



Programme des Nations Unies pour l'environnement



Distr.
RESTREINTE

UNEP/WG.91/6
6 octobre 1983

FRANCAIS
Original: ANGLAIS

Deuxième Réunion du Groupe de Travail
sur la Coopération scientifique et
technique

Athènes, 21-25 novembre 1983



Programme à long terme de surveillance continue et de recherche

MED POL PHASE II

EVALUATION DE L'ETAT ACTUEL DE LA POLLUTION

MICROBIENNE EN MER MEDITERRANEE ET MESURES DE CONTROLE PROPOSEES

En collaboration avec:



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphe</u>
INTRODUCTION	1
EVALUATION DE LA POLLUTION MICROBIENNE EN MEDITERRANEE	8
Introduction	8
Sources et contributions des eaux usées d'origine domestique en mer Méditerranée	12
Sort de la pollution microbienne en mer Méditerranée	16
Qualité microbiologique des eaux à usage récréatif	31
Qualité microbiologique des coquillages et des eaux conchyliques	54
Conclusions	73
MESURES DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION MICROBIENNE DANS LA REGION DE LA MER MEDITERRANEE	75
Dispositions nationales, arrangements et accords internationaux applicables à la mer Méditerranée	75
Raison d'être scientifique de l'établissement de critères de qualité du milieu pour les eaux à usage récréatif en Méditerranée	113
Critères de qualité du milieu proposés pour les eaux de baignade à usage récréatif en Méditerranée	155
Raison d'être scientifique de l'établissement de critères de qualité pour les coquillages et les eaux conchyliques en Méditerranée	160
Critères de qualité du milieu proposés applicables aux coquillages et aux eaux conchyliques en Méditerranée	175
MESURES PROPOSEES EN VUE DE LEUR ADOPTION PAR LES PARTIES CONTRACTANTES	181
REFERENCES	

INTRODUCTION

1. Il existe deux sortes principales d'exposition humaine aux polluants microbiens en Méditerranée : la consommation de poissons et crustacés contaminés et le contact direct avec les agents contaminateurs au cours de la baignade, dans ce dernier cas par ingestion d'eau de mer. On peut illustrer l'ampleur du danger potentiel créé par cette exposition en mentionnant qu'environ 100 millions de personnes vivent de façon permanente sur les côtes de la Méditerranée et à peu près autant s'y rendent tous les ans dans un but de plaisance. La consommation de coquillages élevés en Méditerranée est estimée près de 12 000 tonnes métriques en 1980 (GFCM, 1983).

2. La pollution microbienne est un des résultats directs du déversement d'eaux usées non traitées dans le milieu marin. Dans la région méditerranéenne, plus de 90% des déchets municipaux sont déversés à l'état brut (PNUE/ECE/UNIDO/FAO/OMS/AIEA, 1983). L'importance d'assurer une qualité convenable d'eau de mer est rendue plus aigue par les faits que l'un des charmes les plus populaires des loisirs le long de la côte méditerranéenne est la plage destinée à la baignade et que, puisque les températures sont relativement élevées, les baigneurs demeurent plus longtemps dans l'eau qu'ils ne le feraient normalement dans les climats tempérés, donnant donc une période d'exposition plus longue à une contamination possible. De plus, on élève et on consomme beaucoup de coquillages dans toute la région, ce qui rend également important que des critères de qualité soient appliqués tant pour les eaux conchylicoles que pour les eaux à usage récréatif.

3. Les gouvernements méditerranéens ont particulièrement reconnu ce problème lors de l'adoption du programme conjoint et coordonné de recherche et de surveillance continue de la pollution en Méditerranée (MED POL Phase I) comme composante scientifique du Plan d'action pour la Méditerranée en février 1975 (PNUE, 1975). Un projet pilote spécial, faisant partie de cette composante, le contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII) comprend la surveillance continue régulière des eaux littorales à usage récréatif, des eaux conchylicoles et de la chair des coquillages par un réseau de 30 laboratoires nationaux dans toute la région, les paramètres principaux étant microbiens (FAO/UNESCO/COI/OMS/AIEA/PNUE, 1983). Au cours de ce projet pilote, coordonné par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les participants au projet pilote ont préparé des critères de qualité du milieu tant pour les eaux à usage récréatif que pour les eaux conchylicoles et ont proposé qu'ils soient adoptés comme critères provisoires. Ces critères provisoires (OMS/PNUE) ont été utilisés pour évaluer la qualité microbiologique des eaux destinées à la baignade, des coquillages et des eaux conchylicoles en Méditerranée, contrôlés au cours de MED POL VII. Les résultats de ce projet pilote sont décrits dans les sections appropriées de ce document.

4. La Réunion Intergouvernementale d'évaluation des Etats riverains de la Méditerranée et la Première Réunion des Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et aux protocoles y relatifs (Genève, 5-10 février 1979) ont recommandé qu' :

"Il faudrait poursuivre les travaux concernant l'élaboration des fondements scientifiques des critères applicables à la qualité des eaux balnéaires, des eaux d'élevage de fruits de mer, des eaux destinées à l'aquaculture et des aliments d'origine marine. A partir de ces fondements scientifiques et compte tenu des dispositions nationales et des arrangements et accords internationaux en vigueur, on définirait des critères en termes scientifiques et on les soumettrait pour examen aux gouvernements et à la Communauté économique européenne" (PNUE, 1979).

5. De plus, l'article 7 du Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique (adopté à Athènes, le 17 mai 1980), stipule que :

"1. Les Parties élaborent et adoptent progressivement, en collaboration avec les organisations internationales compétentes, des lignes directrices et, le cas échéant, des normes ou critères communs concernant notamment :

.....
c) la qualité des eaux de mer utilisées à des fins particulières nécessaires pour la protection de la santé humaine, des ressources biologiques et des écosystèmes;
.....

2. Sans préjudice des dispositions de l'article 5 du présent Protocole, ces lignes directrices, normes ou critères communs tiennent compte des caractéristiques locales écologiques, géographiques et physiques, de la capacité économique des Parties et de leur besoin de développement, du niveau de la pollution existante et de la capacité réelle d'absorption du milieu marin" (PNUE, 1982).

6. La deuxième Réunion des Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et aux protocoles y relatifs et la Réunion intergouvernementale des Etats riverains de la Méditerranée chargée d'évaluer l'état d'avancement du Plan d'action (Cannes, 2-7 mars 1981) ont approuvé un Programme à long terme de surveillance continue et de recherche relatif au Plan d'action pour la Méditerranée (MED POL Phase II) (PNUE, 1983). Les activités de la composante de recherche comprennent des "études épidémiologiques relatives à la confirmation (ou révision si nécessaire) des critères de la qualité du milieu (normes d'usage) proposés pour les eaux de baignade, les eaux conchylicoles et les eaux destinées à l'élevage d'autres organismes marins comestibles". Ces études ont récemment été entreprises visant à lier en fait la qualité des eaux de mer aux effets sanitaires chez les populations exposées.

7. Ce document a pour but d'évaluer l'état actuel de la pollution microbienne en Méditerranée se fondant sur l'analyse des résultats du projet pilote du Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII), d'examiner les dispositions nationales, les arrangements et accords internationaux qui s'appliquent à la mer Méditerranée dans ce domaine, de décrire la raison d'être scientifique sur laquelle il est possible de formuler des critères de qualité du milieu pour les eaux à usage récréatif et les eaux conchylicoles et recommander les mesures à prendre par les Parties Contractantes lors de leur prochaine réunion.

EVALUATION DE LA POLLUTION MICROBIENNE EN MER MEDITERRANEE

Introduction

8. Le projet pilote de contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII) avait pour objectif d'obtenir des données importantes sur le plan statistique, des renseignements scientifiques et principes techniques nécessaires pour évaluer les conséquences sur la santé publique de la qualité des eaux à usage récréatif et des eaux conchylicoles de la Méditerranée.

9. Les résultats obtenus par les laboratoires collaborateurs au cours de la mise en oeuvre de MED POL VII ont fourni une base solide pour une première évaluation régionale de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif et des zones conchylicoles en Méditerranée.

10. Les résultats du projet pilote MED POL X (PNUE/ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/OMS/AIEA, 1983), mené dans le cadre de la Phase I du MED POL pour étudier le type et la quantité de charges de pollution atteignant la Méditerranée à partir de sources telluriques, ont donné un aperçu supplémentaire des sources de pollution microbienne des eaux de la Méditerranée.

11. A la suite des études faites pendant la mise en oeuvre de MED POL VII et MED POL X, une série de programmes nationaux et internationaux ont été établis et sont en cours d'exécution afin d'améliorer les conditions sanitaires des eaux côtières de la Méditerranée par des procédés de déversement en mer adéquats.

Sources et contributions des eaux usées d'origine domestique

12. Le volume des déversements d'eaux usées provenant des communes du littoral, estimé selon MED POL X à environ 2×10^9 m³/an, est minime comparé aux 420×10^9 m³/an d'eau douce déversés par les rivières. Bien que les rivières puissent aussi apporter une pollution microbienne importante, surtout par des déversements d'eaux usées en amont, leur contribution relative réelle à la pollution microbienne de la Méditerranée n'a pas été évaluée. On pense qu'une forte concentration de micro-organismes dans les déversements d'eaux usées du littoral en fait la source primordiale de la pollution microbienne atteignant la mer Méditerranée.

13. L'élimination des eaux usées mal traitées ou non traitées par des exécutoires mal conçus peut conduire à de fortes concentrations indésirables d'eaux usées à proximité des exécutoires.

14. La diminution considérable de la transparence naturelle de l'eau de mer, la présence accrue de matières flottantes telles que les matières plastiques et le pétrole, et le développement de conditions sanitaires indésirables dans les zones proches réservées à la baignade sont les effets les plus apparents et les plus immédiats d'une élimination impropre des eaux usées dans les régions côtières.

15. Les conséquences sur la santé publique tant pour la population locale que pour les nombreuses personnes qui visitent la région du littoral méditerranéen préoccupent bon nombre d'autorités nationales et internationales de même qu'une majeure partie de l'opinion publique.

Sort de la pollution microbienne en Méditerranée

16. Trois groupes d'indicateurs de pollution fécale ont servi essentiellement de base à l'évaluation de la pollution microbienne en mer Méditerranée : les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. Bien qu'ils ne répondent pas à toutes les exigences d'un "indicateur idéal", ils sont en général considérés et utilisés comme des indicateurs acceptables pour déterminer la qualité sanitaire des eaux à usage récréatif (OMS/PNUE, 1976, 1977a).

17. L'eau de mer n'est pas le milieu naturel de la plupart des micro-organismes déversés dans les effluents d'eaux usées, en particulier ceux provenant des voies intestinales de l'homme ou d'autres animaux à sang chaud. Donc, on peut s'attendre à ce que les trois indicateurs microbiens cités au paragraphe ci-dessus ne demeurent pas inchangés dans les eaux de mer réceptrices mais plutôt disparaissent au fur et à mesure (OMS/PNUE, 1979a).

18. La salinité, la lumière naturelle, la température, les substances dissoutes et les prédateurs naturels comptent au nombre des facteurs connus affectant la survie de ces micro-organismes dans l'eau de mer. Plus particulièrement, on a démontré que le rayonnement solaire est un des seuls facteurs importants responsable de l'inactivation microbienne (Gameson & Gould, 1975).

19. Un sujet longuement débattu et faisant l'objet d'une recherche continue est de savoir si tous les micro-organismes déversés dans les effluents d'eaux usées sont ou non inactivés de façon permanente dans les heures qui suivent leur mélange aux eaux de mer de réception.

20. Les résultats disponibles (Kapusinski & Mitchell, 1981) montrent que les lésions sublétales provoquées par le rayonnement solaire dans le système enzymatique de catalase de Escherichia coli rendent les cellules sensibles à des concentrations de peroxyde, inoffensives dans le cas contraire. Bien que les techniques de culture normales ne permettent pas de retrouver toutes les cellules microbiennes agressées, l'addition de cellules errantes de peroxyde et particulièrement l'enzyme de catalase lui-même, permet de retrouver une partie considérable des cellules E. coli affectées. Cependant, si l'on considère le haut niveau d'enzyme supplémentaire nécessaire dans les cultures de laboratoire pour retrouver les cellules ayant subi des lésions, on peut s'attendre à ce que ce processus d'enrichissement ne se produise pas dans des conditions naturelles et par conséquent que la plupart des organismes ayant subi des lésions par la lumière du soleil ne puissent pas survivre, étant ainsi perdus de façon permanente après un certain temps.

21. Les résultats d'études in situ, menées au cours de MED POL VII (OMS/PNUE, 1981) et ailleurs, ont démontré les différents modèles de survie des trois indicateurs microbiens cités au paragraphe 16. Alors que les coliformes totaux et les coliformes fécaux semblent être inactivés dans l'eau de mer assez rapidement et progressivement dans des conditions naturelles, les streptocoques montrent une vitesse d'inactivation plus faible.

22. La floculation des cellules microbiennes et leur sédimentation consécutive au fond de la mer sont considérées comme le mécanisme responsable de l'enrichissement microbien des sédiments dans les zones situées autour des déversements d'eaux usées (Mitchell & Chamberlain, 1975).

23. Les remous naturels et les courants de mer peuvent devenir un mécanisme plausible par lequel les sédiments contaminés peuvent être resuspendus, avec consécutivement un endommagement de la qualité microbienne de l'eau de mer sus-jacente (Volterra & Aulicino, 1980; Velescu, 1982).

24. Cependant le fond de la mer n'est pas le milieu naturel de la plupart des micro-organismes apportés par les effluents d'eaux usées; on peut donc s'attendre à ce qu'en mettant fin aux déversements et en les améliorant, avec la déplétion des substrats organiques qui s'ensuit, la survie de ces micro-organismes soit fortement compromise.

25. De façon semblable à ce qui se produit dans l'eau de mer, des résultats d'études pratiques ont démontré que les streptocoques fécaux peuvent survivre plus longtemps que les coliformes fécaux jusqu'à les dépasser en nombre, contrairement à ce que l'on observe normalement dans les effluents d'eaux usées municipales non traitées (Volterra, 1980; Velescu, 1981).

26. Tous les résultats précédents permettent de soutenir fortement l'inclusion des streptocoques fécaux comme indicateur de la pollution fécale en plus des coliformes fécaux et totaux afin de les utiliser dans les programmes de surveillance continue courants. Les connaissances actuelles soutiennent l'utilisation tant des coliformes fécaux que des streptocoques fécaux comme paramètres de routine pour la surveillance de la qualité des eaux côtières parce qu'ils sont importants comme indicateur individuel et aussi parce qu'ils fournissent des renseignements supplémentaires de valeur lorsqu'on les compare quant à l'origine et au temps de séjour dans les eaux de mer des effluents d'eaux usées (Geldreich, 1976).

27. La plupart des coquillages sont des organismes filtrateurs et donc ne se trouvent que dans des zones relativement riches en phytoplancton ou dans des zones contenant en quantité importante des matières particulaires. La salinité et la température de l'eau sont deux autres facteurs du milieu qui influencent de façon marquée leur rythme alimentaire. Alors que l'alimentation peut être supprimée à des températures basses, il existe une limite de la salinité en dessous de laquelle la plupart des mollusques ne se nourrissent pas.

28. Le mécanisme d'alimentation des coquillages comprend le filtrage de quantités considérables d'eau de mer, jusqu'à quatre litres par heure pour certaines huîtres. Donc, tous les micro-organismes présents dans les eaux environnantes se concentrent dans la chair du coquillage et peuvent représenter un danger pour la santé publique si elle est consommée directement.

29. Le même procédé de filtration est utilisé pour l'auto-purification des coquillages de toute pollution, par immersion dans de l'eau de mer propre. Bien que l'on considère généralement que le contenu microbien acquis par le coquillage vivant ne soit pas affecté de façon importante durant son séjour dans le corps du coquillage, le procédé d'auto-purification est assez efficace et peut ramener le contenu microbien du coquillage à des valeurs extrêmement faibles en l'espace de quelques jours (Mahoney et al., 1974; Wood, 1976).

30. Le délai nécessaire à l'auto-purification des coquillages dépend de nombreux facteurs extérieurs, ce qui explique les différences critiques entre la qualité microbiologique des coquillages et celles des eaux environnantes.

Qualité microbiologique des eaux à usage récréatif

31. Trente laboratoires collaborateurs, dans 14 Etats méditerranéens, avec la coordination de l'OMS et selon les procédures acceptées, résumées dans le rapport final de MED POL VII (OMS/PNUE, 1981) ont procédé à la surveillance continue des eaux à usage récréatif en Méditerranée.

32. La surveillance continue a été entreprise à la fin de 1976 avec l'approbation formelle d'un groupe important de laboratoires collaborateurs désignés par les Etats méditerranéens; elle n'a cessé de croître avec une participation plus grande et une évaluation périodique des activités faite lors des réunions des chercheurs principaux. MED POL VII a pris fin en mars 1981 bien que, dans certains cas, les instituts collaborateurs aient continué à envoyer des données quelques mois plus tard, montrant clairement la force de l'intérêt soulevé par le projet.

33. Tous les laboratoires participants ont appliqué un programme minimum pour permettre de comparer les résultats. Les programmes réels de surveillance de chaque laboratoire étaient en général plus importants que requis, incluant des paramètres autres que le minimum spécifié dans le document opérationnel du projet MED POL VII (OMS/PNUE, 1976).

34. Les zones d'échantillonnage étaient choisies en tenant compte tout d'abord de leur importance en tant que plages publiques de plaisance (Figure 1). Cependant, l'accès routier à la zone, la distance qui la sépare du laboratoire d'analyse et les exigences administratives locales ont fait qu'il y a eu une grande diversité dans les emplacements et les stratégies d'échantillonnage entre les laboratoires collaborateurs et quelquefois d'une année à l'autre pour un laboratoire donné.

35. Dans ces conditions, les stations d'échantillonnage n'ont pas été totalement choisies au hasard; par conséquent, les conclusions obtenues en ce qui concerne la qualité microbienne des eaux à usage récréatif en Méditerranée ne peuvent être considérées strictement comme applicables de manière universelle. Cependant, étant donné le nombre et la distribution spatiale des instituts collaborateurs de même que le grand nombre d'échantillons d'eau analysés, on peut raisonnablement considérer les conclusions fondées sur ces résultats de MED POL VII comme une évaluation précieuse de la situation actuelle des eaux à usage récréatif en Méditerranée.

36. Le Tableau 1 résume les faits fondamentaux utiles pour l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif en Méditerranée par le MED POL VII.

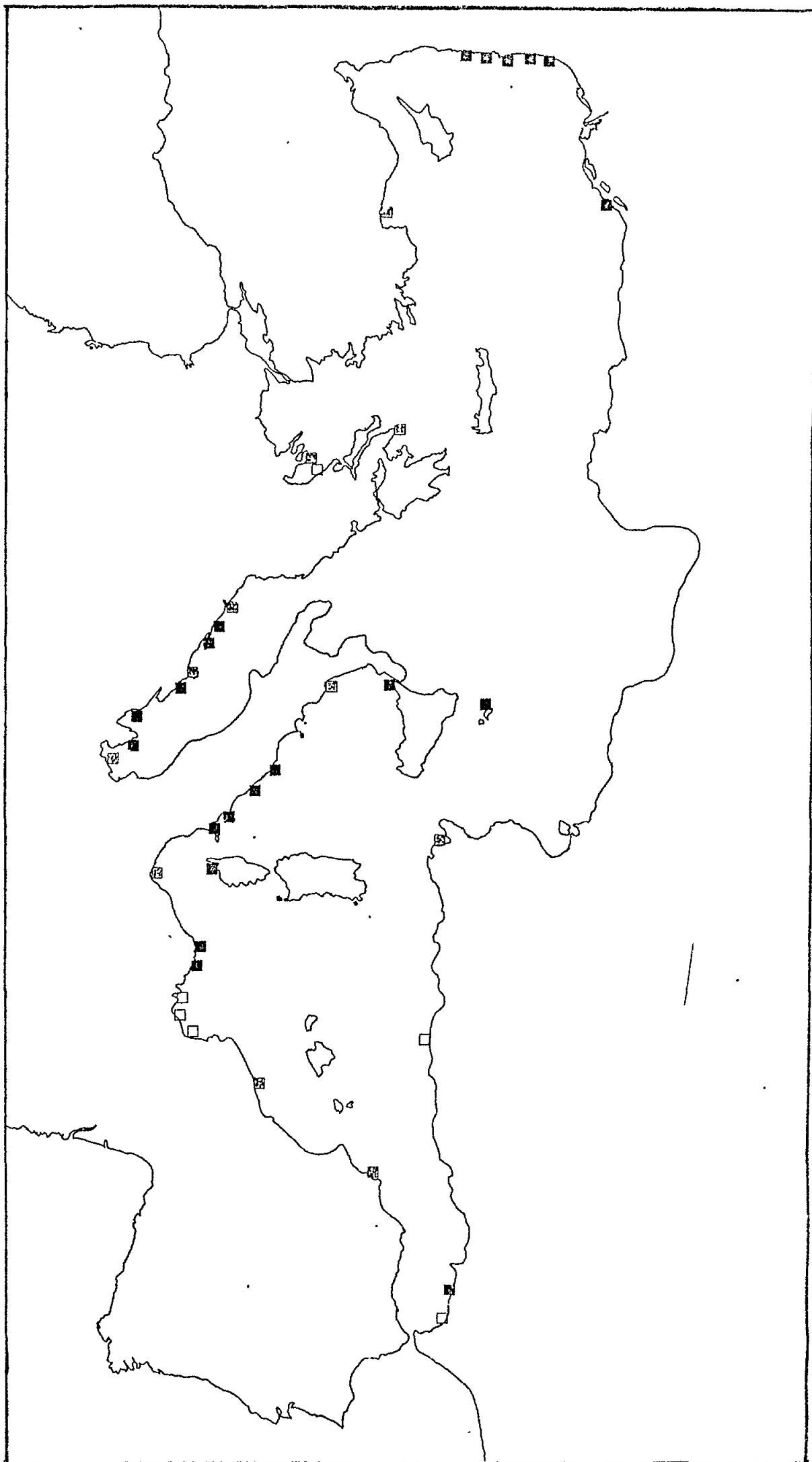
Tableau 1

Faits fondamentaux utiles pour l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif en Méditerranée par le MED POL VII

<u>Catégorie</u>	<u>Nombre</u>
Stations d'échantillonnage d'eau	700
Stations de référence	164
Echantillons d'eau analysés	12 500

Figure 1. Zones surveillées au cours de MED POL VII

- Eaux à usage récréatif
- Eaux conchylicoles
- ▣ Eaux à usage récréatif et conchylicoles



37. La majeure partie de la surveillance continue a été accomplie en 1978, 1979 et 1980. Le nombre moyen d'échantillons d'eau analysés dans chaque station d'échantillonnage était d'environ 6 par an. Cependant, il ne faut pas considérer ce chiffre comme une moyenne d'ensemble, puisque les fréquences de surveillance variaient considérablement selon les stations d'échantillonnage et les zones surveillées.

38. On a utilisé comme paramètres de base pour évaluer la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif en Méditerranée les trois indicateurs de pollution microbienne : les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. On a aussi enregistré d'autres paramètres indiquant les conditions générales de la zone surveillée au moment de l'échantillonnage et quelquefois des renseignements qualitatifs sur la présence des vibrions, des salmonelles et des virus.

39. Afin d'assurer que les résultats obtenus par les différents instituts collaborateurs puissent être comparés, la technique de filtration sur membrane a été adoptée comme méthode de référence analytique (OMS/PNUE, 1976). Cependant, à cause de circonstances imprévisibles et parce qu'il était intéressant d'inclure des données de surveillance obtenues d'une autre manière par des procédures exigées au niveau national, on a aussi employé la technique de dilution multiple avec la méthode d'interprétation du nombre le plus probable (NPP). Ce qui a donné à certains laboratoires collaborateurs l'occasion de mener une étude comparative préliminaire des deux méthodes.

40. Les critères de qualité microbiologiques des eaux à usage récréatif recommandés par la Réunion de Consultation d'Experts OMS/PNUE (1977a) stipulait que : "pour être satisfaisantes, les zones balnéaires devraient présenter des concentrations de E. coli régulièrement inférieures à 100 par ml, et pour être considérées comme acceptables, la concentration de 1000 E. coli par 100 ml ne doit pas être excédée dans plus de 10% d'au moins 10 échantillons consécutifs prélevés au cours de la saison balnéaire".

41. Pour des raisons statistiques, le document opérationnel du projet MED POL VII (OMS/PNUE, 1976) considère les concentrations de coliformes fécaux comme pratiquement équivalentes aux concentrations d'E. coli. L'exigence de "régulièrement", exprimée dans le texte précédent, a été considérée comme équivalente à la concentration microbienne moyenne lors de l'évaluation de la qualité des plages surveillées au cours du projet MED POL VII (OMS/PNUE, 1979c). De plus, les coliformes fécaux ont été considérés comme le meilleur indicatif de qualité des eaux littorales à usage récréatif en Méditerranée.

42. On peut donc résumer de la façon suivante les critères provisoires OMS/PNUE, considérés pour l'évaluation actuelle des eaux côtières à usage récréatif, que les laboratoires participant au projet ont développé au cours de MED POL VII : "Les concentrations de coliformes fécaux d'au moins 10 échantillons d'eau prélevés pendant la saison balnéaire ne doivent pas excéder : a) 100 coliformes fécaux par 100 ml dans 50% des échantillons et, b) 1000 coliformes fécaux par 100 ml dans 90% des échantillons" (PNUE, 1981).

43. Le Tableau 2 résume les résultats de l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif en Méditerranée, selon les critères provisoires OMS/PNUE, ne tenant compte que des résultats de stations avec au moins 10 échantillons analysés par an.

Tableau 2

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique
des eaux à usage récréatif en Méditerranée
selon les critères provisoires OMS/PNUE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII avec au moins 10 échantillons par an)

<u>Année</u>	<u>Nombre de stations</u>			
	<u>Surveillées</u>	<u>En accord avec</u>		<u>Satisfaisantes</u>
		<u>CF50</u>	<u>CF90</u>	<u>pour CF50 & CF90</u>
1976	21	16 (76%)	14 (67%)	14 (67%)
1977	40	38 (95%)	34 (85%)	34 (85%)
1978	33	30 (91%)	30 (91%)	28 (85%)
1979	133	124 (93%)	104 (78%)	104 (78%)
1980	86	79 (92%)	72 (84%)	69 (80%)
1981	0	0	0	0
Total	313	287 (92%)	254 (81%)	249 (80%)

44. Les résultats disponibles montrent qu'environ 80% des stations d'échantillonnage surveillées chaque année sont d'une qualité satisfaisante, répondant aux exigences des critères provisoires. De plus, les résultats montrent le caractère légèrement plus restrictif de la seconde limite incluse dans les critères provisoires OMS/PNUE par rapport à la première. Environ 12% des stations d'échantillonnage où 50% des échantillons d'eau contenaient moins de 100 coliformes fécaux par 100 ml ne remplissaient pas la condition de moins de 1000 coliformes fécaux par 100 ml dans 90% de leurs échantillons d'eau, et ne peuvent donc être considérées comme satisfaisantes selon les deux limites. La limite exigeant moins de 1000 coliformes fécaux par 100 ml dans 90% des échantillons d'eau détermine pratiquement la classification d'ensemble d'une station d'échantillonnage d'eau.

45. Dans un effort pour élargir la base de l'évaluation de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif en Méditerranée, il a été procédé à une étude supplémentaire qui tient compte des résultats de toutes les stations d'échantillonnage ayant au moins 6 échantillons par an (6 était la fréquence moyenne d'échantillonnage au cours de MED POL VII). Le Tableau 3 résume les résultats.

46. Une analyse du Tableau 3 montre un schéma presque semblable à celui du Tableau 2, avec seulement des valeurs absolues en pourcentage de 5% environ moins élevées que celles du Tableau 2.

Tableau 3

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique
des eaux à usage récréatif en Méditerranée,
selon les critères provisoires OMS/PNUE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII avec au moins 6 échantillons par an)

Année	Nombre de stations			
	Surveillées	En accord avec		Satisfaisantes pour CF50 & CF90
		CF50	CF90	
1976	26	16 (62%)	15 (58%)	14 (54%)
1977	55	50 (91%)	46 (84%)	46 (84%)
1978	193	181 (94%)	164 (85%)	161 (83%)
1979	288	251 (87%)	201 (70%)	200 (69%)
1980	118	110 (93%)	100 (85%)	97 (82%)
1981	25	19 (76%)	20 (80%)	19 (76%)
Total	705	627 (89%)	546 (77%)	536 (76%)

47. Il n'a pas été tenté d'utiliser les résultats obtenus par les stations avec moins de 6 échantillons par an dans l'analyse de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif de la Méditerranée selon les critères provisoires OMS/PNUE. Les résultats obtenus par de telles stations montraient un manque croissant d'homogénéité; ils ont donc été considérés comme inappropriés à être traités statistiquement.

48. Etant donné que trois pays méditerranéens, la France, la Grèce et l'Italie appartiennent à la Communauté Economique Européenne (CEE), il est apparu justifié de faire une évaluation semblable de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif de la Méditerranée selon les critères de la CEE (CEE, 1976), fondés sur les "limites guides (G)" et les "limites impératives (I)" :

- G moins de 500 coliformes totaux/100 ml dans 80% des échantillons
moins de 100 coliformes fécaux/100 ml dans 80% des échantillons
moins de 100 streptocoques fécaux/100 ml dans 90% des échantillons
- I moins de 10 000 coliformes totaux/100 ml dans 95% des échantillons
moins de 2000 coliformes fécaux/100 ml dans 95% des échantillons.

49. Les résultats obtenus au cours de MED POL VII par les stations d'échantillonnage avec au moins 10 échantillons par an analysés selon les critères de la CEE sont résumés au Tableau 4.

Tableau 4

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des eaux à usage
récréatif en Méditerranée, selon les critères de la CEE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII avec au moins 10 échantillons par année)

Année	Nombre de stations						Satisfaisantes
	Surveillées	En accord avec				SF90	
		CT80	CT95	CF80	CF95		
1976	21	13 (62%)	16 (76%)	10 (48%)	14 (67%)	13 (62%)	10 (48%)
1977	40	32 (80%)	36 (90%)	29 (73%)	34 (85%)	20 (50%)	17 (43%)
1978	33	25 (76%)	30 (91%)	21 (64%)	28 (85%)	15 (45%)	13 (39%)
1979	133	65 (49%)	94 (71%)	84 (63%)	100 (75%)	50 (38%)	34 (26%)
1980	81	59 (73%)	69 (85%)	52 (64%)	65 (80%)	48 (59%)	43 (53%)
1981	0	0	0	0	0	0	0
Total	308	194 (63%)	245 (80%)	196 (64%)	241 (78%)	146 (47%)	117 (38%)

50. Une analyse du Tableau 4 montre le caractère relativement plus restrictif des limites guides (G) énoncées dans la Directive de la CEE, comparées aux limites impératives (I) et plus particulièrement la restriction imposée par la concentration de 100 streptocoques fécaux par 100 ml dans 90% des échantillons. Alors qu'environ 80% des stations d'échantillonnage répondent aux limites impératives (I) pour les coliformes fécaux et totaux, seulement environ 65% d'entre elles répondent aux limites guides pour les deux mêmes organismes, le pourcentage des stations répondant à la limite guide pour les streptocoques fécaux étant même plus bas, environ 47%. Par conséquent, le pourcentage total de stations d'échantillonnage de MED POL VII considérées satisfaisantes selon la Directive de la CEE est relativement peu élevé, environ 38% avec des valeurs annuelles s'échelonnant entre 26 et 53%.

51. Les résultats de l'analyse faite selon les critères de la CEE, utilisant les stations d'échantillonnage du MED POL VII avec 6 échantillons ou plus par année, sont résumés au Tableau 5.

52. Le Tableau 5 montre un modèle assez semblable à celui discuté pour le Tableau 4. Les valeurs totales en pourcentage du Tableau 5 sont sensiblement plus faibles que les valeurs correspondantes du Tableau 4, avec seulement une différence de 2% dans le nombre de stations satisfaisantes.

53. Lorsque l'on analyse selon les critères de la CEE (Tableau 6) les données enregistrées par le Ministère de la Santé de France (1981) sur la qualité microbiologique des eaux côtières à usage récréatif en France, on trouve un modèle semblable à celui obtenu pour les données recueillies au cours de MED POL VII pour la région méditerranéenne toute entière (Tableau 5), données analysées selon les mêmes critères (de la CEE). Supposant que les données utilisées dans cette analyse représentent une bonne moyenne pour les eaux côtières françaises, il est intéressant de noter que la qualité des eaux à usage récréatif de la mer Méditerranée est plus élevée que celle de la côte atlantique et qu'il y a une amélioration importante de cette qualité au cours des trois ans (1979-81) couverts par cette analyse.

Tableau 6

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des zones
à usage récréatif de France, selon les critères de la CEE

(Stations d'échantillonnage avec au moins 10 échantillons par année)

<u>Zones côtières</u>	<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>	
	<u>Stations sur- veillées</u>	<u>Stations satis- faisantes</u>	<u>Stations sur- veillées</u>	<u>Stations satis- faisantes</u>	<u>Stations sur- veillées</u>	<u>Stations satis- faisantes</u>
Stations de la Méditerranée seule	298	66 (22%)	358	150 (42%)	357	171 (48%)
Toutes les zones côtières de France	-	-	1240	313 (25%)	1006	341 (34%)

Tableau 5

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des eaux à usage
récréatif en Méditerranée, selon les critères de la CEE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII avec au moins 6 échantillons par année)

Année	Nombre de stations					
	Surveillées	En accord avec				Satisfaisantes
		CT80	CT95	CF80	CF95	SF90
1976	35	19 (54%)	28 (80%)	16 (46%)	21 (60%)	19 (54%)
1977	56	44 (79%)	49 (88%)	39 (70%)	46 (82%)	28 (50%)
1978	194	128 (66%)	149 (77%)	137 (71%)	154 (79%)	103 (53%)
1979	286	134 (47%)	187 (65%)	161 (56%)	189 (66%)	114 (40%)
1980	112	72 (64%)	93 (83%)	73 (65%)	90 (80%)	54 (48%)
1981	24	16 (67%)	19 (79%)	15 (63%)	19 (79%)	15 (63%)
Total	707	413 (58%)	525 (74%)	441 (62%)	519 (73%)	333 (47%)

15 (43%)
23 (41%)
81 (42%)
78 (27%)
46 (41%)
13 (54%)
256 (36%)

Qualité microbiologique des coquillages et des eaux conchylicoles

54. Six laboratoires collaborateurs de quatre pays méditerranéens ont participé à la surveillance des zones conchylicoles en Méditerranée, sous la coordination de l'OMS et selon les procédures approuvées résumées dans le rapport final sur le projet MED POL VII (OMS/PNUE, 1981).

55. La surveillance a été entreprise à la fin de 1976, simultanément avec celle des eaux à usage récréatif, et s'est terminée en mars 1981. Tous les laboratoires participants ont appliqué un programme minimum pour permettre que les résultats soient comparés. Les programmes réels de surveillance étaient généralement supérieurs à ceux exigés, incluant des paramètres autres que le minimum spécifié.

56. La situation et l'organisation des zones conchylicoles existantes ont principalement déterminé le choix des zones de prélèvement ainsi que le nombre de stations d'échantillonnage (Figure 1). Par conséquent, il n'est pas possible de considérer les conclusions du programme de surveillance des zones conchylicoles en Méditerranée comme applicables de manière générale. Cependant, tenant compte du nombre et de la distribution spatiale des laboratoires collaborateurs, on peut raisonnablement considérer les conclusions tirées comme une indication de valeur quant à la situation actuelle des zones conchylicoles de la Méditerranée.

57. Le Tableau 7 résume les faits fondamentaux appropriés pour évaluer la qualité microbiologique des eaux conchylicoles en Méditerranée.

Tableau 7

Faits fondamentaux appropriés pour évaluer la qualité microbiologique des zones conchylicoles de la Méditerranée au cours du projet MED POL VII

<u>Catégorie</u>	<u>Nombre</u>
Stations d'échantillonnage	50
Echantillons d'eau/de coquillage analysés	2 300

58. On a estimé à 10 par an le nombre moyen de prélèvements d'eau analysés dans chaque station d'échantillonnage, bien que la fréquence de prélèvement ait fortement varié selon les stations, à la fois dans la zone surveillée par un laboratoire donné, et dans les zones de différents laboratoires. Le nombre moyen considérablement plus élevé d'échantillons analysés annuellement dans chaque station comparé au nombre moyen d'échantillons analysés pour la qualité des eaux à usage récréatif montre clairement que les laboratoires chargés de la surveillance des zones conchylicoles opèrent un contrôle plus systématique et continu.

59. Les paramètres fondamentaux utilisés pour évaluer la qualité microbiologique des eaux conchylicoles étaient les quatre indicateurs de pollution microbienne : les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les bactéries hétérotrophiques totales. D'autres paramètres microbiologiques ont été utilisés tels les analyses qualitatives et quantitatives des vibrions, vibrio parahaemolyticus, des Salmonelles et des virus. De plus, on a aussi enregistré les paramètres décrivant les conditions générales de la zone surveillée au moment du prélèvement.

60. Pour analyser la qualité microbiologique des eaux conchylicoles, on a utilisé la technique de filtration sur membrane, semblable à celle utilisée pour l'analyse des eaux à usage récréatif. Pour analyser la qualité microbiologique des coquillages, on a utilisé la méthode de dilution multiple et la méthode d'interprétation du nombre le plus probable (NPP) (OMS/PNUE, 1976).

61. Bien que le document opérationnel du projet MED POL VII (OMS/PNUE, 1976) ait envisagé pour l'examen microbiologique des coquillages à la fois la chair et le liquide intravalvaire, les directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux côtières (OMS/PNUE, 1977b) recommandent de n'utiliser que la chair. Suite à la recommandation d'un groupe de travail, la réunion des chercheurs principaux du MED POL VII a approuvé la disposition des directives selon laquelle l'inclusion du liquide dans l'échantillon pourrait introduire un facteur de variabilité, réduisant ainsi la comparabilité des résultats (OMS/PNUE, 1978).

62. Cette exigence méthodologique a posé certaines difficultés d'ordre administratif aux laboratoires collaborateurs des Etats méditerranéens appartenant à la CEE, puisque la Directive de la CEE à appliquer exige de manière explicite que les analyses soient faites sur la chair du coquillage et dans le liquide intravalvaire (CEE, 1979).

63. La réunion des chercheurs principaux du projet MED POL VII mentionnée au paragraphe 61 a discuté les limites adoptées par plusieurs pays en ce qui concerne la qualité microbiologique des coquillages et a recommandé pour les zones conchylicoles les critères provisoires suivants (OMS/PNUE, 1978) :

a) pour les coquillages, en terme de coliformes fécaux (CF) par gramme de chair de coquillage :

0 - 2 CF/g	vente autorisée
3 - 10 CF/g	interdiction provisoire de la vente
10 CF/g et au dessus	vente interdite

b) pour une eau satisfaisante de zones de conchyliculture en terme de coliformes fécaux (CF) par 100 ml d'eau :

moins de 10 CF/100 ml dans 80% des échantillons
moins de 100 CF/100 ml dans 20% des échantillons

64. Ces critères provisoires OMS/PNUE ont été appliqués pour évaluer la qualité microbiologique des coquillages et des eaux conchylicoles au cours de la mise en oeuvre du projet MED POL VII; ils ont été recommandés pour être adoptés dans le rapport final du projet (OMS/PNUE, 1981).

65. Le Tableau 8 résume l'évaluation de la qualité microbiologique des coquillages et des zones conchylicoles en Méditerranée selon ces critères provisoires OMS/PNUE. En particulier, on a considéré les 2 coliformes fécaux par gramme de chair de coquillage comme le facteur limite dans l'évaluation du procédé. Donc, toute station d'échantillonnage satisfaisant cette limite et les critères correspondants de qualité des eaux conchylicoles, était considérée comme satisfaisante pour la vente directe de coquillages sans autre assainissement ou épuration, au cours de la période annuelle considérée. Seules les stations avec 10 analyses de coquillage par année ou plus ont été incluses dans l'analyse.

Tableau 8

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des coquillages
et des eaux conchylicoles en Méditerranée
selon les critères provisoires OMS/PNUE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII
avec au moins 10 analyses de coquillage par année)

<u>Année</u>	<u>Stations surveillées</u>	<u>Stations avec</u>		<u>Stations satisfaisantes</u>
		<u>une eau satisfaisante</u>	<u>des coquillages satisfaisants</u>	
1976	15	10 (67%)	0 (0%)	0 (0%)
1977	12	7 (58%)	0 (0%)	0 (0%)
1978	21	14 (67%)	2 (10%)	2 (10%)
1979	19	9 (47%)	4 (21%)	1 (5%)
1980	21	16 (76%)	0 (0%)	0 (0%)
1981	-	-	-	-
Total	88	56 (63%)	6 (7%)	3 (3%)

66. Une analyse du Tableau 8 montre nettement l'influence marquée de la limite microbiologique sur la chair des coquillages dans l'évaluation d'une station d'échantillonnage. Alors qu'environ 63% des stations d'échantillonnage peuvent être considérées comme satisfaisantes du point de vue de la qualité microbiologique de leurs eaux, seulement 7% à peu près d'entre elles peuvent l'être du point de vue de la qualité microbiologique de la chair des coquillages prélevés dans ces stations. Tenant compte de ces

deux facteurs limites (la qualité de l'eau et des coquillages), le nombre de stations d'échantillonnage où on peut permettre la vente des coquillages sans autre épuration est très bas, environ 3%.

67. Une autre analyse, selon les critères provisoires OMS/PNUE, incluant toutes les stations d'échantillonnage avec 6 échantillons ou plus d'eau ou de coquillage analysés par année (Tableau 9) présentent un schéma semblable. Seules environ 4% des stations répondent au critère permettant la vente directe sans autre épuration.

Tableau 9

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des coquillages
et des eaux conchylicoles en Méditerranée
selon les critères provisoires OMS/PNUE

(Stations d'échantillonnage MED POL VII
avec au moins 6 analyses par année)

<u>Année</u>	<u>Stations surveillées</u>	<u>Stations avec</u>		<u>Stations satisfaisantes</u>
		<u>eau satisfaisante</u>	<u>coquillages satisfaisants</u>	
1976	18	12 (67%)	0 (0%)	0 (0%)
1977	13	8 (62%)	0 (0%)	0 (0%)
1978	24	17 (71%)	3 (13%)	2 (8%)
1979	33	17 (52%)	6 (18%)	3 (9%)
1980	21	14 (67%)	0 (0%)	0 (0%)
1981	7	6 (86%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	116	74 (64%)	9 (8%)	5 (4%)

68. Selon les critères de la CEE (CEE, 1979), la valeur guide (G) de 300 coliformes fécaux par 100 ml de chair et de liquide intravalvaire de coquillage ne peut être excédée dans 75% des échantillons prélevés à une fréquence trimestrielle minimale. Les résultats du projet MED POL VII, analysés selon ces critères, sont résumés dans les Tableaux 10 et 11, tenant compte des stations avec respectivement 10 et 6 analyses de coquillage par an.

69. Le Tableau 10 montre que le pourcentage de stations satisfaisantes, avec au moins 10 analyses de coquillage par an, varie fortement - entre 0 et 71% - avec un total de 40% de stations satisfaisantes pour la période 1976-1980.

70. Les Tableaux 10 et 11 montrent un schéma pratiquement identique avec environ 40% des stations surveillées considérées comme satisfaisantes selon les critères de la CEE. En comparant les Tableaux 9 et 11, on met à jour le caractère considérablement plus restrictif des critères provisoires OMS/PNUE.

Tableau 10

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des coquillages
en Méditerranée, selon les critères de la CEE

(Stations d'échantillonnage du projet MED POL VII
avec au moins 10 analyses de coquillages par an)

<u>Année</u>	<u>Stations surveillées</u>	<u>Stations satisfaisantes</u>
1976	15	4 (27%)
1977	12	0 (0%)
1978	21	11 (52%)
1979	20	6 (30%)
1980	21	15 (71%)
1981	0	0
Total	89	36 (40%)

Tableau 11

Evaluation sommaire de la qualité microbiologique des coquillages
en Méditerranée, selon les critères de la CEE

(Stations d'échantillonnage du projet MED POL VII
avec au moins 6 analyses par an)

<u>Année</u>	<u>Stations surveillées</u>	<u>Stations satisfaisantes</u>
1976	18	4 (22%)
1977	13	0 (0%)
1978	24	14 (58%)
1979	34	11 (32%)
1980	21	15 (71%)
1981	7	4 (57%)
Total	117	49 (42%)

71. Il est possible d'expliquer le pourcentage considérablement plus élevé de stations satisfaisantes obtenu en appliquant les critères de la CEE par rapport au pourcentage de stations satisfaisantes selon les critères OMS/PNUE par le caractère moins restrictif des premiers. Alors que les critères provisoires OMS/PNUE exigent que tous les échantillons contiennent au plus 2 coliformes fécaux par gramme de chair de coquillage, les critères de la CEE exigent que 75% des échantillons contiennent au plus 3 coliformes par millilitre de chair de coquillage et de liquide intravalvaire.

72. Il faut remarquer que les critères OMS/PNUE et ceux de la CEE ne sont pas directement comparables car ces derniers incluent aussi le liquide intravalvaire. Alors que les critères provisoires OMS/PNUE ont comme objectif essentiel de protéger la santé publique par la prévention d'infection due à la consommation de coquillages, l'objectif principal des critères de la CEE est de protéger la qualité des eaux conchylicoles. Cependant la Directive de la CEE spécifiant les critères recommande qu'en attendant qu'une Directive sur la protection des consommateurs de produits crustacés soit adoptée, il est essentiel d'observer la valeur ci-dessus dans les eaux utilisées pour la culture de coquillages consommés directement par l'homme (CEE, 1979).

Conclusions

73. Les résultats obtenus par les laboratoires collaborateurs au cours de l'exécution du projet MED POL VII ont fourni une base solide pour une première évaluation régionale de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles de la Méditerranée. De plus, les résultats du projet MED POL X ont donné un aperçu supplémentaire sur les sources de la pollution microbienne en Méditerranée.

74. Il est possible de résumer les résultats de MED POL VII au cours de sa période opérationnelle de la façon suivante :

- a) Trente laboratoires collaborateurs, dans 14 Etats méditerranéens, ont participé à la surveillance des eaux à usage récréatif en Méditerranée.
- b) Six laboratoires collaborateurs, dans 4 Etats méditerranéens, ont participé à la surveillance des zones conchylicoles en Méditerranée.
- c) Bien que les stations d'échantillonnage dans les eaux côtières à usage récréatif n'aient pas été choisies totalement au hasard et que, par conséquent, les conclusions tirées ne peuvent être considérées comme applicables de façon universelle, le nombre et la distribution spatiale des stations d'échantillonnage et des échantillons d'eau analysés fournissent une évaluation sûre de la qualité microbienne des eaux à usage récréatif de la Méditerranée.
- d) Le choix des stations d'échantillonnage dans les zones conchylicoles a été principalement déterminé par la situation et la gestion des zones de conchyliculture existantes, et n'a pas été fait au hasard. Cependant, les conclusions tirées des résultats donnés par la surveillance des zones indiquent bien la qualité microbienne des zones de conchyliculture en Méditerranée.

- e) Au total, 700 stations d'échantillonnage ont été surveillées dans les zones côtières à usage récréatif avec environ 12 500 échantillons d'eau analysés. En moyenne, 6 échantillons d'eau ont été analysés pour chaque station d'échantillonnage par an.
- f) Au total, 50 stations d'échantillonnage ont été surveillées dans les zones de conchyliculture avec environ 2300 échantillons d'eau et de coquillages analysés. En moyenne, 10 échantillons doubles ont été analysés provenant de chaque station d'échantillonnage par année, ce qui indique que les laboratoires collaborateurs ont accompli un programme continu et systématique de surveillance.
- g) Les chercheurs principaux ont développé des méthodes de référence utilisées pour analyser la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles. En utilisant ces méthodes, il a été possible de procéder à une comparaison des résultats obtenus par différents laboratoires à un niveau méditerranéen.
- h) Les chercheurs principaux de MED POL VII ont formulé des critères provisoires pour évaluer la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles. Ces critères ont été utilisés pour préparer la première évaluation de la qualité microbiologique des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles.
- i) On a trouvé que 75 à 80% des stations surveillées dans les eaux à usage récréatif de la Méditerranée répondaient aux critères provisoires OMS/PNUE de qualité microbiologique des eaux à usage récréatif. En utilisant les critères de la CEE, on a trouvé que seulement environ 37% de ces stations d'échantillonnage étaient satisfaisantes du point de vue de leur usage à des fins récréatives.
- j) On a trouvé que seulement 3-4% des stations surveillées dans les zones conchylicoles étaient idoines pour une consommation directe de coquillages selon les critères provisoires OMS/PNUE de qualité des coquillages et des eaux conchylicoles. En utilisant les critères de la CEE, on a trouvé qu'environ 40% de ces critères d'échantillonnage étaient satisfaisants en ce qui concerne l'élevage des coquillages utilisés pour la consommation directe.

MESURES DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION
DANS LA REGION DE LA MER MEDITERRANNEE

Dispositions nationales, arrangements et accords internationaux existants applicables à la mer Méditerranée

a) Dispositions nationales

75. Bien que tous les pays méditerranéens possèdent des mécanismes réglementaires en vue d'assurer un contrôle de qualité strict de l'eau potable, la situation n'a pas encore atteint le même niveau dans le cas des eaux à usage récréatif, des coquillages et de eaux de conchyliculture. En fait, tous les pays ont une législation de santé publique générale de type

parapluie sous laquelle il est possible de lutter contre toute détérioration d'un milieu pouvant être l'origine de danger pour la santé humaine, pendant plusieurs années. Les pays méditerranéens reconnaissent de plus en plus le besoin de lutter contre la pollution des eaux littorales comme une mesure de routine et actuellement, la majorité d'entre eux soit appliquent soit examinent une législation déterminée. Cependant, à en croire l'information disponible actuellement, seul un nombre limité de pays méditerranéens ont créé des normes ou modèles de qualité des eaux littorales à usage récréatif et/ou conchylicoles.

76. Le Tableau 12 résume les renseignements disponibles sur les normes nationales existantes ou proposées traitant de qualité des eaux à usage récréatif dans chaque pays méditerranéen. Comme ce tableau le montre, les normes varient de façon considérable tant en type et en valeurs numériques assignées à l'indicateur microbiologique utilisé qu'en fréquences spécifiées pour le prélèvement et la conformité aux normes. Cette disparité fait qu'il est difficile d'obtenir tout au moins une comparaison d'ensemble appropriée entre les rapports nationaux sur la qualité réelle des eaux à usage récréatif en question.

77. Les trois indicateurs principaux utilisés sont les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les E. coli. La plupart des pays n'utilisent que l'un des trois. Dans d'autres pays, on utilise simultanément deux ou trois indicateurs (comme en Libye et en France). Dans certains états (par exemple en Turquie), on utilise un seul indicateur pour des questions de routine, mais dans les cas d'études spéciales, on utilise d'autres indicateurs ainsi que les organismes pathogènes. La méthode la plus fréquemment utilisée dans les pays méditerranéens est celle du nombre le plus probable (NPP).

78. Dans le cas des eaux de conchyliculture, certains pays méditerranéens, où il existe une industrie de crustacés d'importance, ont élaboré des systèmes de contrôle appropriés, couvrant tous les aspects de la production de la zone conchylicole aux installations de transformation, de même que sur les marchés de gros et de détail. D'autres pays, possédant aussi une industrie de coquillages importante, n'ont pas encore développé de tels systèmes de contrôle. Il semblerait qu'on ne puisse avoir des systèmes de contrôle élaborés et des services de soutien nécessaires à assurer la production et la distribution des coquillages libres de toutes contamination que dans un nombre limité de pays, car de la taille de l'industrie dépend la justification économique.

79. Très peu de pays de la région méditerranéenne possèdent une législation appropriée ou ont développé des critères de qualité pour les eaux conchylicoles ou la chair des coquillages. De plus, la législation et les critères de qualité existants diffèrent de façon importante de pays à pays. La plupart de l'information disponible vient de France, d'Italie ou d'Espagne.

80. Dans certains pays, on met surtout l'accent sur le classement des zones de conchyliculture. Un tel classement est fondé sur des études détaillées tant de la topographie de la zone que de la qualité de l'eau elle-même. C'est le cas de l'Italie où la qualité des zones conchylicoles est déterminée sur la base des E. coli dans l'eau elle-même, en utilisant la méthode NPP. La conchyliculture est permise sujette à la nécessité que les échantillons d'eau prélevés au cours de 12 mois consécutifs ne dépassent pas 2 E. coli par 100 ml dans 10% des échantillons. L'Espagne suit une démarche générale semblable mais exige que les concentrations d'E. coli ne dépassent pas 15 par 100 ml dans 50% des échantillons, et 50 par 100 ml dans 90% des échantillons.

Tableau 12

Normes de qualité microbiologique des eaux à usage récréatif
de quelques pays méditerranéens

Pays	Année de la proposition	Indicateur de qualité d'eau	NORME				Notes
			Méthode analytique	Fréquence d'échantillonnage	Fréquence de conformité	Concentration de l'indicateur par 100 ml	
Algérie	*	*	*	*	*	*	*
Chypre	-	-	-	-	-	-	-
Egypte	*	*	*	*	*	*	*
Espagne	1977	<u>E. coli</u>	NPP ou FM	plus de 30 jours	50% 90%	200 1000	
France	1973	Coliformes totaux Coliformes fécaux Streptocoques fécaux	* * *	* * *	100% 100% 100%	2000 500 100	
Grèce	1965	Coliformes totaux Coliformes totaux Coliformes totaux Coliformes totaux	NPP NPP NPP NPP	* * * *	* * * *	0-50 51-500 501-1000 1000	baignade sûre acceptable non recommandé danger
Israël	1950	Coliformes fécaux	NPP	plus de 30 jours	90%	1000	
Italie	1973	<u>E. coli</u>	NPP	*	100%	100	

- Pas de normes actuellement
* Pas de renseignement disponible

Tableau 12
(suite)

Normes de qualité microbiologique des eaux à usage récréatif
de quelques pays méditerranéens

Pays	Année de la proposition	Indicateur de qualité d'eau	NORME				Notes
			Méthode analytique	Fréquence d'échantillonnage	Fréquence de conformité	Concentration de l'indicateur par 100 ml	
Liban	*	*	*	*	*	*	
Libye	1975	Coliformes totaux	NPP	*	100%	1000	
		Coliformes fécaux	NPP	*	100%	100	
Malte		<u>E. coli</u>	NPP	*	100%	1000	
Monaco	*	*	*	*	*	*	
Maroc	*	*	*	*	*	*	
Syrie	*	*	*	*	*	*	
Tunisie	*	*	*	*	*	*	
Turquie	1978	<u>E. coli</u>	NPP	*	*	100	très convenable
		<u>E. coli</u>	NPP	*	*	1000	appropriée
		<u>E. coli</u>	NPP	*	*	1000	polluée
Yougoslavie	1967	Coliformes totaux	NPP	*	100%	20 000	

- Pas de norme actuellement
* Pas de renseignement disponible

81. En France, les zones conchylicoles sont classées en quatre catégories selon la concentration d'E. coli dans l'eau. Les catégories sont les suivantes :

Classe I :	satisfaisante	0 par 100 ml
Classe II :	acceptable	1- 60 par 100 ml
Classe III :	suspecte	60-120 par 100 ml
Classe IV :	défavorable	120 par 100 ml

82. Dans plusieurs pays, on met surtout l'accent sur la qualité du coquillage récolté d'une zone, bien que pour évaluer l'aptitude d'une zone à la conchyliculture, on tienne compte à la fois des facteurs topographiques et de la qualité bactériologique de l'eau. Cette méthode est utilisée en France où la qualité des zones conchylicoles est déterminée sur la base des coliformes fécaux contenus dans le coquillage vivant dans la zone donnée. On exprime la contamination par le NPP de coliformes fécaux par 100 ml de chair écrasée et diluée selon une méthode prescrite; l'évaluation est fondée sur 26 échantillons prélevés au cours de 12 mois consécutifs. Les zones conchylicoles sont classées comme "salubres" lorsque le NPP de coliformes fécaux dans la chair des coquillages ne dépasse pas 300 par 100 ml. On considère cette norme atteinte lorsque le nombre d'échantillons avec un NPP de coliformes fécaux supérieur à 300 par 100 ml ne dépasse pas 5 sur une période de 12 mois consécutifs. Cependant, le NPP de coliformes fécaux dans 3 de ces 5 échantillons ne devrait pas dépasser 1000 par 100 ml, et les deux autres 3000 par 100 ml. Les eaux ne répondant pas aux normes ci-dessus sont classées comme impropres à la conchyliculture; la récolte des coquillages dans ces zones est interdite sauf dans les cas où il est prévu de procéder à une épuration, ces opérations étant sujettes à l'approbation des autorités compétentes. Dans le cas où le NPP de coliformes fécaux dans la chair des coquillages dépasse 10 000 par 100 ml dans 25% des échantillons, ladite approbation doit être confirmée par la Direction sanitaire.

83. Cette détermination de la qualité des eaux conchylicoles mise à part soit sur la base de la qualité réelle de l'eau elle-même soit sur celle de la qualité du coquillage, les normes pour les coquillages eux-mêmes par rapport à leur conformité ou autrement pour la consommation par les humains, sont relativement éparpillées dans la région et lorsqu'elles existent, varient de pays à pays. En Italie, par exemple, on exige comme critères de qualité pour les coquillages provenant de zones de culture approuvées, que les échantillons prélevés au cours de 12 mois consécutifs ne dépassent pas un NPP de 160 E. coli par 100 ml de coquillages dans 90% des échantillons et ne dépassent pas un NPP de 500 E. coli par 100 ml.

84. En France, les critères microbiologiques applicables aux coquillages destinés à la consommation humaine sont les suivants :

- Micro-organismes aérobiques, 30°C	100 000 par gramme
- Coliformes fécaux	300 par 100 ml
- Streptocoques fécaux	2 500 par 100 ml
- <u>Staphylococcus aureus</u>	100 par gramme
- Bactéries sulfito-réductrices anaérobiques, 46°C	10 par gramme
- <u>Salmonelles</u>	absentes dans 25 grammes

85. L'interprétation des résultats donne trois catégories de contamination, à savoir :

- la contamination n'excède pas le critère "m" décrit ci-dessus;
- la contamination se situe entre le critère "m" ci-dessus et un niveau supérieur "M" égal à 10 fois le critère "m", lorsque la numération des micro-organismes est faite sur un milieu solide, ou un niveau égal à 30 fois le critère "m" lorsque la numération est faite sur un milieu liquide;
- la contamination excède le niveau "M".

86. A condition que chaque résultat inclus dans un échantillon donné excède "M", la qualité de l'échantillon est considérée comme :

- satisfaisante, lorsque les valeurs observées sont :
 $\begin{cases} < 3m \text{ pour les milieux de culture solide, ou} \\ < 10m \text{ pour les milieux de culture liquide;} \end{cases}$
- acceptable, lorsque les valeurs observées sont :
entre 3m et 10m pour les milieux de culture solides, ou
entre 10m et 30m pour les milieux de culture liquides, et
 $\frac{c}{n} < \frac{2}{5}$, où "c" est le nombre d'unités composant l'échantillon,
qui donne des résultats entre m et M, et "n" est le nombre
d'unités par échantillon, dépendant du plan d'interprétation
adopté;
- non satisfaisante, lorsque :
 $\frac{c}{n} > \frac{2}{5}$, pour les valeurs spécifiées ci-dessus, ou chaque fois que l'on
observe une valeur au-dessus du critère "M".

87. La situation actuelle quant à la législation nationale pour le contrôle de la qualité des eaux littorales à usage récréatif dans la région méditerranéenne dans son ensemble peut être évidemment beaucoup améliorée en plus d'une harmonisation possible, bien que les mesures fondamentales soient appliquées à des degrés divers dans la plupart des pays.

88. Dans le cas des zones conchylicoles, la grande majorité des pays méditerranéens s'intéressent à la production de coquillages sans installation propre à assurer un produit sain par le traitement et la gestion des produits pollués. Dans ces cas, la surveillance appropriée des zones productrices de coquillages peut être une mesure critique pour assurer que le coquillage quitte ces zones dans un état sain et complet. Le contrôle sanitaire pourrait donc être assuré par les autorités pertinentes grâce à des procédures normales d'hygiène alimentaire.

89. Dans les conditions prévalentes actuelles, alors que les critères de qualité promus par chaque pays méditerranéen peuvent répondre à ses propres besoins, il sera évidemment difficile de promouvoir une harmonisation ou une action coordonnée. Il faut comparer de façon extensive les diverses méthodologies et les différents critères utilisés actuellement. Evidemment lorsque l'évaluation de l'aptitude d'une zone à la production de coquillages est fondée sur un examen des eaux réellement destinées à la conchyliculture, le manque de relation entre le contenu bactérien de l'eau et de celui du coquillage qui y est cultivé représente une difficulté. Cependant, certains pays ont exercé un contrôle efficace par un mode d'évaluation de ce genre.

b) Arrangements et accords internationaux

90. La Communauté Economique Européenne (CEE) a fait un effort pour développer une démarche harmonisée sur le plan international quant à la qualité des eaux littorales à usage récréatif. Dans ce contexte, le Conseil des Communautés Européennes a adopté en 1975 la Directive (CEE, 1976) sur la qualité des eaux de baignade. La Directive tient compte des paramètres physico-chimiques et microbiologiques applicables aux eaux de baignade, des fréquences d'échantillonnage minimales et des méthodes d'analyse de référence pour les paramètres proposés.

91. Selon cette Directive, les Etats Membres de la CEE prennent toutes les mesures nécessaires à assurer que dans un délai de dix ans après la notification de la Directive, la qualité des eaux de baignade devra être rendue conforme aux valeurs limites fixées en vertu de l'article 3 de la Directive. De plus, les Etats Membres communiquent à la Commission régulièrement et pour la première fois quatre ans après la notification de la Directive un rapport de synthèse sur les eaux de baignade et leurs caractéristiques les plus significatives.

92. Les paramètres microbiologiques considérés par la Directive sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, les Salmonelles et les entérovirus. Les eaux de baignade sont réputées conformes aux paramètres qui s'y rapportent si les échantillons de ces eaux, prélevés selon la fréquence prévue au Tableau 13 en un même lieu de prélèvement, montrent qu'elles sont conformes aux valeurs des paramètres concernant la qualité de l'eau en question pour :

- 95% des échantillons dans le cas de paramètres conformes à ceux spécifiés dans la colonne "I" du Tableau 13;
- 90% des échantillons dans les autres cas, sauf pour les paramètres "coliformes totaux" et "coliformes fécaux" où le pourcentage des échantillons peut être de 80%;

et si, pour les 5%, 10% ou 20% des échantillons qui, selon le cas, ne sont pas conformes :

- l'eau ne s'écarte pas de plus de 50% de la valeur des paramètres en question, exception faite pour les paramètres microbiologiques, le pH et l'oxygène dissous;
- les échantillons consécutifs d'eau prélevés à une fréquence statistiquement appropriée ne s'écartent pas des valeurs des paramètres qui s'y rapportent.

93. La France, la Grèce et l'Italie sont membres de la Communauté Economique Européenne (CEE) et en tant que tels sont liés de se conformer aux dispositions de la Directive du Conseil de la CEE concernant la qualité des eaux de baignade.

Tableau 13

Qualité microbiologique requise des eaux de baignade de la Communauté Economique Européenne (CEE, 1976)

<u>Paramètres</u>	<u>G</u> (1)	<u>I</u> (1)	<u>Fréquence</u> <u>d'échantill.</u> <u>minimale</u>	<u>Méthode d'analyse et d'inspection</u>
Coliformes totaux	par 100 ml	500	10 000	Bimensuelle (2)
Coliformes fécaux	par 100 ml	100	2 000	Bimensuelle (2)
				Fermentation en tubes multiples. Repiquage des tubes positifs sur milieu de confirmation. Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable) ou filtration sur membrane et culture sur un milieu approprié tel que gélose lactosée au tergitol, gélose d'endo, bouillon au teepol 0,4%, repiquage et identification des colonies suspectes.
				Pour les points 1 et 2, température d'incubation variable, selon que l'on recherche les coliformes totaux ou les coliformes fécaux.
Streptocoques fécaux	par 100 ml	100	-	(3)
				Méthode de Litsky. Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable) ou filtration sur membrane. Culture sur un milieu approprié.
Salmonelles	par 1 litre	-	0	(3)
				Concentration par filtration sur membrane. Inoculation sur milieu type. Enrichissement, repiquage sur gélose d'isolement, identification.
Entérovirus	PFU/ 10 litres	-	0	(3)
				Concentration par filtration, par flocculation ou par centrifugation et confirmation.

) G = Guide; I = Imperative (obligatoire)

) Lorsqu'un échantillonnage effectué au cours des années précédentes a donné des résultats sensiblement plus favorables que ceux prévus dans ce tableau et lorsqu'aucune condition susceptible d'avoir diminué la qualité des eaux n'est intervenue, la fréquence d'échantillonnage peut être réduite d'un facteur 2 par les autorités compétentes.

) Teneur à vérifier par les autorités compétentes lorsqu'une enquête effectuée dans la zone de baignade en révèle la présence possible ou une détérioration de la qualité des eaux.

94. En ce qui concerne la qualité des eaux conchylicoles, il n'existe pas d'arrangement ou d'accord international couvrant toute la mer Méditerranée. Cependant, certains arrangements internationaux ont été développés ou sont en cours de développement en ce qui concerne la qualité des eaux conchylicoles et les exigences sanitaires pour les coquillages destinés à être consommés par l'homme. Ces arrangements promulgués par la CEE et la Commission du Codex Alimentarius sont résumés dans les paragraphes ci-dessous.

95. Le Conseil des Communautés Européennes a adopté en 1979 une Directive sur la qualité requise des eaux conchylicoles (CEE, 1979). La Directive prend en considération les paramètres physico-chimiques et microbiologiques à appliquer aux eaux conchylicoles, les valeurs guides (G) appropriées, les valeurs impératives (I) ou obligatoires, les méthodes d'analyse de référence et les fréquences d'échantillonnage et de mesure minimales.

96. Les conditions établies par la Directive, en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et y relatifs des eaux conchylicoles (figurant au Tableau 14) comprennent une valeur guide stipulée d'une concentration NPP inférieure ou égale à 300 coliformes fécaux/100 ml de chair de coquillage et de liquide intravalvaire. Toutefois, en attendant l'adoption d'une directive relative à la protection des consommateurs de produits conchylicoles, la Directive actuelle établit que cette valeur doit être impérativement respectée dans les eaux où vivent les coquillages directement comestibles par l'homme.

97. Les Etats Membres procèdent à une première désignation d'eaux conchylicoles dans un délai de deux ans à compter de la notification de la Directive. Il y a ensuite des dispositions prévues pour des désignations supplémentaires et des révisions. Les Etats Membres établissent des programmes en vue d'assurer que les eaux désignées soient conformes, dans un délai de six ans à compter de la désignation, aux valeurs fixées par les Etats Membres ainsi qu'aux remarques figurant dans les colonnes G et I de l'Annexe de la Directive.

98. Les eaux désignées sont censées être conformes aux dispositions microbiologiques de la Directive si des échantillons de ces eaux prélevés à une fréquence trimestrielle minimale, en un même lieu de prélèvement et pendant une période de 12 mois, montrent qu'elles respectent les valeurs fixées par les Etats Membres ainsi que la valeur guide décrite ci-dessus en ce qui concerne 75% des échantillons.

99. La Directive relative à la qualité requise des eaux conchylicoles intéresse pour le moment trois pays méditerranéens : la France, la Grèce et l'Italie. Dans ces conditions, la Directive n'aide pas à éviter les imperfections existant en Méditerranée et qui sont dues au fait que chaque pays utilise des critères différents.

100. La Commission du Codex Alimentarius a préparé et proposé un projet de code d'usages en matière d'hygiène pour les mollusques. A l'annexe III, le projet de code établit les recommandations générales d'assainissement du milieu. Ce qui comprend :

- l'évacuation dans des conditions d'hygiène des déchets d'origine humaine et animale;
- la détermination des types et des sources de pollution;
- la classification des zones conchylicoles;
- le contrôle des zones conchylicoles;
- le reclassement des zones conchylicoles;
- la lutte contre les ennemis et les maladies des plantes et des animaux.

Prescriptions microbiologiques et de qualité y relative des eaux conchylicoles de la Communauté Economique Européenne (CEE, 1979)

Paramètre	Guide (G)	Imperative (I) (obligatoire)	Méthode d'analyse de référence	Fréquence minimale d'échantillonnage et de mesure
Coliformes fécaux/ 100 ml	> 300 dans la chair de coquillage et le liquide intra-valvaire(*)		Méthode de dilution avec fermentation en substrats liquides dans au moins 3 tubes dans 3 dilutions. Repiquage des tubes positifs sur milieu de confirma- tion. Dénombrement selon NPP (nombre le plus probable). Température d'incu- bation 44°C ± 0.5°C	Trimestrielle
Matières en suspension mg/l		L'accroissement de la teneur en matières en suspension provoqué par un rejet ne doit pas, dans les eaux conchylicoles influencées par ce rejet, excéder de plus de 30% celle mesurée dans les eaux non influencées.	- filtration sur membrane filtrante de 0,45µm de porosité, séchage à 105°C et pesée - centrifugation (temps minimal 5 minutes, accélération majeure 2800 à 3200 g) séchage à 105°C et pesée	Trimestrielle
Oxygène dissous (% de satu- ration)	> 80%	- > 70% (valeur moyenne) - si une mesure individuelle indique une valeur inférieure à 70%, les mesures sont répétées - une mesure individuelle ne peut indiquer une valeur infé- rieure à 60% que lorsqu'il n'y a pas de conséquences nuisibles pour le développement des peuplements de coquillages	- méthode de Winkler - méthode électrochimique	Mensuelle, avec au moins 1 échantillon représentatif des faibles teneurs en oxygène se présentant le jour du prélève- ment. Toutefois, s'il y a présomption de variations diurnes significatives, au moins 2 prélèvements par jour seront effectués

*) Toutefois, en attendant d'adoption d'une directive relative à la protection des consommateurs de produits conchylicoles, cette leur devrait être impérativement respectée dans les eaux où vivent les coquillages directement comestibles par l'homme.

101. En annexe à l'Appendice III du Code, une liste des méthodes de laboratoire et normes courantes est donnée. Cette liste inclue les normes et les méthodes couramment utilisées dans plusieurs pays développés. La France et l'Italie sont les seuls pays méditerranéens figurant sur la liste mentionnée ci-dessus.

102. Le Comité d'Hygiène Alimentaire a estimé que :

- depuis longtemps, un certain nombre de pays membres appliquent avec succès des programmes de contrôle des mollusques faisant appel à une vaste gamme de normes et méthodes bactériologiques; et qu'
- il est pratiquement impossible, dans l'immédiat, de parvenir à un accord sur un ensemble donné de normes et méthodes.

103. Etant donné la nécessité d'harmoniser les méthodes utilisées pour évaluer la qualité des eaux littorales à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles de la Méditerranée selon les lignes requises par les Parties Contractantes à la Convention de Barcelone et aux Protocoles y relatifs, dès les premières étapes du projet MED POL VII, des efforts ont été entrepris dans cette direction.

104. Au cours de MED POL VII, les laboratoires ont reçu des directives favorisant la méthode de culture de filtration sur membrane (FM) et, dans la plupart de ces laboratoires, les deux méthodes ont été employées simultanément. Les méthodes de référence pour les trois paramètres microbiens principaux (coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux), développés par l'OMS et le PNUE par MED POL afin d'être éventuellement adoptées par les laboratoires méditerranéens pour la surveillance continue des eaux littorales à usage récréatif, ont été fondées sur la méthode FM (PNUE/OMS, 1983a, 1983b, 1983c). Cependant la méthode NPP demeure, dans une large mesure, la méthode analytique officielle d'indicateur bactériologique dans la plupart des pays; pour assurer un plus grand niveau de comparabilité, le Programme à long terme de surveillance continue et de recherche (MED POL Phase II) prévoit à la fois le développement de méthodes de référence utilisant la technique NPP pour les trois paramètres (coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux) et des études comparatives sur les méthodes FM et NPP. Dans ce dernier cas, il a déjà été quelque peu prouvé que les résultats obtenus par l'une ou l'autre des deux méthodes présentent un degré satisfaisant de comparabilité à des niveaux critiques.

105. De même, l'OMS et le PNUE par le MED POL VII ont développé des méthodes de référence pour les paramètres biologiques à utiliser pour l'étude des coquillages et des eaux conchylicoles (PNUE/OMS, 1983a, 1983b, 1983d).

106. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), dans le cadre du projet pilote coordonné OMS/PNUE de contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée (MED POL VII) ont réuni à Athènes en 1977 un groupe d'experts pour lancer une étude scientifique sur les critères d'atteinte à la santé et les observations épidémiologiques par rapport à la pollution des eaux côtières (OMS/PNUE, 1977a). L'objectif de la réunion était :

- de passer en revue les facteurs épidémiologiques et les critères sanitaires qui servent de base aux normes de qualité applicables aux eaux côtières, et

- d'élaborer la méthodologie de programmes de recherche épidémiologique visant à fournir des données sûres pour une application pratique.

107. Après avoir étudié les éléments disponibles, le groupe de travail a estimé qu'il n'y avait pas encore lieu de recommander la modification des conclusions du groupe de travail sur les directives et critères applicables à la qualité des plages et des eaux littorales utilisées à fin de plaisance (OMS, 1975). Ainsi, les critères provisoires suivants ont été adoptés pour évaluer la qualité des eaux de baignade par MED POL VII : "toutefois, pour être satisfaisantes, les zones balnéaires devraient présenter des concentrations d'E. coli régulièrement inférieures à 100 par 100 ml, et pour être considérées comme acceptables, les eaux balnéaires ne devraient pas présenter des concentrations régulièrement supérieures à 1000 E. coli par 100 ml".

108. Le groupe de travail a jugé que, s'il était justifié que le contrôle de la qualité des eaux dans les installations existantes à usage récréatif soit basé sur le critère moins exigeant de 1000 E. coli par 100 ml, une valeur plus stricte de 100 E. coli par 100 ml devrait être envisagée pour les nouvelles installations et pour les décisions à long terme concernant la gestion de la qualité de l'eau y compris les investissements d'importance.

109. Le groupe de travail a jugé que la limite numérique énoncée ci-dessus de 1000 E. coli devait être formulée de façon plus précise du point de vue statistique et a recommandé de :

"ne pas excéder la concentration de 1000 E. coli par 100 ml dans plus de 10% d'au moins 10 échantillons consécutifs prélevés au cours de la saison balnéaire".

110. Dans le cadre du MED POL VII aussi, l'OMS et le PNUE ont réuni un séminaire sur la surveillance de la qualité des eaux littorales des zones à usage récréatif et conchylicoles à Rome en avril 1978 (OMS/PNUE, 1978). En ce qui concerne la surveillance des eaux conchylicoles et des eaux destinées à la conchyliculture, le séminaire a considéré que les deux premières phases de l'évaluation de la qualité des coquillages (la zone de culture et les coquillages dans leur environnement naturel) doivent répondre aux limites microbiologiques appropriées. Il était évidemment entendu que, pour une évaluation totale de la qualité du coquillage en tant que produit alimentaire, il fallait aussi examiner le coquillage dans les phases ultérieures de manutention (transport, traitement et commercialisation). Au cours de ce même séminaire, la recommandation des Directives applicables à la surveillance de la qualité des eaux littorales (OMS/PNUE, 1977b) selon laquelle dans les coquillages, seule la chair doit être utilisée pour l'analyse microbiologique, a été approuvée.

111. Lors de l'examen des limites microbiologiques, le séminaire a tenu compte des limites adoptées par plusieurs pays et a recommandé les normes provisoires suivantes :

a) pour les coquillages

- en terme de coliformes fécaux (CF) par gramme (g) de chair de coquillage

0 - 2 CF/g	vente autorisée
3 - 10 CF/g	interdiction provisoire de la vente
au dessus de 10 CF/g	vente interdite

b) pour les eaux de zones de culture de coquillages

- moins de 10 coliformes fécaux par 100 ml dans 80% des prélèvements
- moins de 100 coliformes fécaux par 100 ml dans 20% des prélèvements

112. Ces recommandations ont été renouvelées par une réunion des chercheurs principaux du MED POL VII, réunie à Rome en novembre 1979 par l'OMS et le PNUE, où l'un des sujets discutés était le développement des critères microbiologiques provisoires.

Raison d'être scientifique de l'établissement de critères de qualité du milieu pour les eaux à usage récréatif en Méditerranée

113. Des études menées dans le cadre du MED POL VII ont souligné qu'il était nécessaire d'analyser à fond les renseignements scientifiques et techniques disponibles sur lesquels on peut fonder les critères de qualité du milieu applicables aux eaux littorales à usage récréatif de la Méditerranée. En conséquence, les experts qui ont participé à ce projet pilote se sont surtout attachés à discuter et à élaborer la raison d'être scientifique et les considérations utiles visant à établir des critères de qualité des eaux qui puissent être appliqués aux eaux littorales de la Méditerranée, particulièrement en ce qui concerne la protection de la santé publique.

114. Bien que la littérature disponible sur le sujet soit abondante quant au nombre de considérations qui traitent particulièrement des méthodes analytiques et de congruité des différents facteurs microbiens, les conclusions atteintes sont quelquefois contradictoires, ceci étant dû en apparence aux conditions particulières dans lesquelles chaque étude a été faite.

115. Par conséquent, dans la discussion qui suit, on s'est particulièrement arrêté sur les résultats expérimentaux rapportés par les chercheurs étudiant les eaux littorales méditerranéennes sans perdre de vue les renseignements appropriés disponibles dans la littérature en général.

116. La façon moderne d'envisager le processus de développement des critères de qualité des eaux et une considération spécifique s'accordent à au moins l'un des aspects suivants (discutés en détail aux paragraphes 118-155) :

- type et nature de l'indicateur ou des indicateurs de qualité;
- concentration de l'indicateur à ne pas dépasser;
- méthodes analytiques appliquées;
- méthode et fréquence d'échantillonnage;
- fréquences de conformité pour une concentration d'indicateur donnée;
- méthode d'interprétation; et
- tous les autres facteurs particuliers à la masse d'eau et aux usages bénéfiques envisagés.

a) Indicateurs de qualité

117. Pensant que les déversements de déchets fécaux d'origine humaine et animale dans des masses d'eau utilisées en premier lieu à des fins récréatives, pour la baignade et la natation, représentent une source de dangers possibles pour la santé publique, on s'est peu à peu dirigé vers la recherche d'un indicateur microbien pouvant caractériser le risque inclus dans l'utilisation intentionnelle des eaux.

118. On a tout d'abord choisi le groupe coliforme conformément à la fois à la méthodologie analytique et à l'expérience pratique disponible. En comprenant mieux la source et la signification des différents composants du groupe des coliformes, on est arrivé à considérer ce dernier et particulièrement les E. coli comme un bon indicateur de qualité pour les eaux à usage récréatif. Le développement de techniques analytiques de même qu'une connaissance accrue du comportement écologique des micro-organismes ont fait que l'on s'intéresse à éventuellement d'autres indicateurs microbiens parmi lesquels certains seraient des organismes pathogènes tels que les streptocoques fécaux, Clostridium perfringens, Pseudomonas aeruginosa, les Salmonelles ainsi que les virus entériques et les bactériophages choisis.

119. Tout indicateur microbiologique potentiel de qualité applicable à la santé publique doit remplir les conditions suivantes :

- être compatible et exclusivement associé à la source des organismes pathogènes concernés;
- être présent en nombre suffisant pour fournir une estimation de densité précise lorsque le niveau de l'organisme pathogène peut produire un effet discernable;
- s'approcher du comportement et de la résistance, en désinfection et en stress de l'environnement, des organismes pathogènes les plus résistants que l'on s'attend à trouver en niveaux importants dans la source;
- être identifié et quantifié par des méthodes raisonnablement faciles et économiques avec suffisamment de spécificité, d'exactitude et de précision.

120. Tenant compte à la fois des conditions générales de la plupart des laboratoires chargés du contrôle microbiologique de la qualité des eaux littorales et des différents indicateurs disponibles, on a envisagé les coliformes fécaux (et particulièrement E. coli) comme étant les indicateurs les plus sensibles du degré de pollution des eaux usées (OMS, 1975); on les a ensuite proposés pour la surveillance continue de la qualité des eaux littorales, dans le cadre de MED POL Phase II (OMS/PNUE, 1981).

121. Des études épidémiologiques faites aux Etats-Unis par l'Agence pour la Protection de l'Environnement (USEPA, 1980) et par deux instituts collaborateurs du MED POL VII, à Malaga et à Tarragone (PNUE, 1981b), ont montré que les streptocoques fécaux pourraient présenter un intérêt éventuel en tant qu'indicateur complémentaire de la qualité de l'eau pour la protection de la santé publique.

122. Les résultats de l'étude épidémiologique effectuée par l'USEPA (1980) montrent que :

- les symptômes gastro-intestinaux et, dans une moindre mesure, la fièvre sont associés à la baignade et à la pollution;
- les streptocoques fécaux et, à un moindre niveau, les E. coli sont les deux indicateurs de qualité qui correspondent le mieux au taux de morbidité des symptômes gastro-intestinaux.

123. Les résultats d'une étude menée dans deux zones pilotes MED POL VII (PNUE, 1981) indiquent que :

- les baigneurs des eaux littorales à usage récréatif souffrent le plus fréquemment de troubles de la peau, des yeux et des oreilles;
- que l'habitude de plonger la tête dans l'eau en nageant est fortement associée sur le plan statistique à l'apparition de troubles des yeux et des oreilles;
- le fait que les streptocoques fécaux l'emportent par le nombre sur les coliformes fécaux dans les eaux considérées satisfaisantes par les critères provisoires de qualité des eaux est conforme au comportement d'inactivation différent des deux indicateurs. L'association importante du point de vue statistique obtenue entre le taux de morbidité des troubles des oreilles et les concentrations de streptocoques fécaux peut être utilisée comme un critère supplémentaire de valeur de la qualité des eaux littorales à usage récréatif.

124. En attendant que des études épidémiologiques sur les effets sanitaires dus à la plaisance dans les eaux côtières soient développées et appliquées et que des relations définies de cause à effet soient établies, les informations disponibles actuellement et les résultats du MED POL VII justifient l'établissement de critères provisoires appropriés pour une gestion de la qualité des eaux littorales visant à protéger la santé publique de façon efficace.

b) Limites de concentration pour les indicateurs

125. L'élément essentiel d'un critère de qualité des eaux est la relation d'exposition à effet entre la densité de l'indicateur de qualité et le niveau de protection fourni pour une utilisation salubre donnée. Bien que les informations disponibles actuellement soient loin d'être complètes, il y a eu un énorme progrès d'accompli durant ces quelques dernières années. Les résultats les plus récents sont résumés ci-après.

126. Les taux de morbidité des symptômes gastro-intestinaux proches d'1% sont associés à la fois aux concentrations moyennes d'environ 10 streptocoques fécaux par 100 ml et aux concentrations moyennes d'E. coli de l'ordre de 10 à 100 E. coli par 100 ml. Un taux de morbidité de 5% pour les mêmes symptômes est associé à des concentrations moyennes d'environ 1000 streptocoques fécaux par 100 ml (USEPA, 1980).

127. Les taux de morbidité pour les maux d'oreilles proches d'1% sont associés aux concentrations moyennes de 10 streptocoques fécaux par 100 ml, alors qu'un taux de morbidité de 2% est associé à une concentration d'à peu près 1000 streptocoques fécaux par 100 ml (PNUE, 1981b).

128. Les études effectuées dans les eaux côtières de la mer Tyrrhénienne (PNUE, 1981) ont montré que tous les échantillons d'eau dépassant 920 E. coli par 100 ml contenaient des virus. On a aussi trouvé un rapport important entre le nombre d'E. coli et celui d'entérovirus.

129. Des études effectuées sur les plages de la région de Tel-Aviv, Israël (OMS/PNUE, 1980), ont permis de détecter des entérovirus sur les trois plages surveillées même lorsque les niveaux de coliformes étaient inférieurs à 100 coliformes fécaux par 100 ml, niveau stipulé dans les critères provisoires proposés.

130. Pour terminer, les résultats obtenus sur la survie relative des indicateurs microbiens dans un certain nombre de zones du MED POL VII ont montré que les streptocoques fécaux sont plus résistants dans l'eau de mer que les coliformes fécaux et s'approchent du comportement de résistance de certains virus entériques. La variation graduelle des coliformes fécaux par rapport à la proportion des streptocoques fécaux, puisque les coliformes fécaux varient selon une grande gamme de concentration, pourrait expliquer les différentes lignes de régression obtenues par les chercheurs travaillant sur une petite gamme de concentration de coliformes fécaux.

c) Méthodes analytiques

131. Il est possible d'utiliser deux méthodes fondamentales pour déterminer les indicateurs microbiens :

- la technique de dilution à tubes multiples, suivie de l'interprétation par le nombre le plus probable (NPP); et
- la technique de filtration sur membrane (FM).

132. Il existe des milieux sélectifs et des procédures d'incubation pour les indicateurs microbiens les plus courants.

133. On a beaucoup discuté pour savoir laquelle des deux méthodes mentionnées ci-dessus donne les résultats les plus précis. Du point de vue strictement théorique, la méthode NPP repose sur l'hypothèse statistique selon laquelle la concentration microbienne assignée à un nombre donné est celle qui donne la combinaison observée de tubes positifs, la combinaison avec la plus forte probabilité d'occurrence. L'inclusion d'un écart de confiance de 95% dans la classification de la méthode NPP vise précisément à informer l'utilisateur que d'autres concentrations microbiennes peuvent donner la même combinaison de tubes positifs. Bien que la méthode FM soit fondée sur le dénombrement direct des colonies visibles, il y a aussi une série d'hypothèses introduites qui peuvent réduire le nombre d'organismes visibles par rapport à ceux qui étaient présents à l'origine.

134. Deux conditions spécifiques de contrôle de la qualité des eaux littorales devraient beaucoup contribuer à résoudre la discussion existante sur la méthodologie analytique. En premier lieu, le degré d'incertitude avec lequel

les normes microbiennes sont déterminées n'est proportionnel au degré d'exactitude et de précision d'aucune des deux méthodes d'analyse. Bien qu'on ne puisse utiliser cette affirmation comme une raison pour cesser d'améliorer et de développer plus en avant les techniques analytiques, elle souligne qu'il est nécessaire d'inclure des considérations pratiques lorsque l'on traite de concentrations microbiennes mesurées dans les eaux littorales à usage récréatif.

135. En second lieu, les résultats obtenus tant dans les zones de MED POL VII que dans d'autres régions littorales du monde montrent que l'interprétation statistique des valeurs microbiologiques est un instrument approprié et convaincant. La considération simultanée des valeurs microbiennes obtenues pendant plusieurs semaines permet d'équilibrer la variation intrinsèque dans le temps et dans l'espace de la qualité des eaux littorales. De plus, les résultats disponibles actuels montrent que l'évaluation globale de la qualité microbienne des eaux littorales par une démarche statistique est pratiquement constante, quelque soit la technique analytique utilisée pour les estimations microbiennes.

136. L'application élargie d'une méthode de distribution de probabilité log-normale, comme certains pays européens l'envisagent (OMS, 1975), recommandée pour être utilisée dans le cadre du projet pilote MED POL VII (OMS/PNUE, 1977b, 1979b) devrait fournir une information de valeur sur sa force et sur sa capacité à dépasser la discussion sur la double méthodologie.

d) Méthode et fréquence d'échantillonnage

137. Le but global de MED POL VII était avant tout de s'attacher à évaluer les effets de la qualité des eaux littorales sur la santé publique. La méthodologie d'échantillonnage recommandée pour être utilisée par les participants de ce projet pilote était d'obtenir des échantillons d'eau dans les zones à usage récréatif à forte densité de population et de vacanciers. Pour arriver à un compromis entre l'accès des points de prélèvement et la couverture des zones les plus fréquentées par les baigneurs, il a été recommandé de procéder aux prélèvements d'eau 10 à 20 cm en-dessous de la surface, en un point de 1 m à 1,5 m de profondeur.

138. Bien que plusieurs participants aient connu des difficultés opérationnelles et que d'autres procédés aient été utilisés, il n'existe pas de preuve concluante pour garantir une modification de la procédure proposée. Ainsi le programme à long terme (MED POL Phase II) attire particulièrement l'attention sur ce point.

139. Les échantillons d'eau doivent être recueillis dans des flacons à col évasé et protégés de la lumière du soleil et de la chaleur jusqu'au moment de l'analyse. Entre le prélèvement de l'échantillon et l'analyse réelle, il ne devrait pas s'écouler plus de 8 heures. Les échantillons d'eau analysés après ce délai présentent des concentrations microbiennes qui ne sont ni exactes ni précises.

140. Pour effectuer une évaluation statistique ou autre juste de la qualité microbienne des eaux littorales, il est nécessaire d'avoir un nombre minimum d'échantillons afin d'obtenir un résultat ayant une signification. Il ressort des analyses de données rassemblées dans différentes zones pilotes qu'il faut prélever au moins 10 échantillons consécutifs pendant une période donnée afin

de permettre que l'interprétation des résultats ait un sens. Ce qui peut être traduit par une fréquence d'échantillonnage d'un prélèvement par semaine en été, si l'on considère que la saison balnéaire dans la plupart des zones méditerranéennes est d'environ trois mois.

141. Il faut remarquer que la qualité microbiologique n'est qu'un des éléments lorsqu'on examine les effets sanitaires des eaux littorales à usage récréatif. Il est aussi important et nécessaire de compléter l'évaluation des conditions sanitaires des zones côtières à usage récréatif par une enquête technique détaillée.

142. Il faut procéder à l'échantillonnage de façon systématique, observant un intervalle de temps régulier entre les prélèvements consécutifs et prélevant de manière régulière aux mêmes moments de la journée. Bien que l'on ait démontré que l'influence de la lumière du soleil et de la température soit le facteur principal affectant la survie des indicateurs microbiens, le choix de l'heure de l'échantillonnage dépend aussi du type récréatif des eaux concernées ainsi que des moyens utilisés pour le prélèvement, le transport et l'analyse. Essayant de trouver un horaire, de nombreux laboratoires au cours du projet pilote ont adopté la tranche entre 10.00 et 15.00 heures.

143. On trouvera les détails des conditions de prélèvement dans les méthodes de référence bactériologiques développées par l'OMS et le PNUE pour MED POL VII sur les zones littorales à usage récréatif (PNUE/OMS, 1983a, 1983b, 1983c). Des études pour déterminer les résultats comparatifs obtenus d'échantillons prélevés à différents moments de la journée sont en cours dans le cadre de la partie "recherche" de MED POL Phase II.

e) Fréquence de conformité

144. Les techniques de contrôle de la qualité sont très souvent fondées sur des méthodes statistiques. Un nombre croissant de normes nationales et internationales, comprenant des concentrations supérieures d'indicateurs qu'un ensemble d'échantillons consécutifs ne doit pas dépasser dans un pourcentage donné, reflètent l'intérêt et la valeur de cette démarche lorsque l'on étudie la qualité microbiologique des eaux littorales.

145. Un grand succès du projet pilote MED POL VII a été de vérifier que les concentrations microbiennes dans les eaux littorales peuvent être interprétées convenablement par un modèle de distribution de probabilité log-normale. De plus, les écarts-types pour la plupart des stations d'échantillonnage d'eau sont compris dans un intervalle court, quelque soient les indicateurs microbiens considérés, qui comprend la valeur d'écart-type provenant des critères provisoires proposés.

146. Il résulte aussitôt de cette observation que :

- deux paires de concentration microbienne par rapport à la fréquence de conformité définissent totalement les caractéristiques de la qualité des eaux d'une station d'échantillonnage, puisque deux paramètres déterminent une distribution log-normale; et que
- deux paires de concentration microbienne par rapport à la fréquence de conformité, dont l'écart type impliqué n'est pas dans l'intervalle observé au niveau expérimental, seront obligatoirement déséquilibrées, l'une devenant la plus restrictive pour tous les usages pratiques, l'autre pratiquement inefficace.

147. Un ensemble équilibré de normes présente aussi l'avantage d'être intéressant pour la conception des installations de traitement des eaux usées et de leur élimination dans la mer. Une norme de qualité des eaux de réception, définie par une paire de limites équilibrée, donne l'assurance à celui qui conçoit les plans que si la limite médiane est atteinte, il est fort probable que l'autre limite soit aussi atteinte.

148. Il ressort des résultats expérimentaux rassemblés dans les eaux littorales de la Méditerranée étudiées au cours du projet MED POL VII qu'un rapport décuple entre la concentration à ne pas dépasser 90% du temps et celle à ne pas dépasser 50% du temps s'approche beaucoup de la variation de qualité microbienne observée naturellement. Des calculs simples permettent d'obtenir le rapport associé à une paire différente de fréquences.

149. Une analyse détaillée de la qualité microbiologique des eaux littorales au cours de MED POL Phase II devrait fournir des informations de très grande valeur sur lesquelles on développe les critères proposés ci-dessus leur donnant plus de valeur.

f) Méthodes d'interprétation

150. Le but final des résultats microbiologiques rassemblés dans une station d'échantillonnage est de déterminer s'ils sont conformes à une norme de qualité proposée. Ce procédé pratique conduit à comparer un ensemble de valeurs définies par les normes aux paramètres correspondants de données expérimentales.

151. Une interpolation graphique d'une ligne droite sur les points expérimentaux tracée sur du papier de probabilité log-normale semble être une méthode simple et efficace pour vérifier que les données sont en accord avec le modèle proposé et pour estimer les paramètres de qualité des eaux s'y rapportant (PNUÉ/OMS, 1977b). La méthode graphique est préférée à la méthode numérique car elle permet d'obtenir un meilleur aperçu particulièrement des différences possibles entre le modèle et les valeurs extérieures à la tendance générale.

g) Autres facteurs

152. Parmi les autres facteurs à envisager dans le procédé de développement des critères et normes des eaux littorales de la Mer Méditerranée, il faut mentionner les points suivants.

153. On peut caractériser les eaux littorales de la Méditerranée par de hautes valeurs de salinité et de faibles fluctuations de marée. Dans leur majorité, les courants dans la zone des 3 km à partir de la côte, suivent un modèle de direction parallèle à la côte. De plus, la saison estivale est marquée par un rayonnement solaire très fort et des températures élevées tant dans l'air que dans l'eau.

154. La baignade et la plaisance dans les eaux littorales de la Méditerranée sont marquées par de longs moments de contact avec l'eau entremêlés d'exposition intensive au soleil. Entre 60 et 70% des personnes qui se rendent dans la région du littoral méditerranéen restent dans un lieu de villégiature donné jusqu'à trois semaines, se détendant presque chaque jour sur la plage. La plaisance dans les zones littorales a surtout lieu en juillet, août et septembre, généralement autour des plages largement connues où des densités de population élevées sont atteintes.

Critères de qualité du milieu proposés pour les eaux de baignade à usage récréatif en Méditerranée

155. Sur la base des résultats et de l'expérience obtenus par la phase pilote du projet commun OMS/PNUE sur le contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée (MED POL VII) et selon l'examen de l'exposé scientifique actuellement disponible effectué ci-dessus, les critères suivants sont proposés comme critères OMS/PNUE de qualité du milieu visant à être appliqués de façon provisoire aux eaux littorales à usage récréatif de la Méditerranée en ce qui concerne la protection de la santé publique.

"Pour être considérées satisfaisantes et sans danger pour une utilisation publique, les eaux littorales de baignade, dans au moins 10 échantillons d'eau représentatifs prélevés au cours de la saison balnéaire à des intervalles ne dépassant pas 14 jours, ne doivent pas excéder des concentrations de 100 coliformes fécaux (CF) ou streptocoques fécaux (SF) par 100 ml dans 50% des échantillons et 1000 CF ou SF dans 90% des échantillons. La concentration de CF et SF est déterminée par des méthodes de référence approuvées ou par des méthodes donnant des résultats comparables, prouvés par l'inter-étalonnage avec des méthodes de référence appropriées."

156. Les critères provisoires proposés sont résumés dans le Tableau 15.

Tableau 15

Critères provisoires proposés de qualité du milieu pour les eaux à usage récréatif de la mer Méditerranée

<u>Para-</u> <u>mètre</u>	<u>Concentrations</u> <u>par 100 ml à ne</u> <u>pas dépasser</u>		<u>Nombre</u> <u>minimal</u> <u>d'échan-</u> <u>tillons</u>	<u>Méthode</u> <u>analytique</u>	<u>Méthode</u> <u>d'interprétation</u>
	<u>50%</u>	<u>90%</u>			
	<u>du temps</u>				
Coliformes fécaux	100	1000	10	Filtration sur membrane, milieu m-FC ou gélose incubée à $44.5 \pm 0.2^\circ\text{C}$ pendant 24 heures	Ajustement graphique ou analytique à une distribution de probabilité log-normale
Streptocoques fécaux	100	1000	10	Filtration sur membrane, gélose pour M-entéro-coccus incubée à $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ pendant 48 h	

157. Les chercheurs principaux des instituts collaborateurs de la phase pilote du projet MED POL VII ont recommandé à l'unanimité le critère proposé des coliformes fécaux. Eu égard aux résultats expérimentaux rassemblés au cours de la phase pilote, les streptocoques fécaux ont aussi été inclus dans les critères provisoires de qualité proposés.

158. Les critères provisoires OMS/PNUE proposés représentent une mesure importante pour assurer par la suite un niveau approprié de protection à ceux qui se baignent dans les eaux littorales de la Méditerranée. On peut les considérer comme des exigences temporairement appropriées, pouvant être appliquées dans tous les états méditerranéens en tant que garantie commune minimale. Sous réserve de la disponibilité de renseignements scientifiques et techniques complémentaires, les critères proposés doivent être examinés et révisés périodiquement comme il convient. De tels renseignements, que l'on prévoit obtenir en particulier par l'intermédiaire de MED POL Phase II, comprennent :

- des études épidémiologiques sur les baigneurs dans les eaux littorales de la Méditerranée afin d'évaluer les conséquences sanitaires de la baignade pour le public et comment elles sont associées à la qualité des eaux;
- des études complémentaires sur les procédés d'inactivation des micro-organismes fécaux dans la mer afin de mieux comprendre les paramètres régissant ces procédés et les principes techniques disponibles pour les faciliter;
- des études complémentaires sur la congruité et l'efficacité des méthodes analytiques pour détecter les indicateurs microbiens;
- un programme de contrôle de la qualité établi et appliqué par tous les laboratoires participant au programme de surveillance continue de MED POL Phase II afin d'assurer l'exactitude, la précision et la comparabilité des résultats des analyses microbiologiques;
- des études complémentaires pour savoir si d'autres indicateurs, tels que les Salmonelles et plusieurs virus entériques, peuvent être utilisés comme indicateurs valables, réguliers, représentatifs et pratiques de la qualité des eaux en ce qui concerne la pollution fécale.

159. Les méthodes de référence recommandées pour être adoptées quant aux critères proposés de qualité du milieu sont :

- PNUE/OMS : Numération des coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No.3, Rev.1, PNUE, 1983.
- PNUE/OMS : Numération des streptocoques fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de la pollution marine No.4, Rev.1, PNUE, 1983.

Raison d'être scientifique de l'établissement de critères de qualité du milieu pour les coquillages et les eaux conchylicoles en Méditerranée

160. Les plus grands risques pour la santé associés aux coquillages sont ceux provoqués par la consommation de coquillages crus pollués par des matières fécales. Il peut y avoir pollution des eaux conchylicoles par des micro-organismes pathogènes chaque fois que l'eau est contaminée par des selles, des exutoires d'eaux usées, des déversements de rivières pollués ou des écoulements de régions polluées. Les exutoires d'eaux usées constituent la source de pollution la plus importante des zones conchylicoles.

161. Les facteurs du milieu marin qui affectent la qualité sanitaire des coquillages peuvent être divisés en deux grands groupes : physiques et biologiques.

162. Les facteurs physiques suivants déterminent dans quelle mesure les zones conchylicoles sont affectées par la pollution :

- la situation des déversements d'eaux usées par rapport aux zones conchylicoles;
- la quantité et la concentration de l'effluent d'eaux usées;
- le type et le degré de traitement des eaux usées avant d'être déversées;
- les caractéristiques de dilution et de dispersion des eaux de réception.

163. Les facteurs biologiques suivants déterminent le degré de contamination des eaux conchylicoles et des coquillages :

- le contenu microbiologique des déversements d'eaux usées;
- la viabilité des différents micro-organismes dans la mer;
- les processus microbiologiques des coquillages;
- le développement des algues toxiques.

164. Le présent document ne traite que des critères de qualité du milieu applicables aux eaux conchylicoles, ne considérant que les aspects ayant rapport à la protection de la santé humaine.

165. Dans les pays méditerranéens où des critères de qualité du milieu existent et sont appliqués, des résultats satisfaisants ont généralement été obtenus en matière de protection de la santé humaine. Cependant, tenant compte a) du nombre relativement peu élevé de pays méditerranéens qui ont et appliquent réellement de tels critères et normes, b) du petit nombre de zones conchylicoles surveillées au cours du MED POL VII ainsi que de leur distribution géographique déséquilibrée, et c) du manque actuel d'information à l'intérieur de la région sur la relation existante entre la qualité de l'eau et les effets sanitaires, tout critère proposé à un niveau régional doit être de nature provisoire jusqu'au moment où des programmes de surveillance prolongés et des études épidémiologiques appropriées auront servi de base à des mesures définitives plus fixes.

166. Le développement des critères applicables aux zones conchylicoles de la Méditerranée doit être fondé sur des indicateurs qui sont :

- régulièrement et exclusivement présents dans les déchets fécaux en densités raisonnablement élevées;
- capables de survivre, dans une certaine mesure comme les organismes pathogènes qu'elles contiennent potentiellement, au traitement des eaux usées et à différents types de transport.

167. De plus, vu que de tels critères doivent être appliqués dans toute la Méditerranée, ils doivent être fondés sur :

- un nombre minimum d'indicateurs;
- un nombre simplifié et limité de méthodes analytiques;
- l'infrastructure et les installations disponibles dans chaque état méditerranéen.

168. Les pays où les zones conchylicoles sont couramment surveillées appliquent divers indicateurs. Ces indicateurs incluent les E. coli, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, Cl. perfringens et les Salmonelles. Cependant, dans certaines circonstances, telles que celles qui se produisent après un incident, une maladie qui touche les coquillages, la gamme de tests doit être élargie pour inclure les organismes pathogènes vraisemblablement impliqués : tels Salmonella typhi, d'autres espèces de salmonelles, V. parahaemolyticus et V. cholerae.

169. Eu égard au caractère universel des coliformes fécaux, ces indicateurs ont été retenus pour la surveillance courante. Cependant, toute surveillance pratique devrait comprendre d'autres indicateurs pratiques, existants ou nouveaux afin d'améliorer encore les résultats en choisissant constamment de meilleurs indicateurs, des méthodes simplifiées et des procédés plus économiques.

170. Les méthodes appliquées comprennent généralement la méthode NPP, la méthode FM et la méthode de numération totale sur plaque. De même, les milieux utilisés pour retrouver les indicateurs sont nombreux. Là encore, on vise à appliquer des méthodes de référence qui donneront les résultats les plus satisfaisants et que tous les intéressés de la région méditerranéenne utiliseront. A ce sujet, la méthode de référence actuelle recommandée pour être utilisée par les laboratoires de la Méditerranée est celle du NPP (PNUE/OMS, 1983d). Une méthode de référence utilisant la méthode FM est en cours de développement; des études sont actuellement en cours en ce qui concerne la comparabilité des deux méthodes.

171. L'harmonisation proposée des critères de qualité et de la méthodologie vise non seulement à les simplifier et les appliquer dans toute la Méditerranée, mais aussi à promouvoir la comparabilité, une évaluation uniforme, un échange de connaissances et d'expérience, une amélioration graduelle de l'approche et des résultats, le développement des méthodes de contrôle, et que les résultats soient certifiés et reconnus. Les critères de qualité provisoires devraient faire l'objet d'une révision et être complétés, afin de répondre aux exigences définies par les différentes espèces de coquillages et/ou conditions en mer Méditerranée.

172. A l'avenir, l'épuration des coquillages peut aussi être étendue à la Méditerranée. A ce sujet, il faudra développer et appliquer des critères de qualité pour l'eau de mer dans les réservoirs et les stations d'épuration. Il serait aussi nécessaire d'avoir là des critères de qualité applicables à la chair des coquillages.

173. Vue l'absence d'études épidémiologiques dans la région méditerranéenne sur lesquelles des critères pourraient s'appuyer, les critères provisoires proposés pour les eaux conchylicoles sont surtout fondés sur l'expérience

disponible dans certains pays européens et aux Etats-Unis. Il est projeté d'évaluer la validité de ces critères de qualité, en effectuant des études épidémiologiques appropriées qui devront être menées d'une des manières suivantes (OMS/PNUE, 1977a) :

- des modèles de prédiction;
- des études rétrospectives des cas déclarés ou des poussées épidémiques; et
- des études épidémiologiques et microbiologiques prospectives contrôlées.

174. Ces études sont destinées à la partie recherche du MED POL Phase II (Activité D). Suite à une telle évaluation, il faut confirmer les critères provisoires proposés y compris les mises au point qui s'avèrent nécessaires. L'étape suivante doit être d'établir des normes nationales fondées sur les critères. Là, il faut prendre une décision sur les "risques acceptables" de symptômes avec différents degrés de gravité ou de maladies spécifiques. Cette décision devra tenir compte des facteurs sociaux, économiques, politiques et sanitaires.

Critères de qualité du milieu proposés pour les coquillages et les eaux conchylicoles en Méditerranée

175. Se fondant sur les résultats et l'expérience rassemblés par le projet pilote commun OMS/PNUE sur le contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée (MED POL VII) et selon l'examen fait ci-dessus sur la raison d'être scientifique actuellement disponible, on propose comme critères OMS/PNUE de qualité du milieu applicables sur une base provisoire aux coquillages et aux eaux conchylicoles en Méditerranée que :

"Les eaux côtières de la Méditerranée seront considérées satisfaisantes et sans danger pour la conchyliculture si la concentration de coliformes fécaux (CF) d'échantillons d'eau représentatifs, prélevés mensuellement (en hiver) et bimensuellement (en été) ne dépasse pas 10 CF par 100 ml dans 80% des échantillons et 100 CF par 100 ml dans tous les échantillons. Les coquillages seront considérés comme propres à la vente directe au public en général et sans danger si les concentrations de CF dans la chair de coquillage représentatif, prélevée mensuellement (en hiver) et bimensuellement (en été) ne dépasse pas 2 CF par gramme (de poids de chair molle). Les coquillages avec des concentrations de 3 à 10 CF par gramme de chair devraient être temporairement interdits à la vente directe jusqu'à ce que la concentration de CF soit abaissée à au moins 2 CF par gramme de chair par des méthodes d'épuration appropriées. Les coquillages avec plus de 10 CF par gramme de chair devraient être interdits à la vente. La concentration en CF devrait être déterminée par les méthodes de référence approuvées ou par des méthodes donnant des résultats comparables, prouvées par l'inter-étalonnage avec des méthodes de référence applicables."

176. Les critères provisoires proposés sont résumés au Tableau 16.

Tableau 16

Critères provisoires proposés applicables aux coquillages et aux zones conchylicoles en mer Méditerranée

EAUX CONCHYLICOLES

<u>Paramètres</u>	<u>Concentration</u> <u>par 100 ml à ne</u>		<u>Fréquence</u> <u>d'échan-</u> <u>tillonnage</u> <u>minimale</u>	<u>Méthode</u> <u>analytique</u>	<u>Méthode</u> <u>d'interprétation</u>
	<u>pas dépasser</u> <u>80%</u>	<u>100%</u> <u>du temps</u>			
Coliformes fécaux	10	100	En hiver : mensuelle En été : bimensuelle	Filtration sur membrane milieu m-CF ou gélose incubée à 44.5±0.2°C pendant 24 h	Ajustement graphique ou analytique à une distribution de probabilité log-normale

CHAIR DES COQUILLAGES

<u>Paramètres</u>	<u>Concentration</u> <u>par gramme de</u>		<u>Fréquence</u> <u>d'échantillon</u> <u>minimale</u>	<u>Méthode</u> <u>analytique</u>	<u>Méthode</u> <u>d'interprétation</u>
	<u>chair</u>	<u>chair</u>			
Coli-formes fécaux	2	Vente autorisée	En hiver : mensuelle	Fermentation à tubes multiples et numération selon la méthode NPP (Nombre le Plus Probable). Milieu MacConkey incubé à 35±0.5°C pendant 24 h et ensuite à 44.5±0.2°C pendant 24 h	Par des résultats individuels, des histogrammes ou ajustement graphique d'une distribution de probabilité log-normale
	De 3 à 10 interdiction provisoire de la vente	10	En été : bimensuelle		
	Vente interdite				

177. Les critères proposés pour les coliformes fécaux ont été adoptés à l'unanimité par les chercheurs principaux des instituts collaborateurs du projet MED POL VII. Au cours de la phase pilote, les coliformes fécaux n'ont pas été les seuls étudiés mais les coliformes totaux, les streptocoques fécaux et les bactéries hétérotrophiques totales ont été incluses dans la liste des indicateurs obligatoires. De plus, Vibrio parahaemolyticus, les salmonelles et les virus entériques ont aussi été étudiés sur une base spontanée comme indicateurs fécaux possibles (OMS/PNUE, 1977b, 1980; PNUE, 1981).

178. En examinant les résultats obtenus par le programme de surveillance continue des coquillages, les chercheurs principaux participants ont approuvé que les paramètres microbiologiques obligatoires à utiliser pour la surveillance continue des coquillages doivent être limités aux coliformes fécaux et aux streptocoques fécaux (OMS/PNUE, 1980). D'un autre côté, d'autres indicateurs potentiels tels que les salmonelles et les virus entériques devraient être étudiés plus à fond.

179. Les méthodes de référence relatives aux critères de qualité du milieu recommandées pour être adoptées sont :

- PNUE/OMS : Numération des coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No.3, Rev.1, PNUE, 1983.
- PNUE/OMS : Numération des coliformes fécaux dans les bivalves par le test des tubes multiples. Méthodes de référence pour les études de la pollution marine No.5, Rev.1, PNUE, 1983.

180. Les critères provisoires OMS/PNUE proposés représentent une mesure importante pour assurer par la suite un niveau de protection appropriée aux consommateurs de coquillages cultivés dans les régions littorales de la Méditerranée. Ils pourraient être envisagés comme des exigences appropriées temporairement, pouvant être appliqués dans tous les Etats méditerranéens comme une protection commune minimale. Sous réserve de la disponibilité d'autres renseignements scientifiques et techniques, les critères proposés devront être révisés de façon périodique, comme il convient. De tels renseignements, prévus pour être obtenus en particulier par MED POL Phase II, comprennent :

- des études épidémiologiques sur les populations permanentes et saisonnières des régions littorales de la Méditerranée pour estimer les conséquences de la consommation de coquillages sur la santé publique;
- des études sur l'influence des processus naturels d'auto-épuration des coquillages sur l'accumulation des micro-organismes fécaux pour comprendre les paramètres régissant ces processus et évaluer le rapport entre la qualité des eaux de conchyliculture et la qualité de la chair des coquillages;

- des études supplémentaires sur la congruité et l'efficacité des méthodes analytiques pour détecter les indicateurs microbiens ainsi que sur l'influence du liquide intravalvaire sur les résultats analytiques;
- un programme de contrôle de qualité établi et appliqué par tous les laboratoires participants au programme de surveillance continue de MED POL Phase II, afin d'assurer l'exactitude, la précision et la comparabilité des résultats obtenus par les analyses microbiologiques; et
- l'évaluation systématique des données microbiologiques à la fois des eaux conchylicoles et de la chair des coquillages après celle faite sur les données obtenues au cours de MED POL VII qu'il faudrait continuer de préférence par un ajustement graphique d'une distribution de probabilité log-normale afin de pouvoir mieux comprendre les facteurs influençant la qualité de la chair des coquillages et des eaux conchylicoles de la Méditerranée.

MESURES PROPOSEES AUX PARTIES CONTRACTANTES EN VUE DE LEUR ADOPTION

181. Sur la base des résultats du MED POL VII (y compris l'évaluation de la qualité des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles en Méditerranée) et de l'analyse des réglementations actuelles nationales ou internationales relatives aux critères de qualité du milieu des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles de la Méditerranée, les propositions suivantes sont soumises au Groupe de Travail qui les étudiera afin que le PNUE les transmette aux Parties Contractantes.

- a) Adopter les critères provisoires OMS/PNUE de qualité du milieu proposés pour les eaux à usage récréatif, les coquillages et les zones conchylicoles (voir paragraphes 155 et 175) et les appliquer jusqu'à un certain point au moyen de mesures nationales appropriées juridiques et/ou administratives comme mesures minimales communes pour la protection du public en général.
- b) Adopter les méthodes d'étude de pollution marine sur lesquelles s'appuient les critères provisoires de qualité du milieu (voir paragraphes 159 et 179) comme méthodes de référence à utiliser pour ces critères.
- c) Comprendre, dans la mesure du possible, toutes les plages publiques à usage récréatif du littoral et les zones conchylicoles dans les programmes nationaux de surveillance continue dans le cadre de MED POL Phase II.
- d) Fournir au secrétariat de la Convention les informations les plus complètes possibles sur :
 - la législation et les mesures administratives actuelles sur les critères nationaux existant pour les eaux littorales à usage récréatif et les eaux conchylicoles;
 - les mesures prise sur a) et b) ci-dessus;

- les données appropriées de surveillance continue de c) ci-dessus.
- e) Continuer à donner plein appui à la composante de recherche et de surveillance continue de MED POL Phase II se rapportant à l'évaluation de la qualité du milieu des eaux à usage récréatif, des coquillages et des eaux conchylicoles (voir paragraphes 158, 173 et 180) en particulier pour :
- étudier la comparaison entre les différentes techniques analytiques des indicateurs microbiologiques principaux;
 - développer les techniques d'échantillonnage et d'analyse des organismes pathogènes dans les eaux littorales à usage récréatif et les eaux conchylicoles;
 - étudier la survie des organismes pathogènes dans l'eau de mer;
 - élargir le programme d'études épidémiologiques actuel pour obtenir l'information nécessaire sur le rapport existant entre la qualité de l'eau et les effets sur la santé.

REFERENCES

- Commission du Codex Alimentarius (1978). Codes d'usage international recommandés pour les mollusques (CAC/RCPl8-1978). 12^e Session, Rome, 17-18 avril 1978.
- Communauté Economique Européenne, CEE (1976). Directive du Conseil du 8 décembre 1975 concernant la qualité des eaux de baignade (76/160/CEE). Journal officiel des Communautés européennes No L31/1-4.
- Communauté Economique Européenne, CEE (1979). Directive du Conseil du 30 octobre 1979 relative à la qualité requise des eaux conchylicoles (79/923/EEC). Journal officiel des Communautés européennes No L281/47-52.
- FAO/UNESCO/IOC/WHO/WMO/IAEA/UNEP (1983). Co-ordinated Mediterranean Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL) Phase I. Programme description. UNEP Regional Seas Reports and Studies No.23, UNEP, Geneva.
- Gameson, A.H.L. and D.J. Gould (1975). Effects of solar radiation on the mortality of some terrestrial bacteria in seawater. In Discharge of Sewage from Long Sea Outfalls. IAWPRC, Pergamon Press.
- Geldreich, E.E. (1976). Faecal coliform and faecal streptococcus density relationships in waste discharge and receiving waters. CRC Critical Reviews in Environmental Control. pp 349-367.
- Kapuscinski, R.B. and Mitchell, R. (1981). Solar radiation induces sublethal injury in Escherichia Coli in seawater. Applied and Environmental Microbiology. 41, 3, pp. 670-674.
- Mahoney, P. and co-workers (1974). Australia Antigen: detection and transmission in shellfish. In Science, Vol. 183, pp. 80-81.
- Ministère de la Santé (1981). Promotion de la santé, Cahier No. 2. Direction générale de la Santé, France.
- Mitchell, R. and Chamberlin, C. (1975). Factors influencing the survival of enteric micro-organisms in the sea: an overview. In Discharge of Sewage from Long Sea Outfalls. IAWPRC, Pergamon Press.
- Mujeriego, R., Bravo, J.M., Pinas, M. and Sanchez Murias, B. (1980). Statistical variations of microbiological quality of coastal waters: regulatory implications. Proceedings of the Workshop on Pollution of the Mediterranean, Cagliari, 9-13 October 1980, pp. 49-60. CIESM, Monaco.
- OMS (1975). Directives et critères applicables à la qualité des plages et des eaux littorales utilisées à des fins de plaisance. Organisation mondiale de la Santé, Bureau régional de l'Europe, EURO 3125(1), Copenhague.
- OMS/PNUE (1976). Operational document for the Joint WHO/UNEP Coordinated Pilot Project on Coastal Water Quality Control in the Mediterranean. EHE/76.1.

OMS/PNUE (1977a). La pollution des eaux côtières - critères sanitaires et études épidémiologiques. Rapport d'une réunion d'un groupe d'experts organisée conjointement par l'OMS et le PNUE. Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1977b). Directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales. Rapport d'une réunion d'un groupe d'experts organisée conjointement par l'OMS et le PNUE. Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1978). Surveillance de la qualité des eaux côtières à usage récréatif et des parcs à coquillages. Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1979a). Principes et directives applicables au déversement de déchets dans le milieu marin. Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1979b). Deuxième rapport sur les zones côtières à usage récréatif et parcs à coquillages - surveillance et qualité (MED VII). Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1980). Troisième rapport sur la surveillance des zones côtières à usage récréatif et des parcs à coquillages (MED VII). Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

OMS/PNUE (1981). Le contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée : rapport final du Programme coordonné de surveillance et de recherche sur la pollution dans la Méditerranée (MED VII) (1976-1980). Bureau régional de l'Europe de l'OMS, Copenhague.

PNUE (1975). Rapport de la Réunion intergouvernementale sur la protection de la Méditerranée (UNEP/WG.2/5). PNUE, Genève.

PNUE (1979). Rapport de la Réunion intergouvernementale des Etats riverains de la Méditerranée chargée d'évaluer l'état d'avancement du Plan d'action pour la Méditerranée et Première Réunion des Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et aux protocoles y relatifs (UNEP/IG.14/9). PNUE, Genève.

PNUE (1980). Summary reports on the scientific results of MED POL. Document UNEP/IG.18/INF.3. United Nations Environment Programme, Geneva.

PNUE (1981). Critères relatifs à la qualité de l'environnement en Méditerranée (UNEP/WG.62/6). PNUE, Athènes.

PNUE (1982). Convention pour la Protection de la mer Méditerranée contre la pollution et les protocoles y relatifs. PNUE, Genève.

PNUE (1983). Long-term programme for pollution monitoring and research in the Mediterranean (MED POL) - Phase II. UNEP Regional Seas Reports and Studies No.28. UNEP, Geneva.

- PNUE/ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/OMS/AIEA (1983). Pollutants from land-based sources in the Mediterranean. UNEP Regional Seas Reports and Studies No.32. UNEP, Geneva.
- PNUE/OMS (1983a). Numération des coliformes totaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No. 2, Rev.1. PNUE, Genève.
- PNUE/OMS (1983b). Numération des coliformes fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No. 3, Rev.1. PNUE, Genève.
- PNUE/OMS (1983c). Numération des streptocoques fécaux dans l'eau de mer par la méthode de culture sur membrane filtrante. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No. 4, Rev.1. PNUE, Genève.
- PNUE/OMS (1983d). Numération des coliformes fécaux dans les bivalves par le test des tubes multiples. Méthodes de référence pour les études de pollution marine No. 5, Rev.1. PNUE, Genève.
- PNUE/OMS (1983e). Guidelines for monitoring the quality of coastal recreational waters. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 1. UNEP, Geneva. (In draft.)
- USEPA (1980). Health effects quality criteria for marine recreational waters. United States Environmental Protection Agency. Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio.
- Velescu, S. (1982). Indicateurs de pollution fécale dans les sédiments marins soumis aux influences anthropogènes. In ICSEM/UNEP Workshop on Pollution of the Mediterranean, Cannes, France. ICSEM Secretariat, Monaco.
- Volterra, L. and Aulicino, F.A. (1980). Indicators of faecal pollution in sediments. In ICSEM/UNEP Workshop on Pollution in the Mediterranean. Cagliari, Italy. ICSEM Secretariat, Monaco.
- Wood, P.C. (1976). Guide to shellfish hygiene. World Health Organization, Geneva.