux catégories: les pays membres de la Communauté Européenne (la France, la Grèce, l'Italie et l'Espagne) qui sont liés par la Directive de la CEE de 1976 sur la qualité des eaux de baignade sur laquelle est basée leur législation nationale pertinente forment le premier groupe avec un certain nombre de pays qui, bien que n'étant pas membre de la CEE, ont basé leur législation sur les dispositions de la directive de la CEE. Le second groupe est composé des autres pays dont la législation est soit ad hoc (c'est à dire basée sur l'évaluation des demandes locales) soit dans quelques cas basée sur les recommandations du Groupe de Travail Bilthoven de l'OMS de 1974 sur les normes et critères pour la qualité des plages et des eaux côtières à usage récréatif ou sur les critères provisoires pour les eaux de baignade adoptés par les états méditerranéens en qualité de parties contractantes à la Convention de

Barcelone de 1976 pour la protection de la Méditerranée contre la pollution et ses protocoles apparentés, adoptés lors de leur quatrième réunion ordinaire à Gênes en 1985.

En 1983 et à nouveau en 1985, dans le cadre du Programme à long terme sur le contrôle et la recherche de la pollution en Méditerranée (MED POL Phase II), l'OMS et le PNUE ont conjointement proposé des critères et normes provisoires pour la qualité microbiologique des eaux de baignade dans la région. Ces propositions sont données dans la Table 1. En Octobre 1985 à Gênes, les états méditerranéens n'ont accepté qu'une partie de ces propositions comme mesure provisoire. Les critères adoptés apparaissent dans la Table 2.

Les normes microbiologiques dans le cadre de la Directive de 1976 de la CEE sur les eaux de baignade sont reproduites dans la Table 3 et les normes physico-chimiques dans la Table 4. La conformité avec les indications de la Directive ne limite en aucun cas les Etats Membres à adopter des mesures plus sévères, ce que chaque pays a fait, tout particulièrement en ce qui concerne les valeurs obligatoires ou impératives. Dans quelques pays, les eaux à usage récréatif sont rangées dans un certain nombre de catégories de qualité, allant de bonne à juste acceptable.

Table 1. Critères de qualité provisoires pour les eaux de baignade en Méditerranée proposés par l'OMS et le PNUE en 1983.

Paramètre	Concentration par 100 ml à ne pas dépasser		Nombre minimal d'échantillons	Méthode d'analyse	Méthode d'interprétation
	50% du temps	90%			
Coliformes fécaux	100	1000	10	Filtration sur membrane, bouillon m-CF ou gélose incubée à $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ pendant 24 h	Ajustement graphique ou analytique à une distribution des probabilités lognormale
Streptocoques fécaux	100	1000	10	Filtration sur membrane, gélose KF-streptococcus incubées à $36 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 48 h	

Table 2. Critères de qualité provisoires pour le eaux de baignade adoptés par les états méditerranéens en 1985.

Paramètre	Concentration par 100 ml à ne pas dépasser 50% des échantillons	Nombre minimal d'échantillons	Méthode d'analyse	Méthode d'interprétation
Coliformes fécaux	100	10	Méthode de Référence OMS/PNUE No. 3, "Détermination de coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante", or Méthode de Référence OMS/PNUE No. 22, "Détermination de coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode des tubes multiples".	Ajustement graphique ou analytique à une distribution des probabilités lognormale

Table 3. Critères et normes microbiologiques de la Directive de la CEE de 1975 sur la qualité des eaux de baignade.

	Paramètres	G	I	Fréquence minimale de prélèvement	Méthode d'analyse et d'inspection
1	Coliformes totaux/100 ml	500	10 000	Tous les 15 jours (1)	Fermentation dans des tubes multiples. Sous-culture des tubes positifs dans un milieu de confirmation
2	Coliformes fécaux/100 ml	100	2 000	Tous les 15 jours (1)	Dénombrement selon le NPP (nombre le plus probable) ou filtration sur membrane et culture sur un milieu approprié telle que gélose lactée Tergitol, endo gélose, bouillon de Teepol à 0,4%, sous-culture et identification des colonies suspectes  Dans le cas de 1 et de 2, la température d'incubation varie si l'on recherche les coliformes fécaux ou les coliformes totaux
3	Streptocoques fécaux/100 ml	100	--	(2)	Méthode de Litsky  Dénombrement par le NPP (nombre le plus probable)  ou filtration sur membrane. Culture sur un milieu approprié
4	Salmonelle /1 litre	--	0	(2)	Concentration par filtration sur membrane. Inoculation sur un milieu standard. Enrichissement -- sous-culture sur une gélose isolante -- identification
5	Entéro-virus PFU/10 l	-	0	(2)	Concentration par filtration, floculation ou centrifugation et confirmation

G = Guide

I = Obligatoire

(0) Il existe des dispositions pour dépasser les limites en cas de conditions géographiques ou météorologiques exceptionnelles.

(1) Lorsqu'un échantillon prélevé les années antérieures a donné des résultats nettement supérieurs à ceux de cette Table et qu'aucun nouveau facteur n'est venu abaisser la qualité de l'eau, les autorités compétentes peuvent réduire par deux la fréquence des prélèvements.

(2) Les autorités compétentes doivent vérifier les concentrations lorsqu'une inspection de la zone de baignade montre que la substance est peut-être présente ou que la qualité de l'eau s'est détériorée.

Table 4. Critères et normes physico-chimiques contenus dans la Directive de la CEE de 1975 sur la qualité des eaux de baignade.

	Paramètres	G	I	Fréquence minimale de prélèvement	Méthode d'analyse et d'inspection
1	pH	-	6 à 9 (0)	(2)	Electrométrie avec calibration à pH 7 et 9
2	Couleur	-	Pas de changement anormal de la couleur (0)	Tous les 15 jours (1) (2)	Inspection visuelle ou photométrie avec normes sur l'échelle PtCo
3	Huiles minérales mg/litre	- ≤0,3	Pas de pellicule visible à la surface de l'eau et pas d'odeur -	Tous les 15 jours (1) (2)	Inspection visuelle et olfactive ou extraction d'un volume adéquat et pesage du résidu sec
4	Substances réagissant avec le bleu de méthylène (lauryl sulfate) mg/litre	- ≤0,3	Pas de mousse durable -	Tous les 15 jours (1) (2)	Inspection visuelle ou absorption spectro-photométrique avec bleu de méthylène
5	Phénol (indices dephénol) C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> OH mg/litre	- ≤0,005	Pas d'odeur spécifique ≤0,05	Tous les 15 jours (1) (2)	Vérification de l'absence d'odeur spécifique due au phénol ou absorption spectro-photométrique par la méthode de 4-aminoantipyrine (4 AAP)
6	Transparence m	2	1 (0)	Tous les 15 jours (1)	Disque de Secchi
7	Oxygène dissout % saturation O <sub>2</sub>	80 à 120	-	(2)	Méthode de Winkler ou méthode électrométrique (oxymètre)
8	Résidus de goudron et matières en suspension telles que bois, plastiques, bouteilles, récipients en verre, en plastique, caoutchouc ou autres. Résidus ou esquilles	Absence		Tous les 15 jours (1)	Inspection visuelle
9	Ammoniaque mg NH <sub>4</sub> /litre			(3)	Absorption par spectrophotométrie, méthode de Nessler, ou méthode du bleu d'indophénol
10	Nitrogène Kjeldahl mg/litre N			(3)	Méthode de Kjeldahl

G = Guide I = Obligatoire

(0) Il existe des dispositions pour dépasser les limites en cas de conditions géographiques ou météorologiques exceptionnelles.

(1) Lorsqu'un échantillon prélevé les années antérieures a donné des résultats nettement supérieurs à ceux de cette Table et qu'aucun nouveau facteur n'est venu abaisser la qualité de l'eau, les autorités compétentes peuvent réduire par deux la fréquence des prélèvements.

(2) Les autorités compétentes doivent vérifier les concentrations lorsqu'une inspection de la zone de baignade montre que la substance est peut-être présente ou que la qualité de l'eau s'est détériorée.

(3) Les autorités compétentes doivent vérifier ces paramètres lorsqu'il existe une tendance à l'eutrophication de l'eau.

#### 4.7.2 Critères et normes de qualité des eaux conchylicoles

Comme dans le cas des eaux à usage récréatif, les critères et normes de qualité des eaux conchylicoles varient d'un pays à l'autre, tant dans le monde que dans la région méditerranéenne. Les pays méditerranéens qui sont des états membres de la Communauté Européenne sont liés par les termes de la Directive de la CEE de 1979 sur la qualité des eaux conchylicoles, qui est reproduite dans la Table 5. Cependant, chaque état conserve sa propre législation qui, dans tous les cas, est plus sévère que les termes de la Directive.

Table 5. Critères et normes microbiologiques contenus dans la Directive de la CEE de 1979 sur la qualité des eaux conchylicoles.

	Paramètre	G	I	Méthode de référence et d'analyse	Fréquence minimale de prélèvement et de mesure
1	Coliformes fécaux/100 ml	≤300 dans la chair des mollusques et liquide intervalvaire <sup>(1)</sup>	---	Méthode de dilution avec fermentation dans substrats liquides dans au moins trois tubes dans trois dilutions. Sous-culture des tubes positifs sur un milieu de confirmation. Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable) Température d'incubation 44 ± 0,5°C	Trimestrielle

G = Guide

I = Obligatoire

(1) Cependant, en attendant l'adoption d'une Directive sur la protection des consommateurs de coquillages, il est indispensable que cette valeur soit observée dans les eaux à coquillages consommés par l'homme.

En 1983 et 1986, l'OMS et le PNUE ont proposé des critères et normes de qualité microbiologique provisoires pour les eaux conchylicoles et les coquillages de la Méditerranée. Ils apparaissent dans la Table 6. Ils ne furent pas acceptés par les pays riverains de la Méditerranée, et une réunion d'experts convoquée conjointement par l'OMS et le PNUE en 1987 ont proposé des recommandations alternatives identiques à celles de la Directive de la CEE de 1979. Celles-ci furent adoptées par les états riverains de la Méditerranée d'un commun accord plus tard la même année.

Il faut insister sur le fait que bien que les termes, tant de la Directive de la CEE de 1979 que (par conséquent) les mesures conjointes adoptées par tous les pays riverains de la Méditerranée en 1987 n'utilisent que l'examen des coquillages (l'examen de l'eau est recommandé mais pas obligatoire), les critères et les normes sont limités à l'acceptabilité ou non de la zone de culture et/ou de récolte des coquillages. Ils ne déterminent en aucun cas l'acceptabilité des coquillages pour la consommation humaine: ceci est déterminé par les mesures sanitaires appropriées de chaque pays.

Table 6. Critères et normes de qualité microbiologique proposés en 1983 par l'OMS et le PNUE pour les eaux conchylicoles et les coquillages en Méditerranée.

Coliformes fécaux présents dans les EAUX CONCHYLICOLES			
Concentration de coliformes fécaux pour 100 ml à ne pas dépasser dans 80% 100% des échantillons	Fréquence minimale de prélèvements	Méthode d'analyse	Méthode d'interprétation
10 100	Mensuelle en hiver; tous les 15 jours en été	Filtration sur membrane avec bouillon m-CF ou gélose incubée pendant 24 h à $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$	Ajustement graphique ou analytique à une distribution de probabilité lognormale
Coliformes fécaux présents dans la CHAIR DES COQUILLAGES			
Concentration de coliformes fécaux par gramme de chair	Fréquence minimale de prélèvements	Méthode d'analyse	Méthode d'interprétation
$\leq 2$ : vente autorisée entre 3 et 10: vente interdite provisoirement $\geq 10$ : : vente interdite	Mensuelle en hiver; tous les 15 jours en été	Fermentation sur tubes multiples et dénombrement suivant NPP. Bouillon de MacConkey incubé à $36 \pm 0,5^\circ\text{C}$ pendant 24 h, puis à $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ pendant 24 h	Par résultats individuels, histogrammes ou ajustement graphique d'une distribution de probabilité lognormale

## 5. CONCEPTION DU PROGRAMME

### 5.1 Objectifs de surveillance

5.1.1 Les objectifs d'un programme de surveillance de la qualité des eaux côtières à usage récréatif et conchylicoles seraient normalement être les suivants:

- (a) Pour commencer, s'il n'existe aucune étude de la zone en question, il faut mener à bien une étude dans l'espace et le temps des niveaux de pollution existants et essayer d'associer ces niveaux à une source de pollution identifiable. Les résultats d'une telle étude de base, qui doivent de préférence inclure un essai de corrélation entre la présence et (si possible) la densité des agents pathogènes sélectionnés épidémiologiquement significatifs et la densité de l'organisme indicateur, devraient être utilisés pour déterminer toute action curative nécessaire à la source ainsi que pour décider quels sont les critères et normes applicables à la zone spécifique en question.
- (b) Contrôler la qualité de l'eau (et, où cela est possible, le sable et les fruits de mer) conformément aux critères et aux normes établis.

- (c) Evaluer l'efficacité des mesures de contrôle de la pollution pendant la mise en place.
- (d) Evaluer régulièrement la présence et (si possible) la densité des agents pathogènes épidémiologiquement significatifs en relation avec les niveaux des organismes indicateurs surveillés afin d'obtenir les données nécessaires pour amender les critères et/ou les normes existants et les rendre conformes aux changements de morbidité des populations locales.

### 5.1.2 Utilisation de l'eau

Un programme de surveillance de la qualité des eaux côtières ne doit être initié qu'après avoir étudié attentivement les objectifs généraux et spécifiques de la région ou de la zone en question. A cet effet, on peut distinguer trois différents types d'eau suivant leur utilisation:

- (a) **Eaux de baignade.** Dans ce cas, la zone de surveillance doit inclure le sable de la plage, qui souvent est autant ou même plus utilisé que l'eau elle-même. Afin de minimiser les risques pour la santé humaine, la surveillance de l'eau et du sable doit normalement faire partie d'un programme de contrôle général couvrant les conditions d'hygiène prédominantes dans la zone de la plage en question, y compris les établissements de restauration ou tout autre installation d'intérêt présents sur la plage.
- (b) **Eaux utilisées à d'autres fins récréatives.** L'usage de l'eau à des fins récréatives s'est récemment élargi à des activités autres que la baignade, telles que la planche à voile, la plongée, etc. Dans des zones indiquées, les programmes de surveillance doivent également couvrir la qualité de l'eau aux endroits où de telles activités se déroulent, et les points d'échantillonnage doivent être ajustés en conséquence.
- (c) **Eaux conchylicoles.** Il faut faire une distinction entre les zones de culture commerciale (qui sont généralement soumises à des contrôles à des degrés variables et où le produit doit passer par des procédures de sécurité alimentaire avant la vente et la consommation) et les zones dans lesquelles les coquillages qui poussent naturellement sont récoltés. Dans ce cas, les produits de récoltes commerciales devraient eux aussi être normalement soumis aux procédures de sécurité, mais le contrôle sur le milieu aquatique dans lequel poussent les coquillages est évidemment moindre que celui des zones de culture ad hoc, de telle sorte qu'une attention plus soutenue est nécessaire. De plus, il existe un certain nombre de zones où les colonies de coquillages ne sont pas suffisamment grandes pour attirer l'attention des récolteurs, et où un nombre variable de coquillages sont récoltés par des pêcheurs amateurs et/ou par des personnes pour leur consommation personnelle. Dans ce cas, il n'est normalement pas possible de surveiller toutes les zones où ces activités prennent place et les mesures de santé publique prennent la forme d'avertissements

officiels au public pour qu'il ne consomme pas les coquillages récoltés de cette façon.

- (d) **Eaux de référence** sont des zones relativement non affectées par la source de pollution et qui sont utilisées à but comparatif.

### 5.1.3 Zones de surveillance

Les zones de surveillance choisies doivent être en premier lieu celles qui sont les plus fréquentées par les baigneurs et/ou celles qui sont les plus utilisées pour d'autres activités à usage récréatif ainsi que celles qui sont intensément utilisées pour la récolte ou le ramassage des coquillages et qui sont, dans chacun des cas ci-dessus, exposées aux effluents d'eaux usées ou tout autre charge de pollution.

## 5.2 Identification du problème et de la zone

L'évaluation du problème est une donnée indispensable pour tout programme de surveillance et pour sa préparation. Avant d'établir le programme, il faut déterminer, grâce à l'acquisition de données pertinentes (évaluation de la zone), quel est l'impact de la pollution (réelle et potentielle) sur les différentes utilisations des eaux côtières en question. L'évaluation de la zone doit inclure les descriptions marines et terrestres de la zone et les données obtenues doivent être consignées soit sur une feuille de données ou sur une carte descriptive ou sur les deux selon les circonstances.

### 5.2.1 Evaluation de la zone

Du côté de la terre, les données suivantes doivent être consignées, partout où elles ont une relation avec les buts et les objectifs du programme:

- (a) **Utilisation du terrain:** utilisations diverses du terrain dans la zone générale, y compris l'usage des zones côtières voisines, i.e. industriel, résidentiel, forestier, agricole, récréatif ou mixte;
- (b) **Déversement:** identification des rivières et des cours d'eau, y compris la situation, le débit et l'écoulement mensuel individuel dans la mer, ainsi que les zones d'érosion.
- (c) **Effluents et émissaires d'eaux usées:** situations des émissaires, sur la plage et en mer, y compris le type, i.e. industriel, domestique ou mixte, et le débit journalier total. Les effluents industriels doivent être spécifiés;
- (d) **Traitement des déchets:** situation des stations de traitement, capacité en m<sup>3</sup> par jour et degré de traitement;
- (e) **Décharges:** identification des décharges à proximité de la plage, indiquant s'il s'agit de matières solides, d'eaux usées ou des deux, et le volume annuel de décharge;
- (f) **Ligne de la côte:** sable, rochers, graviers, falaises. Profondeur de l'eau.

Du côté de la mer, il faut noter les données suivantes, ici aussi partout où elles ont une relation avec les buts et les objectifs du programme:

- (g) **Zones conchylicoles:** indiquer l'endroit et le type de coquillages. En cas de zones commerciales, indiquer le tonnage annuel;
- (h) **Lieux de pêche:** indiquer le type de poissons et (si possible) la prise;
- (i) **Décharges:** situation, matériaux, quantité annuelle;

Les observations océanographiques et météorologiques suivantes doivent également être réalisées, partout où cela est nécessaire:

- (j) **Vents:** dessin des roses des vents saisonniers;
- (k) **Précipitations et températures de l'air:** précipitations annuelles sous forme de table sur laquelle figurent aussi les températures moyennes mensuelles de l'air;
- (l) **Courants et marées:** description et fluctuation saisonnières des courants et des cycles des marées où elles existent;
- (m) **Salinité et température:** à partir d'études existantes (les données doivent être suffisantes pour fournir des informations sur la stratification de la colonne d'eau et ses variations annuelles);
- (n) **Lignes de profondeur:** à partir de cartes marines;
- (o) **Bouées et autres aides de navigation:** ainsi que tout autre obstacle important tel que épaves ou rochers.

Parmi les alinéas ci-dessus, (b), (c), (d), (e), (f), (i), (l), (m) et (n) sont des éléments importants de l'interprétation des résultats obtenus par la surveillance des eaux à usage récréatif. (g) et (h) doivent être ajoutés en cas d'eaux conchylicoles.

Dans le cas des zones côtières à usage récréatif, il faut mener à bien des observations détaillées sur l'ensemble de chaque complexe de plage (eau et terre), y compris les installations sur la plage.

### 5.2.2 Cartes

L'usage de cartes et de cartes marines adéquates est une condition essentielle pour un programme de surveillance. Il faut commencer par dessiner une carte détaillée des zones choisies pour la surveillance. De telles cartes doivent contenir la plus grande quantité possible d'informations recueillies pendant l'évaluation de la zone et en particulier:

- (a) Emissaires d'eau usée ainsi que tous les points de déversement de déchets ou autre;

- (b) Décharges de déchets solides sur la côte et en mer;
- (c) Courants dans les eaux côtières relatifs à des sources ponctuelles et emplacements des plages;
- (d) Conditions météorologiques et océanographiques.

S'il existe un nombre insuffisant d'informations quantitatives, il faudra réaliser des mesures des rejets (mesure du débit) ou des mesures des courants avant ou au moment de la mise en place du programme d'échantillonnage et d'analyse dans la région. Il faut en particulier noter l'importance des courants côtiers, leur vitesse, leur direction et leur retour sur la côte à cause du rôle important qu'ils jouent dans le transport des polluants, en particulier ceux que l'on trouve sur les matières flottantes sujets au mouvement des courants.

Il faut obtenir les cartes marines et géodésiques les plus récentes de la zone côtière qui sera étudiée. La situation et l'utilisation de chaque carte définiront normalement l'échelle appropriée. Le format européen A3 (environ 42 x 60 centimètres) est une taille pratique pour une carte. De nombreuses photocopieuses réalisent une réduction directe de A3 à A4, ce qui permet une reproduction et une présentation économique des résultats.

Chaque carte doit être clairement identifiée par sa situation, ses coordonnées, son échelle et son orientation. On doit s'en assurer avant de réaliser toute copie ou reproduction. Un telle identification doit inclure:

- (a) **Situation:** utiliser le nom d'une ville typique ou un point de repère évident. Indiquer également le pays;
- (b) **Coordonnées:** donner la latitude et la longitude approximatives de la situation;
- (c) **Echelle:** tracée graphiquement i.e. en divisions de 100 mètres ou en kilomètres et non pas numériquement car de cette façon l'agrandissement ou la réduction pourrait la fausser;
- (d) **Orientation:** indiquer N pour le Nord, ou donner les lignes de latitude et de longitude pour la situation principale;
- (e) **Date:** donner la date de préparation de la carte, si elle est disponible.

### 5.2.3 Rapports initiaux

Il faut écrire un rapport initial sur l'évaluation de la zone et du problème. Il doit être aussi concis et concret que possible, et doit inclure l'évaluation locale des problèmes et des objectifs, des cartes, des données des vents, des graphiques et des tables ainsi que des résumés des études antérieures. La Figure 1 montre le type de carte utile dans la phase initiale du rapport.

## 5.3 Conception générale

Avant la mise en place effective du programme de surveillance, il est indispensable de décider des points suivants:

- (a) les matrices surveillées;
- (b) les paramètres surveillés dans chaque matrice;
- (c) le nombre et l'emplacement des points d'échantillonnage;
- (d) la fréquence de l'échantillonnage.

L'étendue du programme de surveillance dépendra entièrement des ressources déjà existantes et des ressources additionnelles qui peuvent être disponibles pour satisfaire la demande exigée. Ces ressources seront les suivantes:

- (a) effectifs spécialisés pour l'échantillonnage et l'analyse;
- (b) installations de laboratoire (appareils, équipement et matériels);
- (c) moyens de transport.

Il ne faut pas oublier que dans pratiquement tous les cas, le minimum essentiel est dicté par les provisions des conventions internationales ou par tout autre instrument légal similaire (tel que les Directives de la CEE). Dans la plupart des pays, la législation nationale pourvoit bien au dessus de ce minimum afin de s'adapter aux exigences locales.

#### **5.4 Matrices et paramètres de surveillance**

Pour les zones à usage récréatif, les matrices surveillées doivent être l'eau de mer et, partout où cela est nécessaire, le sable de la plage. Pour avoir une image plus complète, il faut également surveiller les sédiments situés juste sous les points d'échantillonnage de l'eau, bien que cela ne soit pas normalement obligatoire. Dans les complexes balnéaires organisés, l'ensemble de la zone, installations y comprises doivent être surveillées. Cependant, ce sont généralement les autorités compétentes qui s'occupent de la restauration à l'intérieur de la zone et de l'eau potable dans le cadre de programmes de santé publique qui ne sont pas traités dans ce document.

Pour les zones conchylicoles, il faut surveiller l'eau de mer ambiante autant que les coquillages. Il faut insister sur le fait qu'un tel examen des coquillages dans le cadre d'un programme de surveillance de la zone conchylicole ne constitue normalement pas une évaluation des coquillages pour la consommation humaine (qui est un aspect couvert par les réglementations de santé publique), mais simplement une évaluation de l'acceptabilité ou non de la zone concernée pour la culture ou la récolte des coquillages. La surveillance des sédiments, là encore normalement pas couverte par les réglementations, est plus importante ici que dans le cas des zones à usage récréatif.

Tant pour les zones à usage récréatif que pour les zones conchylicoles, les paramètres microbiologiques fondamentaux dans l'eau de mer sont les organismes indicateurs bactériens et les agents pathogènes. Dans le premier cas, un examen des champignons présents dans le sable de la plage peut s'avérer également nécessaire. Dans le dernier cas, la surveillance des biotoxines des algues doit être demandée lorsque les circonstances l'exigent (phénomènes d'eutrophication).



#### 5.4.1 Les indicateurs bactériens

Les indicateurs bactériens sont les principaux paramètres de la surveillance de la qualité microbiologique des zones côtières à usage récréatifs et des zones conchylicoles. Les principaux indicateurs recommandés sont les suivants:

- (a) **Les coliformes fécaux:** ils indiquent généralement une pollution fécale récente de l'endroit où ils sont décelés, car ils ne se propagent normalement pas dans le milieu marin. Bien qu'ils soient de bons indicateurs par de nombreux côtés, leur principal problème est leur temps de survie relativement court dans l'eau de mer, ce qui peut exiger l'utilisation d'indicateurs supplémentaires. *Escherichia coli* est également largement utilisé lorsqu'il faut un indicateur plus spécifique de ce groupe;
- (b) **Les streptocoques fécaux:** des espèces du groupe D de Lancefields de streptocoques présents dans les matières fécales des hommes et des animaux sont généralement trouvées dans les eaux polluées. Elles comprennent *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *S. bovis* et *S. equinum*. Le rapport entre les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux peut varier pour différents types d'eaux polluées. Il n'est normalement pas nécessaire d'identifier les espèces de streptocoques fécaux pendant la surveillance de la pollution de l'eau. Les rapports de densité en relation avec les coliformes fécaux sont généralement adéquats pour désigner la source probable d'effluent d'eau usée, qu'elle soit d'origine domestique, animale ou naturelle.

La valeur des **coliformes totaux** comme paramètre indicateur de la qualité sanitaire des eaux à usage récréatif et des eaux conchylicoles peut être mise en doute. Les méthodes de détermination utilisées à l'heure actuelle décèlent également les coliformes d'origine non fécale, et ne constituent donc pas un test spécifique indiquant la pollution par des matières fécales. Par conséquent, bien que l'utilisation des coliformes totaux comme indicateurs de la pollution côtière soit répandue et traditionnelle, elle ne peut être justifiée face aux critères modernes d'indicateurs, et aux alternatives plus spécifiques qui sont maintenant disponibles.

#### 5.4.2 Les agents pathogènes et les biotoxines des algues

Outre les organismes indicateurs bactériens, il serait nécessaire de surveiller la présence et ( si possible) la densité d'un ou plusieurs agents pathogènes bactériens responsables des affections des voies gastro-intestinales, i.e. *Salmonella*, s'il existe une raison de croire que l'un quelconque d'entre eux est déchargé en quantité non négligeable dans les eaux de réception locales. De même, il serait conseillé de surveiller au moins un entérovirus, bien que cela puisse poser une difficulté en raison des techniques nécessaires relativement sophistiquées et du coût comparativement élevé. La plupart des laboratoires de microbiologie qui réalisent des analyses performantes de la qualité de l'eau de mer de façon routinière ne sont pas équipés pour les déterminations des virus.

Plusieurs études ont été menées à bien sur la corrélation entre la densité des indicateurs bactériens et la présence (la densité) des agents pathogènes dans l'eau de mer. Dans chaque étude on a décelé des agents pathogènes bactériens lorsque les

concentrations d'organismes indicateurs atteignent certains niveaux. Les résultats ont généralement été constants pour chaque zone étudiée. Cependant, il n'est pas possible d'utiliser les corrélations obtenues dans des zones différentes car la densité des organismes indicateurs est un indice du degré de pollution par les eaux usées, tandis que la présence et la densité de chaque agent pathogène spécifique dans l'eau de mer dépend de la proportion d'individus infectés parmi la population locale. De plus, la distance entre le déversoir d'eau usée et la zone à usage récréatif ainsi que les conditions hydrodynamiques dominantes influenceront la relation agent pathogène/indicateur.

Etant donné que l'infection par contact peut être même plus importante que l'infection gastro-intestinale par ingestion, il faut surveiller au moins un agent pathogène approprié responsable d'infection par contact. Il faut sélectionner un ou plusieurs agents pathogènes spécifiques suivant les circonstances locales dominantes, de préférence après une sélection préliminaire.

Dans les zones sujettes à une eutrophication périodique, il est conseillé d'obtenir une identification des espèces d'algues toxiques et de surveiller les biotoxines des coquillages si l'on soupçonne leur présence.

## 5.5 Prélèvements

### 5.5.1 Emplacements des points de prélèvement

Sur les grandes plages, ainsi que dans les zones conchylicoles relativement étendues, il faudra réaliser un prélèvement multiple (i.e. prélever un certain nombre d'échantillons à l'intérieur de la même zone). En ce qui concerne les eaux à usage récréatif, on considère que les meilleurs emplacements des points de prélèvement multiple se situent tous les 250 mètres le long de la côte, à 10 mètres à l'intérieur de l'eau à partir de la ligne de marée basse. Cependant, l'emplacement exact des points de prélèvement dans un programme de surveillance, y compris la distance entre ceux-ci, est susceptible de varier sur chaque plage et leurs besoins particuliers devront être déterminés par les autorités locales responsables. De plus, le critère pour déterminer l'emplacement définitif par rapport à la ligne de côte doit être la profondeur de l'eau et non pas la distance à la côte. Etant donné que la partie la plus critique est celle qui touche la ligne de côte, il faudra invariablement surveiller les zones où l'eau a 20-30 cm de profondeur. Une autre bonne indication quant à l'emplacement de la surveillance est de déterminer où les baigneurs se concentrent le plus. Sur les plages de sable, les deux points les plus importants à surveiller quant à distance de la côte sont ceux où l'eau arrive à la taille (où se trouvent la plupart des adultes) et ceux où l'eau est peu profonde (où se trouvent les petits enfants).

Les plages rocheuses présentent plus de variations car la ligne de fond peut être irrégulière et le fond lui-même rocheux, sableux ou mixte. Il faut surveiller les grands trous d'eau peu profonds où jouent les enfants. Aux endroits où la profondeur de l'eau dépasse 5 mètres, les échantillons d'eau seront pris de préférence à la surface, au fond et à un point intermédiaire. Aux endroits où le fond est composé de sable, de vase ou de boue, il faut prendre un échantillon du sédiment. Des points de prélèvement multiple doivent également inclure des points éloignés des sources d'eau usée, soit directe (émissaire), soit indirecte (rivières, ruisseaux, etc). Les résultats donnés par ces points serviront de référence pour d'autres observations dans la région et de comparaison entre les zones. Un point de prélèvement dans l'eau situé à environ 1 kilomètre de la côte, doit être établi tous les kilomètres de plage sous surveillance (point de

prélèvement multiple d'arrière-plan). Les Figures 2 et 3 montrent un exemple de la situation possible des points de prélèvement multiple.

L'emplacement des points de prélèvement dans les zones à usage récréatif autre que la baignade, i.e. la planche à voile, le canoë, la plongée, etc, devra être déterminé sur une base ad hoc, selon les circonstances dominantes dans chaque localité déterminée.

En ce qui concerne les zones conchylicoles, l'emplacement des points de prélèvement devra être situé:

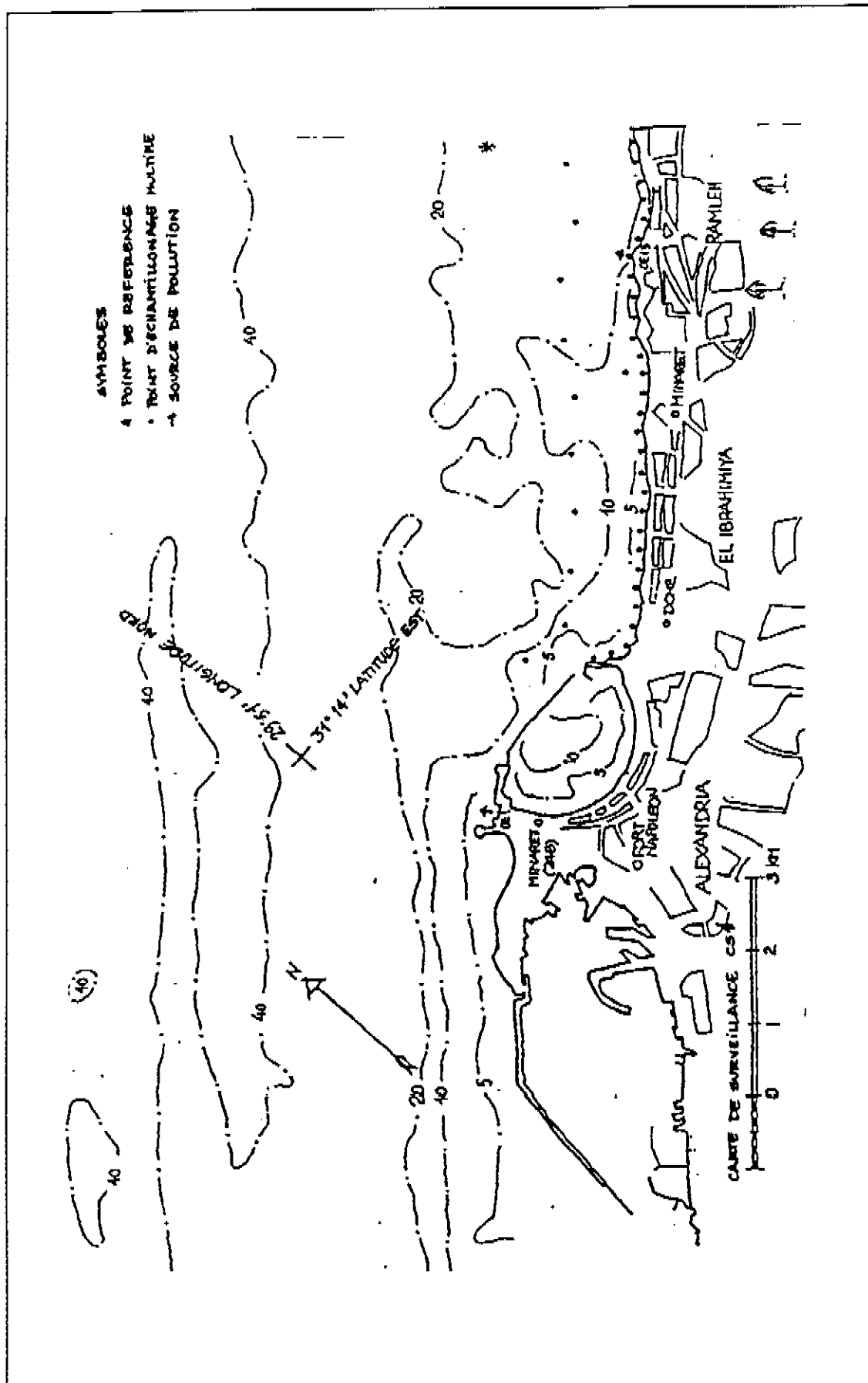
- (a) dans la zone de culture ou de récolte des coquillages;
- (b) aux abords des zones de culture et de récolte;
- (c) près des sources de pollution affectant les zones de culture ou de récolte.

La sélection des points de prélèvement dépendra des objectifs spécifiques du programme de surveillance, des ressources disponibles pour la surveillance et des caractéristiques particulières de la zone en elle-même. Aux endroits où des ressources adéquates pour une surveillance d'ensemble ne sont pas disponibles, ou aux endroits où la zone elle-même ne permet pas l'obtention des informations indiquées ci-dessus, il faudra procéder à des modifications en tenant compte que l'objectif principal de tout le programme est de déterminer si la zone convient, d'un point de vue sanitaire, aux usages récréatifs ou à la récolte des coquillages pour la consommation humaine, i.e. de s'assurer qu'il n'existe aucun risque sanitaire majeur à se baigner ou à consommer des coquillages de la zone en question.

Des ajustements au programme de surveillance, tels que le changement du nombre ou de l'emplacement des points de prélèvement ne peuvent être de façon réaliste qu'après au moins une saison de surveillance.

### 5.5.2 Fréquence des prélèvements

En ce qui concerne les eaux côtières à usage récréatif, les observations et les mesures seront prises aux points de prélèvement toutes les deux semaines (au moins) pendant la saison balnéaire, ainsi qu'après toute pluie importante sur les plages situées aux abords d'un émissaire. Dans des circonstances particulières, une fréquence plus grande peut s'avérer nécessaire pendant des périodes spécifiques. Par exemple, des mesures devront être prises immédiatement après un accident ou tout autre circonstance (telles que des fuites dans les systèmes d'égout) qui pourrait affecter la qualité de l'eau et continuer ces mesures à une fréquence dictée par la situation en elle-même jusqu'à son retour à la normale. Les plages très visitées seront surveillées au moins une fois par semaine comme mesure de routine pendant la saison balnéaire. Il n'existe pas une définition quantitative d'une plage très visitée, et ceci devra être déterminé par les autorités locales dans chaque cas individuel. La saison balnéaire en elle-même varie d'un pays à l'autre, et sa durée officielle pour les questions de surveillance sera déterminée localement. Pendant le reste de l'année, i.e. en dehors de la saison balnéaire, des observations et des mesures seront menées à bien aux mêmes endroits, à trois intervalles réguliers qui sont d'environ trois mois dans la Méditerranée.





En ce qui concerne les zones conchylicoles commerciales, des observations et des mesures seront réalisées une fois par semaine pendant la période de pointe de consommation lorsque les coquillages sont récoltés. En période hors-récolte, la surveillance peut avoir lieu tous les 2 à 3 mois. En ce qui concerne les zones conchylicoles à grande échelle (plus de 500 tonnes par an), il est recommandé de réaliser une surveillance mensuelle pendant la période hors-récolte en plus de la surveillance hebdomadaire pendant la période de récolte.

En ce qui concerne les zones conchylicoles naturelles, des observations et des mesures seront réalisées une fois par semaine pendant la saison de ramassage des coquillages et trois fois à intervalles réguliers pendant le reste de l'année.

### 5.5.3 Matériel de prélèvement

Chaque méthode recommandée pour la détermination des indicateurs bactériens et des agents pathogènes spécifiques contenue dans les Parties II et II de ces recommandations contient les détails des types relativement simples de matériel de prélèvement utilisé. Pour le prélèvement en surface ou sous la surface, les flacons utilisés seront des bouteilles en verre borosilicaté de couleur foncée, d'une capacité de 200 à 300 ml, à col large et munie de bouchon à l'émeri. La Figure 4 indique une méthode courante pour prélever un échantillon directement en surface. On peut utiliser le même genre de bouteille pour les échantillons sous la surface en lui ajoutant un bras extenseur et une pince, comme l'indique la Figure 5. La Figure 6 montre un type de matériel pour le prélèvement d'échantillon stérile sous la surface.

En ce qui concerne les sédiments, deux types de flacons à échantillons sont indiqués sur la Figure 7 et la Figure 8 respectivement. Un autre matériel plus simple peut être utilisé pour le prélèvement d'échantillons de sédiments en vue de leur analyse microbiologique est également disponible sur le marché.

### 5.6 Analyse et contrôle de qualité

Des méthodes recommandées d'analyse pour la détermination des concentrations (a) d'organismes indicateurs bactériens et (b) d'agents bactériens pathogènes spécifiques sont fournies respectivement dans les Parties II et II de ces recommandations. Chaque méthode contient une liste du matériel nécessaire et du matériel non récupérable. On devra tenir compte de leur coût, en particulier dans le cas de nouveaux laboratoires, au moment de la mise en place du programme de surveillance afin de s'assurer que les ressources sont suffisantes pour satisfaire les besoins d'analyse.

Une garantie et un contrôle de la qualité est une partie essentielle de tout programme de surveillance, car on peut devoir prendre d'importantes décisions en se basant sur les résultats obtenus. Cet aspect est décrit en détails dans la Partie V de ces recommandations.

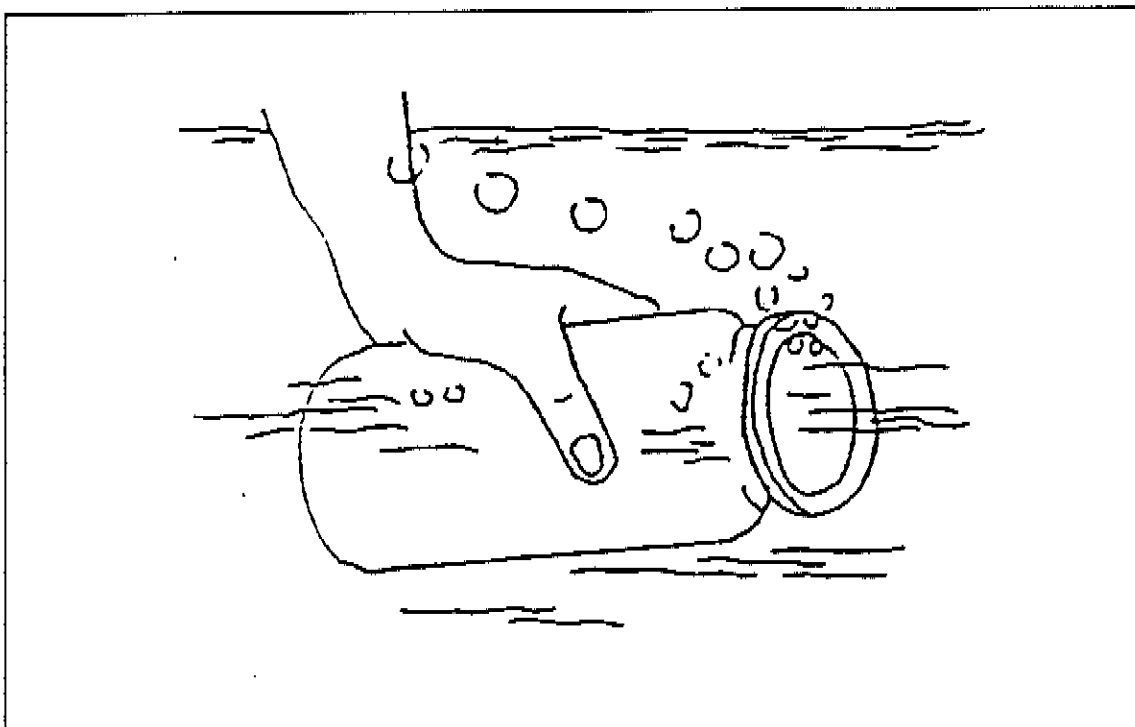


Figure 4. Prélèvement à la main sous la surface.

### 5.7 Interprétation des résultats

Des détails sur l'interprétation des résultats obtenus à partir d'analyses spécifiques sont contenus dans les sections pertinentes des Parties II et III de ces recommandations. Ce sont en général les autorités compétentes qui réaliseront l'interprétation des résultats d'ensemble, en particulier dans le cas de surveillance de complaisance. Les résultats obtenus indiqueront (a) si la qualité de la zone à usage récréatif et de la zone conchylicole est conforme aux normes prescrites, et (b) quelle action curative est nécessaire dans les cas appropriés. Une action curative peut être une action à long terme, en particulier lorsqu'elle met en cause l'installation d'usines de traitement des eaux usées ou la construction d'émissaires sous-marins.

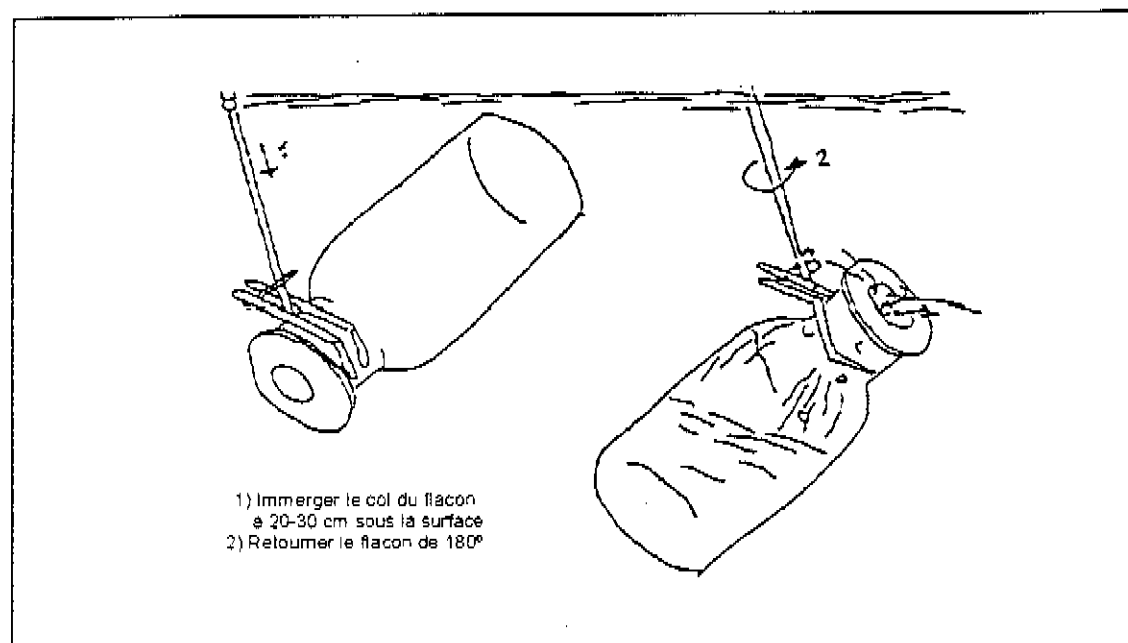


Figure 5. Prélèvement en surface au moyen d'un bras extenseur.

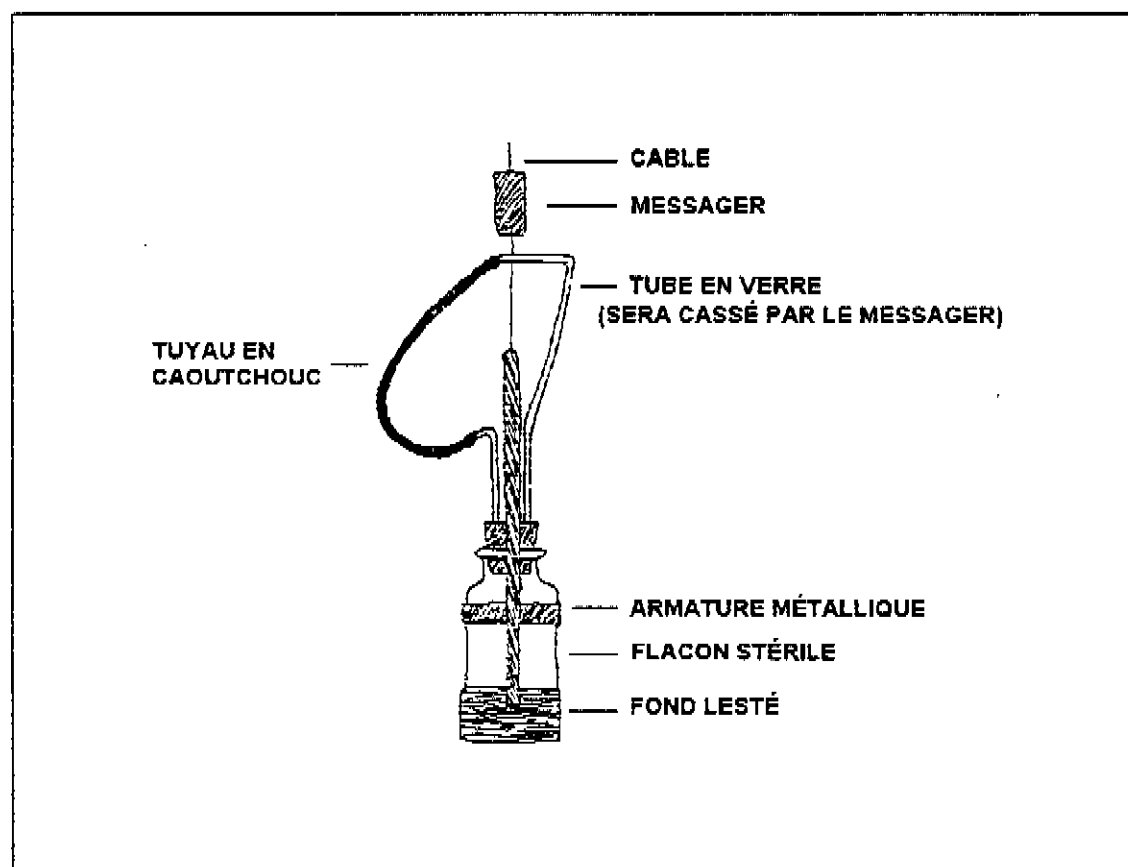


Figure 6. Flacon pour prélèvements stériles sous la surface.

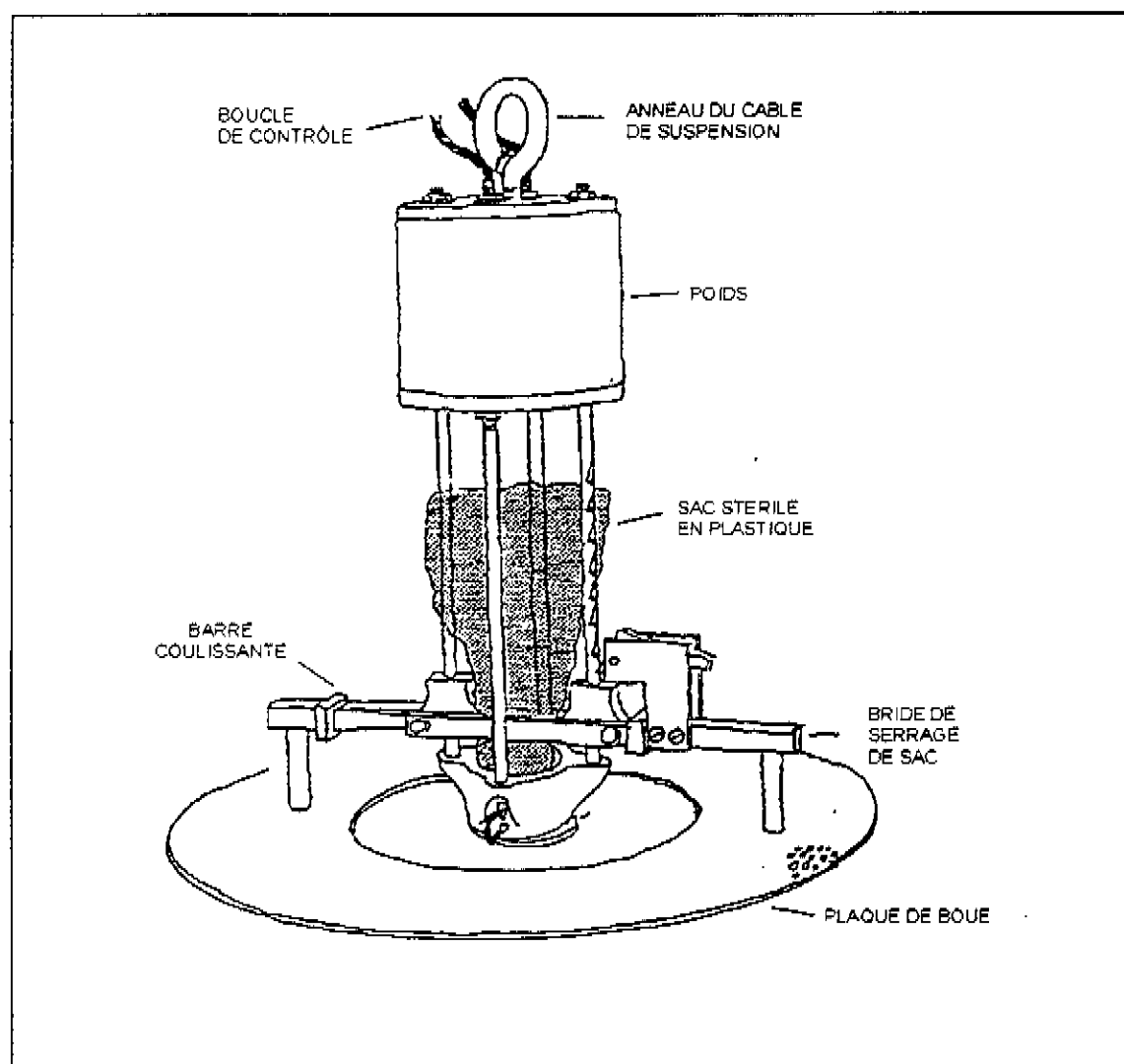


Figure 7. Appareil de prélèvement de Van Donsel-Geldreich pour le fond.

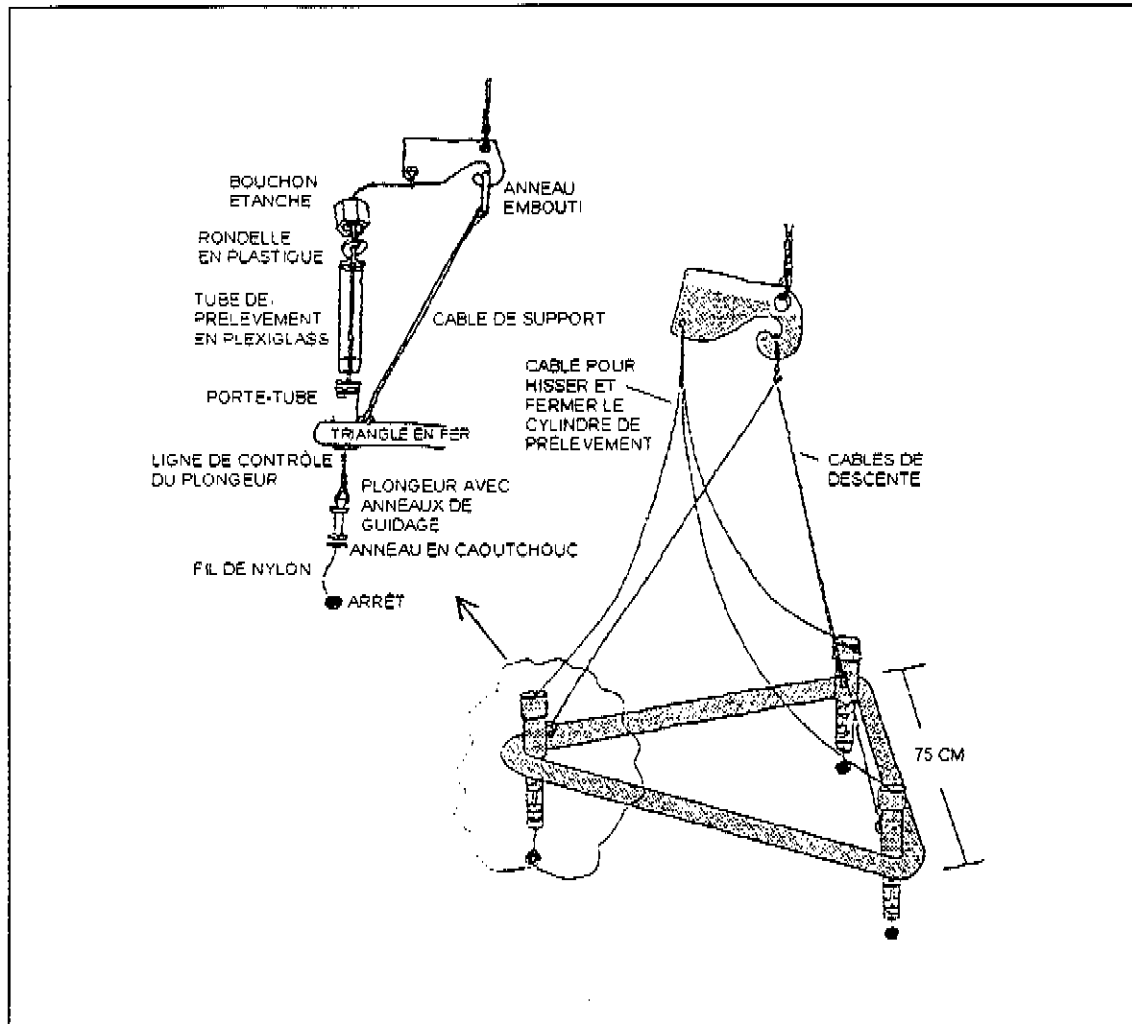


Figure 8. Appareil de prélèvement à trois carottes de Albrechtsen pour le fond.

## 6. MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME

### 6.1 Prélèvements

Les prélèvements doivent être réalisés de façon systématique afin de réduire les différences entre les résultats individuels. Pour cette raison, il est indispensable de maintenir le plus grand nombre de facteurs constants. Ces facteurs incluent aussi bien la période réelle du prélèvement (i.e. le moment de la journée) que la méthode réelle du prélèvement ainsi que l'emplacement et la profondeur de chaque point de prélèvement.

La période réelle du prélèvement (i.e. le moment de la journée) au même point ne doit pas varier de plus de 3 (et de préférence 2) heures. Le meilleur moment pour le prélèvement dépend d'un certain nombre de facteurs. Deux méthodes sont possibles au moment de déterminer le meilleur moment pour le prélèvement: (a) la coïncidence avec l'usage maximum, et (b) la corrélation avec les effets des sources de débit intermittent, tels que les déversoirs d'eau usée. Un choix éventuel du meilleur moment pour le prélèvement dépendra de la méthode adoptée suivant les objectifs généraux du programme de surveillance, i.e. la protection sanitaire adéquate pour les baigneurs.

L'examen d'un grand nombre d'échantillons et leurs analyses pour un nombre relativement restreint d'organismes indicateurs spécifiques et d'agents bactériens pathogènes est préférable à l'inverse, i.e. un petit nombre d'échantillons pour de nombreux paramètres.

Tous les efforts possibles doivent être mis en oeuvre afin d'obtenir le meilleur degré de normalisation entre toutes les stations de prélèvement.

Des procédures spécifiques sont contenues dans les méthodes recommandées pour la détermination des organismes indicateurs spécifiques et des agents bactériens pathogènes décrites dans les Parties II et III de ces recommandations. Les points suivants serviront à titre d'indication.

- (a) Le prélèvement microbiologique (ainsi que sa manutention et son examen) exige un soin particulier, parce que de nombreuses étapes sont nécessaires avant que des résultats (e.g. la concentration des organismes dans l'échantillon) soient disponibles. A chaque étape il existe un risque de gâcher toute la procédure, par exemple par la contamination ou par la croissance incontrôlée de micro-organismes. La stérilité et une température adéquate (refroidissement y compris) sont d'une importance primordiale dans la réalisation de recherches microbiologiques.
- (b) On considère que le prélèvement en lui-même est terminé lorsque l'échantillon est mis dans le flacon stérile, que ce soit sur la plage ou sur le bateau. Des bouteilles en verre teinté doivent être utilisées pour protéger l'échantillon de la lumière.
- (c) Le laboratoire d'analyses microbiologiques où auront lieu toutes les préparations nécessaires est responsable des flacons stériles pour les échantillons. Ces préparations exigent les fournitures suivantes:

- matériel stérile
  - étiquettes pour les échantillons
  - flacons numérotés pour les échantillons
  - glacières isolantes
  - éléments de refroidissement nécessaires au maintien d'une température constante à 4°C pendant le prélèvement et le transport.
- (d) L'équipe de prélèvement doit bien connaître les procédures d'un laboratoire de microbiologie afin d'apprécier l'importance d'une manutention stérile du matériel de prélèvement et des flacons d'échantillons. Tous les échantillons entreposés doivent être gardés à l'ombre. Les embarcations destinées au prélèvement doivent disposer d'un espace de travail suffisant et le matériel doit occuper un endroit sûr afin de pouvoir face à une mer agitée.
- (e) Le refroidissement des échantillons pendant l'entreposage (dans le véhicule ou l'embarcation) ainsi que le transport ultérieur au laboratoire dépend en grande partie de la manutention correcte du matériel et des glacières préparés dans le laboratoire. L'équipe de prélèvement doit s'assurer que tout est fait pour maintenir des températures basses à l'intérieur des glacières en les mettant à l'ombre, en fermant bien les couvercles, etc. Il est important de protéger les échantillons des radiations ultra-violettes: ils doivent toujours être à l'intérieur d'une boîte fermée. De plus, les températures doivent être contrôlées toutes les 3 à 4 heures et toute anomalie doit être indiquée. Les échantillons qui seront analysés pour la recherche des vibrions seront gardés à température ambiante.
- (f) Le transport jusqu'au laboratoire doit s'effectuer aussi tôt que possible. Le laps de temps entre la prise d'échantillon et la réception de celui-ci au laboratoire ne doit normalement pas dépasser 24 heures. Après 30 heures on considère qu'un échantillon ne peut plus servir pour une analyse microbiologique.
- (g) D'une façon générale, on doit commencer le prélèvement des échantillons d'eau par le point le plus éloigné de la source de pollution, là où la pollution doit être la plus basse. Cette méthode est particulièrement importante lorsque l'on travaille dans une embarcation car elle permet le temps d'entreposage le plus court possible pour les échantillons les plus pollués avant leur analyse. Le prélèvement d'échantillons en surface doit être le procédé le plus courant pour la majeure partie de la surveillance microbiologique de l'eau, bien que le prélèvement d'échantillons sous la surface peut s'avérer nécessaire dans un certain nombre de cas.
- (h) Dans les zones conchylicoles commerciales, le prélèvement peut être mené à bien de façon très économique en accompagnant les producteurs de coquillages locaux sur leur bateau au cours de leur routine. Ceci n'est peut être pas possible dans les zones où les coquillages poussent naturellement.

- (i) Tous les détails sur le prélèvement d'échantillons doivent être correctement indiqués. Ces détails doivent toujours inclure le numéro de la station, sa situation, la profondeur, la distance à la côte et l'heure.

## 6.2 Surveillance de la qualité des eaux à usage récréatif et des eaux conchylicoles

Les programmes de surveillance qui se limitent à la stricte observance des réglementations nationales existantes ne doivent comprendre que l'échantillonnage et l'analyse de quelques organismes indicateurs et pathogènes. Les ressources nécessaires seraient relativement limitées, mais une telle approche ne fournit qu'un contrôle sanitaire minimum. Dans un programme de cette nature, trois types de paramètres ou d'observations doivent être respectivement déterminés ou indiqués;

- (a) L'observation générale de certaines conditions hydrographiques et météorologiques locales d'intérêt au moment de l'observation;
- (b) La détermination de certains paramètres hydrographiques locaux aux points de référence;
- (c) La détermination de dénombrement des bactéries pour un endroit, un milieu et une profondeur déterminés, sélectionnés comme points d'échantillonnage multiple.

### 6.2.1 Observations générales

Les paramètres d'ensemble suivants doivent être observés de façon continue, de préférence dans une station météorologique existante, échantillonnée de façon adéquate et régulière:

- (a) **Le vent:** enregistrements continus de sa direction et de sa vitesse;
- (b) **La marée:** tables des marées pour les périodes de surveillance (s'il y a lieu);
- (c) **Les courants:** mouvements des courants à partir d'enregistrements locaux;
- (d) **Le niveau de l'eau:** variations devant être enregistrées de façon continue ou au moins observée toutes les deux heures, s'il y a lieu.

Les enregistrements de ces paramètres doivent être conservés, si possible, comme copies des bandes d'enregistrement originales ou autre matériel similaire. La directions des vents et des courants en particulier est très importante et doit toujours être enregistrée.

### 6.2.2 Mesures du point de référence

Les mesures réalisées au point de référence fournissent des données de fond pour l'interprétation du prélèvement de points multiples. Elles doivent commencer bien

avant et être menées à bien de façon continue pendant chaque période de prélèvement des points individuels ainsi qu'au début et à la fin de chaque période de prélèvement des points multiples. La situation du point de référence doit être aussi représentative que possible de la zone de prélèvement toute entière. Des ajustements peuvent s'avérer nécessaires après avoir acquis de l'expérience sur les caractéristiques de la zone.

Les observations et les mesures réalisées au point de référence doivent inclure:

- (a) **Le mouvement de l'eau en surface:** observations de la vitesse et de la direction de l'eau en surface par rapport à un point fixe;
- (b) **Les vagues:** évaluation périodique de la hauteur des vagues, et évaluation des conditions de la mer, calme, agitée ou très agitée;
- (c) **La salinité et la température:** mesures aux points d'échantillonnage;
- (d) **La turbidité:** observations des profondeurs en mètres auxquelles disparaît et réapparaît le disque de Secchi;
- (e) **L'oxygène:** observations à la surface, au fond et à une profondeur intermédiaire;
- (f) **Le vent:** observations de la direction et de la vitesse, en tenant compte des variations considérables que peuvent avoir les vents locaux;
- (g) **La température de l'air:** mesures.

Les lectures du disque de Secchi ((d) ci-dessus) ne servent pas dans les eaux très peu profondes. Dans ce cas, les disques de Secchi peuvent être remplacés soit par la mesure des solides en suspension, qui serait utile pour la détermination de la nature des particules, soit par l'utilisation de compteurs de turbidité.

### 6.2.3 Matrices et paramètres microbiologiques

Dans le cadre des programmes de surveillance de base tant pour les zones à usage récréatif que pour les zones conchylicoles, les paramètres microbiologiques minimaux qui doivent être déterminés sont les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, **au moins** un agent bactérien pathogène responsable d'affections des voies gastro-intestinales, et, si nécessaire, un agent bactérien pathogène responsable d'infection pas contact. Ceci n'exclut pas le besoin de mesurer d'autres paramètres si les circonstances locales l'exigent. En ce qui concerne les zones à usage récréatif, l'eau elle-même doit être surveillée, et en ce qui concerne les zones conchylicoles, **au moins** les coquillages eux-mêmes. Dans le cas des zones conchylicoles, il se peut qu'il faille déterminer les virus et/ou les biotoxines algales à des endroits déterminés.

Des programmes de surveillance plus étendue incluent le prélèvement et l'analyse de plusieurs indicateurs ainsi qu'un certain nombre d'agents pathogènes, et incluent automatiquement les paramètres minimaux. De tels programmes requièrent plus de ressources et incluent souvent un élément de recherche. Une série de

programmes de surveillance étendue conduit souvent à de nouvelles amplifications du contrôle de la pollution qui peuvent entraîner la modification et la redéfinition de la portée des activités et du programme en lui-même.

De vastes programmes de contrôle de la qualité des eaux côtières de cette espèce ne doivent être mis en place qu'après une considération attentive des objectifs et des ressources disponibles. Le degré de raffinement de tels programmes dépendra des problèmes spécifiques à l'intérieur de la zone. Ils exigent généralement des observations et des mesures plus rapprochées qu'il n'avait été envisagé dans le programme minimal et la surveillance des paramètres additionnels. Il y a de grandes chances que le choix des paramètres surveillés varie dans chaque cas, et il serait difficile de généraliser sur (a) les organismes spécifiques à inclure, (b) les milieux à analyser, (c) les emplacements à utiliser et (d) la fréquence du prélèvement dans chaque cas individuel.

Outre les agents pathogènes, les organismes indicateurs et les autres paramètres indiqués dans les paragraphes précédents, on recommande la surveillance d'un certain nombre d'autres paramètres dans les programmes de surveillance étendue, bien que ceux-ci n'aient qu'un rapport indirect avec les aspects sanitaires de la qualité des eaux côtières. Ces paramètres d'appui peuvent revêtir une certaine importance car ils peuvent changer les conditions de survie des micro-organismes dans les eaux côtières et peuvent influencer d'une manière significative les calculs microbiologiques et l'évaluation des risques sanitaires pour l'homme. De façon plus directe, un certain nombre de paramètres, tels que l'odeur et la turbidité influent esthétiquement sur la valeur récréative des eaux côtières.

La détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO), de la demande chimique en oxygène (DCO) et les matières sédimentables serait obligatoire dans la surveillance des effluents, mais ne serait pas nécessaire pour les eaux à usage récréatif ou les zones de référence "propres".

Les paramètres spécifiquement apparentés à l'eutrophication incluent:

- (a) **La biomasse et la densité du phytoplancton:** chlorophylles;
- (b) **Les nutriments:** phosphore total, phosphate, ammonium, nitrite, nitrate, nitrogène organique;
- (c) **Les indications des conditions d'anoxie:** relation  $H_2S/O_2/E_h$

Bien que la surveillance de ces paramètres pourrait s'avérer utile dans un vaste programme de surveillance, et tout aussi essentielle dans la surveillance des effluents et des autres sources de pollution, la complexité de l'équilibre nutritionnel et la production première dans une zone côtière est telle que son inclusion dans un prélèvement pour la surveillance des eaux côtières à usage récréatif et des eaux conchylicoles ne peut être justifiée que dans des programmes curatifs exceptionnels de surveillance.

### 6.3 Analyse des sédiments

Dans le cadre de vastes programmes de surveillance des eaux côtières à usage récréatif, le prélèvement et l'analyse ne devraient pas se limiter uniquement à l'eau de mer, mais devraient inclure des déterminations bactériologiques et, là où il convient, celles des champignons (a) du sable sur les plages et (b) des sédiments. Les sédiments sont la matière du fond de la mer immédiatement en dessous de la zone de prélèvement de l'eau. Dans le prélèvement du sable et des sédiments sur les plages à usage récréatif, on doit pratiquer un double prélèvement, en choisissant deux profondeurs particulières, l'une fréquentée en particulier par les adultes et l'autre par les jeunes enfants et les personnes âgées (ceux-ci constituant les groupes les plus sujets aux infections). On doit prendre des échantillons de sable de cinq centimètres d'épaisseur, dans les meilleures conditions d'asepsie possibles.

### 6.4 Surveillance de la qualité de la plage

La surveillance sanitaire des plages fréquentées par le public peut être considérée comme partie intégrante d'un programme de surveillance des eaux côtières à usage récréatif, car une importante partie du temps est passée sur la plage même. L'expérience d'une surveillance systématique de la plage comme contrôle de la pollution est relativement limitée. La nature de la plage est importante. On peut généralement adopter un système de classification pour examiner l'apparence visuelle des plages. La procédure McKay, une version modifiée du classement Garber, a été utilisée avec succès pendant plusieurs années par différentes personnes, avec des résultats identiques qui se sont avérés utiles pour améliorer l'aspect des plages. Le classement est donné dans la Table 7.

#### 6.4.1 Surveillance de base

L'ensemble des observations indiquées dans la Table 7 dépasseraient les capacités de la plupart des institutions qui ne mènent à bien que des programmes de surveillance de base, et ces observations ont donc été divisées en paramètres prioritaires et non-prioritaires. Les paramètres prioritaires doivent être consignés ainsi que les non-prioritaires dans les limites des ressources disponibles.

Les observations doivent être réalisées une fois par mois pendant la saison balnéaire, et à trois intervalles réguliers pendant le reste de l'année. Elles doivent être faites aux jours et heures de faible densité de visiteurs. Pendant la saison balnéaire, les observations doivent être faites de préférence avant et après l'activité de plage.

Il est recommandé de procéder à un examen microbiologique du sable de la plage, car il peut révéler la présence de coliformes et de champignons à des densités variables. En règle générale, la surveillance doit être menée à bien pour les mêmes micro-organismes que pour l'eau de mer mais en y ajoutant les champignons.

#### 6.4.2 Surveillance élargie

Dans le cadre de programmes de surveillance relativement vaste, le contrôle sanitaire complet des plages revêt une importance considérable, et, outre tous les paramètres prioritaires mentionnés dans la Table 7, il faut consigner tous les autres paramètres possibles, ainsi que les coliformes fécaux et les champignons.

Table 7. Procédure de McKay modifiée pour le classement des plages.

Code	Identification	Application, exemples
Polluants prioritaires		
HS	Matières fécales humaines	Les matières intactes doivent être différenciées des matières animales
HL	Matières fécales humaines	L = sur terre S = en mer
R	Déchets, y compris ordures de la plage et du sable	Détritus domestiques tels que cartons, boîtes, bouteilles et ordures en provenance des zones de récréation de la plage
TR	Détritus en suspension et ordures en provenance de bateaux et navires	Identique à R ci-dessus, mais supposé provenir de bateaux ou de navires
NS	Odeurs nocives, fumées ou gaz d'eau usée	Odeurs d'eau usée ou d'eau usée traitée, dans l'eau ou sur la plage
M	Eau sale et noire	Eau salie par des causes autres que les proliférations de plancton. M <sub>1</sub> environ 2m Secchi, M <sub>2</sub> environ 1,5m Secchi, M <sub>3</sub> environ 1 m Secchi
Autres polluants		
C	Eau claire	Claire, pas d'eau de couleur ou de particules
D	Débris sur la mer	Bois flottant
K	Débris d'eau usée	Allumettes, cheveux, quelques ordures
ST	Serviettes sanitaires	
CC	Objets en caoutchouc	Préservatifs et anneaux
S	Algues	Toute sorte d'algues
B	Oiseaux morts	Tout oiseau marin mort
ML	Vie marine morte	Poisson ou autre animal marin
P	Proliférations ou amas de plancton	Décoloration de l'eau par les proliférations de plancton
SP	Spores	Généralement spores de varech qui sous forme d'écume ou de pellicule
O	Huile	Huile minérale des bateaux ou autre. Pompage des cales, marée noire, etc.
OS	Ecume d'huile minérale	Nappes d'huile minérale associées avec les infiltrations naturelle d'huile
G	Particules de graisse, provenant d'eau usée	Particules ou boules de graisse près des effluents d'eau usée
GS	Ecume de graisse, provenant d'eau usée	Pellicule d'huile qui semble provenir d'un déversement d'eau usée
T	Goudron	Goudron d'huile minérale
N	Odeurs nocives, vapeur ou gaz ne provenant pas d'eau usée	Sulfures, brouillard odorants provenant d'activités industrielles
F	Décharge d'eau dans la mer en provenance de la terre	Généralement décharge d'eau de pluie qui peut altérer les conditions de l'eau de mer
Quantité:		
1	Petite quantité	Traces des matières codées
2	Quantité moyenne	Quelques unes des matières codées par intermittence. Généralement pas inadmissible
3	Grande quantité	Suffisamment de matières codées pour être inadmissible
Exemple:	H2, P2, O1, GS1, T1	Ce résultat doit être consigné directement sur la copie de la carte (Figures 9 à 11)

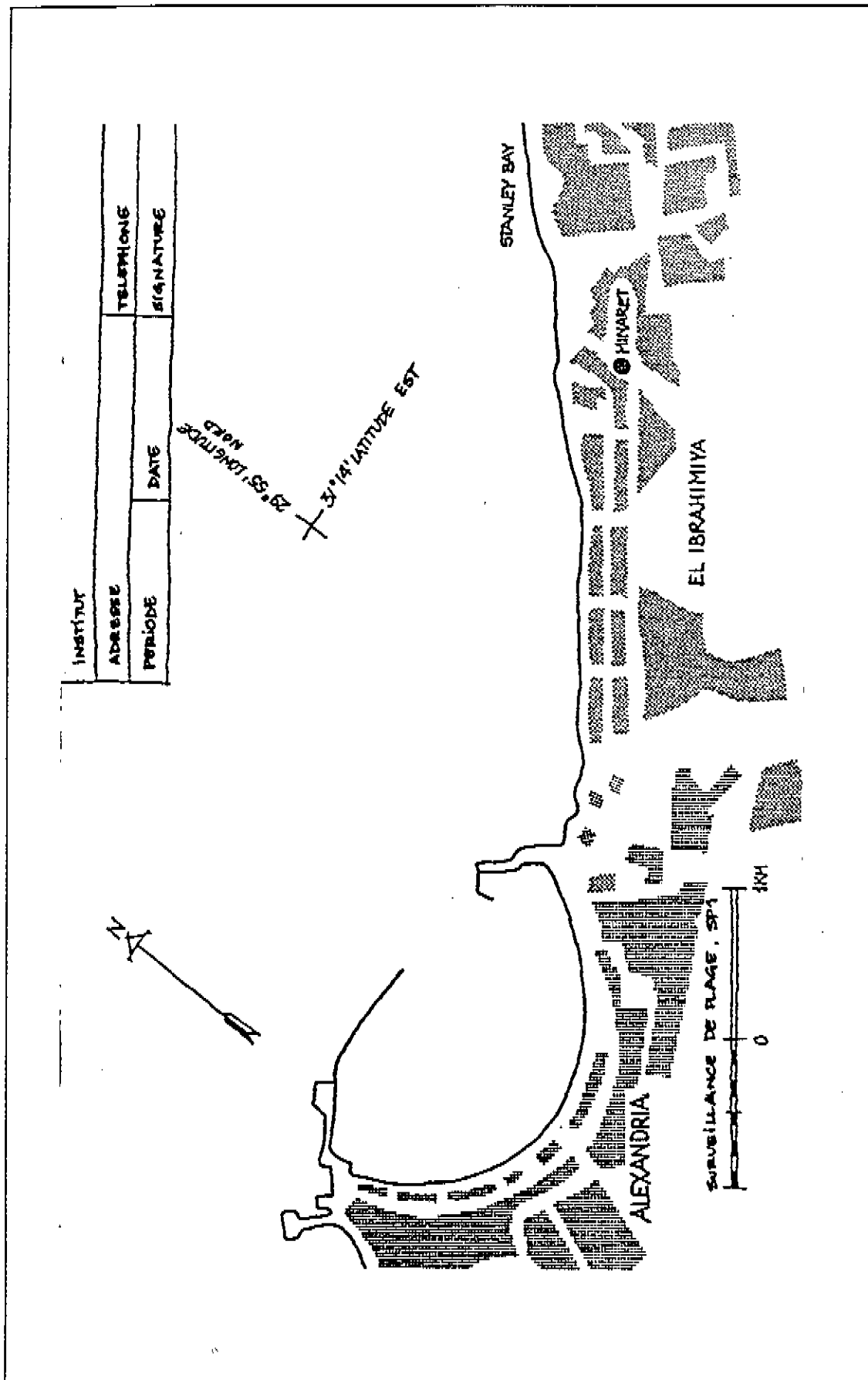


Figure 9. Feuille no. 1 d'observation de la surveillance de la plage.

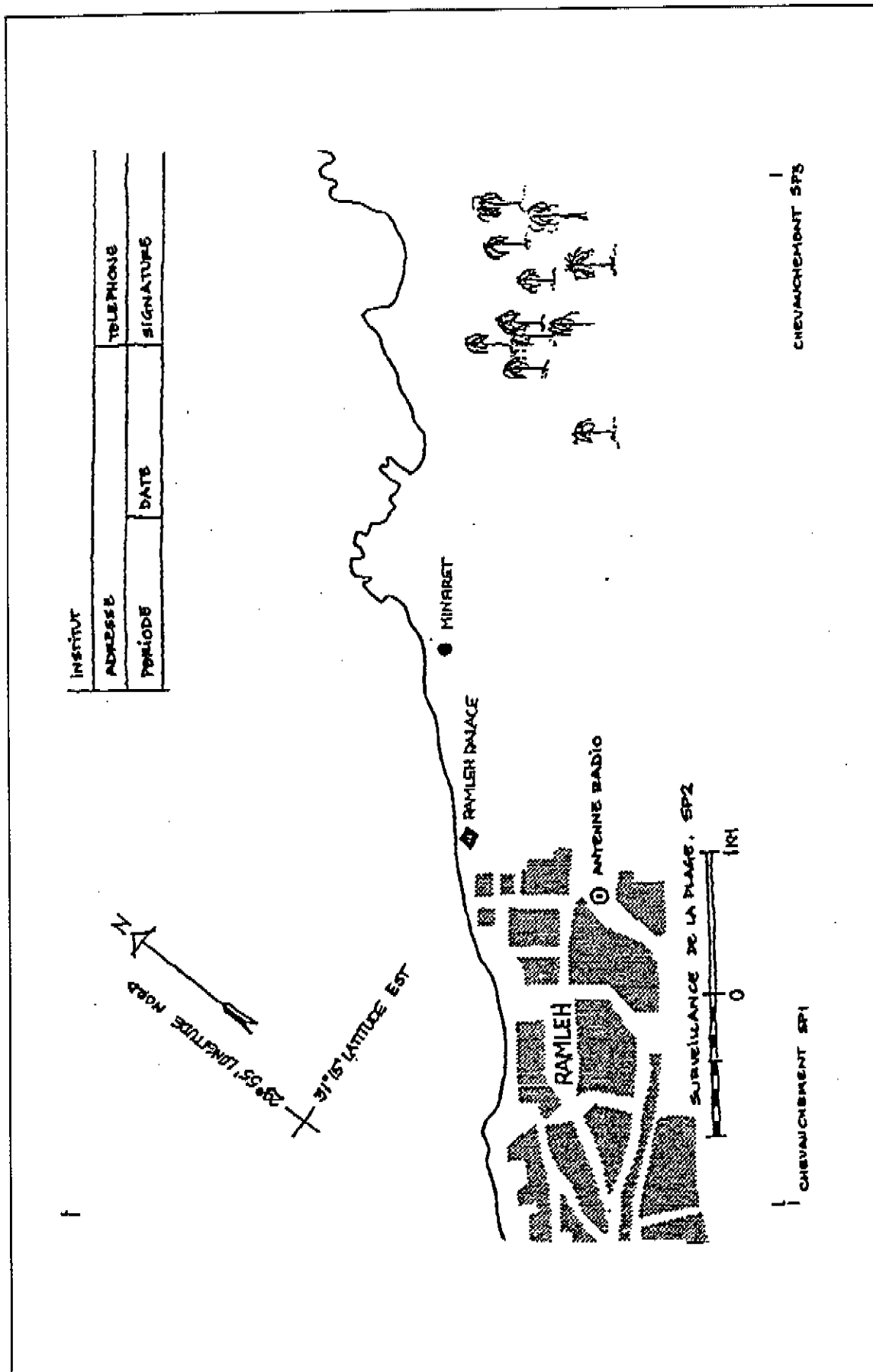


Figure 10. Feuille no. 2 d'observation de la surveillance de la plage.

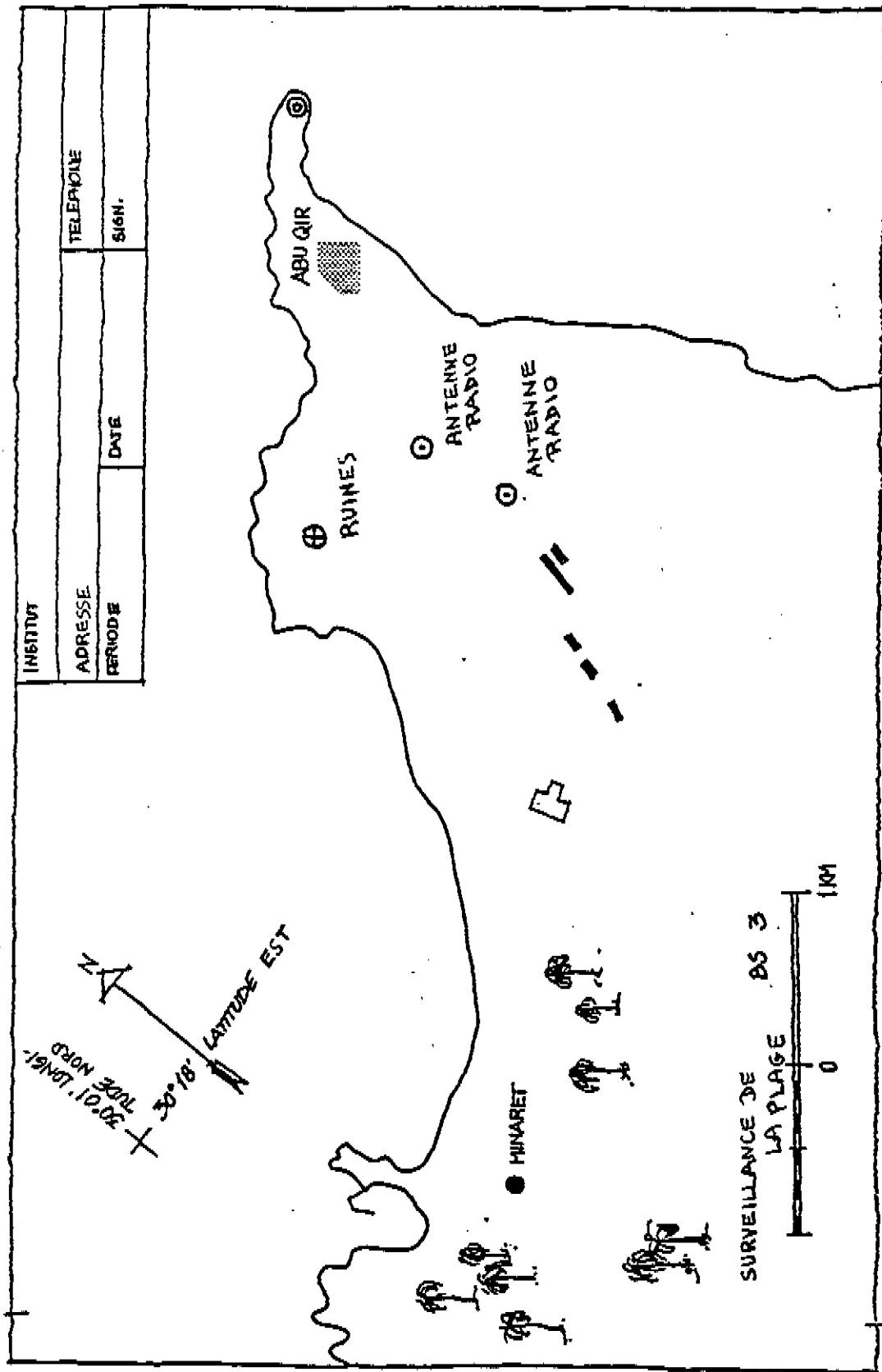


Figure 11. Feuille no. 3 d'observation de la surveillance de la plage.

Afin d'obtenir un rapport simple et fiable des résultats d'observation, il faut obtenir des copies des cartes au cours de la surveillance et y consigner les notes. Les Figures 9, 10 et 11 sont fournies comme modèles. Dans chaque cas, elles ont été reproduites à partir d'une carte normale, agrandie à l'échelle voulue et orientée de telle façon que la ligne de côte est placée au centre afin de simplifier l'observation et de pouvoir y porter les indications tant du côté de la terre que du côté de la mer à partir de l'axe central. Sur chacune, on a indiqué un certain nombre d'observations pour démonstration.

Les points d'observation doivent être établis là où un agent contaminant classifié (i.e. un de la liste de la Table 7) est observé en quantités significatives. On peut également indiquer les agents contrariants qui n'apparaissent pas sur la Table 7 en utilisant des notes séparées sur la carte de surveillance de la plage, mais il faut essayer le plus possible d'utiliser les classes d'agents contrariants existantes plutôt que d'établir de nouvelles classes.

La carte permet d'indiquer les observations tant en mer que sur la plage. Les deux types d'observations doivent être indiqués sur la carte. La fréquence des observations doit être la même que pour la surveillance de base.

L'utilisation d'une plage est un facteur important pour évaluer les résultats de la surveillance de la plage. Il convient donc, si possible, d'indiquer les densités maximales de visiteurs sur les plages surveillées, de préférence sur les cartes, où les dates et les heures indiqueraient les densités maximales de visiteurs par rapport aux opérations régulières de surveillance de la plage.

## 6.5 Enregistrement et rapport des données

Il faut indiquer sur des formulaires normalisés toutes les données relatives aux observations et aux mesures qui sont parties intégrantes d'un programme de surveillance. Ces formulaires doivent inclure:

- (a) Les étiquettes d'identification des flacons d'échantillons;
- (b) Les enregistrements des courants;
- (c) Les enregistrements des conditions hydrographiques et météorologiques de base;
- (d) Les enregistrements des points de prélèvement multiple;
- (e) Les rapports des tests de l'analyse microbiologique des échantillons du milieu.

Dans le cadre de tout programme de surveillance, outre les rapports continus des résultats analytiques et autres sujets d'importance destinés à permettre aux autorités locales et nationales de mener à bien une action appropriée dictée par les circonstances (telle que la fermeture temporaire d'une plage ou l'interdiction de vente des coquillages), il faut préparer des rapports périodiques afin d'évaluer et de contrôler les résultats obtenus pendant la période quant aux objectifs définis avant de

commencer le travail sur le terrain et en laboratoire. De tels rapports périodiques doivent inclure:

- (a) Les cartes indiquant l'emplacement des stations de prélèvement;
- (b) Les dates et heures exactes du prélèvement pour chaque station;
- (c) Les données sur les paramètres microbiologiques et complémentaires, ainsi que sur les observations océanographiques et météorologiques de base pendant toute la période de prélèvement;
- (d) Une évaluation générale des résultats obtenus, et un contrôle de la qualité sanitaire de la zone surveillée en ce qui concerne les critères et les normes prescrites.

Le formulaire logarithmique pour indiquer la pollution microbienne de l'eau de mer actuellement utilisé dans le Programme à long terme de surveillance et de recherche de la pollution dans la mer Méditerranée (MED POL Phase II) peut servir de modèle. Ce formulaire est reproduit dans l'Annexe 1 de cette partie des recommandations.

#### **6.6 Evaluation et traitement des données**

La surveillance produit généralement des quantités considérables de données qui doivent être traitées de façon ordonnée, et souvent en utilisant des méthodes avancées de condensation des données et d'expression des résultats. Si l'on considère l'étendue de tout programme de surveillance des eaux côtières à usage récréatif et des eaux côtières conchylicoles, un certain degré d'évaluation statistique sera essentiel, sans oublier que:

- (a) la qualité microbiologique des eaux côtières peut être interprétée de façon adéquate par un modèle de distribution de probabilité logarithmique;
- (b) un accord rigoureux avec toute norme de qualité de l'eau exprimée en termes statistiques exige la comparaison de deux distributions de probabilité et non pas seulement de deux paires de fréquences;
- (c) la déviation standard des concentrations des indicateurs microbiens se rapproche de celle supposée par des critères provisoires de qualité de l'eau côtière comme ceux qui furent mis au point pendant la phase pilote du MED POL;
- (d) la déviation standard d'une concentration des indicateurs microbiens dans une station de prélèvement est un paramètre sensible et utile pour détecter les sources discontinues de pollution;
- (e) une estimation de la déviation standard à partir de groupes de 12-14 valeurs de concentration hebdomadaires peut être interprétée de la manière suivante:

- $s \leq 1$ : station de prélèvement avec une qualité microbiologique très stable, satisfaisante ou non,
- $1 < s < 3$ : station de prélèvement avec une variation temporaire de sa qualité microbiologique à l'intérieur des limites les plus couramment observées.
- $s \geq 3$ : station de prélèvement avec une qualité microbiologique assez variable, due soit à une source discontinue de pollution microbienne, soit à un modèle variable de circulation côtière.

Un système relativement simple pour élaborer et interpréter les données obtenues à partir d'analyse microbiologique est basé sur une méthode statistique dont le but est d'obtenir les paramètres caractéristiques de la qualité microbiologique de l'eau en commençant par une suite chronologique de résultats obtenus de façon systématique dans une station de prélèvement déterminée.

Les paramètres caractéristiques ainsi obtenus permettent:

- (a) classer la station de prélèvement conformément aux normes de qualité de l'eau appliquées.
- (b) de détecter les caractéristiques de la masse d'eau dans laquelle se trouve la station de prélèvement, telle que la présence de régimes de courant différentiel, l'existence de courants d'intensité et les caractéristiques qui varient considérablement avec le temps.

Le travail comprend les étapes suivantes:

- (a) la sélection d'une suite chronologique des résultats correspondant à une station de prélèvement. Plus les étapes du ramassage, de la conservation et de l'analyse des échantillons ont été réalisées de façon systématique, plus l'interprétation des résultats obtenus sera précise. L'expérience a montré l'importance de disposer, au minimum, d'une série de 8 à 10 résultats analytiques pour chaque station de prélèvement.
- (b) les résultats analytiques doivent être rangés en ordre croissant (i.e. du plus petit au plus grand), et chaque résultat recevra un numéro consécutif commençant par l'unité.
- (c) chaque résultat analytique recevra une valeur de la fréquence accumulée,  $F$ , obtenue par la formule:

$$F = \frac{i}{n+1} \times 100$$

- où:  $F$  est la fréquence accumulée, exprimée en pourcentage,  
 $i$  est le numéro successif du résultat analytique, et  
 $n$  est le nombre total de résultats dont l'échantillon est composé

- (d) utiliser un papier de probabilité logarithmique, indiquer graphiquement les paires de valeurs obtenues pour les concentrations microbiennes sur les ordonnées, et la fréquence accumulée sur les abscisses.
- (e) dans la plupart des cas, les points obtenus suivent un modèle linéaire. S'il existait une divergence importante avec ce modèle, l'échantillon aurait besoin d'une interprétation plus spécifique dont l'explication dépasse le cadre de cette courte description.
- (f) il faut tracer une ligne droite par interpolation, et l'ajuster au centre du modèle de points sur le graphique. En général, un ou plusieurs points initiaux ou finaux s'écartent de la ligne. On considère que l'interpolation est suffisante lorsque plus de 80% des points (environ) s'ajustent à la ligne droite tracée.
- (g) un critère adéquat pour interpoler une ligne droite, à partir de l'ensemble des points sur le graphique, consiste à positionner visuellement une telle ligne de façon à ce que les surfaces limitées, à droite et à gauche, par une ligne polygonale imaginaire reliant les points expérimentaux successifs soient égales. Un autre critère possible, pratiquement équivalent, consiste à laisser environ le même nombre de points de chaque côté de la ligne droite tracée.
- (h) la ligne obtenue représente une estimation de la distribution statistique de la qualité de la station de prélèvement. A partir du graphique il est possible de déduire par lecture directe les concentrations qui ne dépassent pas un certain pourcentage de cas. Par exemple, la moyenne est définie comme la concentration qui ne dépasse pas 50% des cas. De la même façon, la concentration associée avec  $F = 90\%$  est proportionnelle à la valeur qui n'est pas dépassée dans 90% des cas.
- (i) outre les paramètres associés avec une fréquence déterminée, la déviation standard,  $S$ , est un paramètre caractéristique de la variabilité de la qualité pendant la période d'observation. La valeur estimée de la déviation standard est obtenue au moyen de la formule suivante:

$$S = \ln XX84 - \ln XX50$$

ou ce qui revient au même

$$S = \ln XX50 - \ln XX16$$

où  $S$  est la déviation standard, et  $\ln XX84$ ,  $\ln XX50$  et  $\ln XX16$  sont respectivement les logarithmes népériens (ou naturels) des concentrations microbiennes ( $XX$ ) qui ne sont pas dépassées dans 84%, 50% ou 16% des cas.

- (j) la détermination de l'intervalle dans lequel se trouve un certain pourcentage des concentrations observées dans une station de prélèvement peut être obtenue directement à partir du graphique de distribution des fréquences accumulées. Ainsi, par exemple, 90% des

concentrations microbiennes observées seront comprises entre les valeurs

(XX05; XX95)

où:

X représente l'abréviation du microorganisme considéré,  
XX05 et XX95 sont les concentrations microbiennes, exprimées en nombre de colonies pour 100 ml qui ne dépasse pas, respectivement, 5% et 95% des cas.

De façon similaire, l'intervalle de confiance de la moyenne des concentrations microbiennes qui peut être obtenu à partir de chacune des séries possible de  $n$  résultats microbiologiques d'une station de prélèvement est défini comme suit:

$$\exp \left[ \ln XX50 - \frac{S}{\sqrt{n}} t_{(1-a/2, n-1)} \right] ; \exp \left[ \ln XX50 + \frac{S}{\sqrt{n}} t_{(1-a/2, n-1)} \right]$$

où:

'XX50' est la moyenne des concentrations microbiennes dans une station de prélèvement, en XX/100 ml.

'S' est la déviation standard de ces concentrations, obtenue à partir de la distribution logarithmique normale correspondante:  
 $S = \ln XX84 - \ln XX50$ .

'n' est le nombre de résultats obtenus (concentrations microbiennes ou densités).

' $t_{(1-a/2, n-1)}$ ' est la valeur de la distribution *t-Student*, avec  $n$  degrés de liberté (Table 8).

'a' est le niveau de signification

' $(1-a) \cdot 100$ ' est l'intervalle de confiance, exprimé en pourcentage.

### Exemple

La Figure 12 montre l'application de la méthode dans un exemple chronologique de 12 concentrations de streptocoques fécaux (SF), obtenues dans une station sur la côte de Malaga pendant l'été 1979. Les données chronologiques, exprimées en SF/100 ml sont les suivantes:

16, 170, 3390, 450, 450, 590, 740, 190, 1180, 6700, 2800, 600

Les valeurs estimées du graphique pour les paramètres caractéristiques de cette station sont les suivantes:

SF 50 = 680 SF/100 ml

$$SF\ 90 = 4700\ SF/100\ ml$$

$$S = 1,50$$

L'intervalle de confiance de 95% ( $\alpha = 0,05$ ) des concentrations de streptocoques fécaux est défini par les concentrations correspondantes dans les fréquences accumulées de 2,5% et 97,5% respectivement, et apparaissent sur le graphique

50: 6000 (environ)

L'intervalle de confiance de 95% de la moyenne de cette série de concentrations peut être obtenu à partir des valeurs suivantes:

$$SF\ 50 = 680\ SF/100ml$$

$$\ln\ SF\ 50 = 6,52$$

$$S = 1,50$$

$$n = 12$$

$$t_{(0,975,11)} = 2,20$$

Les limites seront donc:

$$\exp \left[ 6,52 - \frac{1,50}{\sqrt{12}} \times 2,20 \right] ; \exp \left[ 6,52 + \frac{1,50}{\sqrt{12}} \times 2,20 \right]$$

c'est à dire

(260 ; 1760)

Après avoir obtenu les paramètres caractéristiques de la qualité microbiologique de chaque station, on établira une comparaison entre les limites établies et les critères de qualité de l'eau, et l'on obtiendra ainsi la catégorie définitive de la qualité microbiologique des eaux sur une plage déterminée.

## 7. EVALUATION DU PROGRAMME

La mise en place de programmes de surveillance doit être évaluée chaque année. Il peut exister un certain nombre de raisons pour ajuster de façon périodique tout programme de surveillance de la qualité de l'eau côtière. Ces raisons peuvent inclure avoir atteint les objectifs initiaux et devoir par conséquent réorienter le programme d'une étude de base à une routine, ainsi qu'avoir établi une relation entre les effluents spécifiques et l'état des plages contaminées, etc. De nouveaux objectifs peuvent également être établis, qui demandent soit des paramètres de surveillance supplémentaires soit le remplacement d'activités existantes, ou une combinaison des

deux. Les résultats obtenus dans les phases initiales peuvent également demander un changement du nombre des points de prélèvement ou de la fréquence du prélèvement.

Des ajustements pertinents du programme de surveillance doivent être basés sur une évaluation critique des besoins reflétés dans les rapports périodiques. Les raisons des ajustements des programmes de surveillance doivent être clairement indiquées.

Table 8. Valeurs du "t" de Student.

Degrés de liberté	Prob ( $t_n < t_{1-\alpha, n}$ ) = (1 - $\alpha$ )												
	,995	,99	,975	,95	,90	,85	,80	,75	,70	,65	,60	,55	
1	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,963	1,376	1,000	,727	,510	,325	,158	
2	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,386	1,061	,816	,617	,445	,289	,142	
3	5,841	4,541	3,182	2,353	1,639	1,250	,978	,765	,584	,424	,277	,137	
4	4,604	3,747	2,778	2,132	1,533	1,190	,941	,741	,569	,414	,271	,134	
5	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	1,156	,920	,727	,559	,408	,267	,132	
6	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	1,134	,906	,718	,553	,404	,265	,131	
7	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	1,119	,896	,711	,549	,402	,263	,130	
8	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	1,108	,899	,706	,546	,399	,262	,130	
9	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	1,100	,883	,703	,543	,398	,261	,129	
10	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	1,093	,879	,700	,542	,397	,260	,129	
11	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	1,088	,876	,697	,540	,396	,260	,129	
12	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	1,083	,873	,695	,539	,395	,259	,128	
13	3,010	2,650	2,160	1,771	1,350	1,079	,870	,694	,538	,394	,259	,128	
14	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	1,076	,868	,692	,537	,393	,258	,128	
15	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	1,074	,876	,691	,536	,393	,258	,128	
16	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	1,071	,865	,690	,535	,392	,258	,128	
17	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	1,069	,863	,689	,534	,392	,257	,128	
18	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	1,067	,862	,688	,534	,392	,257	,127	
19	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	1,066	,861	,688	,533	,391	,257	,127	
20	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	1,064	,860	,687	,533	,391	,257	,127	
21	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	1,063	,859	,688	,532	,391	,257	,127	
22	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	1,061	,858	,686	,532	,390	,256	,127	
23	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	1,060	,858	,685	,532	,390	,256	,127	
24	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	1,059	,857	,685	,531	,390	,256	,127	
25	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	1,058	,856	,684	,531	,390	,256	,127	
26	2,779	2,479	2,056	1,706	1,315	1,058	,856	,684	,531	,390	,256	,127	
27	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	1,057	,855	,684	,531	,389	,256	,127	
28	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	1,056	,855	,683	,530	,389	,256	,127	
29	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	1,055	,854	,683	,530	,389	,256	,127	
30	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	1,055	,854	,683	,530	,389	,256	,127	
	2,576	2,326	1,960	1,645	1,282	1,036	,842	,674	,524	,385	,253	,126	

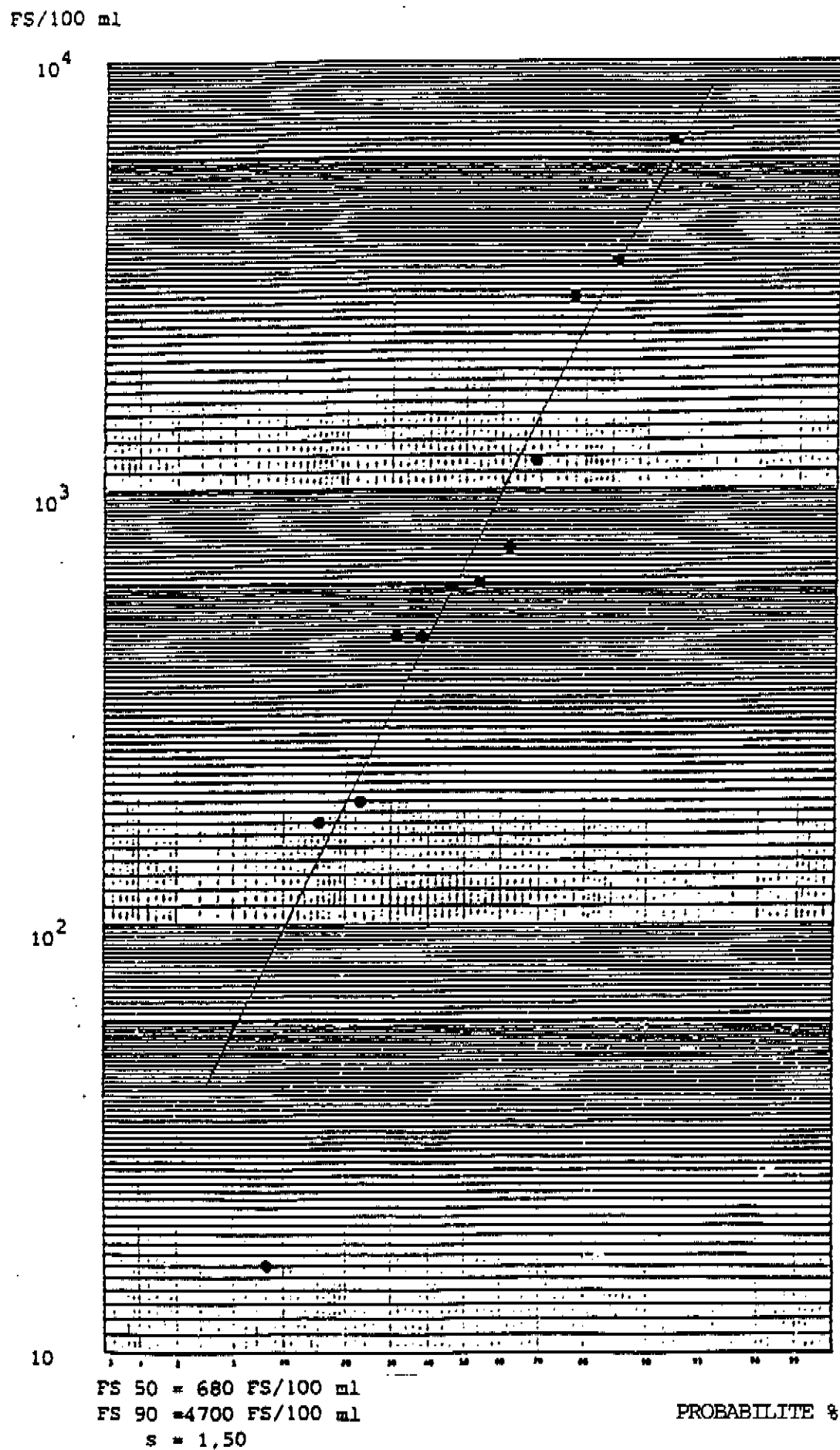


Figure 12. Représentation graphique sur un papier de probabilité logarithmique d'un échantillon chronologique de douze concentrations de streptocoques fécaux.

**8. REFERENCES**

- OMS/PNUE (1977a). *Guidelines for health-related monitoring of coastal water quality*. Report of a group of experts jointly convened by WHO and UNEP, Rovinj, 23-25 February 1977. Document ICP/CEH 206(4). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1977b). *Health criteria and epidemiological studies related to coastal water pollution*. Report of a group of experts jointly convened by WHO and UNEP, Athens, 1-4 March 1977. Document ICP/CEH 206(5). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1977c). *Mid-term review of the joint WHO/UNEP coordinated pilot project on coastal water quality control in the Mediterranean (MED VII)*. Report of a group of experts jointly convened by WHO and UNEP, Rome, 30 May - 1 June 1977. Document ICP/CEH 206(6). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1977d). *Coastal water pollution control*. Report of a group of experts jointly convened by WHO and UNEP, Athens, 27 June - 1 July 1977. Document ICP/CEH 206(7). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1978). *First report on coastal quality monitoring of recreational and shellfish areas (MED VII)*. Report of a seminar jointly convened by WHO and UNEP, Rome, 4-7 April 1978. Document ICP/CEH 206(8). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1980). *Third report on coastal quality monitoring of recreational and shellfish areas*. Report of a meeting of principal investigators jointly convened by WHO and UNEP, Rome, 20-23 November 1979. Document ICP/CEH 206(10). Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1981). *Coastal water quality control in the Mediterranean*. Final report on the joint WHO/UNEP coordinated pilot project (MED VII)(1976-1980). Document ICP/CEH 206, Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1987). *Environmental quality criteria for shellfish and shellfish-growing waters in the Mediterranean*. Report on a joint WHO/UNEP meeting, Athens, 26-27 March 1987. Document EUR/ICP/CEH 051, Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- OMS/PNUE (1990). *Microbiological pollution of the Mediterranean Sea*. Report on a joint WHO/UNEP meeting, Valletta, 13-16 December 1989. Document EUR/ICP/CEH 083, Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague.
- PNUE/OMS (1983). *Assessment of the present state of microbial pollution of the Mediterranean Sea and proposed control measures*. Document UNEP/WG.91/6. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Athènes.

PNUE/OMS (1985). *Assessment of the present state of microbial pollution of the Mediterranean Sea and proposed control measures*. Document UNEP/WG.118/6. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Athènes.

PNUE/OMS (1986). *Assessment of the state of microbial pollution of shellfish and shellfish-growing waters in the Mediterranean Sea and proposed measures*. Document UNEP/WG/144/10. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Athènes.

PNUE/OMS (1987). *Assessment of the state of microbial pollution of shellfish waters in the Mediterranean Sea and proposed measures*. Document UNEP/WG.160/10. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Athènes.

PNUE/OMS (1991). *Assessment of the state of pollution of the Mediterranean Sea by pathogenic microorganisms*. Document UNEP (OCA)/MED WG.25/int.7. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Athènes.

## ANNEXE 1

## FORMULAIRES DE RAPPORT DE DONNEES

Le formulaire de la Figure 13 est celui qu'utilisent normalement les laboratoires qui participent au programme de surveillance du MED POL Phase II. Il donne les résultats des déterminations des polluants microbiens dans l'eau de mer prélevée et analysée suivant la procédure détaillée dans les Parties II et III de ces recommandations. Le compte-rendu se fait de la façon suivante:

Pour les besoins de ce formulaire, un point de prélèvement est une situation précise, profondeur précise y comprise. On considère que les échantillons prélevés au même point, mais à des profondeurs différentes, représentent des points de prélèvement différents.

On doit utiliser une seule ligne pour consigner le résultat de chaque analyse ou la moyenne arithmétique et la déviation standard des analyses d'échantillons répétés en provenance du même point de prélèvement. On ne doit pas consigner dans ce formulaire la moyenne des résultats en provenance de différents points de prélèvement.

Si l'on utilise plus d'une ligne pour une seule station de prélèvement, on doit consigner **les informations sur le prélèvement et les informations océanographiques et météorologiques de base** uniquement sur la première ligne correspondant à cette station. Si l'on consigne plus d'un indicateur bactérien ou un agent pathogène pour la même station de prélèvement, on doit écrire **la profondeur du prélèvement, la température, la salinité et l'oxygène** uniquement sur la première ligne correspondant à ce point de prélèvement. Lorsque l'on détermine plus d'un indicateur bactérien ou un agent pathogène, il faut spécifier le code correspondant à chacun sur chaque ligne.

Les instructions spécifiques suivantes sont également données:

**INFORMATIONS CONCERNANT LE PRELEVEMENT**

- Numéro de la station:** Utiliser le numéro de code de la station tel qu'il est défini dans votre programme national de surveillance.
- Date du prélèvement:** Consigner sous forme numérique la date du prélèvement, i.e. 1er juillet 1993 sera 01.07.93.
- Heure du prélèvement:** Consigner l'heure du prélèvement sous forme de période de 24 heures, i.e. 2.30 sera 1430.
- Lieu de prélèvement:** Consigner les coordonnées géographiques du lieu de prélèvement en degrés et minutes, et consigner E ou O dans la colonne E/O, i.e. 40 15 30 E.
- Distance à la côte:** Consigner la distance à la côte en mètres.
- Profondeur du fond:** Consigner la profondeur de l'eau en mètres à 0.5 mètre près, i.e. 2.5 ou 3.0.



**INFORMATIONS BACTERIOLOGIQUES ET COMPLEMENTAIRES:**

- Profondeur du prélèvement:** Consigner la profondeur à laquelle l'échantillon a été prélevé à 0,1 mètre près.
- Indicateur bactérien:** Consigner le nom de code de l'indicateur ou de l'agent pathogène de la façon suivante:
- AH *Aeromonas hydrophila*
  - CM *Campylobacter*
  - CF Coliformes fécaux
  - SF Streptocoques fécaux
  - PA *Pseudomonas aeruginosa*
  - SA *Staphylococcus aureus*
  - SM *Salmonella*
  - CT Coliformes totaux
- Dénombrement bactérien:** Consigner le résultat en tant que nombre de colonies bactériennes pour 100 ml.
- Température:** Consigner en degrés centigrades.
- Salinité:** Consigner en parties par millier.
- Oxygène:** Consigner en ml d'oxygène dissout par litre.

**OBSERVATIONS OCEANOGRAPHIQUES ET METEOROLOGIQUES DE BASE**

- Hauteur de la vague:** Consigner la hauteur des vagues en mètres à 0.5 mètre près, i.e. 2,5 ou 3,0 m.
- Direction du vent:** Consigner la direction dans laquelle souffle le vent, en degrés.
- Vitesse du vent:** Consigner en mètres par seconde.
- Direction du courant:** Consigner la direction dans laquelle va le courant de surface, en degrés.
- Vitesse du courant:** Consigner la vitesse du courant de surface, en mètres par seconde.

**COMMENTAIRES**

Utiliser cette section pour tous renseignements utiles, telle que la méthode d'analyse. Si les commentaires occupent plus d'une ligne, commencer les données supplémentaires sur d'autres stations ou d'autres paramètres sur la ligne qui suit celle où finissent les commentaires. On peut écrire les commentaires plus longs au dos du formulaire en l'indiquant sur la ligne appropriée.

Un nouveau format a récemment été mis au point en accord avec le système informatique de base de données du MED POL. Il est indiqué dans la Table 9.

Table 9. Formulaire MED POL de transfert des données pour les microorganismes dans l'eau de mer.

No.	Nom de la colonne	Exigé?	Description	Colonne Type/longueur
Informations sur la zone et la station				
1	ANNEE	OUI	Année de surveillance (le format est XX pour 19XX)	NUM (2)
2	PAYS	OUI	Code du pays de surveillance (voir liste des pays, Annexe I)	CHAR (3)
3	CODE ZONE	OUI	Code de la zone de surveillance	CHAR (6)
4	DESCRIPTION ZONE	--	Description de la zone de surveillance	CHAR (30)
5	CODE STATION	OUI	Code de la station de surveillance	CHAR (6)
6	DESCRIPTION STATION	--	Description de la station de surveillance	CAHR (30)
7	TYPE STATION	OUI	Code du type de station (Voir Volume 1, CODES)	CHAR (1)
8	PROFONDEUR FOND	--	Profondeur du fond en mètres (format 99999,9)	NUM (7, 1)
Informations sur l'échantillonnage				
9	DATE PRELEVEMENT	OUI	Date du prélèvement	DATE
10	HEURE	OUI	Heure du prélèvement (00 à 23)	NUM (2)
11	MINUTE	OUI	Minute du prélèvement	NUM (2)
12	DEGRE LATITUDE	OUI	Latitude en degrés (coordonnées prélèvement, Nos 12-19)	NUM (2)
13	MINUTE LATITUDE	OUI	Coordonnée latitude en minutes	NUM (2)
14	SECONDE LATITUDE	OUI	Coordonnée latitude en secondes	NUM (2)
15	HEMISPHERE LATITUDE	OUI	Hémisphère de la latitude (Code N = Nord, S = Sud)	CHAR (1)
16	DEGRE LONGITUDE	OUI	Coordonnée longitude en degrés	NUM (3)
17	MINUTE LONGITUDE	OUI	Coordonnée longitude en minutes	NUM (2)
18	SECONDE LONGITUDE	OUI	Coordonnée longitude en secondes	NUM (2)
19	HEMISPHERE LONGITUDE	OUI	Hémisphère de la longitude (Code O = Ouest, E = Est)	CHAR (1)

No.	Nom de la colonne	Exigé?	Description	Colonne Type/longueur
20	PROFONDEUR PRELEVEMENT	OUI	Profondeur du prélèvement en mètres (format 99999,9)	NUM (7, 1)
21	TEMPERATURE DE L'EAU	--	Température de l'eau en Celsius (format 99,99)	NUM (5, 2)
22	TEMPERATURE DE L'AIR	--	Température de l'air en Celsius (format 99,99)	NUM (5, 2)
23	SALINITE	--	Salinité (format 99,99)	NUM (5, 2)
24	OXYGENE	--	Oxygène dissout dans ml O <sub>2</sub> /l (format 999,99)	NUM (6, 2)
25	ETAT DE LA MER	--	Etat de la mer (CODE, voir en bas) (1)	NUM (1)
26	HAUTEUR VAGUE	--	Hauteur des vagues en mètres (format 9,99)	NUM (4, 2)
27	DIRECTION DU VENT	--	Direction du vent en degrés	NUM (3)
28	VITESSE DU VENT	--	Vitesse du vent en m/sec (format 99,9)	NUM (4, 1)
29	DIRECTION DU COURANT	--	Direction du courant de surface en degrés boussole	NUM (4, 1)
30	VITESSE DU COURANT	--	Vitesse du courant en cm/sec (format 99,9)	NUM (4, 1)
31	CODE INST PRELEVEMENT	--	Code de l'institution de prélèvement (voir chapitre sur données supplémentaires)	NUM (2)
informations sur l'analyse des paramètres				
32	PARAMETRE	OUI	Code du Micro-organisme (Voir Volume 1, CODES)	CHAR (5)
33	CONCENTRATION	OUI	Concentration en format scientifique (9,99999E99, voir Volume 1, CODES pour les unités)	CHAR (10)
34	INEXACTE	--	Si la concentration est inexacte (CODE GT = Plus grand, LT = moins seulement)	CHAR (2)
35	METHODE D'ANALYSE	--	Méthode utilisée (Voir Volume 1, CODES)	CHAR (5)
36	DATE DE L'ANALYSE	--	Date de l'analyse	DATE
37	CODE INST D'ANALYSES	--	Code de l'institut d'analyses (Voir Données supplémentaires)	NUM (2)

## (1) ETAT DE LA MER:

- |                                      |                                   |                           |                          |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 0 - Calme-brillante (0 m)            | 3 - Peu importante (0,5 à 1,25 m) | 6 - Très agitée (4 à 6 m) | 9 - Phénoménale (> 14 m) |
| 1 - Calme-ridée (0 à 0,1 m)          | 4 - Modérée (1,25 à 2,5 m)        | 7 - Haute (6 à 9 m)       |                          |
| 2 - Lisse-petite vague (0,1 à 0,5 m) | 5 - Agitée (2,5 à 4 m)            | 8 - Très haute (9 à 14 m) |                          |