

Programme coordonné de surveillance et de recherche
sur la pollution dans la Méditerranée
(MED VII) (1976-1980)

LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES EAUX CÔTIÈRES
EN MÉDITERRANÉE

Rapport publié sous le patronage conjoint
du Programme des Nations Unies pour l'Environnement
et de l'Organisation mondiale de la Santé



ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE
Bureau régional de l'Europe
COPENHAGUE

1983

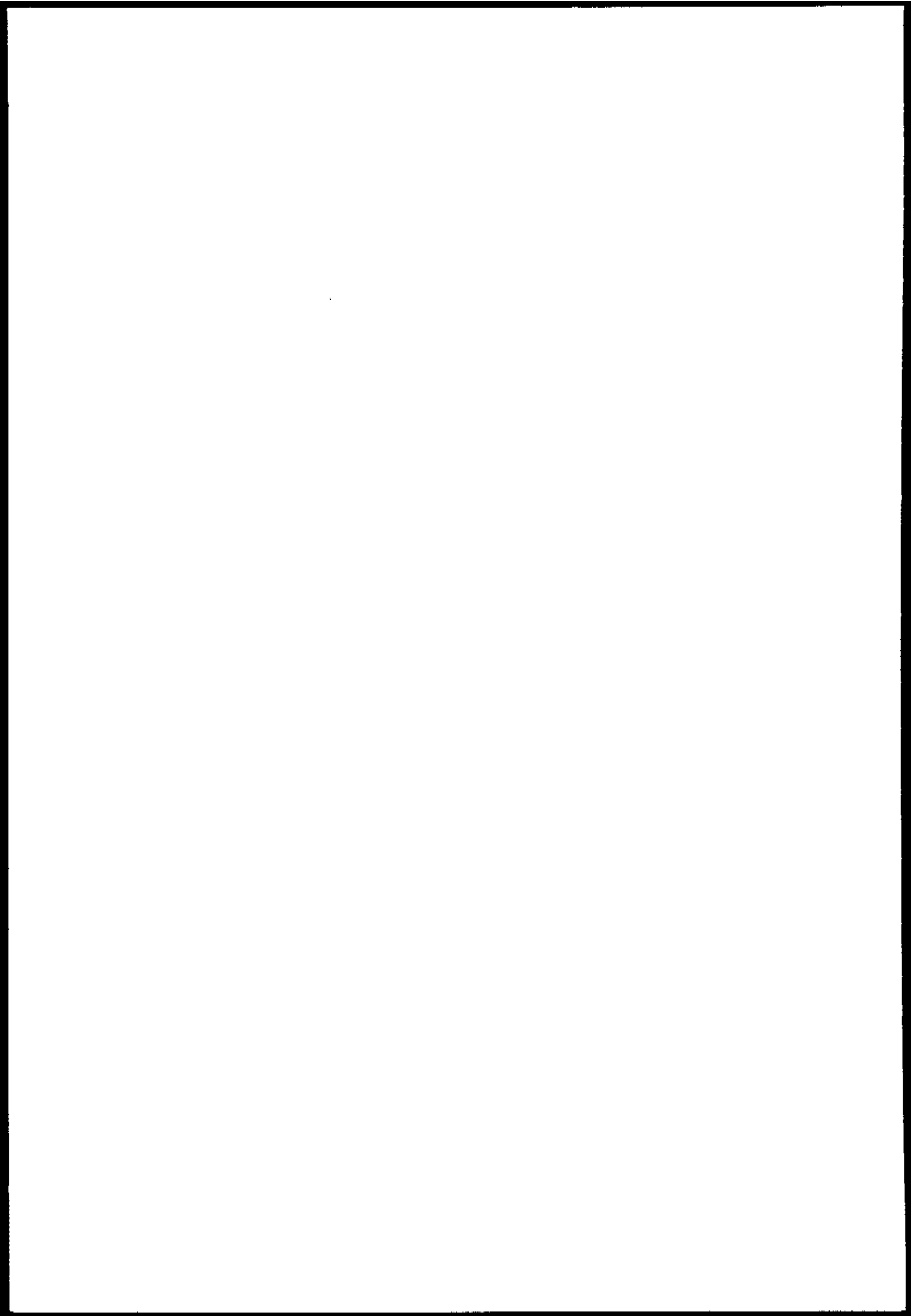
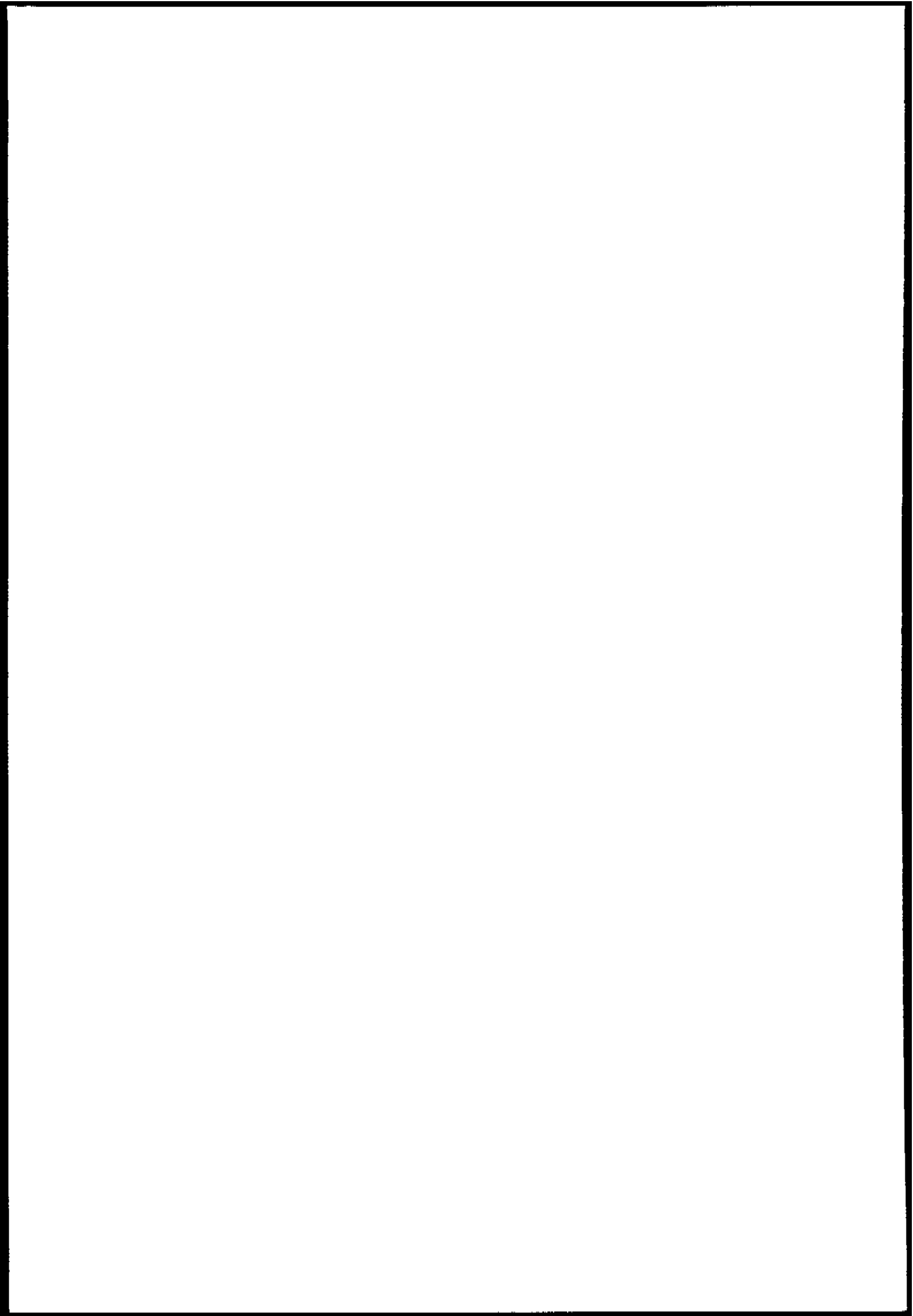


TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. Introduction	1
2. Surveillance de zones côtières sélectionnées	1
2.1 Laboratoires nationaux et zones surveillées	1
2.2 Méthodes et matériel utilisés	2
2.2.1 Surveillance des plages et des eaux à usage récréatif	2
2.2.2 Surveillance des crustacés	3
2.3 Résultats et leur interprétation	3
2.3.1 Paramètres étudiés	3
a. eaux à usage récréatif	3
b. zones de conchyliculture	5
c. poissons	5
2.3.2 Méthodologie et éléments nutritifs	6
a. eaux à usage récréatif	6
b. zones de conchyliculture	7
2.3.3 Critères de qualité	7
a. eaux à usage récréatif	7
b. coquillages	8
2.3.4 Analyse statistique	9
2.4 Programme pilote de contrôle de la qualité	9
3. Mise en marche et promotion d'études épidémiologiques	10
4. Principes et directives pour la surveillance de la pollution des eaux côtières	10
5. Elaboration et diffusion de documentation technique	11
6. Formation et assistance technique	12
7. Discussion et conclusions	13
7.1 Surveillance de zones côtières sélectionnées	13
7.2 Méthodes et matériaux	13
7.3 Critères et études épidémiologiques	14
7.4 Principes et directives concernant les mesures et la lutte contre la pollution des eaux	15
7.5 Formation	16
Références	17
Figure I	18
Figure II	19
Figure III	20
Figures IV, V, VI	21
Tableau 1	22
Tableau 2	24
Tableau 3	25
Tableau 4	26



1. Introduction

Une série de conférences a été réunie en 1974 et 1975 pour discuter le niveau de pollution en Méditerranée, ainsi que les méthodes et les moyens d'assurer les mesures nécessaires pour diminuer la pollution. Parmi les programmes proposés, certains ont été adoptés par la Réunion intergouvernementale PNUE sur la protection de la Méditerranée (Barcelone, janvier 1975) et approuvés par le PNUE.

Le programme coordonné PNUE de surveillance et de recherche sur la pollution dans la Méditerranée a résulté des décisions prises à la réunion ci-dessus. Il se compose essentiellement de sept projets pilotes concernant en général des études et la surveillance de base de divers polluants, et il concerne surtout les eaux côtières. La recherche concernant les effets des polluants sur les organismes marins et sur les espèces et les écosystèmes marins, les problèmes du transport côtier de polluants et de la qualité sanitaire des plages et des eaux côtières s'intègrent également dans ces projets.

Le projet pilote commun coordonné OMS/PNUE sur le contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée (MED VII) figure parmi ces sept projets. Il a pour objet principal d'évaluer les éventuels dangers sanitaires pour les eaux côtières de la Méditerranée, afin de permettre la conception rationnelle et l'application efficace de programmes nationaux de lutte contre la pollution côtière d'origine tellurique dans la Région.

En 1975, un document opérationnel mis au point par la Consultation d'experts OMS/PNUE sur le programme de contrôle de la qualité des eaux en Méditerranée (Genève, 1975), ((1) sur la liste de références), qui a constitué la base du programme du projet MED VII, est entré dans sa phase opérationnelle. Le projet, dont l'achèvement était prévu en mars 1981, a été mis en oeuvre en étroite collaboration avec le PNUE.

Les principaux éléments du programme de travail étaient les suivants :

- a) surveillance de zones côtières sélectionnées;
- b) mise en route et encouragement d'études scientifiques sur les preuves épidémiologiques des dangers pour la santé occasionnés par la pollution des eaux côtières;
- c) principes et directives de lutte contre la pollution des eaux côtières;
- d) développement et diffusion de documentation technique adéquate;
- e) formation et assistance technique.

Le présent document a pour but d'analyser, évaluer et discuter les résultats scientifiques, pratiques et théoriques des travaux effectués et mis en oeuvre depuis le début effectif du projet MED VII en juillet 1976, jusqu'à décembre 1980. Le programme de surveillance, qui constitue la plus importante et la principale activité scientifique du projet, fait l'objet d'une attention spéciale.

2. Surveillance de zones côtières sélectionnées

2.1 Laboratoires nationaux et zones surveillées

La surveillance s'est effectuée par l'intermédiaire d'un réseau de laboratoires nationaux collaborateurs, désignés par leurs gouvernements, et le choix et la désignation de zones côtières à surveiller ont été réalisés par les autorités nationales responsables. La figure I montre la répartition géographique des 30 organismes collaborateurs désignés par leurs gouvernements avec une indication approximative de leurs zones de surveillance respectives.

La surveillance comprenait deux aspects :

- a) surveillance des plages et des eaux de baignade;
- b) surveillance des eaux de culture des crustacés et de fruits de mer.

L'ensemble des 30 laboratoires collaborateurs désignés par les états riverains de la Méditerranée ont signé avec l'OMS un contrat décrivant en détail le travail et les études dont ils sont chargés dans le cadre du projet MED VII.

Les aspects du travail que chacun s'est engagé à réaliser sont les suivants :

- trois laboratoires collaborateurs s'en tiendront à la seule surveillance des crustacés;
- onze laboratoires collaborateurs surveilleront tant les eaux à usage récréatif que les crustacés;
- seize laboratoires collaborateurs surveilleront seulement les eaux à usage récréatif.

La figure I indique les laboratoires collaborateurs qui couvrent l'un ou l'autre des aspects ci-dessus ainsi que les laboratoires collaborateurs qui couvrent les deux aspects.

Les laboratoires collaborateurs représentent 14 pays méditerranéens sur un total de 18 (figure II). Ainsi les zones côtières de quatre pays n'étaient pas couvertes par le programme de surveillance. En outre, la répartition des organismes collaborateurs n'assurait pas une représentation harmonieuse de toutes les zones côtières.

2.2 Méthodes et matériaux utilisés

2.2.1 Surveillance des plages et des eaux à usage récréatif

Domaine

Tous les laboratoires collaborateurs ont adopté comme un impératif un système standard de surveillance qui constitue un programme minimum. Ce programme minimum pouvait être élargi à la discrétion, et suivant les besoins et l'intérêt des laboratoires collaborateurs individuels.

Le programme minimum visait à favoriser la similarité et comparabilité des résultats obtenus par les laboratoires collaborateurs dans les diverses zones étudiées.

La surveillance couvrait les plages, les eaux à usage récréatif et les sédiments au moyen de paramètres physiques, biologiques et microbiologiques.

Paramètres

Les paramètres relevés dans le programme minimum sur des prélèvements individuels étaient les suivants :

- pour les plages : le paramètre de l'aspect visuel conformément à un système de classification visuel uniforme (version modifiée du système de classification de Carber) a été appliqué;
- pour les eaux à usage récréatif : on a limité les tests microbiologiques aux indicateurs les plus communs de pollution fécale, c'est-à-dire les coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux;
- pour les sédiments : les tests microbiologiques ont été les mêmes que pour les eaux à usage récréatif;
- pour les effluents et les rivières : on prévoyait l'examen des eaux des principaux effluents et rivières se déversant dans la zone étudiée au moins pour la détection du BOD₅, des solides susceptibles de former des sédiments, et du débit du déversement. Les prélèvements devaient s'effectuer de la même manière que pour les eaux côtières.

Les paramètres appliqués dans le programme minimum pour décrire les conditions générales dans la zone de surveillance à l'époque des prélèvements étaient les suivants :

- conditions hydrographiques (température, degré de salinité, teneur en oxygène et turbidité de la mer);
- conditions dynamiques (état des marées, état des vagues, mesures des courants, dérives);
- observation visuelle de traces de pollution (couleur, décoloration, turbidités inhabituelles, odeur, nappes, écumes, traces flottantes, etc.).

Procédures de surveillance

Des principes et procédures communs de prélèvements et d'analyses dans les zones de surveillance ont été mis au point pour mieux assurer l'harmonisation et la comparabilité.

Emplacement des points de prélèvement

Les points de prélèvement et les points de référence ont été définis pour l'élément aquatique suivant un schéma convenu. Ils ont été identifiés et conservés pendant toute la durée du projet.

La fréquence des prélèvements était basée sur divers facteurs de première importance.

Méthodes analytiques

Compte tenu de la nécessité d'utiliser une méthodologie et des techniques analytiques susceptibles de faciliter la comparabilité des résultats, des directives et méthodes de références ont été planifiées et développées, en vue de leur application pendant toute la durée du projet. Le document opérationnel contenait déjà des dispositions à cet égard. Par exemple, il était spécifié que pour la détection de E. coli dans l'eau, seule la méthode du filtrage par membrane serait appliquée au cours de l'application du projet.

2.2.2 Surveillance des crustacés

Domaine

Là encore, il a été appliqué un système standard de surveillance constituant un programme minimum obligatoire pour tous les laboratoires collaborateurs qui participent à la surveillance des crustacés.

La surveillance couvrait les eaux de mer de conchyliculture, les fruits de mer et les sédiments provenant de bancs de crustacés.

Paramètres

Ils étaient les mêmes pour les eaux de culture, les fruits de mer et les sédiments en provenance de bancs de crustacés.

Les paramètres suivants s'inscrivaient dans le programme minimum obligatoire : coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux et bactéries hétérotrophes totales.

Procédures de surveillance

Là encore on s'est efforcé d'appliquer des procédures harmonisées afin de mieux assurer la comparabilité des résultats. Il était attendu de tous les laboratoires collaborateurs participant à la surveillance des crustacés qu'ils utilisent essentiellement le Guide to shellfish hygiene de P.C. Wood, OMS, Genève 1976, ((2) liste de référence).

Méthodes analytiques

De même, les méthodes d'analyse contenues dans le guide ci-dessus ont été citées comme exemples. Toutefois, et plus particulièrement, une méthodologie obligatoire a été mise au point et appliquée.

La fréquence des prélèvements dépendait de l'époque de l'année, de la saison légale de consommation et de la période de demande maximale. Là encore une méthode harmonisée a été suivie.

2.3 Résultats et leur interprétation

2.3.1 Paramètres étudiés

a) Eaux à usage récréatif

La grande majorité des laboratoires collaborateurs ont utilisé les trois indicateurs bactériologiques spécifiés : c'est-à-dire coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux inclus dans le programme minimum obligatoire.

De même, mais dans une plus faible mesure, les laboratoires collaborateurs ont surveillé, en plus des données bactériologiques, les températures de l'air, de la mer et des échantillons de température en cours de transport, ainsi que le degré de salinité.

Toutefois, seul un nombre relativement faible de laboratoires ont surveillé certains des paramètres décrivant les conditions générales de la zone de surveillance à l'époque des prélèvements. Ces paramètres concernaient les conditions météorologiques, hydrographiques et dynamiques et

l'observation visuelle des traces de pollution. Cette lacune était imputable surtout à la pénurie de moyens, de matériaux et de personnel nécessaires pour effectuer les mesures élémentaires en l'absence de services météorologiques spécialisés, ou de l'inexistence de cette information.

Deux laboratoires seulement ont effectué des tests d'apparence visuelle pour les plages. Quelques laboratoires collaborateurs ont surveillé des paramètres supplémentaires pour collecter un supplément de renseignements spécifiques ou pour développer de nouveaux paramètres plus sensibles et plus représentatifs de la pollution par les matières fécales. On procède actuellement dans ces laboratoires à l'étude d'éléments pathogènes tels que salmonella, shigella, vibrio cholerae et les virus entériques, d'autres micro-organismes comme les bactériophages, les bactéries qui croissent sur l'agar nutritif, V. parahaemolyticus, les dinoflagellés, et la numération des bactéries totales (tableau 1).

Les résultats jusqu'ici obtenus montrent qu'on a découvert des nombres plus élevés de coliformes totaux que de coliformes fécaux et d'entérocoques. On a toutefois remarqué que la numération des entérocoques a été invariablement la plus basse par rapport aux deux autres paramètres nécessaires. L'insuffisance de densité des streptocoques fécaux dans certaines eaux côtières pour constituer un bon paramètre d'évaluation de la contamination fécale est discutable.

Même si la concentration de coliformes totaux n'est pas nécessairement le meilleur indicateur de contamination de l'eau de mer par les matières fécales, certains résultats obtenus révèlent une corrélation étroite avec le lieu de décharge de matières fécales dans la mer ou de matières qui paraissent favoriser la survie et la reproduction de micro-organismes dans la mer.

D'autre part, les coliformes fécaux paraissent être l'indicateur le plus sensible au degré de contamination fécale provenant d'animaux à sang chaud dans la pollution des eaux usées et la dispersion autour des points de décharge des eaux usées.

Le rapport entre streptocoques fécaux et coliformes fécaux peut donner une indication plus précise de la nature de la contamination. Ce rapport peut souvent atteindre la proportion élevée de 0 à 1. Les différences de densité reconnues entre les coliformes et les streptocoques fécaux dans les matières fécales est un rapport unique et peut être utilisé pour définir des sources éventuelles de pollution. On peut prévoir un rapport entre coliformes fécaux et streptocoques fécaux dans les faeces humaines et les déchets ménagers supérieur à 4, tandis que ce même rapport entre coliformes fécaux et streptocoques fécaux dans les faeces des animaux de ferme, chats, chiens et rongeurs est inférieur à 0,7. Des rapports inférieurs à 0,7 sont également typiques des eaux de drainage de terrains de ferme, des opérations sur les lots d'aliments pour le bétail, et des écoulements d'eau provenant des orages.

L'expérience acquise jusqu'à présent montre que le test du coliforme fécal pourra remplacer, dans une large mesure, le paramètre du coliforme total lors des mesures de la qualité de l'eau dans les eaux à usage récréatif.

Toutefois, certains résultats montrent que les streptocoques fécaux sont un bon indicateur de pollution. Leur survie et la fréquence de leur découverte sont les mêmes que ceux des entérovirus avec $r = 0,913$ et des pointes de $r = 0,94$. On a également noté qu'en présence de déchets industriels alcalins chauds, on peut isoler de très nombreux entérocoques en l'absence de coliformes.

Dans l'une des études, l'analyse de la corrélation entre les diverses bactéries et les entérovirus a été réalisée. Les résultats avec les détails de la ligne de régression sont indiqués aux figures IV, V et VI. On a découvert une corrélation importante entre les rapports entre coliformes totaux et coliformes fécaux, coliformes totaux et streptocoques fécaux, et coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

Dans une autre étude, on n'a toutefois constaté aucune corrélation entre coliformes totaux ou coliformes fécaux et streptocoques fécaux (tableau 2).

En général, les bactéries entériques sont réduites dans la mer plus rapidement que les entérovirus. Toutefois les streptocoques laissent apparaître un taux d'extinction semblable à celui des entérovirus (figure III). C'est peut-être le signe que les streptocoques fécaux sont un indicateur utile du degré de contamination viral dans la mer.

Etant donné la relative sensibilité des indicateurs de pollution sélectionnés à l'environnement marin, il paraît conseillé d'étudier, pour l'utiliser éventuellement, un organisme plus approprié. C'est pourquoi on étudie dans ce but salmonella, E. coli, les bactériophages et les virus entériques. On n'a obtenu, jusqu'à présent, aucun résultat précis.

Alors que, d'après certaines études, le niveau de concentration microbienne dans la mer paraissait faible en été par rapport aux autres saisons, le contraire était observé pour les sédiments. Ceci est apparemment dû à l'augmentation de la durée du jour et du rayonnement solaire qui peut ne pas atteindre les sédiments.

Toutefois, d'autres études ont fait ressortir des valeurs moyennes plus élevées en été. Cette constatation a été attribuée à l'augmentation de la pollution côtière due au nombre de touristes/estivants logés le long de la côte.

Dans le document opérationnel, les paramètres nécessaires suivants sont proposés pour l'identification des effluents ou des décharges dans le cadre d'un programme minimum tel qu'il est mentionné à la section 2.2 : demande d'oxygène biochimique (BOD₅); solides susceptibles de se déposer (SS); et volume de la décharge.

Ces paramètres n'ont pas été largement appliqués, étant donné que dans certaines des régions surveillées il n'y avait ni effluents ni décharges importants à proximité. Toutefois, certains laboratoires collaborateurs ont estimé que les paramètres ci-dessus étaient insuffisants pour évaluer la pollution dans les rivières et les décharges. Ils ont proposé d'inclure également pH, COD et TSS (total des solides en suspension).

b) Zones de conchyliculture

Là encore, dans leur grande majorité, les laboratoires collaborateurs ont utilisé les quatre indicateurs bactériologiques, à savoir les coliformes totaux, E. coli, streptococcus faecalis et les bactéries hétérotrophes totales, compris dans le programme minimum obligatoire.

Dans une moindre mesure, les laboratoires collaborateurs ont inclus des paramètres physiques et chimiques comme la température, l'oxygène dissous et les facteurs météorologiques dans les paramètres surveillés. Là encore, c'était dû essentiellement à l'absence des moyens, du matériel et du personnel nécessaires.

On a découvert, parmi les résultats obtenus par l'un des laboratoires collaborateurs, que la possibilité d'apparition de V. parahaemolyticus dans les crustacés augmentait pendant les mois chauds et diminuait considérablement pendant les mois froids. Ceci paraît confirmer l'opinion bien établie que V. parahaemolyticus est un hôte naturel des eaux marines et n'a aucun rapport avec la pollution.

D'après l'expérience acquise au cours du projet MED VII, il semble que les plus importants paramètres dans la surveillance des crustacés soient les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. Leur importance est fonction des aspects hygiéniques et sanitaires du contrôle des crustacés. Toutefois, on a observé que si les streptocoques fécaux et les coliformes fécaux sont tous deux indicateurs de pollution fécale, la corrélation n'est pas toujours possible entre les valeurs de leurs analyses. Ainsi, on a découvert des valeurs élevées d'entérocoques dans les crustacés contenant peu d'E. coli par gramme de chair.

Le dépistage de salmonella dans les fruits de mer reçoit une certaine attention, et l'on envisage de l'inclure parmi les paramètres nécessaires.

La température de l'eau de mer, le degré de salinité et les précipitations par rapport à la date du prélèvement sont considérés comme les paramètres auxiliaires les plus importants et devraient être inclus parmi les paramètres nécessaires.

c) Poissons

Bien que le document opérationnel n'en fasse pas précisément état, des recherches ont lieu sur les poissons. Dans les eaux polluées, les poissons pourraient avoir une concentration de bactéries et de virus provenant de l'eau qui se trouve dans leurs organes et leurs muscles et présenter un danger pour la santé publique. Le résultat préliminaire effectué par l'un des laboratoires collaborateurs a révélé qu'avec une concentration de coliformes dans l'eau de $10^4/100\text{ml}$, et une numération de bactéries totales de $1 \times 10^5/\text{ml}$, on décelait des bactéries dans tous les organes des poissons y compris les muscles. La concentration dans les organes était plus forte que l'eau dans laquelle les poissons avaient vécu. Étant donné la corrélation entre la concentration de bactéries dans l'eau et la présence de bactéries dans les organes des poissons, on peut se demander si les poissons qui se sont développés dans des eaux contenant les concentrations recommandées de coliformes fécaux ne présenteraient pas un danger pour la santé publique.

2.3.2 Méthodologie et nutriments

a) Eaux à usage récréatif

Directives

Réalisant combien il est important de développer et de mettre en oeuvre des méthodologies et des matériaux similaires pour l'analyse des divers paramètres, le projet MED VII a inclus parmi ses premières activités la préparation et la distribution d'un document intitulé "Directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales" ((3) sur la liste de références). Ce document a été publié sous l'égide conjointe du PNUD et de l'OMS. Il visait à favoriser l'amélioration constante des capacités, de la comparabilité des résultats et d'un contrôle plus efficace de la qualité de l'eau. Le but principal était de parvenir à des références uniformes pour les aspects de surveillance du projet MED VII, et de favoriser davantage la comparabilité des résultats entre les laboratoires ainsi qu'éventuellement entre les organismes de contrôle nationaux et internationaux.

Les laboratoires collaborateurs ont décidé d'appliquer une méthodologie plus précise, s'ajoutant à ces directives, pour chacun des paramètres microbiologiques nécessaires, comme suit :

- i) le même milieu m-FC devrait être utilisé pour la numération des coliformes et des coliformes fécaux. La température d'incubation préconisée est égale à $35^{\circ} + 0,5^{\circ}\text{C}$ pour la numération des coliformes totaux et à $44,5^{\circ} + 0,2^{\circ}\text{C}$ (incubation au bain-marie) pour la numération des coliformes fécaux;
- ii) on devrait utiliser le milieu m-FC liquide (bouillon m-FC Difco N° 0883), et non une gélose, et l'acide rosolique, ce dernier étant préparé extemporané;
- iii) on donnera la préférence au filtre millipore HA (0,45 µm, 47 mm);
- iv) pour les streptocoques récaux, il conviendrait d'utiliser la gélose Difco pour M.-enterococcus et une température d'incubation de $35^{\circ} + 0,5^{\circ}\text{C}$.

Pour encourager à utiliser la méthodologie ci-dessus et les matériaux suggérés, chaque laboratoire a été pourvu d'un nutriment et d'équipement de base nécessaire pour la méthode de filtration sur membrane (le tableau 3 donne un aperçu des fournitures assurées).

L'adoption de la méthode de filtration sur membrane (MF) a causé certaines difficultés aux laboratoires qui appliquaient habituellement l'indice MPN (nombre le plus probable) mais certains ont décidé d'utiliser simultanément les deux méthodes, ce qui leur fournit une occasion de les comparer.

Jusqu'à présent, l'exercice ci-dessus a donné divers résultats contradictoires. D'après une étude, les deux méthodes ne différaient pas considérablement. Toutefois, dans d'autres études, les résultats de la méthode MPN donnaient des numérations plus élevées. Dans une autre étude encore, la comparaison entre les méthodes MPN et MF révélait une assez bonne corrélation ($r = 0,8$). Le tableau 4 contient la liste des laboratoires collaborateurs qui appliquent simultanément les méthodes MPN et MF. Il faudra d'autres recherches et de nouveaux résultats avant de pouvoir évaluer avec précision l'une ou l'autre des méthodes.

Un autre point soulevé par les laboratoires collaborateurs a été de savoir si les nutriments déposés pour les paramètres microbiologiques convenaient. L'expérience acquise au cours de la mise en oeuvre du projet MED VII par certains laboratoires collaborateurs a montré que le milieu adopté m-FC à la température d'incubation de 35°C pour la détermination des coliformes totaux ne donnait pas de résultats satisfaisants. Il a été suggéré à cet égard d'utiliser le bouillon M-Endo. Là encore, un complément d'expérience a été reconnu nécessaire avant de pouvoir prendre toute décision en la matière.

Stations de prélèvement

Il est spécifié dans le document opérationnel que les prélèvements doivent être effectués à une distance de 10 m de la laisse de basse mer. Cela présentait toutefois certaines difficultés surtout pour les laboratoires habituellement concernés par les paramètres microbiologiques et qui ne disposaient pas du bateau nécessaire pour les prélèvements. Diverses solutions ont été appliquées. Il a été décidé de maintenir la situation actuelle dans laquelle certains laboratoires collaborateurs prélèvent l'eau côtière au niveau du genou ou de la poitrine. Il a été cependant reconnu que les prélèvements effectués à proximité du rivage étaient exposés à un certain nombre

d'interférences d'origine locale, qui affectaient la qualité de l'eau côtière vérifiée. C'est pourquoi les résultats pouvaient différer de ceux qui étaient obtenus par les procédures consacrées. Il a été proposé d'encourager les laboratoires capables d'effectuer des prélèvements d'eau de mer tant sur le rivage qu'à une distance de 10 m à faire des études comparatives et à en communiquer les résultats en temps utile. Il a été entendu que la méthode de prélèvement appliquée serait décrite dans le plus grand détail. D'après les résultats attendus, le lieu de prélèvement pourrait être redéfini et aménagé suivant les besoins.

On a reconnu que le nombre de points de prélèvements ne devrait pas être nécessairement conforme à un plan pré-établi, mais devrait être limité au strict nécessaire. Les conditions locales existantes et les résultats obtenus jusqu'à présent pourraient aider à éliminer les points de prélèvements inutiles en allégeant le travail et en réduisant la charge financière.

b) Zones de conchyliculture

Directives

Là encore, pour renforcer l'harmonisation et la comparabilité des résultats, les laboratoires collaborateurs ont décidé d'utiliser la même méthodologie et les mêmes nutriments plus spécialement pour l'analyse des paramètres nécessaires. Les procédures suivantes ont été adoptées :

- pour l'eau d'aquaculture marine : les mêmes méthodes et nutriments que ceux qui ont été adoptés pour les eaux marines côtières devraient être appliqués.
- pour les fruits de mer : le MPN ou la méthode d'incorporation en gélose sur boîte de Pétri devraient être appliqués pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux, et la méthode d'étalement sur gélose (PP) pour les streptocoques fécaux.

Malheureusement, la plupart des instituts collaborateurs n'ont pas réalisé la standardisation et la méthodologie ci-dessus, ce qui affaiblit toute comparaison entre les résultats obtenus.

Alors qu'en général les nutriments proposés ont été utilisés, divers autres milieux ont été aussi mis en oeuvre. Un complément d'expérience et de résultat s'impose pour évaluer davantage la valeur respective des nutriments proposés et pour envisager leur changement ou leur maintien.

Stations de prélèvement

Les réseaux de prélèvement manquent d'uniformité. Leur densité et leur direction, et le nombre de points de prélèvement n'étaient pas conformes à certaines des directives générales. Des travaux et des études supplémentaires paraissent nécessaires pour étoffer ces directives et parvenir au système le plus économique qui fournirait en même temps le minimum indispensable de données pour permettre l'évaluation et la comparaison suffisante de la qualité des zones étudiées.

2.3.3 Critères de qualité

a) Eaux à usage récréatif

Le critère de la qualité de l'eau est un rapport exposition-effet quantifiable entre la densité d'un indicateur de l'eau concernée et les dangers possibles pour la santé humaine inhérents à l'utilisation de cette eau.

D'autre part, la norme de protection de la qualité de l'eau est un niveau maximum accepté pour la densité d'un indicateur de l'eau associé à des dangers inacceptables pour la santé. La notion d'acceptabilité implique la mise en cause de facteurs sociaux, culturels, économiques et politiques autant que médicaux.

Les critères de qualité des eaux à usage récréatif sont donc un rapport du type dose-réaction entre la maladie et la qualité de l'eau. Ils se traduisent en directives ou normes faisant suite à une décision concernant les "risques acceptables". La dernière décision a le caractère politique après la prise en considération des facteurs sociaux, économiques, politiques et sanitaires.

Les critères concernant les eaux à usage récréatif sont utilisés à plusieurs fins. Parmi les plus importantes figurent :

- i) les décisions concernant l'acceptabilité de plages actuelles;
- ii) les décisions concernant les autorisations d'établissement de nouvelles installations des plages à usage récréatif;
- iii) les critères de conception de systèmes de traitement et d'évacuation des déchets liquides.

Afin d'examiner les critères ci-dessus concernant les eaux à usage récréatif, le document opérationnel a prévu l'organisation d'une consultation d'experts. Ce groupe était destiné à entreprendre en particulier : la comparaison des diverses normes de qualité des eaux à usage récréatif et l'examen des critères de santé recommandés pour la qualité des eaux côtières pour la baignade. Il a été réuni à Athènes en 1977 et ses résultats ont été publiés, ((4) sur la liste de référence).

Après avoir examiné les données disponibles, la consultation d'experts est parvenue à la conclusion qu'il n'y avait jusqu'à présent aucune base permettant de recommander des changements de la conclusion à laquelle est parvenu le Groupe de travail OMS sur les Directives et critères applicables à la qualité des plages et des eaux littorales utilisées à des fins de plaisance (Bilthoven, 1974), à savoir :

"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 de concentrations régulièrement supérieures à 1000 E. coli par 100 ml."

Néanmoins, la consultation d'experts a élargi les critères ci-dessus. On a estimé que, s'il pouvait être justifié d'utiliser le critère plus indulgent des 1000 E. coli par 100 ml pour le contrôle de qualité des eaux à usage récréatif aux installations actuelles, il faudrait concevoir les nouvelles installations de manière à assurer une qualité plus élevée des eaux à usage récréatif. En outre, les décisions portant sur les critères applicables à la conception des systèmes de traitement et d'évacuation des déchets liquides, qui nécessitent de gros investissements et qui ont des répercussions à long terme sur la qualité de l'eau, devraient reposer le plus possible sur le critère plus strict de 100 E. coli par 100 ml.

La consultation d'experts a également estimé que les critères numériques devraient être définis statistiquement avec plus de précision, et elle a recommandé que le critère des 100 E. coli par 100 ml soit défini comme suit : pas plus de 10% d'au moins 10 échantillons consécutifs prélevés pendant la saison de la baignade ne devrait excéder 1000 E. coli par 100 ml.

Dans le projet MED VII les critères ci-dessus ont été considérés comme provisoires, à confirmer ou à réviser à la suite d'études épidémiologiques appropriées. Dans leur grande majorité, les résultats du programme de surveillance des zones étudiées dans le projet s'alignent sur ces critères provisoires, et ils ont donc été satisfaisants.

Les questions concernant les études épidémiologiques sur les dangers que la pollution des eaux côtières fait courir à la santé sont discutées plus amplement dans la section 3 de ce document.

b) Coquillages

On a d'abondantes démonstrations, sur le plan épidémiologique, d'une série de contaminations entériques, bactériennes et virales occasionnées par les fruits de mer consommés crus ou insuffisamment traités.

Il a été admis, pour les besoins du projet MED VII qu'il faudrait fixer des limites microbiologiques appropriées applicables aux deux premières phases d'évaluation de la qualité des coquillages (la zone de culture et leurs coquillages dans leur environnement naturel). Il est admis que pour évaluer pleinement la qualité des coquillages comme produit alimentaire, il faudrait examiner également les coquillages au cours des phases ultérieures de leur manutention (transport, traitement, commercialisation).

Compte tenu des critères déjà appliqués par plusieurs pays, les normes provisoires ci-après ont été recommandées :

i) pour les coquillages

- en termes de coliformes fécaux par gramme de fruit de mer :
 - 0-2 - vente autorisée
 - 3-10 - interdiction provisoire de la vente
 - au-dessus de 10 - vente interdite

ii) pour l'eau des zones de culture de coquillages

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

Là encore les résultats obtenus jusqu'à présent dans la surveillance des coquillages sont conformes aux critères provisoires, et donnent dans une large mesure des résultats satisfaisants.

2.3.4 Analyses statistiques

Des formules, tableaux et graphiques standards ont été mis au point pour faciliter l'enregistrement des données collectées et leur traitement d'une manière ordonnée.

Outre la classification des données primaires en fonction des variations saisonnières, des courants, des vents et autres facteurs, certains laboratoires collaborateurs ont utilisé des méthodes statistiques pour aider à résumer, à trier les faits ainsi qu'à déterminer les probabilités marquantes. Ces méthodes comprenaient la répartition des fréquences, le calcul de la variation moyenne et empirique, le test de procédure "t" et divers autres.

L'un des instituts collaborateurs a effectué une étude sur "La variation statistique de la qualité microbiologique des eaux côtières : conséquences sur le plan de la réglementation".

Cette étude fait ressortir notamment que :

- la qualité microbiologique des eaux côtières peut être convenablement interprétée par un modèle de distribution des probabilités normales;
- la conformité exacte avec toute norme de qualité de l'eau statistiquement exprimée nécessite la comparaison de deux probabilités de distribution et pas seulement de deux paires de fréquence;
- l'écart-type de trois indicateurs de concentration se rapproche assez sensiblement de celui qu'impliquent les critères provisoires de qualité des eaux côtières;
- l'écart-type d'une concentration d'indicateurs microbiens, à une station de prélèvements, est un paramètre utile et sensible pour dépister les sources intermittentes de pollution;
- l'estimation de l'écart-type provenant de série de fréquences de 12-14 située à l'extérieur de l'intervalle compris entre 1 et 3 peut être vraisemblablement rapportée à une station individuelle de prélèvement d'eau.

2.4 Programme pilote de contrôle de la qualité

L'application du projet MED VII a fait ressortir la nécessité d'élaborer un programme de la qualité en vue d'identifier une série de variables de laboratoire et de spécifier les pratiques essentielles de contrôle de la qualité de nature à garantir des productions actuelles et suivies de données fiables. Le programme de contrôle de la qualité aura pour objectifs :

- d'évaluer les performances et les lacunes des laboratoires;
- d'harmoniser les pratiques et de promouvoir leur comparabilité.

Cela représente pour l'analyse bactériologique l'inter-étalonnage qui est appliqué aux analyses physiques et chimiques.

Deux phases consécutives sont envisagées. La première correspond au contrôle de la qualité intérieure (test à l'intérieur du laboratoire). La deuxième s'applique aux tests entre laboratoires et comprend deux phases. Au cours de la première phase, des souches standard connues seront mélangées avec de l'eau de mer, soit chacune des souches séparément, soit selon des pourcentages variés, le résultat en sera mesuré au moyen des techniques standard dans les divers laboratoires. Au cours de la deuxième phase, les échantillons d'eau de mer seront mélangés avec des souches inconnues et le résultat en sera encore une fois mesuré par des techniques standard dans les différents laboratoires.

Le Centre d'activités régionales a décidé d'assumer la responsabilité de cette activité sur une base continue et de réaliser les travaux et la coordination nécessaires, à savoir :

- la préparation de souches standard et leur envoi à chaque laboratoire;
- la préparation d'échantillons pollués simulés;
- l'analyse d'échantillons simulés dans les laboratoires collaborateurs;
- la préparation et la distribution d'instructions aux laboratoires collaborateurs;
- la collecte des résultats obtenus par les laboratoires collaborateurs;
- l'élaboration de courbes de décomposition;

- la comparaison des résultats reçus avec ses propres résultats;
- la préparation du rapport final.

Il est prévu d'effectuer l'exercice ci-dessus à titre d'essai deux fois par an. Il devra commencer aussitôt que les fonds nécessaires seront disponibles.

3. Mise en marche et promotion d'études épidémiologiques

Les dangers pour la santé humaine qui résultent des eaux à usage récréatif sont causés soit par l'eau polluée que l'on avale, soit par son contact direct avec la peau. On dispose de preuves du lien entre la maladie et la baignade en eau polluée. Toutefois, de nouvelles études épidémiologiques s'imposent pour permettre de mieux vérifier et affirmer cette relation de cause à effet. Ces études devront avoir pour but de fournir la base de données nécessaires pour évaluer les effets sur la santé, et développer les critères de qualité de l'eau pour l'usage récréatif des eaux côtières de la Méditerranée.

C'est dans ce but qu'il a été confié à la consultation d'experts mentionnée au paragraphe 2.3.3 les buts ci-après :

- étudier les preuves épidémiologiques et les autres preuves sur lesquelles sont fondées diverses études des eaux à usage récréatif autour de la Méditerranée;
- recommander des programmes de recherche à long terme et court terme pour recueillir des données fiables permettant la prise de décisions de gestion.

La réunion a également recommandé qu'il soit procédé à des études épidémiologiques à long terme et à court terme. Elle a mis au point un modèle pour la conduite d'études prospectives épidémiologiques et microbiologiques du "type week-end" et un deuxième modèle pour la conduite d'études similaires portant sur des "groupes de vacances organisées".

La réunion a aussi recommandé d'effectuer de trois à quatre études épidémiologiques dans des zones typiques de la Méditerranée en appliquant, dans l'attente des résultats de ces études, les critères intérimaires proposés.

Malheureusement, les études recommandées n'ont pas eu lieu, faute du soutien financier nécessaire. Il n'est donc pas possible, actuellement, d'entreprendre la moindre révision des critères intérimaires de qualité des eaux.

4. Principes et directives pour la surveillance de la pollution des eaux côtières

Le document opérationnel a reconnu l'importance, la complexité et la nécessité d'une surveillance de la pollution des eaux côtières. La surveillance efficace de la pollution des eaux marines dépendra, en dernière analyse, de la transformation, de la réduction et de la dispersion des déchets déchargés et déposés dans la mer. Il sera nécessaire d'établir et d'appliquer une série de programmes locaux et régionaux de réduction de la pollution applicables aux principaux centres de population et industriels autour de la Méditerranée. De tels programmes devraient viser à la mise au point de vastes plans couvrant d'importantes zones géographiques.

La mise au point des programmes globaux et à long terme nécessaires, et la prise en considération de leur impact à court terme, exige une approche à plusieurs niveaux. Cela conduira à créer une hiérarchie de projets et de programmes individuels connexes, variant seulement par leur domaine, leur profondeur et leur détail. Il faut aussi veiller à l'adoption de mesures rapides et efficaces à l'échelon local, en fournissant en même temps le cadre nécessaire pour la coordination des activités.

C'est pour répondre aux besoins prioritaires des pays riverains de la Méditerranée que la mise au point de principes et de directives de gestion de la qualité des eaux côtières a été introduite dans le projet MED VII parmi ses principaux objectifs.

Un atelier sur la Surveillance de la pollution des eaux côtières a été réuni (Athènes, 1977) ((6) sur la liste de références), pour étudier la planification de la surveillance de la pollution marine et pour ébaucher un plan d'action conduisant à l'élaboration d'un code modèle des pratiques d'évacuation des déchets liquides dans la Méditerranée.

Entre autres propositions, l'atelier a suggéré d'esquisser le contenu d'un code des pratiques en matière de surveillance de la pollution côtière dans la Méditerranée, qui serve de guide à la préparation des différentes sections du code.

Etant donné l'importance prioritaire de la pollution d'origine tellurique, le PNUE, en collaboration avec l'OMS et avec l'assistance des experts nationaux sur la Méditerranée, a mis au point un Protocole pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique. ((7) sur la liste de références).

Pour aider les autorités nationales responsables à négocier et, le cas échéant, à appliquer le protocole, il a été préparé et publié sous l'égide conjointe du PNUE et de l'OMS un ouvrage intitulé "Principes et directives applicables au déversement de déchets dans le milieu marin". ((8) sur la liste de références).

Les éléments contenus dans la publication ci-dessus peuvent servir dans plusieurs activités en cours et planifiées du Plan d'Action en Méditerranée et surtout pour la mise au point d'un modèle de code des pratiques de gestion des déchets d'origine tellurique. En fait, le contenu du document ci-dessus mentionné couvre une partie de l'ébauche d'un code des pratiques de surveillance de la pollution côtière comme l'atelier l'a proposé.

Après l'accord sur le protocole, on s'attend à ce que les principes et directives constituent un premier instrument de son application.

5. Elaboration et diffusion de documentation technique

Un travail considérable a été effectué ces récentes années dans divers domaines de gestion de la pollution marine tels que les critères, les normes, la surveillance, le contrôle, etc. Une documentation correspondante a été portée à l'attention des principaux chercheurs participant au projet MED VII ainsi qu'à d'autres organismes et services publics dans la région de la Méditerranée. Toutefois, on s'est particulièrement efforcé de ne pas copier aveuglément les résultats des travaux entrepris en divers lieux, en adaptant plutôt l'expérience acquise aux conditions et aux besoins spécifiques de la région.

Réunions annuelles des principaux chercheurs

Pendant toute la durée d'application du projet MED VII, des réunions annuelles avec les principaux chercheurs ont été organisées. Elles se sont révélées un forum des plus efficaces où l'analyse des connaissances et de l'expérience actuelles, et leur adaptation aux besoins et conditions de la région de la Méditerranée pouvaient s'effectuer avec un succès exceptionnel.

S'ajoutant à l'action sélective ci-dessus pour la promotion des connaissances scientifiques, les réunions périodiques sont devenues un moyen efficace de diffusion et d'échange de connaissances et d'expérience. En outre, les contacts entre les principaux chercheurs n'ont pas été limités aux réunions, mais se sont étendus de façon à inclure les contacts individuels et personnels concernant des questions techniques. Il est devenu le premier pas pratique vers la collaboration étroite indispensable entre les états méditerranéens pour la réussite de l'évaluation et de la protection harmonisées de l'environnement marin et de la région côtière.

Le caractère éducatif de ces réunions annuelles n'a pas été moins important. Elles ont fourni une tribune où des questions étaient soulevées et des réponses données et discutées, où des problèmes étaient présentés et leurs solutions élaborées.

Au cours de ces réunions, le travail en cours a été présenté, discuté, analysé et évalué. Des directives pour l'avenir du projet étaient envisagées et leur élaboration suivait en conséquence. On y élaborait des plans non seulement pour l'avenir immédiat, mais également pour les années à venir. Enfin, elles ont fourni un forum où l'on pouvait discuter tout problème relatif au contrôle de la qualité des zones côtières et où l'on pouvait présenter des recommandations sur n'importe quel sujet approprié. Certaines recommandations prioritaires seront discutées dans la dernière section du rapport, intitulée "discussion et conclusions".

Les rapports sur les réunions annuelles des principaux chercheurs réunis conjointement par l'OMS et le PNUE ont été imprimés et diffusés ((9, 10, 11, 12) sur la liste de références).

Réunions techniques et documentation correspondante

On trouvera ci-dessous une liste générale de diverses réunions et publications techniques déjà mentionnées dans les sections appropriées.

- i) Groupe d'experts sur les directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales (Rovinj, 1977), ((3) sur la liste de références). Voir section 2.3.2(a).

L'élaboration des directives a eu pour objet de compléter le document opérationnel et de satisfaire les besoins des participants au projet MED VII dans leurs activités de surveillance.

Le premier projet, rédigé par un consultant de l'OMS, a été ensuite revu et adapté par le groupe d'experts, et par la consultation d'experts à mi-projet, ((9) sur la liste de références). Les directives sont provisoires et devraient être révisées au fur et à mesure que la nouvelle expérience acquise justifie les changements nécessaires.

- ii) Groupe d'experts sur la pollution des eaux côtières, critères sanitaires et études épidémiologiques (Athènes, 1977), ((4) sur la liste de références). Voir section 2.3.3(a).

Cette activité avait pour principaux objectifs d'examiner les critères relatifs aux effets sanitaires, aux directives et aux normes en rapport avec les eaux côtières à usage récréatif, de préparer des recommandations pour la mise au point d'études épidémiologiques à long et à cours terme pour aboutir aux critères désirés, et de proposer des critères intérimaires.

La tâche proposée a été effectuée par le groupe d'experts. Cette réunion a abouti principalement à l'élaboration des critères intérimaires pour la qualité des eaux côtières à usage récréatif, qui ont servi pendant la durée du projet, ainsi qu'à l'élaboration de deux types de protocole pour la réalisation d'études épidémiologiques.

Les critères intérimaires n'ont pas été révisés, et les études épidémiologiques proposées n'ont pas été achevées aussi n'avait-on pas de données pour cette révision.

- iii) Conférence-atelier sur la lutte contre la pollution des eaux littorales (Athènes, 1977), ((6) sur la liste de références). Voir section 4.

La conférence-atelier a reconnu la nécessité urgente d'informer les gouvernements de l'expérience acquise et des méthodes éprouvées susceptibles de faciliter l'adoption de décisions au niveau national.

Il est reconnu par ailleurs que les problèmes de pollution côtière en Méditerranée ont certains facteurs communs justifiant la mise au point d'une doctrine et d'une méthode communes à l'égard des objectifs et des moyens pour y parvenir. Il faut assurer l'harmonisation des efforts par l'élaboration d'un code modèle des pratiques pour l'évacuation des déchets liquides en Méditerranée.

- iv) Principes et directives applicables aux déversements de déchets dans l'environnement marin, ((8) sur la liste de références).

Cette publication vise à aider les autorités nationales responsables à mettre en oeuvre le protocole pour la protection de la Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique.

Bulletin périodique

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un document purement technique, ce bulletin, publié par le centre d'activités régionales a beaucoup contribué à la diffusion d'information technique et autre. Il est un complément utile aux contacts rendus possibles par les réunions annuelles ainsi qu'à la correspondance occasionnelle avec ou entre les laboratoires collaborateurs.

6. Formation et assistance technique

La formation et l'assistance technique faisaient partie des activités qu'on avait décidé d'inclure dans les travaux du projet MED VII. Leur contribution aux résultats scientifiques, bien qu'indirecte, n'en a pas été moins importante et efficace.

Sur le plan technique, le mode de formation le plus agréable, utile et acceptable pour les laboratoires a été la formation "en cours d'emploi". Là, le contact direct entre les parties concernées, les aspects concrets s'offrant à la discussion et la méthode directe sur le terrain ont été autant de points positifs concernant l'efficacité de la méthode de formation en cours d'emploi. En outre, ce mode de formation a renforcé et multiplié les contacts entre les laboratoires et les scientifiques.

Les aspects de la formation inclus dans les réunions annuelles des principaux enquêteurs ont également été importants et réussis sur le plan scientifique. L'échange de vues et de connaissances, la discussion portant sur les rapports sommaires des laboratoires collaborateurs, les opinions de la majorité, les résultats contradictoires d'analyses de laboratoire contenaient un

élément de formation de grande valeur. Cette appréciation a été partagée par les laboratoires collaborateurs qui, lorsqu'un choix leur était offert, ont exprimé leur préférence pour l'organisation d'un séminaire plutôt que d'un cours de formation.

L'assistance en matériel et en équipement s'est composée essentiellement des fournitures de base nécessaires à tous les laboratoires collaborateurs (tableau 4) pour appliquer la méthode d'analyse microbienne MF. Ceci a considérablement aidé à utiliser la même méthode et le même nutriment, facilitant ainsi la comparabilité, et a stimulé aussi l'exercice d'initiatives parallèles avec des méthodologies différentes et la comparaison qui en découlait.

7. Discussion et conclusions

7.1 Surveillance de régions côtières sélectionnées

La désignation par les états riverains de la Méditerranée d'instituts collaborateurs et la sélection ultérieure de régions côtières à surveiller n'a permis une représentation équilibrée ni des pays méditerranéens ni des régions côtières qui les entouraient. Il faudrait combler ces lacunes pour assurer la poursuite planifiée de l'activité de surveillance dans tout programme futur.

Les régions à surveiller devraient répondre à des caractéristiques bien définies pour la réalisation des objectifs de base suivants :

- i) fournir un tableau bien équilibré de la région méditerranéenne dans son ensemble;
- ii) ouvrir essentiellement les lieux caractérisés par de relativement importantes concentrations démographiques et industrielles;
- iii) couvrir suffisamment les régions côtières à taux de fréquentation élevé à des fins récréatives et exposées à la pollution d'origine tellurique;
- iv) couvrir d'importantes régions de culture de coquillages exposées à la pollution d'origine tellurique.

Toute proposition de surveillance de la qualité des régions côtières devra porter non seulement sur la qualité du point de vue bactériologique, comme dans le projet MED VII, mais également sur tous les paramètres importants et nécessaires physiques, chimiques, bactériologiques et les autres paramètres de qualité.

En proposant un futur programme de surveillance de la qualité des régions côtières, on s'appliquera à inclure la surveillance des sources de pollution d'origine tellurique, c'est-à-dire des rivières, des déversements d'importantes décharges d'égouts municipaux, des écoulements d'ensembles industriels et de toutes autres sources capables d'affecter considérablement la région de surveillance sélectionnée.

7.2 Méthodes et matériaux

Tandis que les chercheurs principaux reconnaissaient qu'il fallait maintenir les paramètres nécessaires utilisés jusqu'à présent pour les eaux côtières à usage récréatif, ils suggéraient d'autre part l'abandon à l'avenir du nombre total de coliformes pour la surveillance normale. Néanmoins, les coliformes totaux pourraient servir d'indicateur dans les eaux plus propres. Ainsi, les coliformes et les streptocoques essentiellement fécaux seraient retenus comme paramètres bactériologiques nécessaires.

Pour la surveillance des coquillages, on estime qu'on pourrait ramener à deux seulement les quatre paramètres bactériologiques nécessaires, soit les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les bactéries hétérotrophiques, ce qui laisserait les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

Etant donné la difficulté qu'un certain nombre de laboratoires éprouve à surveiller tous les paramètres météorologiques, hydrographiques, dynamiques et visuels inclus dans le programme minimum nécessaire, il faudra de nouvelles études pour les simplifier ou les limiter à un strict minimum nécessaire.

Pour les zones de conchyliculture, les paramètres physiques et chimiques peuvent ne pas avoir une grande importance pour la surveillance normale. Toutefois cette opinion rend nécessaire un complément de recherche car elle n'est pas partagée par tous les instituts collaborateurs. L'importance du dépistage des Salmonelles dans les coquillages et son inclusion dans le programme

minimum est à l'étude. Toutefois, il faudra encore une étude plus approfondie avant de pouvoir recommander son inclusion dans le programme minimum nécessaire.

Les résultats de la comparaison entre la méthode MF nécessaire et la méthode MPN que plusieurs laboratoires effectuent actuellement, éclaircira cette question. D'après des lectures préliminaires, les résultats semblent comparables.

S'agissant des milieux, on a découvert dans une certaine mesure que le bouillon m-FC pour la détection du nombre total de coliformes dans l'eau de mer provoque certaines difficultés d'interprétation des résultats. Une étude comparative basée sur le recours au bouillon m-Endo ou la gélose se déroule pour trancher la question.

Pour le moment, aucun changement n'a été décidé à l'égard des méthodes nécessaires et des milieux de culture établis pour vérifier les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques.

Bien qu'il s'agisse d'un important indicateur de pollution, la surveillance des sédiments aquatiques n'est pas incluse dans le programme minimum nécessaire. C'est à cause de difficultés que les laboratoires collaborateurs ont eu à faire ce genre de prélèvements. Ils sont toutefois encouragés à effectuer des collectes et des analyses de sédiments.

Les stations de prélèvement situés près du littoral soulèvent quelques problèmes. Une proposition d'étude comparative qui serait effectuée par les laboratoires collaborateurs pourrait résoudre les incohérences actuelles des modes de prélèvement, actuellement effectués à hauteur de genou, ou de poitrine ou à dix mètres de distance de la laisse de basse mer.

Le projet MED VII n'a pas été un exercice effectué une fois pour toutes pour aboutir à des règles et procédures rigides de création et la gestion d'un réseau de surveillance nécessaire pour évaluer la pollution et fournir l'information permettant de la mesurer et de lutter contre elle. Au contraire, il visait à instaurer une méthode dynamique en même temps que souple permettant d'améliorer l'efficacité et la qualité des travaux effectués en les accroissant. C'est pourquoi, dans toute proposition de programme de continuation à long terme, l'élément de recherche élémentaire inclus dans la phase pilote devrait être renforcé et poursuivi.

En examinant la question ci-dessus, les participants du projet MED VII ont recommandé les travaux de recherche ci-après en leur accordant un degré élevé de priorité :

- i) l'isolement de bactéries pathogènes et d'entérovirus humain, et leur survie dans l'eau de mer;
- ii) la surveillance de la présence de bactéries pathogènes dans les poissons;
- iii) l'étude de certains micro-organismes tels que Pseudomonas aeruginosa et Vibrio parahaemolyticus comme nouveaux paramètres;
- iv) la surveillance de pathogènes comme bactéries indicatrices dans les coquillages et les zones de conchyliculture.

7.3 Critères et études épidémiologiques

Le projet MED VII s'est limité à établir deux critères intérimaires, l'un pour les eaux à usage récréatif et l'autre pour les coquillages (zones de conchyliculture et fruits de mer). Il conviendrait de les traduire en normes et directives. A cette fin, une décision sur "risque acceptable" de symptômes de divers degrés d'intensité ou de maladies spécifiques est nécessaire. De semblables décisions concernant les programmes de lutte contre la pollution permettant d'atteindre ces normes ont un caractère essentiellement politique. Il faudrait toutefois renforcer ou modifier les critères intérimaires faisant suite à des études épidémiologiques, qui devraient indiquer le rapport du type dose-réaction entre la maladie et la qualité de l'eau.

Le manque de soutien nécessaire n'a pas permis de réaliser les études épidémiologiques proposées. Celles-ci sont toutefois indispensables et il faudrait les intégrer dans des programmes futurs pour donner aux critères intérimaires la valeur qui leur revient et pour permettre d'envisager des normes.

Les travaux ultérieurs en vue d'élaborer des critères sélectionnés de qualité de l'environnement devraient être inclus dans toute proposition de programme à long terme.

7.4 Principes et directives pour la lutte contre la pollution des eaux littorales

A la suite des progrès réalisés dans la surveillance et l'évaluation de la pollution, il est temps de passer de la surveillance à la lutte contre la pollution. Comme il a été mentionné, un protocole pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique, ((7) sur la liste de références), a été adopté récemment par les pays de la Méditerranée. Ceci fournit une base légale pour l'élaboration et l'application d'un programme de lutte contre la pollution.

Le plan d'action recommandé pour l'élaboration d'un modèle de code pratique servirait de base à un tel programme de lutte.

Le code pratique traiterait les points suivants :

- i) les systèmes d'information pour la lutte contre la pollution côtière.
- ii) les critères de conception de systèmes de collecte, de traitement et d'évacuation des eaux usées, y compris leur réutilisation;
- iii) la conception de systèmes de collecte, de traitement et d'évacuation;
- iv) l'évaluation de l'impact sur l'environnement;
- v) les aspects administratifs, financiers et connexes.

Une partie du modèle de code pratique a déjà été rédigée et incorporée dans les principes et directives applicables aux déversements de déchets dans le milieu marin.

D'autres études et activités devraient être encouragées pour la lutte contre la pollution en Méditerranée et il faudrait les intégrer dans une proposition de programme à long terme. On devra stimuler les activités locales et nationales, qui aideront à l'étude et à l'évaluation de méthodes de lutte contre la pollution des eaux côtières dues aux déversements d'égouts municipaux. On devra également se préoccuper du manque actuel de personnel qualifié nécessaire et de sa formation.

Les pays intéressés devraient étudier l'élaboration de procédures administratives permettant d'assurer la coordination nécessaire pour l'application d'une solution efficace. On devra examiner aussi les besoins correspondants en main-d'oeuvre et structure. Il faudrait développer les pratiques administratives telles que l'octroi des licences individuelles appropriées et les introduire partout où il convient. Ces dernières devraient être conformes aux exigences du protocole.

L'impact éventuel sur l'environnement des nouvelles installations autour de la mer Méditerranée devrait être étudié. Plusieurs des tâches ci-dessus pourraient faire appel à la coopération internationale lorsque les pays intéressés devront appliquer conjointement les programmes nécessaires proposés.

Ces programmes peuvent concerner :

- la préparation d'inventaires détaillés de sources de pollution et l'évaluation des volumes de déchets parvenant en mer Méditerranée (le recours à une méthodologie commune assurerait la comparabilité des résultats);
- la préparation de systèmes de prélèvement et de procédures d'analyse pour la surveillance des effluents municipaux et industriels;
- surveillance des effluents des rivières, et particulièrement de celles qui sont le plus polluées et l'élaboration d'une méthodologie de mesures standardisées, ainsi que le traitement des données et le contrôle de la qualité analytique.

L'élaboration d'un modèle de code pratique, déjà mentionnée, pourrait également s'insérer dans cette catégorie.

Il faudrait poursuivre et même intensifier l'élaboration et la diffusion d'une documentation technique. En fait, l'adoption du protocole augmentera considérablement les activités de lutte et de gestion. Il sera nécessaire de préparer plusieurs guides, codes pratiques et autres manuels similaires pour favoriser l'harmonisation et la mise au point d'une méthode standardisée, ce qui augmentera d'autant la comparabilité des résultats.

7.5 Formation

Malgré sa réussite, l'élément formation a été trop faible. Il faudrait lui donner un essor accru, puisqu'aussi bien le protocole ci-dessus mentionné nécessitera sans aucun doute la formation d'un nombreux personnel technique à des niveaux divers et appartenant à des disciplines diverses.

Les résultats substantiels et le rôle multiple réussi obtenu grâce aux réunions occasionnelles sont un encouragement à les continuer à l'avenir. Toutefois, étant donné le champ élargi de toute proposition de programme à long terme, il faudrait que les diverses disciplines soient représentées lors des réunions périodiques.

Références

1. OMS/PNUÉ - Programme de contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée. Genève, 1976 (EHE/76.1).
2. WOOD, P.C. - Manuel d'hygiène des fruits de mer. Genève, OMS, 1976 (Publications offset, No. 31).
3. OMS/PNUÉ - Directives applicables à la surveillance sanitaire de la qualité des eaux littorales. Copenhague, 1972.
4. OMS/PNUÉ - La pollution des eaux côtières, critères sanitaires et études épidémiologiques. Copenhague, 1977.
5. OMS, Bureau régional de l'Europe - Directives et critères applicables à la qualité des plages et des eaux littorales utilisées à des fins de plaisance. Copenhague 1975.
6. OMS/PNUÉ - Lutte contre la pollution des eaux littorales. Copenhague, 1977.
7. PNUÉ - Conférence de plénipotentiaires des états côtiers de la région méditerranéenne sur la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique. (Athènes, 1980). Acte final et protocole. New York, Nations Unies, 1980.
8. OMS/PNUÉ - Principes et directives applicables aux déversements de déchets dans le milieu marin. Copenhague, 1979.
9. OMS, Bureau régional de l'Europe - Projet pilote commun OMS/PNUÉ sur le contrôle de la qualité des eaux côtières en Méditerranée (MED VII) consultation d'experts à mi-projet. Copenhague, 1977.
10. OMS, Bureau régional de l'Europe - Premier rapport sur les zones côtières à usage récréatif et les parcs à coquillages - surveillance et qualité. Copenhague, 1978.
11. OMS, Bureau régional de l'Europe - Deuxième rapport sur les zones côtières à usage récréatif et les parcs à coquillages - surveillance et qualité (MED VII). Copenhague, 1979.
12. OMS, Bureau régional de l'Europe - Troisième rapport sur les zones côtières à usage récréatif et les parcs à coquillages - surveillance et qualité (MED VII). Copenhague, 1980.

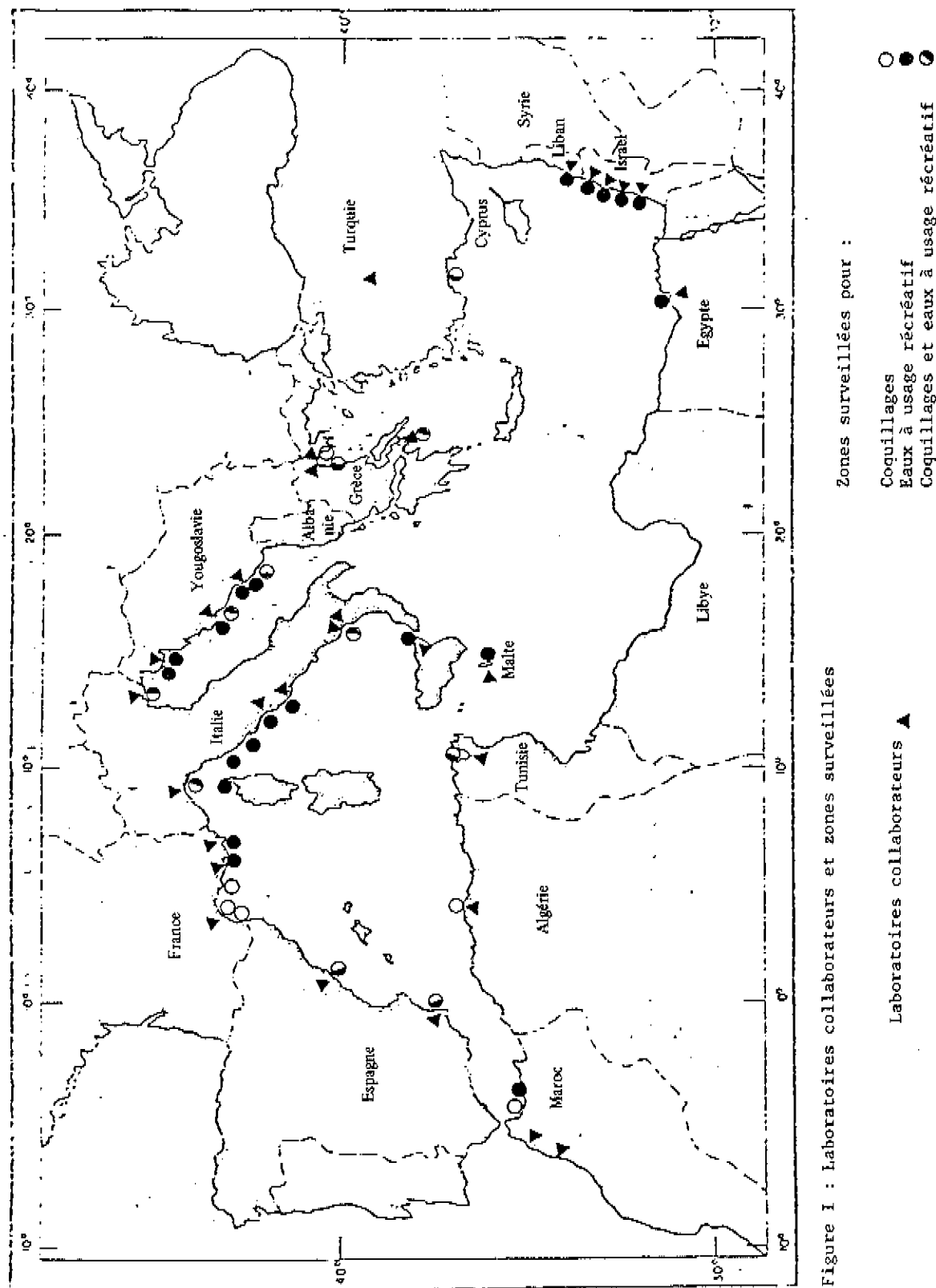


Figure 1 : Laboratoires collaborateurs et zones surveillées

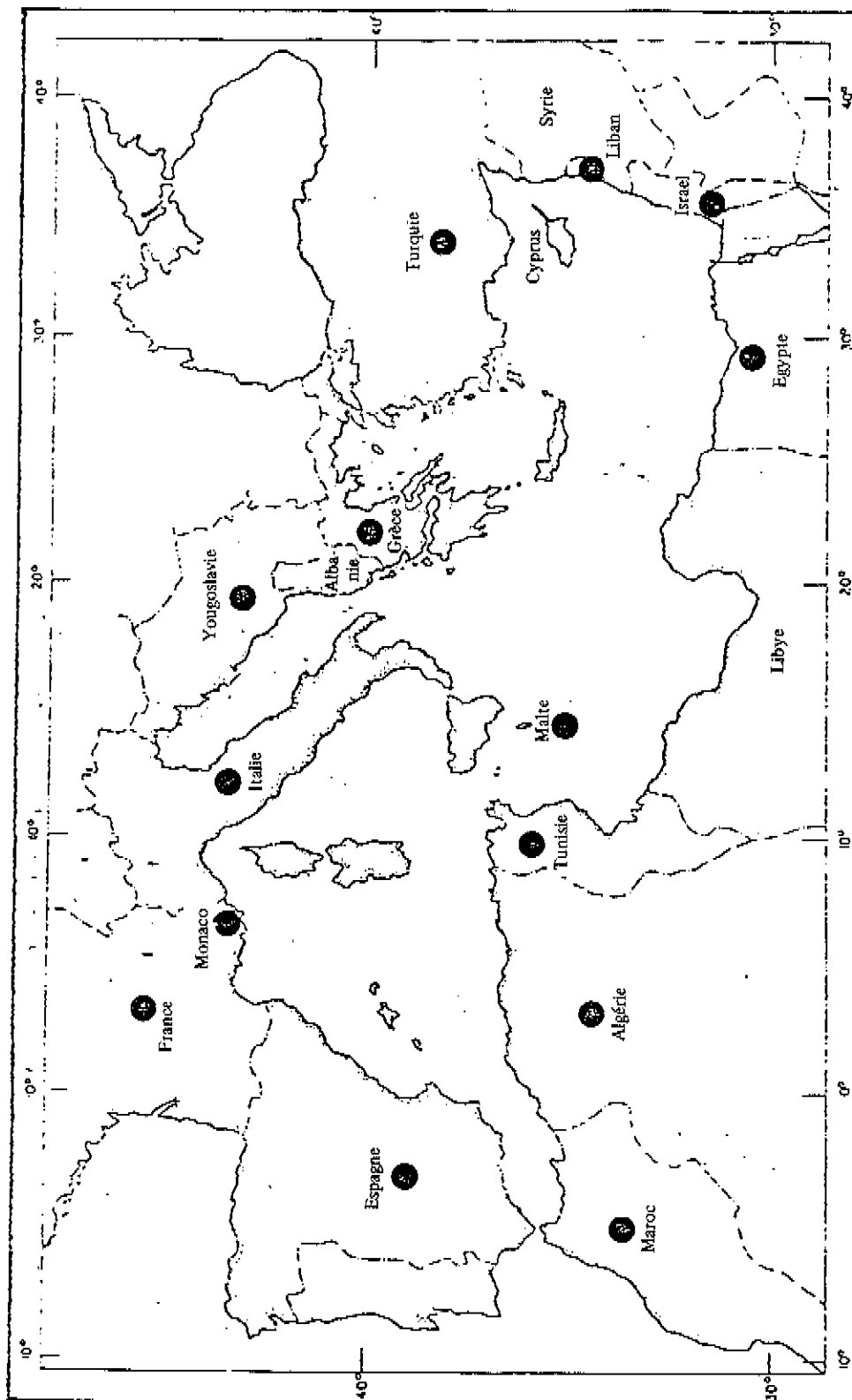


Figure II : Pays participant au projet MED VII

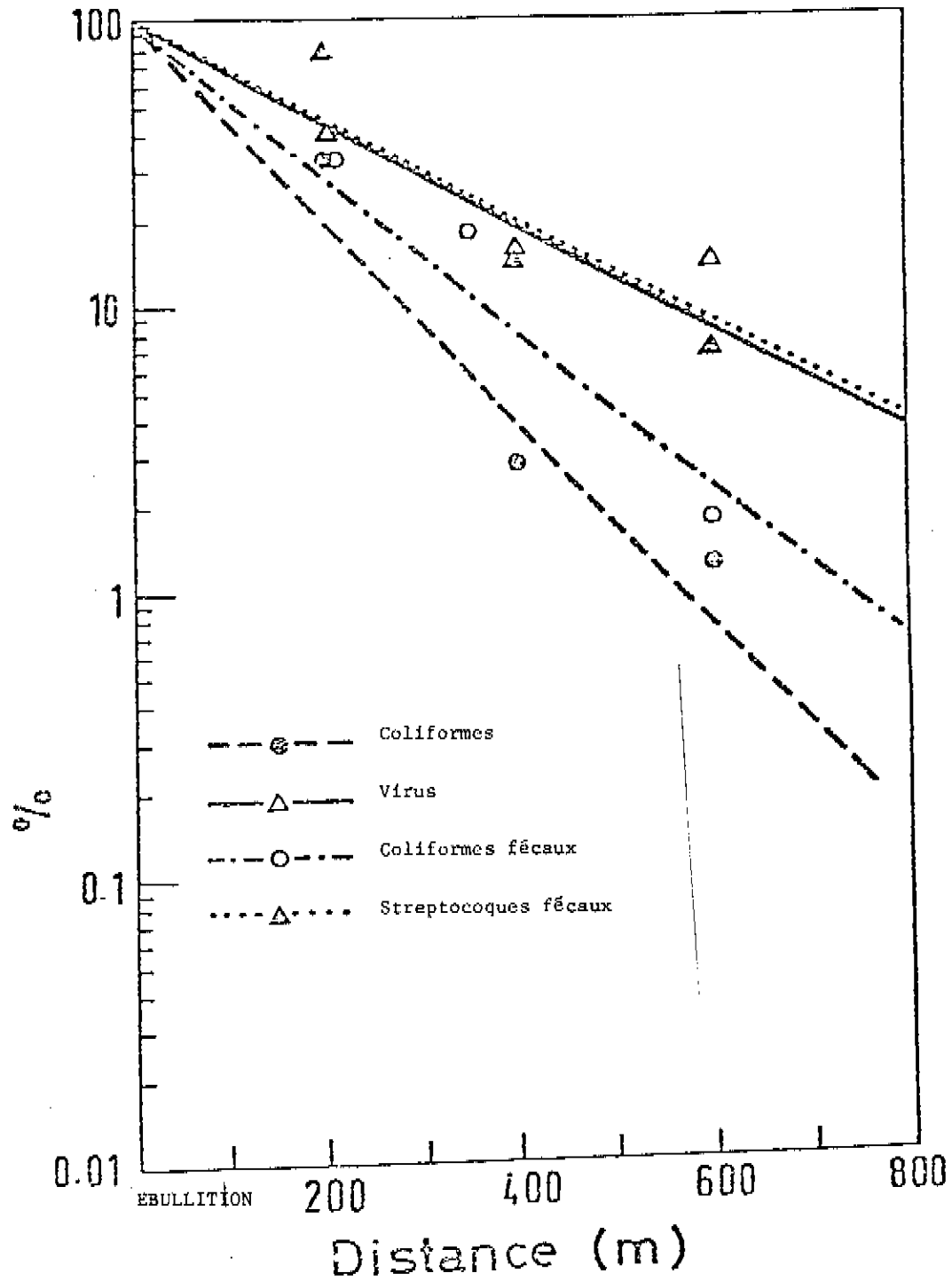


Figure III : Disparition des micro-organismes entériques à différentes distances du point de décharge

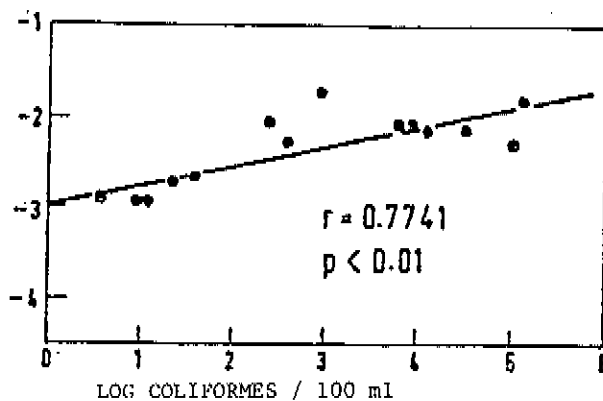


Figure IV : Corrélation entre les coliformes et les virus constatés sur les plages

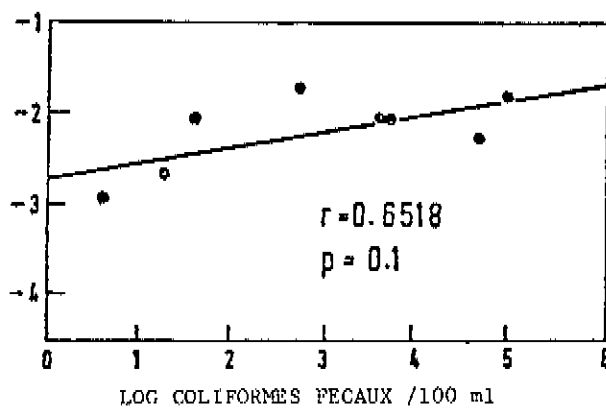


Figure V : Corrélation entre les coliformes fécaux et les virus constatés sur les plages

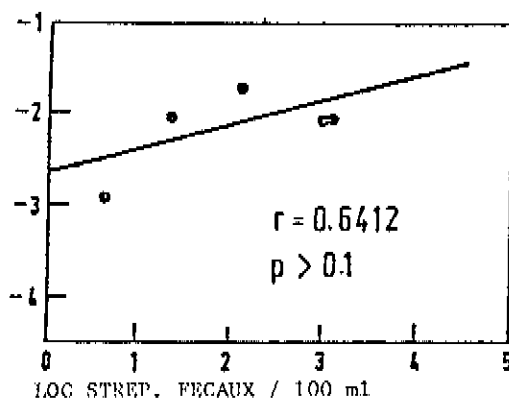


Figure VI : Corrélation entre les streptocoques fécaux et les virus constatés sur les plages

Tableau 1
Paramètres à option utilisés par certains des instituts collaborateurs au projet MED VII

N° du code	microbiologiques	chimiques	biologiques
27.02			
35.04			
35.08		Nutrients (occasionnellement) BOD5-COD-DO	
36.06	<u>V. parahaemolyticus, Salmonella,</u> bactérie hétérotrophe	BOD5-DO	
36.07	<u>V. parahaemolyticus, Salmonella</u> <u>Shigella, fungi, réducteur au sulfite,</u> <u>Clostridium, staphylocoques coagulase-</u> <u>positifs, entérocoques</u>	BOD5-PH-DO	
36.11	Total et coliformes fécaux, streptocoques fécaux dans les sédiments, fungi dans le sable - <u>V. parahaemolyticus</u> <u>Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae</u>	DO	
47.02	Enterovirus		
47.03	<u>Salmonella, enterovirus, numération</u> <u>bactérienne</u>		
47.04	<u>V. parahaemolyticus, Salmonella</u>		
47.05	<u>V. parahaemolyticus, V. cholerae,</u> <u>Salmonella, Shigella</u>	COD, PH	
48.01			
48.06/48.12	Bactéries hétérotrophes		
48.09	<u>Salmonella, vitus, entérocoques</u>	NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , P, MBAS	

N° du code	Microbiologiques	chimiques	biologiques
48.10	<u>Salmonella</u>	Nutrients	phytoplancton
48.11	Virus	Nutrients-pH	chlorophylle
48.15			
52.01	<u>Vibrio - Salmonella</u>	pH	
MA.C2			
MO.01	<u>Salmonella</u>	Nutrients	
56.03			
29.05			
29.06			
88.03	réducteur au sulphite, <u>Clostridium</u> , bactéries totales, <u>Pseudomonas</u> , <u>Aeromonas</u>		
89.05			
95.02	Bactéries bétrotrophes	Nutrients	phytoplancton
95.04		BOD ₅ pH	
95.05		Nutrients	phytoplancton, chlorophylle

Tableau 2
 Corrélation entre les paramètres nécessaires

Points de prélèvement	r		r		r	
	TC	FC	TC	FS	FC	FS
No. 1	0,995		-0,013		-0,003	
No. 2	0,889		0,348		0,401	
Nos. 1 & 2	<u>0,988</u>					
3	0,823		0,061		0,336	
4	0,748		0,278		-0,126	
Nos. 3 & 4	0,763					
No. 5	0,993		-0,187		-0,178	
No. 6	0,540		-0,805		0,159	
Nos. 5 & 6	0,790					
Contrôle de a pour 1 & 2	0,485		-0,293		-0,299	
Contrôle de b pour 5 & 6	0,924		-0,362		-0,408	
Nombre total de prélèvements = 69	0,929					

Il existe une bonne corrélation entre coliformes totaux et coliformes fécaux lorsque le nombre de prélèvements est adéquat, mais il n'y a aucune corrélation entre aucun d'entre eux et le nombre de streptocoques fécaux.

Tableau 3

Matériel et équipement de base fourni par l'OMS/PNUE à chaque laboratoire
collaborateur qui se joint au Projet MED VII

Matériel et équipement	Quantité
Supports de filtres à membranes. Pyrex à revêtement en teflon, 47 mm (Millipore XX10-047-20)	2 pcs.
Filtres à membranes (avec grillage), diamètre des pores 0.45 um (Oxoïde MF 47)	1000 pcs.
M-enterococcus agar (Difco 0746-01-8)	5 lb. (2.27 kg)
Base de bouillon m-FC (Difco 0883-01-1)	11 lb. (4.99 kg)
Acide rosolique (Difco 3228-09-1)	12 g.
Supports de filtres sterifil pour filtre 47 mm MF (Millipore XX11-047-10)	4 pcs.
Couvercle d'entonnoir, caoutchouc (Millipore XX25-047-54)	1 pc.
Flacon à filtrer sous vide, 1 litre (Millipore XX10-47-05)	2 pcs.
Machine pneumatique, 220 v 50 Hz (Millipore XX60-220-50)	1 pc.
Tuyau en gomme - caoutchouc, 1,2 m. (Millipore XX71-000-04)	2 pcs.
Forceps à filtre (XX62-000-06)	1 pc.
Support de filtre, manifold hydrosol, 6 places (Millipore XX25-047-00)	1 pc.

Tableau 4
Méthodes d'analyse des paramètres microbiologiques nécessaires
par les laboratoires collaborateurs

MPN - nombre le plus probable de la méthode à tubes multiples
MF - méthode de filtrage par membrane avec les moyens recommandés
PP - méthode de l'étalement sur gélose

N° du code	Pays et institution désignée	Tests bactériologiques			Observations
		coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques fécaux	
<u>ALGERIE</u>					
AL.01	1. Centre de Recherches océanographiques et des Pêches, Alger	-	-	-	Aucune information disponible
<u>EGYPTE</u>					
27.02	1. Centre d'Etudes et de Recherche supérieures, Université d'Alexandrie	MF	MF	MF	
<u>FRANCE</u>					
35.08	1. Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, Sète	MPN	MPN	MPN	
35.04	2. Centre de Recherche de Biologie et d'Océanographie médicale (CERBOM), Nice	MF	MF	MF	
<u>GRECE</u>					
36.07	1. Laboratoire d'Hygiène, Ecole de Médecine, Université de Thessalonique	MF/MPN	MF/MPN	MF	

N° du Code	Pays et institution désignée	Tests bactériologiques			Observations
		coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques fécaux	
36.11	2. Contrôle de la Pollution de l'Environnement, Projet de Contrôle, Ministère des Services sociaux, Athènes	MF/MPN	MF/MPN	MF	
36.06	3. Département d'Hygiène alimentaire, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Thessalonique	MF/MPN	MF/MPN	MF	Seulement pour les coquillages. Méthode MPN pour les coliformes et les coliformes fécaux et méthode PP pour les streptocoques fécaux
<u>ISRAEL</u>					
47.03	1. Laboratoires d'Ingénierie de l'Environnement, Technion, Haïfa	MF	MF	MF	
47.02	2. Laboratoire d'Hygiène du Milieu, Université hébraïque, Ecole de Médecine Hadassah, Jérusalem	MF	MF	MF	
47.04	3. Laboratoires de la Santé publique A. Felix, Ministère de la Santé, Tel Aviv	MPN/MF	MPN	MF	
47.05	4. Laboratoires de la Santé publique, Ministère de la Santé, Haïfa	MPN/MF	MPN	MF	
<u>ITALIE</u>					
48.10	1. Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Elena, 299 Roma	MF	MF	MF	

N° du Code	Pays et institution désignée	Tests bactériologiques			Observations
		coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques fécaux	
48.12	2. STAZIONE Zoologica, Villa Comunale, Napoli				
48.06	3. Centre d'Etudes et de Recherches dans le domaine de l'Ingénierie sanitaire, Institut de l'Approvisionnement en Eau et d'Evacuation des Déchets, Naples	MF	MF	MF	
48.11	4. Institut de Recherche sur l'Eau, Rome	MF	MF	MF	
48.15	5. Istituto di Igiene et di Piscicoltura, Università di Genova, Genova	MPN/MF	MPN/MF	MPN/MF	
48.01	6. Istituto di Idrobiologia, Università di Messina, Via dei Verdi 75 98100 Messina	MF	MF	MF	
48.09	7. Istituto di Igiene, Università di Trieste, Via dell'Istria 65/1 34123 Trieste	MF	MF	MF	
<u>LIBAN</u>					
52.01	1. Centre de Recherche marine, Conseil national de la Recherche scientifique, Beyrouth	MF	MF	MF	

N° du Code	Pays et institution désignée	Tests bactériologiques			Observations
		coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques fécaux	
<u>MALTE</u>					
MA.03	1. Laboratoire de la Santé publique, Ministère de la Santé et de l'Environnement, La Valette	MF/MPN	MF	MF	
<u>MONACO</u>					
MO.01	1. Centre scientifique de Monaco, Monte-Carlo	MF	MF	MF	
<u>MAROC</u>					
56.03	1. Institut national de la Santé, Rabat	MF	MF	MF	
	2. Institut scientifique des Pêches marines, Casablanca	-	-	-	
<u>ESPAGNE</u>					
29.06	1. Laboratoires et Services de l'Administration de la Santé de la Province de Malaga, Malaga	MPN/MF	MPN/MF	MPN/MF	
29.05	2. Laboratoires et Services de l'Administration de la Santé de la Province de Tarragone, Tarragone	MPN/MF	MPN/MF	MPN/MF	

N° du Code	Pays et institution désignée	Tests bactériologiques			Observations
		coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques fécaux	
<u>TUNISIE</u>					
88.03	1. Institut Pasteur de Tunis, Tunis	MF	MF	MF	
<u>TURQUIE</u>					
89.05	1. Département de l'Ingénierie de l'Environnement, Université d'Ankara	MF	MF	MF	
<u>YOUGOSLAVIE</u>					
95.04	1. Centre d'Etudes marines, Institut "Rudjer Boskovic", 52210 Rovinj	MF/MPN	MF/MPN	MF	
95.02	2. Institut d'Océanographie et des Pêches, Split	MF/MPN	MF/MPN	MF	
95.05	3. Station de Biologie marine, Institut de Biologie, Université de Ljubljana, Sončna Pot, Portoroz	MF/MPN	MF/MPN	MF	Le MPN de coliformes totaux et fécaux pour les coquillages