



# MERS REGIONALES

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

## *La pollution des mers dans la région de l'Afrique de l'Est*



*PNUE : rapports et études des mers régionales n° 8*

*Préparé avec la collaboration de*



L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

PNUE 1982

Note : Le présent document a été établi en commun par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) dans le cadre du projet FP/0503-77-03, à titre de contribution à l'élaboration d'un plan d'action pour la protection et la mise en valeur du milieu marin et côtier de la région de l'Afrique de l'Est. Le concours que M. Oladele Osibanjo a apporté à la rédaction de ce document est fortement apprécié. Les appellations employées dans le présent document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de la FAO ou du PNUE aucune prise de position quant au statut juridique des Etats, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Dans les références bibliographiques, citer le présent document comme suit :

FAO/PNUE : La pollution des mers dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 8. PNUE 1982.



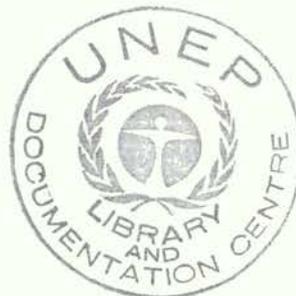
# MERS REGIONALES

PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

## *La pollution des mers dans la région de l'Afrique de l'Est*

*PNUE : rapports et études des mers régionales n° 8*

*Préparé avec la collaboration de*



L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

PNUE 1982

## PREFACE

Le Programme pour les mers régionales a été inauguré par le PNUE en 1974. Depuis lors, le Conseil d'administration du PNUE a approuvé à plusieurs reprises une approche régionale pour la lutte contre la pollution marine et pour la gestion des ressources marines et côtières et a demandé la mise au point de plans d'action régionaux.

Le Programme pour les mers régionales porte actuellement sur dix régions <sup>1/</sup> et plus de 120 Etats côtiers y participent. Il est conçu comme un programme d'action qui concerne non seulement les conséquences de la dégradation de l'environnement mais aussi ses causes et qui comporte une approche générale de la lutte contre les problèmes de l'environnement au moyen de la gestion du milieu marin et des zones côtières. Chaque plan d'action régional est formulé en fonction des besoins de la région, tels que les conçoivent les gouvernements intéressés. Il doit associer une évaluation de la qualité du milieu marin et des causes de sa dégradation à des activités de gestion et de mise en valeur du milieu marin et des zones côtières. Les plans d'action encouragent la mise au point simultanée d'instruments juridiques régionaux et de programmes d'activités concrètes.

Dans la décision 8/13 (C) prise à sa huitième session, le Conseil d'administration du PNUE a demandé l'élaboration d'un plan d'action pour la protection et la mise en valeur du milieu marin et du milieu côtier de la région de l'Afrique de l'Est. A titre de première activité entreprise dans la région, le PNUE a organisé en octobre et novembre 1981 une mission exploratoire PNUE/ONU/ONUDI/FAO/UNESCO/OMS/OMCI/UICN, qui s'est rendue dans les huit Etats de la région <sup>2/</sup> aux fins suivantes :

- déterminer dans quelle mesure chacun des Etats désire participer à un futur programme régional;
- avoir des consultations avec les gouvernements en vue de déterminer les activités qui pourraient utilement figurer dans un plan d'action complet;

---

<sup>1/</sup> Méditerranée, Région du Plan d'action de Koweït, Afrique de l'Ouest et du Centre, Région des Caraïbes, Mers d'Asie de l'Est, Pacifique du Sud-Est, Pacifique du Sud-Ouest, Mer Rouge et Golfe d'Aden, Afrique de l'Est, Atlantique du Sud-Ouest.

<sup>2/</sup> Comores, Kenya, Madagascar, Maurice, Mozambique, République-Unie de Tanzanie, Seychelles et Somalie.

faire une évaluation préliminaire des problèmes d'environnement de la région, y compris les problèmes relatifs à la gestion écologiquement rationnelle des ressources naturelles et des activités maritimes et côtières influant sur la qualité du milieu marin et du milieu côtier;

- recueillir les données et les informations scientifiques disponibles concernant l'élaboration et l'application du plan d'action prévu pour la région;
- déterminer les institutions nationales qui pourraient participer à l'application d'un plan d'action après l'adoption de celui-ci.

Les conclusions de la mission ont servi à établir les six rapports sectoriels suivants:

- ONU/UNESCO/PNUE : Mise en valeur du milieu marin et des zones côtières dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 6. PNUE 1982;
- ONUDI/PNUE : Sources industrielles de pollution des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 7. PNUE 1982;
- FAO/PNUE : Pollution des mers dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 8. PNUE 1982;
- OMS/PNUE : Problèmes de santé publique dans la zone côtière de la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 9. PNUE 1982;
- OMI/PNUE : Lutte contre la pollution par les hydrocarbures dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 10. PNUE 1982;
- UICN/PNUE : Conservation des écosystèmes et des ressources biologiques des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 11. PNUE 1982.

Les six rapports sectoriels établis à partir des conclusions de la mission ont servi au secrétariat du PNUE à établir un aperçu d'ensemble intitulé :

- PNUE : Problèmes d'environnement qui se posent dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 12. PNUE 1982.

L'aperçu d'ensemble et les six rapports sectoriels ont été utilisés respectivement comme document de travail principal et documents d'information à la Réunion de travail du PNUE sur la protection et la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région de l'Afrique de l'Est (Mahé, Seychelles, 27-30 septembre 1982), à laquelle ont participé les experts désignés par les gouvernements des pays de la région de l'Afrique de l'Est.

Les participants à la Réunion de travail ont :

- passé en revue les problèmes d'environnement qui se posent dans la région;
- approuvé un projet de plan d'action pour la protection et la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région de l'Afrique de l'Est;

- défini un programme prioritaire d'activités à mener dans le cadre du projet de plan d'action;
- recommandé que le projet de plan d'action, accompagné d'un projet de convention régionale pour la protection et la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région de l'Afrique de l'Est et de protocoles relatifs : a) à la coopération en matière de lutte contre la pollution en cas de situation critique, b) aux zones spécialement protégées et aux espèces menacées, soit soumis à la conférence de plénipotentiaires des gouvernements des pays de la région, en vue de l'adoption de ces textes (UNEP/WG.77/4). Cette conférence sera organisée par le PNUE au début de 1984.

## TABLE DES MATIERES

	Paragaphes
INTRODUCTION	1 - 34
Définition de la région	1 - 3
Hydrographie	4 - 13
Répartition des écosystèmes	14 - 34
TYPES, SOURCES, NIVEAUX ET EFFETS DES POLLUANTS	35 -137
Interaction entre le développement socio-économique de la région et la pollution marine	45 - 51
Déchets industriels	52 - 78
Déchets ménagers et urbains	79 - 93
Déchets agricoles	94 -102
Polluants entraînés par les cours d'eau	103 -109
Pollution par les hydrocarbures	110 -120
Construction côtière et dragage	121 -128
Effets sur la santé de l'homme	129 -137
CADRE INSTITUTIONNEL UTILISE POUR L'EVALUATION DE LA POLLUTION DES MERS	138 -153
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	154 -175
Recommandations au niveau national	161 -168
Recommandations au niveau régional	169 -175
BIBLIOGRAPHIE	

## INTRODUCTION

### Définition de la région

1. La région de l'Afrique de l'Est comprend les zones côtières et maritimes de quatre pays situés sur la côte orientale de l'Afrique, c'est-à-dire, du nord au sud, la Somalie dans la Corne de l'Afrique, le Kenya, la Tanzanie et le Mozambique; et de quatre pays insulaires du sud-ouest de l'océan Indien : les Comores, Madagascar, Maurice et les Seychelles. Les Comores se composent de quatre îles : Grande Comore, Anjouan, Mayotte et Mohéli; Maurice comprend d'autres petites îles dont la principale est Rodrigues. Les Seychelles comptent le plus grand nombre d'îles (plus de 100), Mahé étant la plus grande et la plus importante. Madagascar, la plus étendue de toutes les îles, pourrait être considérée comme sous-continent. Toutes les îles de la région sont d'origine volcanique, à l'exception des Seychelles la plupart desquelles sont granitiques.

2. La région s'étend entre les tropiques du Cancer et du Capricorne, de 13°N à 30°S et de 32°E à 67°E; elle est limitée au nord par la mer Arabique (figure 1). La superficie terrestre totale est de 3 544 000 km<sup>2</sup>, la longueur des côtes de 11 790 km et la superficie totale du plateau continental de 373 964 km<sup>2</sup> (tableau 1). La Somalie se distingue du reste de la région par ses 983 km de côtes sur le golfe d'Aden et 1876 km sur l'océan Indien. La région a une population totale d'environ 54,6 millions d'habitants, constituée d'un mélange unique de populations d'origine africaine, polynésienne, indienne, chinoise et européenne. Les Seychelles ont la plus forte consommation de poisson par habitant et la Somalie la plus faible, malgré la richesse de sa côte ouest en poisson par suite de la remontée des eaux profondes. Le climat est en général tropical avec des saisons de mousson sèche et de mousson humide, mais certaines zones comme Maurice et les Seychelles ont un climat maritime subtropical. Maurice, l'île Rodrigues et une partie de Madagascar et du Mozambique sont sujets aux cyclones à certaines époques de l'année, pendant la saison de mousson du nord-est.

3. L'océan Indien, troisième océan du monde par sa superficie, n'a pas une productivité correspondante sur le plan de la pêche, avec 0,037 tonnes par km<sup>2</sup> de superficie au niveau de la mer et 0,412 tonnes par km<sup>2</sup> de plate-forme continentale contre respectivement 0,189 et 3,987 tonnes au km<sup>2</sup> pour l'océan Pacifique et 0,219 et 2,699 tonnes au km<sup>2</sup> pour l'océan Atlantique. On peut attribuer cette productivité relativement faible aux caractéristiques océanographiques décrites ci-après. L'ouest de l'océan Indien et ses ressources constituent un patrimoine commun mais en grande partie sous-exploité des huit pays de la région.

### Hydrographie

4. Les données hydrographiques telles que la salinité, la température, l'oxygène dissous et les courants océaniques sont des paramètres utiles pour prévoir le devenir et la dispersion des polluants dans la mer.

5. On ne connaît pas encore parfaitement les caractéristiques hydrographiques de l'océan Indien, bien que les principaux schémas de circulation dans la région aient été assez bien déterminés, en particulier au cours de l'Expédition internationale

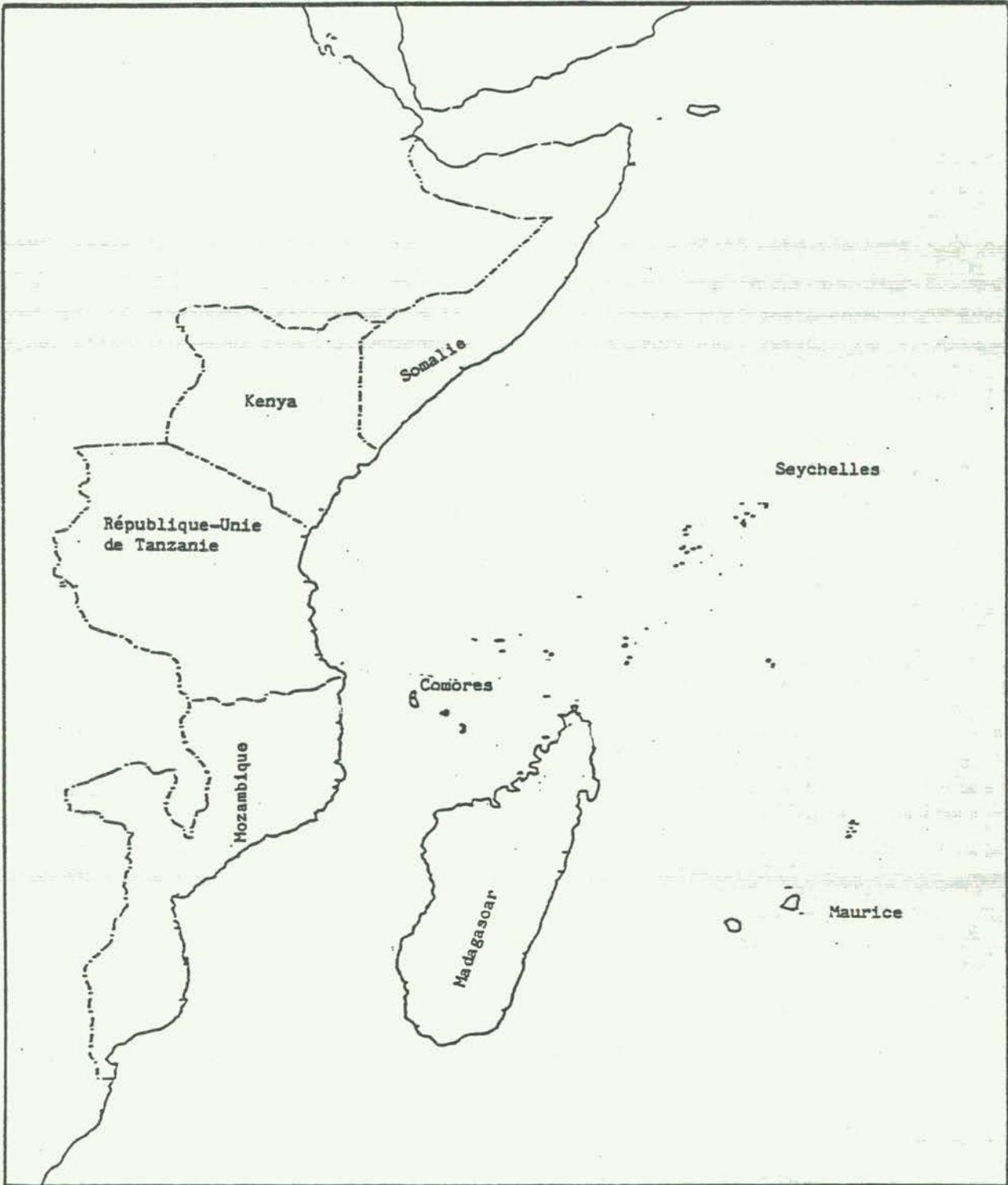


Figure 1 : Les zones de la région de l'Afrique de l'Est

Tableau 1 : Profil général des pays de la région de l'Afrique de l'Est

Pays	Superficie terrestre (km <sup>2</sup> )(1)	Superficie estimative du plateau continental de 0 à 200 m (km <sup>2</sup> )(2)	Longueur des côtes (km)	Population (estimative) en 1980 (millions)(3)	Quantités de poisson débarquées en 1980 (milliers de tonnes métriques)(3)	Consommation de poisson par habitant en 1980 (kg de poids vif)(4)
Comores	2.236	900	350	0,33	4,0	12,4
Kenya	582 650	6 500	500	16,40	5,4	3,3 (5)
Madagascar	595 790	135 000	4 000	8,74	12,0	6,0 (5)
Maurice	1 865	1 600	200	0,99	5,3	17,7
Mozambique	738 030	120 000	2 500	10,47	31,7	3,5
Seychelles	443	48 000	600	0,06	5,0	82,0 (6)
Somalie	637 657	32 500	3 000	3,64	11,0	0,6
Tanzanie	939 703	30 000	800	17,00	49,2	10,0 (5)

(1) Anonyme 1981.

(2) FAO, Fishery Country Profiles et FAO/IOP, 1979.

(3) FAO, 1981.

(4) FAO, IOS printouts Fish. Dept. non publiés.

(5) Les approvisionnements en poissons d'eau douce sont plus importants que les prises de poissons de mer.

(6) La consommation par habitant est très fluctuante en raison du nombre relativement faible d'habitants et des variations annuelles de l'offre totale (la consommation n'est pas comptabilisée séparément).

dans l'océan Indien, de 1959 à 1965 (Düing, 1970, Schott, 1977). Tomczak (1979) a passé en revue l'océanographie des eaux africaines, y compris celles du sud-ouest de l'océan Indien. Les eaux tropicales se caractérisent généralement par une couche superficielle chaude avec de faibles variations annuelles des températures, mais l'hydrographie des eaux de l'océan Indien est influencée par les variations saisonnières des alizés pendant la mousson.

6. Dans l'hémisphère austral, le courant sud-équatorial à environ 12°S est le principal courant qui se manifeste toute l'année d'est en ouest. Une partie de ce courant bifurque au nord-est de Madagascar pour former le courant est-malgache alors que le courant principal se divise après la pointe nord-est de Madagascar pour donner un courant sud qui traverse le Canal de Mozambique et forme le courant du Mozambique, sensible toute l'année (figure 2). La branche nord du courant sud-équatorial forme le courant côtier est-africain. Ce dernier constitue la principale couche superficielle qui baigne les plates-formes continentales du Kenya et de la Tanzanie d'eaux pauvres en éléments nutritifs, ce qui explique la faible productivité biologique de leurs côtes. Au sud de Madagascar, le courant est-malgache et le courant du Mozambique se réunissent à environ 26°S pour former le courant des Aiguilles. Au sud du parallèle 30°S le courant occidental de dérive se fait sentir.

7. Dans l'hémisphère nord, la situation change avec les vents de mousson. Pendant la période de mousson du sud-ouest (avril à octobre), qui correspond à l'été dans le nord de l'océan Indien, c'est un courant de surface portant à l'est, le courant de mousson du sud-ouest, qui règne, s'étendant vers le sud jusqu'à environ 7°S. Le courant sud-équatorial se dirige alors vers le nord pour former le courant des Somalis dont l'origine se trouve à environ 10°S. Le vent fort dominant, d'une vitesse supérieure à 600 cm/s (plus de 10 nœuds), influe sur le courant des Somalis pour continuer sa course vers le nord, s'inclinant vers l'est et s'éloignant de la péninsule de Somalie pour pénétrer dans la mer Arabique. Le fort courant des Somalis, atteignant des vitesses d'environ 300 cm/s (plus de 8 nœuds), transporte de 50 à 65 millions de mètres cubes d'eau à la seconde (Düing et Szekiolda, 1971), pénétrant profondément dans la masse océanique et provoquant une remontée d'eaux profondes sur son flanc gauche dans les eaux côtières de Somalie. Cette remontée explique la productivité relativement élevée au large des côtes somaliennes et se manifeste avec le maximum d'intensité entre 5°N et 11°N. La turbulence de ce phénomène amène, à la surface, des eaux froides des couches inférieures (moins de 20°) qui viennent enrichir les eaux superficielles en éléments nutritifs. La température moyenne des eaux de surface pendant cette période est d'environ 24°C et la salinité est de 35,0 ‰.

8. La nature du courant des Somalis a été étudiée de façon suivie par la communauté scientifique internationale (Findlater, 1969; Düing et Szekiolda, 1971; Leetma, 1972; Schott, 1977). Ce courant se compose d'un élément principal dirigé vers le nord et d'un élément secondaire dirigé vers le sud. Il a été démontré que la branche qui se dirige vers le nord est due à la remontée locale des eaux sous l'action du vent (Cox, 1970).

9. Dans l'hémisphère nord, pendant la période de la mousson d'hiver du nord-est (novembre à mars), la direction des courants de surface qui est normalement d'ouest en est s'inverse dans le nord de l'océan Indien. Les vents de mousson du nord-est prédominent désormais et le courant de mousson du nord-est, aussi appelé courant nord-équatorial, est bien développé et agissant, se dirigeant vers l'ouest et descendant jusqu'à 3°S. Le courant des Somalis est maintenant moins fort, et inverse en partie son cours pour former le courant contre-équatorial dont l'axe est à 7°S et qui se dirige en partie vers le sud pour rejoindre le courant de Mozambique. La turbulence des eaux est minimale, le courant des Somalis étant maintenant faible (vitesse inférieure à 10 cm/s) et il existe un thermocline à

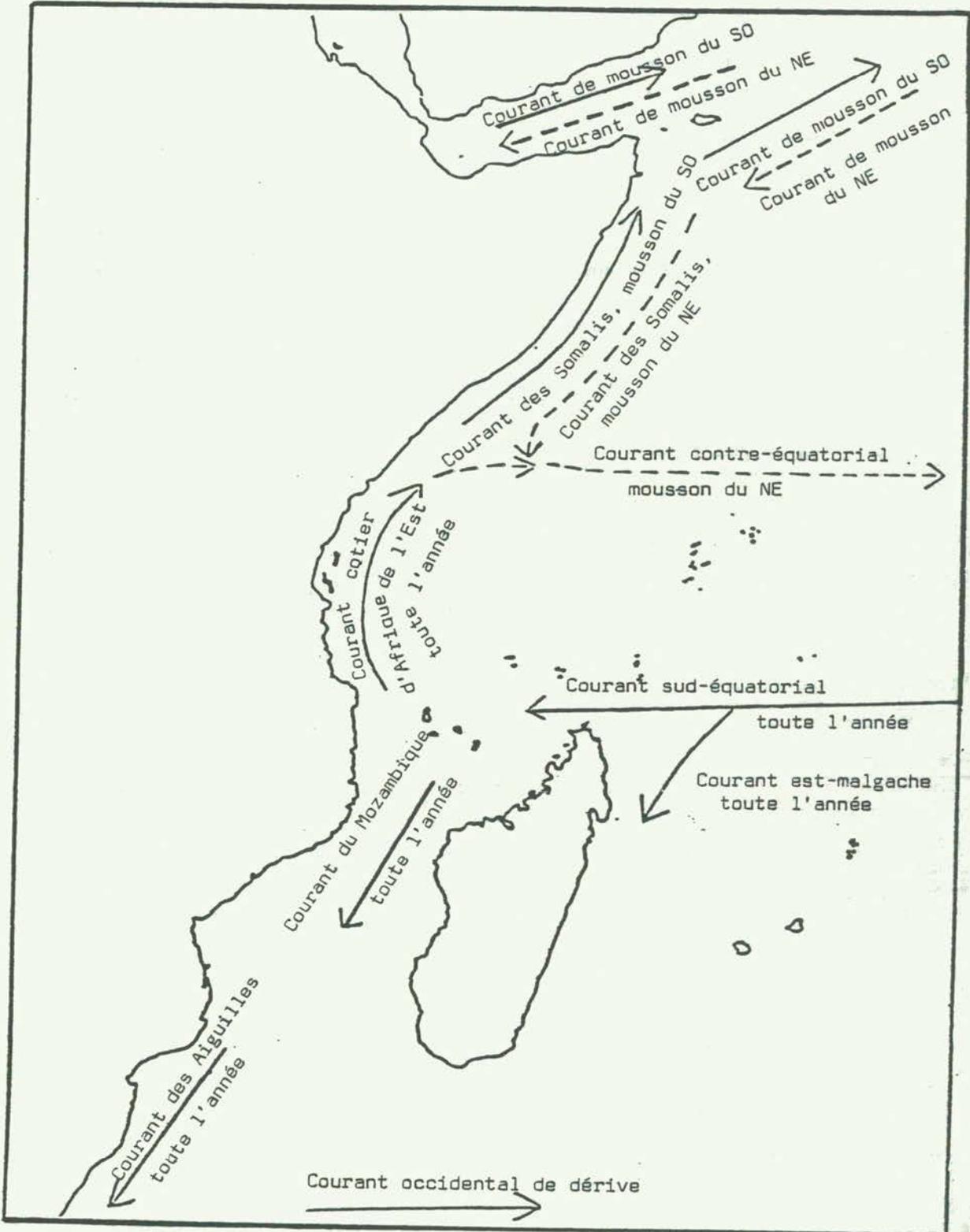


Figure 2 : Régime des courants dans le nord et l'ouest de l'océan Indien

environ 60-80 m de profondeur, les eaux de surface ayant une température uniforme de 28 à 30°C environ et une salinité de 34,5 ‰. On suppose qu'une faible remontée d'eau sur le flanc droit du courant des Somalis se produit dans la région des remontées précédentes (Schott, 1977) alors que, pour des raisons de continuité, des plongées d'eau se produisent sur son flanc gauche.

10. Les études sur la circulation océanique dans l'océan Indien, effectuées principalement par l'Expédition internationale dans l'océan Indien, ont révélé la présence du sous-courant équatorial qui avait déjà été signalé dans les océans Atlantique et Pacifique. Ce courant ne se manifesterait que pendant la mousson du nord-est (Swallow, 1964).

11. D'après ce qui précède, on peut classer la région de l'Afrique de l'Est en trois zones hydrographiques :

- i) la zone de remontée de Somalie : Somalie;
- ii) la zone des courants de mousson : Tanzanie, Kenya et Seychelles
- iii) la zone des courants des Aiguilles et de Mozambique : Maurice, Madagascar, Comores et Mozambique.

12. Dans la troisième zone, le schéma de circulation des courants serait soumis à une influence cyclonique saisonnière à Maurice, au nord-est de Madagascar, et dans certaines parties du Mozambique.

13. Il faut ajouter que la description du réseau de courants de surface dans le secteur occidental de l'océan Indien est très approximative et que des recherches sont encore en cours pour faire la lumière sur les forces qui les provoquent, et notamment pour déterminer le rôle joué par les conditions locales dans le courant des Somalis, par opposition aux grands systèmes de vents. On peut déduire des photographies des températures de surface de l'océan, prises d'un satellite, que ces processus sont plus complexes et que des phénomènes locaux y jouent un rôle intermittent.

#### Répartition des écosystèmes

14. Les écosystèmes marins de la région qui offrent des ressources importantes économiquement exploitables, jouent un rôle utile à de nombreux égards et peuvent être altérés par les effets nocifs de la pollution, sont : les estuaires, les mangroves, les lagons, les récifs coralliens et les fonds océaniques. En gros, on peut classer ces écosystèmes en deux catégories :

- i) les écosystèmes côtiers : estuaires, lagons et mangroves;
- ii) les écosystèmes du large : récifs coralliens, fonds océaniques.

Les écosystèmes côtiers :

15. Les estuaires sont des masses d'eau semi-fermées, reliées à l'océan et dont les eaux sont régulièrement diluées par l'eau douce provenant des cours d'eau et des eaux de ruissellement terrestres. Les eaux d'estuaire sont donc naturellement salées ou saumâtres. Dans un estuaire, la circulation des eaux dépend de la quantité d'eau douce reçue, de la force du courant de marée et de l'intensité du mélange vertical. Les grands estuaires sont ceux des fleuves suivants : Ruvu, Ruvuma, Wami et Rufiji (Tanzanie), Tana, Galana-Sabaki (Kenya), Zambèze (Mozambique) et Juba (Somalie). L'estuaire du Rufiji est le plus important de la région. Parmi

les pays insulaires, les Comores et les Seychelles n'ont pas de grands cours d'eau et par conséquent aucun estuaire important. Les principaux estuaires de l'île de Madagascar sont situés sur les côtes orientale et occidentale, mais le canal de Pangalon de 400 km de long sur la côte orientale y modifie la physiologie des estuaires.

16. Les estuaires constituent une zone de reproduction pour diverses espèces de crevettes *Penaeidae*, d'huîtres et de poissons. Leurs eaux peu profondes se prêtent bien à la pêche artisanale. La principale espèce de crevettes est *Penaeus indicus*. Il reste encore à combler certaines lacunes dans notre connaissances des principales espèces de poissons d'estuaires de la région.

17. Les mangroves sont des plantes littorales typiques (arbres et arbrisseaux) qui prolifèrent dans les zones d'estuaire, les baies des îles et les côtes tropicales et subtropicales abritées. Parfois appelées "forêt de mangrove" ou "forêt amphibie", elles abritent une faune et une flore caractéristiques très variées.

18. MacNae (1974) a étudié les mangroves et les pêcheries de l'océan Indien et la situation générale des écosystèmes de mangrove a fait l'objet d'une publication récente de l'UICN (Saenger et al., 1981). Les données disponibles figurent dans le tableau 2. De riches forêts de mangrove abondent le long de la côte de l'Afrique de l'Est, du Mozambique au Kenya, colonisant les estuaires de grands fleuves comme le Zambèze, le Rufiji et le Tana. C'est à Madagascar que l'on trouve la plus étendue puisqu'elle recouvre une superficie de 3 207 km<sup>2</sup>, sur plus de 1 150 km de côte. La plus forte concentration se trouve sur la côte nord-ouest de l'île avec une poche moins importante au nord-est. Il y a aussi de petites mangroves sur la côte occidentale de Mahé et dans les petites îles de Curieuse, Praslin, La Digue et Silhouette.

19. Parmi les espèces endémiques de la région il y a principalement des arbres : *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.; *Bruquiera gymnorhiza* (L.) Lamk; *Heritiera littoralis* Alt. et quelques arbrisseaux, par exemple *Lumnitzera racemosa* Willd (Saenger et al., 1981).

20. Les mangroves ont des fonctions variées très utiles à l'homme. Outre qu'elles ralentissent naturellement l'érosion côtière en faisant office de brise-lames, les arbres qui y poussent sont utilisés dans la région (et dans certains cas surexploités) comme poteaux, bois de chauffage, bois de construction et sous forme d'extraits pour le tannage. Il existe des marais salants naturels dans les mangroves du Mozambique et de Tanzanie. Cette dernière produit actuellement 100 000 tonnes de sel environ provenant des régions de mangrove (Mwaiseje et Mainoya, 1981). Les mangroves constituent un habitat pour les crabes, crevettes, mollusques et poissons qui sont une source abondante de protéines animales pour la population côtière. Elles servent également de zones de reproduction à certains poissons commercialement importants comme les espèces des groupes *Chanos*, *Muqil* et *Hilisa*, et abritent certaines espèces de crevettes telles que *Penaeus indicus*, *P. marchienseis*, *P. monodon* et la plupart des espèces de *Matapenaeus*. Environ 6 600 tonnes de crevettes ont été débarquées sur les côtes d'Afrique de l'Est en 1971 (MacNae, 1974).

21. Les lagons sont des étendues d'eau calme, peu profonde (0 à 20 m), enfermées entre les récifs frangeants et le rivage, et que l'on trouve dans toute la région; leur largeur varie entre 8 et 10 km. Les pays insulaires sont entourés de lagons de largeur et de profondeur variables. Les eaux des lagons ont une productivité biologique élevée et servent d'habitat à un grand nombre d'espèces de poissons. Pastenagues (*Dasyatidae*), aiguilles de mer (*Syngnathidae*), sardines et anchois (*Clupeidae* et *Engraulidae*), lançons (*Myrichthidae*), nécrophages (*Lethrinidae*), soles (*Soleidae*) et scaras (*Scaridae*) abondent dans ces eaux (Bock, 1978). C'est aussi une zone de reproduction pour beaucoup d'espèces de poissons, notamment les gobies

Tableau 2 : Données disponibles sur la superficie de la mangrove et la longueur des côtes à mangroves dans la région de l'Afrique de l'Est

(Sources : MacNae, 1974; Saenger et al., 1981)

Pays	Superficie de la mangrove km <sup>2</sup>	Longueur des côtes à mangrove km	%de la longueur totale des côtes
Comores	négligeable <u>a/</u>	<u>a/</u>	
Kenya	587	<u>a/</u>	
Madagascar	négligeable <u>a/</u>	1150	28,7
Maurice	négligeable <u>a/</u>	<u>a/</u>	
Mozambique	850	1194	48,3
Seychelles	négligeable <u>a/</u>		
Somalie	négligeable <u>a/</u>	<u>a/</u>	
Tanzanie	520 (820)*	<u>a/</u>	

a/ Données non disponibles

\* FAO/IOP 1979

(Gobiidae), "rockhoppers" (Salariaeidae), castagnoles (Pomacentridae) et mulets (Mugilidae). Des prairies d'algues et de zostères tapissent le fond des lagons. L'espace de zostère endémique la plus abondante est Cymodocea.

22. Les écosystèmes de l'interface terre-mer décrits dans les paragraphes précédents sont le plus souvent perturbés et endommagés par l'homme en raison de la proximité de la terre ferme.

Ecosystème du large :

23. Les récifs coralliens sont des structures solides, friables, situées en eau peu profonde et formées de l'ossature calcaire de coraux et d'algues vivants et de leurs débris dans l'eau de mer. Pour une croissance optimale, les coraux qui forment des récifs ont besoin d'eau salée propre (claire), chaude (20 à 28°C) et bien oxygénée. Les régimes de salinité et de température des eaux de la partie occidentale de l'océan Indien offrent des conditions adéquates pour la croissance des coraux. Le récif de corail et le biote qui lui est assuré constituent le complexe corallien. D'une manière générale, les récifs coralliens sont biologiquement les écosystèmes les plus productifs des eaux tropicales.

24. On classe les récifs coralliens en trois catégories : les récifs frangeants, les récifs-barrières et les atolls. Les récifs frangeants sont accolés à la côte. Ceux qui bordent le continent et les grandes îles sont en général séparés de la côte par des lagons, alors que ceux qui bordent les petites îles se forment souvent sur la pente même de l'île. Les récifs-barrières sont parallèles à la côte le long des continents dont ils sont séparés parfois par plusieurs kilomètres d'eaux relativement peu profondes. On les trouve souvent au large de la zone des récifs frangeants. Les atolls sont des îles de récifs ou des chaînes de récifs en forme de fer à cheval qui entourent le lagon.

25. On manque d'informations sur les récifs coralliens de la région, la structure des complexes coralliens et la classification taxonomique des espèces économiquement exploitables du complexe corallien. Il n'existe pas de récifs-barrières dans la région. Des récifs frangeants longent la côte de l'Afrique de l'Est du Mozambique à la Somalie sur une distance de 8 000 kilomètres. Le plateau continental est très étroit, d'une largeur allant de 4 à 10 kilomètres jusqu'à un maximum d'une cinquantaine de kilomètres le long de la côte de l'Afrique de l'Est avec des ouvertures du récif dans les zones où l'eau douce des grands fleuves, comme le Sabaki et le Tana, se déverse dans la mer et inhibe la croissance du corail. Les récifs coralliens les plus septentrionaux de la région sont situés en Somalie; au sud on les trouve jusqu'au tour de l'île Inhaca au Mozambique. Les pays insulaires volcaniques, Comores et Maurice, sont aussi entourés d'un plateau continental étroit alors qu'il est beaucoup plus large autour de la plupart des îles des Seychelles. Le plateau continental de Madagascar est étroit sur la côte orientale et plus large sur les côtes occidentale et méridionale. C'est dans le nord du pays qu'il est le plus étendu. On trouve de vastes atolls principalement autour d'Aldabra et de Cosmoledo aux Seychelles.

26. L'écosystème corallien est probablement le plus productif, biologiquement, de tous les écosystèmes étudiés ici. On a estimé la productivité maximale de poisson dans certaines régions coralliennes à 4-5 kg/m<sup>2</sup> (FAO/OIP, 1979). Dans la région, les prises se composent le plus souvent de poissons de récifs côtiers et la pêche est surtout artisanale, le chalutage étant impossible dans les eaux peu profondes qui entourent les récifs.

27. On estime que le potentiel de ressources de la région en poissons benthiques (y compris les crustacés) est de l'ordre de 280 000 tonnes par an alors qu'en 1979 les quantités débarquées ont été d'environ 58 000 tonnes. Les principales espèces

représentées étaient les daurades, les poissons chats, les percomorphes benthiques, les tambours, les nécrophages et d'autres. Les langoustes et des décapodes nageurs non identifiés sont les principales catégories de crustacés. Les mollusques sont à peine exploités. (Commission des pêches pour l'océan Indien, 1981).

28. En plus de la pêche, les récifs coralliens constituent un potentiel économique important sur le plan touristique, un attrait pour les loisirs et un terrain d'étude pour la recherche scientifique. Ils jouent un rôle important en tant que brise-lames et protègent ainsi le littoral. On sait que dans les régions tempérées les récifs coralliens abritent des algues contenant une gamme étendue de composés pharmacologiquement actifs mais on ne dispose d'aucun renseignement à cet égard sur les habitats coralliens de la région.

29. Le fond de la mer constitue un autre environnement important au large des côtes. Comme on l'a déjà dit, le plateau continental de la région est très étroit. Il y a une chute brutale vers les zones bathypélagiques et abyssales contenant des eaux océaniques profondes (profondeur > 1000 m). Ces eaux sont froides et sombres, car elles ne reçoivent pour ainsi dire plus de lumière de la surface. Les eaux de surface océaniques (zones photiques) hébergent diverses communautés planctoniques. La productivité de la zone bathypélagique est tributaire d'un apport vertical et latéral régulier de matière organique, provenant de la zone océanique photique ou de la zone épipélagique biologiquement productive (zone située au-dessus du plateau continental).

30. La production primaire de la plupart des secteurs de l'océan Indien compte parmi les plus faibles de tous les océans. On suppose de même que la productivité totale des eaux océaniques de la région est faible; il y a en revanche une grande diversité des espèces de poissons et plus de 4 000 espèces pélagiques ont été recensées (Ssentongo, 1979). L'exploitation des ressources en poissons pélagiques exige des techniques de pêche et une main-d'oeuvre plus perfectionnées que la pêche artisanale traditionnelle. C'est pourquoi la pêche dans cette zone est effectuée principalement par des flottes étrangères dans le cadre d'accords bilatéraux.

31. On a estimé approximativement le potentiel en petites espèces pélagiques comme les carangidés (chinchards), les maquereaux et les clupéidés (espèce-type: le hareng) entre 500 000 et 650 000 tonnes par an, dont la moitié devrait se trouver dans la zone de remontée, plus riche, qui se trouve au large de la Somalie. En 1977 (à l'exception de la Somalie, pour laquelle on n'a pas d'estimation récente) les quantités débarquées ont été d'environ 40 000 tonnes. (Commission des pêches pour l'océan Indien, 1981).

32. Le thon à nageoires jaunes, le thon obèse, l'albacore et le makaire sont de gros poissons pélagiques présentant un grand intérêt économique, que l'on trouve souvent entre 10°N et 35°S dans cette région. Parmi les autres espèces pélagiques de la région figurent les voiliers, les requins, les calmars et les seiches. On estime qu'en 1977 les prises de thon des flottes étrangères pêchant aux lignes de fond dans la région ont été d'environ 40 000 tonnes (Commission des pêches pour l'océan Indien, 1981) (voir tableau 3).

33. Presque tous les pays de la région ont des programmes d'exportation de thon destinés à leur procurer des recettes en devises grâce à la création d'une industrie de la conserverie avec l'aide de compétences techniques étrangères.

34. On voit, d'après ce qui précède, que les écosystèmes associés aux côtes et au large offrent dans la région des ressources socio-économiques intéressantes et des avantages multiples qu'il faut protéger des effets néfastes de la pollution dus à diverses activités humaines. On trouvera une classification détaillée des divers habitats de la région dans le document UICN/PNUE (1982) : Conservation des

Tableau 3 : Prises de thon des flottes étrangères utilisant des lignes de fond <sup>a/</sup> dans les zones économiques de 200 miles du sud-ouest de l'océan Indien en 1977, par espèce (t)  
(d'après la Commission des Pêches pour l'océan Indien, 1981)

Zone	SO/ BF <sup>b/</sup>	YF	ALB	BE	SJ	SF	Marlins	Voiliers	Total	Coefficient de prise <sup>c/</sup>
Comores	0	482	65	159	0,4	3	76	1	786	1 486
Territoires français du sud	136	5	38	14	0	1	1	0	196	1 024
Kenya	0	418	4	310	0,5	9	37	1	780	1 648
Madagascar	2	390	938	157	0	26	58	1	1 572	1 076
Maurice	9	3 281	1 775	1 100	8	47	321	12	6 552	1 314
Mozambique	0	220	53	79	0	1	57	0	411	1 194
Réunion	1	207	869	84	0	10	48	1	1 220	1 044
Seychelles	2	14 894	212	8 444	18	115	475	33	24 193	1 850
Somalie	0	980	4	851	2	19	145	3	2 004	1 954
Tanzanie	0	2 010	50	1 376	6	27	126	3	3 597	1 808
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>22 887</b>	<b>4 008</b>	<b>12 574</b>	<b>35</b>	<b>258</b>	<b>1 344</b>	<b>55</b>	<b>41 311</b>	

<sup>a/</sup> Japon, Corée et île de Taïwan. Une faible partie seulement de ces prises est débarquée dans la région pour transbordement ou transformation.

<sup>b/</sup> SO/BF = thon rouge (Southern bluefin tuna)  
YF = thon à nageoires jaunes (Yellowfin)  
ALB = albacore  
BE = thon obèse (Bigeye)  
SJ = bonite à ventre rayé (Skipjack)  
SF = espadon (Swordfish)  
Marlins = makaire et makaire bleu

Source : IOFC/DEV/80/48.

<sup>c/</sup> Coefficient de prise en kg pour 2 000 hameçons, représentant la prise journalière pour toutes les espèces, à des fins de comparaison:

- i) Océan Indien, toutes zones de 200 miles 1 535 kg/2 000 hameçons
- ii) Océan Indien, haute mer 1 240 kg/2 000 hameçons
- iii) Ensemble de l'océan Indien 1 326 kg/2 000 hameçons

écosystèmes et des ressources biologiques des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 11. PNUE 1982.

#### TYPES, SOURCES, NIVEAUX ET EFFETS DES POLLUANTS

35. Le Groupe d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP) a donné, de la pollution marine, une définition qu'il convient de rappeler, car elle constitue un critère utile d'évaluation des problèmes de pollution des mers dans la région. Le GESAMP a défini comme suit la pollution marine :

"l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans le milieu marin (y compris les estuaires), de substances ou d'énergie) entraînant des effets délétères tels que dommages aux ressources biologiques, dangers pour la santé de l'homme, entraves aux activités maritimes, y compris la pêche, altération de la qualité d'usage de l'eau de mer et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs".

36. Bien que cette définition limite la pollution marine aux problèmes imputables aux activités de l'homme, on peut noter qu'il se produit aussi des modifications naturelles de l'environnement. C'est ainsi que la coloration de certains estuaires ou de l'eau de mer est causée par des matières organiques dissoutes comme les acides humiques naturellement présents dans le bassin. On note aussi, dans des poissons de mer, de fortes teneurs en mercure qu'on ne peut pas attribuer à des antécédents ou à une source de pollution. Toutefois, la plupart des graves problèmes écologiques et socio-économiques ont pour cause les activités de l'homme.

37. Les substances ou l'énergie déversées dans le milieu marin à des niveaux tels qu'ils n'ont pas d'effets délétères apparents sur les ressources biologiques et sur l'homme sont qualifiées de contaminants. Evidemment les contaminants peuvent, avec le temps, devenir de polluants, surtout s'ils persistent par bio-accumulation et/ou bioconcentration le long de la chaîne alimentaire.

38. La pollution de la mer provient surtout des sources d'origine technique et des activités maritimes (ou activités exercées dans le milieu marin). Les principales sources de pollution venant de la terre sont les déversements d'eaux usées et de déchets ménagers ou commerciaux; les déversements de déchets industriels, l'évacuation de déchets agricoles; le ruissellement et le transfert de polluants d'origine tellurique par les cours d'eau; les activités d'extraction (métaux et autres substances); le transport de polluants par voie éolienne (en dehors de la pollution atmosphérique). Les causes de pollution d'origine maritime peuvent être les transports maritimes et le trafic des pétroliers qui provoquent des problèmes de pollution par les hydrocarbures; l'exploration et l'exploitation des ressources du fond des mers (pétrole et minéraux); l'extraction de sable et de corail; les constructions côtières et les activités de dragage; les rejets en mer.

39. Les différentes voies par lesquelles les polluants pénètrent dans le milieu marin, et dont on vient de donner un aperçu, peuvent produire cinq types de pollution : esthétique, physique, chimique, microbiologique et thermique.

40. Parmi les aspects esthétiques de la pollution de la mer, on peut citer les mauvaises odeurs dégagées par des eaux côtières anoxiques; la présence, sur les plages, baies et estuaires, de bouteilles, d'objets en plastique, de boîtes en métal, de vieux pneus, etc., ce qui réduit ou complique les utilisations de l'eau de

mer et la rend moins propre aux loisirs. La pollution physique est causée par le limon et les sédiments que les cours d'eau charrient jusqu'aux estuaires et au milieu côtier, ce qui rend l'eau de mer trouble, perturbe l'équilibre écologique de la faune et de la flore (des coraux, par exemple) et gêne la navigation côtière.

41. La pollution chimique résulte directement de l'introduction, par diverses voies, de substances inorganiques toxiques, comme le mercure, le cadmium, le chrome et le plomb, et de substances toxiques persistantes comme les pesticides chlorés et les diphényles polychlorés (PCB) qui pourraient, à forte concentration avoir une toxicité aiguë pour les organismes marins ou, à concentration sublétales, provoquer chez eux de graves troubles physiologiques et comportementaux. La faune et la flore sauvages ainsi que l'homme en subissent l'action nocive, qui se manifeste parfois par l'arrêt de la fonction reproductrice à la suite de l'ingestion d'aliments marins pollués par des substances chimiques. Les hydrocarbures de pétrole appartiennent à cette catégorie.

42. La pollution microbiologique est causée par les eaux d'égout qui se déversent dans les eaux côtières, ce qui provoque la contamination de ces eaux, des poissons et des fruits de mer par des organismes pathogènes capables de provoquer des épidémies, comme Salmonella typhi et Vibrio cholerae. L'homme est exposé à de graves risques de maladies en entrant en contact avec cette eau polluée, par exemple en s'y baignant, en ingérant, à l'état cru ou à moitié cuits, des produits de la mer contaminés provenant de ces eaux.

43. La pollution thermique est causée par le rejet des eaux de refroidissement des centrales thermiques ou par l'évacuation des effluents chauds des complexes industriels, habituellement à des températures de 40 à 60°C, dans les estuaires ou les lagons. On sait que les poissons des eaux tropicales vivent juste au-dessous de la limite de température qui est létale pour eux (30°C), si bien que toute addition d'énergie thermique dans le milieu marin compromet leur survie. La chaleur peut avoir pour effet de tuer les poissons ou de modifier le comportement naturel de la faune et de la flore soumises à cette contrainte.

44. Le tableau 4 donne un aperçu qualitatif de la situation de la pollution marine par pays.

#### Interaction entre le développement socio-économique de la région et la pollution marine

45. Partout dans le monde, les capitales sont habituellement les centres urbains où la densité de population est la plus forte en raison de la diversité des possibilités d'emploi et des autres attraits qu'elle offrent. Dans la région, six des capitales sont situées sur la côte. La croissance rapide des populations et des établissements humains dans la zone côtière éprouve durement le littoral et ses ressources. L'explosion démographique des villes côtières a réduit à néant les efforts de gouvernements pour accroître les installations de loisirs.

46. La mauvaise évacuation des eaux usées pose un grave problème. Les stations d'épuration, quand il y en a, sont mal entretenues et leur capacité de traitement est largement dépassée. Le déversement des eaux d'égout dans des cours d'eau, des estuaires et des baies qui n'ont qu'une capacité limitée d'assimilation des charges organiques à forte demande d'oxygène pose des problèmes localisés de pollution dans les écosystèmes littoraux et représente un danger pour la santé publique.

47. Une politique d'industrialisation indifférente à la défense de l'environnement et à la protection des ressources biologiques néglige d'assurer l'évacuation des déchets industriels selon des principes acceptables. La grande préoccupation de

Tableau 4 : Aperçu de la situation de la pollution marine dans la région de l'Afrique de l'Est  
Type de polluants

Pays	Eaux usées	Déchets industriels	Déchets agricoles	Limonaqe/ apport fluvial	Pollution par hydrocarbures	Constructions côtières et dragage
Comores	?	?	?	P	P	?
Kenya	P	P	P	P	P	P
Madagascar	P	P	P	P	P	?
Maurice	P	P	P	P	P	?
Mozambique	P	P	P	P	P	P
Seychelles	?	P	P,?	P	P	P
Somalie	?	?	P	P	P	?
Tanzanie	P	P	P	P	P	P

? - Situation insuffisamment grave (ou trop incertaine) pour être préoccupante.

P - Situation dont la gravité est reconnue, même si l'effet en est localisé.

l'industrie est de contribuer à atténuer les problèmes de chômage et de produire des biens de consommation essentiels. La création d'entreprises industrielles étant financée par des capitaux étrangers, il peut arriver que l'on cherche à attirer les industriels en faisant valoir qu'on ne se montrera pas exigeant en matière d'installation de traitement dans les usines et qu'il n'existe pas de législation nationale tendant à diminuer ou à maîtriser la pollution. C'est ainsi que des produits chimiques dangereux, dont certains présentent une toxicité aiguë pour l'homme et le biota marin, pénètrent dans le milieu marin avec les déchets industriels déversés dans les cours d'eau, estuaires et lagons.

48. Les mauvaises pratiques culturelles, la mauvaise gestion et la surexploitation des ressources forestières ont créé de graves problèmes de déboisement et d'érosion des sols. L'apport de limon qui en résulte a altéré, et même parfois détruit, les récifs coralliens et leur biote. Les aménagements portuaires et l'accroissement des établissements humains, avec les constructions côtières et les activités de dragage qu'ils entraînent, causent également des problèmes d'envasement et d'érosion côtière. L'érosion côtière, à son tour, menace les routes et les maisons proches de la côte.

49. On importe du pétrole brut ou des produits de raffinage pour les besoins de l'industrie et à d'autres fins énergétiques. Les fréquents déversements d'hydrocarbures dans les ports et les rejets d'huiles usagées dans les cours d'eau et les estuaires menacent le littoral et ses ressources biologiques.

50. De son côté, le tourisme, qui est la principale source de devises pour certains pays et que d'autres pays espèrent développer, est aussi un facteur de pollution des mers. La multiplication des hôtels de tourisme sur les plages contribue à augmenter le volume des eaux usées sur le littoral. Pour débarrasser les plages de tourisme de leurs insectes indésirables, on y a répandu des pesticides toxiques, qui aboutissent finalement dans la mer.

51. La pollution des estuaires et des lagons et la destruction des récifs coralliens par envasement et dynamitage font des ravages parmi les crustacés et les poissons. La diminution des prises de poisson qui en résulte nuit au développement de la pêche artisanale traditionnelle dans la région. Les activités socio-économiques mentionnées ci-dessus peuvent toutes être des causes de pollution marine.

#### Déchets industriels

52. Le niveau d'industrialisation de la région est modeste si on le rapporte au produit intérieur brut (PIB) : il est inférieur à 10 pour cent dans la plupart des cas. Néanmoins, les industries sont variées et diversifiées, orientées vers le traitement des produits alimentaires et le remplacement des produits d'importation par des produits de fabrication locale. Les industries sont généralement concentrées sur le littoral et dans les capitales, où l'on trouve l'infrastructure nécessaire, notamment des ports pour l'importation de matières premières.

53. Il y a partout, à l'exception des Comores, des Seychelles et de Maurice, des raffineries de pétrole de capacités diverses et de ce fait des risques de pollution marine qui seront examinés dans le chapitre consacré à la pollution par les hydrocarbures. Des industries alimentaires qui rejettent des déchets organiques à forte DBO, comme les brasseries et les abattoirs, existent dans tous les pays (toutefois il n'y a pas de brasserie aux Comores); il y a des usines textiles au Kenya (Mombasa), en Tanzanie (Dar es-Salaam), au Mozambique (Maputo), à Maurice (Port-Louis), aux Seychelles (Victoria) et à Madagascar; des distilleries aux Comores, en Tanzanie, à Maurice et aux Seychelles; Maurice est aussi le plus grand

producteur de sucre de canne. Parmi les autres industries polluantes de la région, on peut citer les cimenteries au Kenya (Mombasa), au Mozambique (Maputo), en Tanzanie (Dar es-Salaam) et à Maurice, ainsi que des usines de production de pesticides et de fabrication de bicyclettes en Tanzanie (Dar es-Salaam). La construction d'une usine de pâte à papier et de papier est prévue au Mozambique et une usine d'engrais à Mombasa.

54. Les caractères et le volume des effluents des diverses industries dépendent non seulement des techniques appliquées, mais aussi des procédés de fabrication. Le potentiel de pollution des déchets dépend aussi du volume des effluents évacués, de leur dilution dans les eaux réceptrices et de leur toxicité pour la flore et la faune marines. La plupart des usines déversent souvent leurs déchets dans des cours d'eau qui se jettent dans les eaux côtières. La politique industrielle est orientée vers la création d'emplois et la satisfaction des besoins intérieurs. On ne semble guère se soucier de la pollution. De plus, il n'y a pas de directives sur les critères applicables au déversement des déchets industriels. Aussi les entreprises déversent-elles inconsidérément leurs déchets dans le plus proche cours d'eau. Le fonctionnement des industries engendre trois types de déchets : rejets dans l'atmosphère, déchets liquides et déchets solides. On ne s'occupera ici que des deux derniers, en commençant par les déchets liquides.

#### Déchets liquides :

55. Les types d'industrie qui sont responsables de problèmes de pollution des mers dans la région varient d'un pays à l'autre. Le tableau 5 présente les caractéristiques générales des effluents évacués par un certain nombre d'industries (Helmer et Mörgeli, 1978) y compris quelques industries tanzaniennes, pour donner une idée du potentiel de pollution des industries de la région et de son impact sur le milieu marin. Le peu de renseignements dont on dispose sur la capacité des diverses usines et le volume correspondant d'effluents ne permet pas de calculer la charge de déchets industriels déversée dans les cours d'eau ou les eaux côtières.

56. Certains pays connaissent déjà des problèmes localisés de pollution marine causée par le déversement d'effluents industriels non traités dans les cours d'eau et les écosystèmes littoraux. A Maurice, les effluents non traités à forte DBO évacués par la principale industrie de l'île, celle du sucre de canne (21 usines), sont déversés dans les cours d'eau et les eaux côtières; ils ont été mis en cause au sujet de la mortalité des poissons dans les estuaires.

57. C'est ainsi que les effluents de la sucrerie de Monloisir ont gravement pollué l'estuaire du Rempart. La distillerie de la Solitude rejette en moyenne 200 m<sup>3</sup> par jour d'effluents riches en déchets organiques dans la rivière Citron qui alimente, en aval, un étang à crevettes et à poissons dans la région de Pamplémousse. La forte DBO de l'effluent issue de la distillerie a épuisé l'oxygène de la rivière et y a tué toute vie aquatique. L'étang à poissons est, lui aussi, pollué et des poissons seraient morts. Les effets de la pollution industrielle se sont fait sentir dans les cours d'eau intérieurs et sur le littoral dans d'autres parties de Maurice.

58. Au Mozambique, le Matola est pollué par les effluents de l'usine Textlom qui s'y déversent après avoir traversé la zone de mangrove voisine. Le fleuve reçoit aussi, avant de se jeter dans la baie de Maputo, des effluents non traités rejetés par un certain nombre d'usines de produits alimentaires. On n'a pas évalué la part des déchets industriels non traités dans la pollution de la baie, mais on ne peut pas exclure l'existence d'effets écologiques défavorables. La cimenterie située sur la côte, près du port de Matola, pose peut-être des problèmes de pollution atmosphérique et il est fort possible qu'une grande partie des particules rejetées dans l'atmosphère aboutisse dans la mer.

Tableau 5 : Caractéristiques des eaux usées de certaines industries  
 (Source : Helmer et Mörgele (1979). Ministère tanzanien des terres, du logement et de l'aménagement urbain (1980)).

Industrie	pH	Matières en suspension	DBO <sub>5</sub> 20°C mg/l	DCO mg/l	Constituants divers	Facteurs de pollution
Raffinerie	-	-	200	-	pétrole - 30 mg/l phénol - 30 mg/l	pétrole et phénols
Textile (coton)	8, 0-11,0	30-50	200-600	-	détergent, colorants chrome-3mg/l	alcali, D30, colorants et diverses substances chimiques
Distillerie	4,3	4 000	29 000	65 000	forte teneur en sulfate	forte D30, MS putrescibilité et faible pH
Engrais (ammoniac et urée)	8,0	3 700	30	330	NH <sub>3</sub> -N-510 mg/l arsenic	toxicité due à l'ammoniac libre, favorise l'eutrophisation
Pâte à papier et papier	6.9-6.8	600-2 300	150-420	700-1 000	mercaptans, sulfures, lignine	grand volume, pH élevé, MS, couleur et toxicité

(Tableau 5 suite ...)

Industrie	pH	Matières en suspension	DBO <sub>5</sub> 20°C mg/l	DCO mg/l	Constituants divers	Facteurs de pollution
Tanzanie Brasseries, Ilala,	4,2	-	9 500	34 900	résidus de céréales, levure, soude caustique diluée	forte DBO, faible pH, toxicité pour les poissons
Abattoir de Vinguenti Tanzanie	7,3	714	1 000	2 990	sang, déchets de viande	forte DBO, odeur désagréable
Usine textile de l'emitié Tanzanie	11,5	229	90	57	détergents, colorants, amidon, substances chimiques	pH élevé, forte DBO, colorants

59. Environ 70 à 80 pour cent des industries tanzaniennes sont situées à Dar es-Salaam. Les eaux résiduaires de plus de 30 usines représentant différentes industries polluantes comme les textiles, les abattoirs, les brasseries et les industries chimiques, finissent dans la mer par suite du déversement de déchets non traités dans les cours d'eau, les criques et les baies. La distillerie tanzanienne de Moozi Road déverse environ 36 000 litres par jour de déchets de mélasse dans le port de Dar es-Salaam. La forte DBO des déchets organiques a très probablement épuisé l'oxygène de la zone de déversement dans le port et nuit à la pêche.

60. Le Msimbazi, déjà pollué par les effluents urbains qui s'y déversent, l'est en outre gravement par des déchets industriels organiques et toxiques. Les déchets rejetés par des entreprises chimiques produisant des pesticides toxiques comme le DDT et par une usine de bicyclettes utilisant du cyanure et du chrome pour la fabrication finissent dans le fleuve et dans la mer. L'estuaire du Msimbazi reçoit aussi des huiles usagées de garages. La nature complexe et la variété des déchets industriels, accentuées par les effets synergétiques des différents polluants, ont entraîné les conséquences écologiques fâcheuses.

61. Les Comores, où l'industrialisation commence à peine, ne connaissent pas de graves problèmes de pollution de la mer dus à l'industrie. La principale industrie y est la production d'une essence par distillation des feuilles d'ilang-ilang. Le volume de déchets produit est faible et son évacuation directe dans la mer, où il est fortement dilué par ce milieu récepteur, n'a pas d'effets nocifs.

62. Le niveau de l'activité industrielle est généralement bas en Somalie. Les quelques industries que compte le pays sont pour la plupart de taille moyenne et situées à l'intérieur des terres, si bien qu'elles ne présentent aucune menace de pollution pour le milieu marin. Toutefois, Mogadiscio offre un exemple unique des effets délétères que le déversement inconsidéré d'effluents industriels non traités dans la mer peut avoir sur la santé de l'homme, la sécurité et l'agrément des lieux. Un abattoir, où l'on tue environ 45 chameaux, 175 vaches et 240 chèvres et moutons par jour, est situé sur la plage, à environ 100 m de la mer. Les effluents non traités, contenant du sang et des déchets intestinaux et ayant une teneur exceptionnellement élevée en DBO et matières en suspension, sont évacués par un tuyau jusqu'à une grande fosse à l'air libre, qui sert en quelque sorte de bassin d'épuration. Le trop-plein de ce bassin va se jeter, par un fossé peu profond, dans une autre fosse à ciel ouvert où il est soumis à un nouveau traitement biologique. Le système n'est pas bien entretenu de sorte qu'une partie des eaux riches en déchets organiques s'écoule dans les eaux littorales. Le volume de déchets rejeté par l'abattoir est assez grand. La pollution des eaux côtières et de la plage serait considérable pendant la saison des pluies en raison de l'importance du ruissellement et des inondations. Compte tenu de l'action fortement polluante, par lessivage et ruissellement, de la décharge municipale voisine, il y aurait intérêt à étudier les effets de cette charge polluante sur les eaux. Cette pénétration malsaine des déchets de l'abattoir dans la mer a attiré dans les eaux du lagon des requins qui auraient attaqué une huitaine de baigneurs.

63. Au Kenya, la plupart des industries de la zone côtière se trouvent à l'ouest de Mombasa, dans la partie de la ville située sur le continent. Il s'agit d'entreprises de taille moyenne, principalement agro-alimentaires, si bien que les faibles volumes de déchets non traités qu'elles rejettent dans la mer ne posent pas d'importants problèmes de pollution (Kenya, Ministère de l'administration locale, 1977).

64. Actuellement, l'activité industrielle des Seychelles produit peu d'effluents, lesquels sont bien assimilés par les eaux côtières dans lesquelles ils se déversent. Il existe pourtant, par endroits, quelques problèmes de pollution côtière. Deux fabriques de meubles de la région du Mont Retraite déversent de la sciure de bois

dans la baie. Sur une surface de 100 m de long et de 20 m de large, le fond de la mer est couvert d'un tapis de sciure de 4 m d'épaisseur. Ce type de déchets, qui se caractérise par une demande d'oxygène très élevée, est biodégradable et nuisible à la vie aquatique. En outre, l'entreprise Seywood déverse quatre fois par an dans la mer environ 20 000 litres de solution utilisée pour le traitement du bois et à forte teneur en cuivre et arsenic, qui pourraient causer des dégâts à la faune et à la flore dans la zone du déversoir. La toxicité du cuivre chez les poissons est scientifiquement établie et l'ingestion par l'homme de poissons ou de fruits de mer contaminés par de l'arsenic est extrêmement dangereuse.

65. La construction d'une centrale de 20 MW exploitant l'énergie thermique des mers, qui vient de démarrer, représente un important projet de développement industriel dans le pays. On reconnaît que la construction et l'exploitation de ce genre de centrale peut provoquer des dégâts écologiques, mais on pense qu'un bon travail de planification et de conception peut ramener ces risques à des niveaux acceptables. Les préoccupations écologiques concernent les effets des constructions, particulièrement s'il y a des récifs et si l'exploitation provoque des remontées d'eaux riches en substances nutritives.

66. Certes, l'activité industrielle, actuellement faible, ne constitue pas une menace, à l'échelle régionale, pour l'écosystème marin; mais, faute d'être convenablement traités et évacués, les déchets liquides industriels provoquent, par endroits, de graves problèmes dans certains pays.

#### Déchets solides :

67. Il ressort de ce qui précède que les systèmes actuels d'évacuation des déchets liquides posent des problèmes localisés de pollution marine dans la région. Le rejet de déchets solides d'origine ménagère et industrielle dans des décharges situées sur la côte entraîne, lui aussi, des risques de pollution du milieu marin.

68. Ici encore, la nature et le volume des déchets solides varient selon les pays en fonction de la population, de l'industrialisation et du développement technique de chacun. Dans la plupart des pays de la région, les déchets solides d'origine ménagère et industrielle sont déversés pêle-mêle sur la côte, dans des endroits officiellement désignés, en général à des fins d'assèchement. Bien souvent cependant, l'utilisation des décharges ne se fait pas selon les principes généralement admis.

69. A Mombasa, les déchets solides (morceaux de verre, récipients en métal, papiers et cartons, déchets dangereux, huiles de graissage usagées en récipients médicaments périmés provenant des hôpitaux, vieilles substances chimiques toxiques et cadavres d'animaux) sont actuellement jetés dans une décharge non contrôlée à Makupa Creek, au sud de Makupa Causeway. Il s'agit d'assécher des terrains vagues et des marécages partiellement recouverts d'une eau peu profonde. Les déchets y sont brûlés à l'air libre. Aucune précaution n'est prise pour empêcher que des infiltrations ne viennent polluer les eaux de la crique voisine ou pour prévenir le ruissellement des produits entraînés par lessivage à la saison des pluies. L'East African Railways and Harbours Corporation dispose d'une décharge à Makupa Creek, en face de la décharge municipale, pour la mise au rebut de déchets solides provenant des navires étrangers et du port ainsi que des marchandises laissées pour compte contenant des substances chimiques toxiques. Ici non plus aucun contrôle des produits entraînés par lessivage n'est exercé.

70. Cette façon de se débarrasser des déchets solides est dangereuse et inacceptable parce que les produits entraînés par lessivage ont une forte DBO et contiennent de grandes quantités de métaux toxiques dissous ainsi que des substances chimiques organiques toxiques persistantes, qui ont des effets délétères sur la flore et la faune de la crique (voir tableau 6).

Tableau 6 : Composition type des produits de lessivage d'un remblayage

(Source : Plan directeur du réseau d'égouts de Mombasa)

PARAMETRE	CONCENTRATION (mg/l)
Alcalinité	8 045,00
DBO <sub>5</sub>	24 642,00
Dureté	5 027,00
Matières en suspension	349,00
Calcium	2 234,00
Chlorures	1 257,00
Fer (total)	399,00
Magnésium	378,00
Nickel	0,27
Azote organique	178,00
Phosphates	7,90
Potassium	1,373
Sodium	1 061,00
Sulfates	383,00
Zinc	13,20
pH	5,80

71. En Tanzanie, la décharge non contrôlée de Tabata, à Dar es-Salaam, est située sur les bords du Luhanga, affluent du Msimbazi, lequel se jette dans la mer. Des déchets solides de toutes sortes, y compris des substances dangereuses, y sont déversés. Pendant la saison des pluies, infiltration et lessivage posent aussi de graves problèmes de pollution de la mer. Le Luhanga et le Msimbazi sont déjà fortement pollués. La pollution de la baie de Msimbazi, où le fleuve débouche dans la mer, paraît inévitable.

72. A Maurice et aux Seychelles, on utilise aussi le rejet de déchets solides pour l'assèchement des terres.

73. A Maurice, à la décharge de Roche Bois, située sur la côte dans la région de Port Louis, des déchets solides d'origine ménagère, commerciale et industrielle sont rejetés tels quels et brûlés en plein air. Cette décharge, d'environ un hectare, reçoit chaque jour environ 70 tonnes de déchets solides. Elle fonctionne depuis quelque 35 ans. Le lagon voisin est fortement pollué : on y trouve des pneus de véhicules, des récipients en verre et en plastique et toutes sortes de matières inertes en suspension. La charge de pollution à laquelle est soumis le lagon est aggravée par le fait qu'un abattoir et une porcherie y déversent aussi, non traités, leurs déchets qui ont une forte demande d'oxygène. C'est pourquoi les eaux du lagon de Roche Bois et la région qui environne la baie de Tombeau sont pollués et ne contiennent plus ni poissons ni flore.

74. La décharge contrôlée établie à titre expérimental aux salines, sur la côte près de Port Victoria à Port Louis, est aussi une source possible de pollution marine. Les produits de lessivage pourraient être entraînés dans la mer à marée haute en raison de la hauteur du niveau hydrostatique.

75. La décharge municipale, dans une petite baie de la région de La Retraite, à Victoria (Seychelles), dans une partie du lagon spécialement réservée à cet effet est esthétiquement choquante et présente un danger certain, bien que localisé, de pollution de la mer. Il se produit des échanges d'eau continus entre la décharge et le reste de la baie. Ni l'étendue de la pollution, ni les conséquences écologiques n'ont été évaluées.

76. La situation qui règne à Mogadiscio (Somalie) n'est nullement différente. Il y a un grand dépôt d'ordures en plein sur la côte, près de l'abattoir municipal. Cette décharge n'est soumise à aucune surveillance et est infestée de nuisibles. Les risques de pollution marine qu'elle comporte sont élevés, surtout pendant la saison des pluies où les produits entraînés par lessivage s'écoulent directement dans la mer.

77. Les problèmes de pollution de la mer causés par les déchets urbains solides sont négligeables aux Comores, mais on jette dans la mer, à Moroni, des véhicules automobiles abandonnés. C'est là une pratique douteuse, encore qu'elle offre l'avantage d'offrir un abri à quelques espèces de poissons. Mais les inconvénients qu'elle présente pour des activités comme la baignade et la voile la rendent inacceptable.

78. L'absence générale de réglementation de l'évacuation des déchets industriels que l'on vient de souligner a déjà provoqué dans certains pays une sérieuse dégradation du littoral à laquelle il importe de remédier par des mesures appropriées. On trouvera un exposé plus détaillé de la question dans le document ONUDI/PNUE (1982) : Sources industrielles de pollution des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 7.

### Déchets ménagers et urbains

79. Les pratiques d'évacuation des déchets liquides et solides dans la région sont décrites dans le document OMS/PNUÉ (1982) : Problèmes de santé publique dans la zone côtière de la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUÉ sur les mers régionales No 9.

80. Les caractères et la quantité des déchets ménagers et commerciaux produits dans la région varient d'un pays à l'autre, selon l'effectif de la population, le niveau de vie et les coutumes.

81. La pratique générale, dans les villes côtières, est de déverser les eaux usées brutes dans les cours d'eau qui se jettent dans les estuaires, les mangroves ou les lagons, ou directement dans la mer. Seules quelques villes côtières disposent d'un réseau d'assainissement partiel. C'est le cas de Mombasa au Kenya de Maputo et de Beira au Mozambique; de Dar es-Salaam et de Tanga en Tanzanie; de Victoria, à Mahé, dans les Seychelles; de Maurice, enfin, dont les villes de Port Louis et de Plaines Wilhems sont desservies à 60 pour cent (tableau 7). Les Comores, la Somalie et Madagascar n'ont pas de réseau d'égouts; on n'y dispose, pour l'évacuation des excréta, que de fosses d'aisance et de fosses septiques.

82. Parfois le réseau d'égouts est raccordé à un émissaire qui aboutit à la mer et l'on compte sur celle-ci pour diluer et disperser les effluents. En général, ces eaux usées ne sont pas traitées. Il existe bien quelques stations d'épuration de ces eaux (traitement primaire en général) au Kenya, en Tanzanie, à Maurice et aux Seychelles mais, à l'exception de ce dernier pays, dont la nouvelle station est actuellement sous-utilisée, leurs capacités sont faibles par rapport à la population desservie et elles sont souvent mal entretenues.

83. Le plus souvent, les émissaires ne sont pas assez loin de la côte et ne sont pas assez profondément immergés pour empêcher la pollution des plages. Parfois, parce qu'ils se sont cassés et qu'on a négligé de les réparer, ils polluent gravement les plages et les lagons.

84. La population des grandes villes côtières représente environ 6 pour cent de la population totale de la région (voir tableau 7). Une évaluation de la charge organique de demande d'oxygène qu'engendrent les déchets ménagers non traités qui posent des problèmes de pollution marine est indiquée au tableau 7, lequel indique aussi les principales villes côtières de chaque pays et la quantité estimative de charge organique qu'elles déversent par année dans la partie occidentale de l'océan Indien. Les chiffres de  $DBO_5$  sont calculés d'après l'hypothèse de 20  $DBO_5$  par personne par an et une diminution de 30 pour cent de la  $DBO_5$  par suite d'un traitement partiel des déchets. On suppose aussi que seules les villes côtières de plus de 100 000 habitants sont un important facteur de pollution de la mer par les eaux d'égout. Il peut arriver, dans certains cas, que les chiffres soient inexacts, faute de renseignements précis sur les chiffres de la population et l'étendue du réseau d'égouts. Il n'a pas été tenu compte des autres eaux usées ménagères rejetées dans la mer par des canalisations à ciel ouvert et des rigoles, car on ne dispose pas de renseignements sur la quantité d'effluents évacuée.

85. La pollution par les eaux usées ne pose pas encore, semble-t-il, de sérieux problèmes régionaux : en effet, les quelques 7 340 tonnes par an de charge organique de  $DBO_5$ , ou 0,62 tonne par an de  $DBO_5$  par km de côte, qui pénètrent dans l'océan Indien, peuvent aisément être assimilées par une forte dilution dans l'eau de mer. Cependant, le problème pourrait se poser un jour, étant donné que les villes de Malindi et de Lamu au Kenya envisagent la mise en place de nouveaux réseaux d'assainissement, et que Mombasa, Port Louis et Dar es-Salaam ont prévu de moderniser et d'étendre leurs réseaux.

Tableau 7 : Rejet estimatif d'eaux usées ménagères des grandes villes sur les côtes  
(estimation : 20 kl/habitant/an)

Pays-ville	Population (estimation 1980)	Longueur de côte en km	Population raccordée nombre	%	DBO <sub>5</sub> t/an	DBO <sub>5</sub> par km t/an
Kenya	15 300 000	500				
Mombasa	440 000		88 000	20	1 760	3,52
Malindi	14 000					
Lamu	6 000					
<b>Total villes</b>	<b>460 000</b>		<b>88 000</b>	<b>19</b>	<b>1 760</b>	<b>3,52</b>
Tanzanie	17 540 000	800				
Dar es-Salaam	760 000		112 500	15	2 250	2,81
Tanga	100 000		10 000	10	200	0,25
Lindi	30 000					
<b>Total villes</b>	<b>890 000</b>		<b>122 500</b>	<b>14</b>	<b>2 450</b>	<b>3,06</b>
Mozambique	10 200 000	2 500				
Maputo	770 000		77 000	10	1 540	0,62
Beira	220 000		55 000	25	1 110	0,44
Quelimane	100 000		10 000	10	200	0,08
Nampula	100 000		10 000	10	200	0,08
Pemba	30 000		3 000	10	60	0,02
<b>Total villes</b>	<b>1 220 000</b>		<b>155 000</b>	<b>13</b>	<b>3 100</b>	<b>1,24</b>
Comores	400 000	350				
Moroni (G.Comores)	16 000					
Mohéli	4 500					
Anjouan	10 000					
<b>Total villes</b>	<b>30 500</b>					

(Tableau 7 suite ...)

Pays-ville	Population (estimation 1980)	Longueur de côte en km	Population raccordée nombre %	DBO <sub>5</sub> t/an	DBO <sub>5</sub> par km t/an
<b>Madagascar</b>	8 500 000	4 000			
Tamatave	60 000		9 000 15	180	0,05
Majunga	70 000				
Tulear	40 000				
Diego-Suarez	45 000		4 500 10	90	0,02
<b>Total villes</b>	<b>215 000</b>		<b>13 500 6</b>	<b>270</b>	<b>0,07</b>
<b>Maurice</b>	936 000	200			
Port Louis	250 000		150 000 60	3 000	15,00
Plaines Wilhems					
Curepipe	57 000		40 000 70	800	4,00
Beau-Bassin/ Rose-Hill	72 000		50 000 70	1 000	5,00
Phoenix	36 000		25 000 70	500	2,50
<b>Total villes</b>	<b>415 000</b>		<b>265 000 64</b>	<b>5 300</b>	<b>26,50</b>
<b>Seychelles</b>	65 000	600			
Victoria	25 000		6 250 25	125	0,21
<b>Total villes</b>	<b>25 000</b>		<b>6 250 25</b>	<b>125</b>	<b>0,21</b>
<b>Somalie</b>	3 850 000	3 000			
Mogadicio	400 000				
Merca	55 000				
Kismayo	60 000				
Berbera	50 000				
<b>Total villes</b>	<b>565 000</b>				
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>3 820 500</b>		<b>650 250 17</b>	<b>13 005</b>	

86. Actuellement, l'évacuation des eaux usées pose de sérieux problèmes de pollution de la mer dans certains pays, par exemple dans la baie de Maputo et le port de Dar es-Salaam.

87. A Maputo, il y a 10 déversoirs qui rejettent dans la mer des eaux dont le traitement n'est que symbolique. La conséquence en est que les eaux et les poissons de la baie de Maputo sont pollués par des organismes pathogènes. La baignade et la pêche y ont été officiellement interdites pour des raisons d'hygiène à la suite d'une étude du Ministère de la santé (Laboratoria de higiene da agua e alimentos, 1980).

88. En Tanzanie, quelques kilomètres de la côte de Dar es-Salaam sont pollués par les eaux d'égout et les déchets industriels. Matières fécales et débris flottent sur l'eau autour du port, sur la plage du marché de Banda et sur celle d'Ocean Road. L'émissaire d'Ocean Road est rompu. Une odeur nauséabonde, due à une grave désoxygénation des eaux, règne sur le littoral. La flore et la faune naturelles de la zone polluée ont été asphyxiées.

89. A Dar es-Salaam, les mangroves de l'estuaire du Msimbazi ont été contaminées par les eaux ménagères et les déchets industriels. Le Msimbazi lui-même est pollué par les eaux usées (tableau 8). La faune naturelle des mangroves, comme les crabes et les huîtres, subit une forte action polluante, et le plancton a presque disparu.

90. La pollution du milieu marin, à Dar es-Salaam, par les déchets ménagers et industriels a été étudiée dans le cadre de la documentation générale rassemblée pour le rapport sur le Plan directeur d'assainissement et d'hygiène de Dar es-Salaam (Tanzanie, Ministère des terres, du logement et de l'aménagement urbain, 1980). Les caractéristiques chimiques des déchets ménagers et industriels de Dar es-Salaam sont indiquées au tableau 9, qui montre aussi la nature polluante des déchets. Les données recueillies sont semblables à celles qui concernent les déchets ménagers ailleurs.

91. A Maurice, les effets de la pollution par les eaux usées sont visibles le long du rivage à proximité du déversoir marin de Fort Victoria à Port Louis. La station d'épuration de Fort Victoria reçoit et traite simultanément des déchets ménagers et industriels avant de les rejeter dans la mer par le déversoir, qui se trouve à environ 500 m du rivage. Toutefois, en cas de panne électrique ou mécanique, les eaux usées pénètrent, non traitées, directement dans la mer. Les tapis d'algues qui bordent le rivage et l'odeur nauséabonde qui y règne témoignent de la pollution organique des eaux.

92. A Mombasa et Malindi (Kenya), les eaux côtières sont, par endroits, polluées par les eaux usées, mais on peut s'y livrer sans danger à des activités récréatives et la pêche n'en est, semble-t-il, nullement affectée (Kenya, Ministère de l'administration locale, 1977).

93. L'évacuation des eaux usées ne pose pas de graves problèmes de pollution à Moroni ni à Fomboni, aux Comores. L'évacuation des eaux usées ménagères à Victoria (Seychelles) ne pose pas de graves problèmes de pollution marine. Seule une petite fraction de la population dispose du tout-à-l'égout, ce qui n'est pas sans effet sur l'hygiène, mais n'a que très peu d'incidence sur le milieu marin. Il y a sept grands hôtels de tourisme, de 300 lits environ chacun, le long de la côte. Bien que chaque hôtel traite ses eaux usées dans des fosses septiques, ces eaux finissent par s'infiltrer dans la mer.

Tableau 8 : Etude bactériologique du Msimbazi et de ses affluents

(Source : Ministère tanzanien des terres, du logement et de l'aménagement urbain (1980)).

Lieu de prélèvement de l'échantillon	Coliformes fécaux/100 ml (44 500)
New port road	3 000
Kigogo road	11 000
Morogoro road	64 000
Selander bridge (à marée basse) *	30 000
Selander bridge (à marée haute) *	1 090

\* Note : Il semblerait que la construction d'une route ait rompu la continuité d'écoulement entre les marées.

Tableau 9 : Caractéristiques des eaux usées ménagères et urbaines de Dar es-Salaam (Tanzanie) et d'autres lieux

Lieu	Classification	Matières en suspension mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	DCO mg/l	pH	NH <sub>3</sub> -N mg/l
Canal d'écoulement des eaux d'orage Gymkhana Club	zone résidentielle	387	390	745	6,9	25
Egout centre ville	zone résidentielle	233	170	380	6,9	10
Centre ville	zone résidentielle et commerciale	1 092	135	285	8,0	26
Caserne de Lugalo	Collectivité	369	180	267	6,9	-
Brésil*	eaux ménagères (6 villes)	200-350	280-340			
Kenya	eaux usées (Nairobi, Nakuru)	550-662	448-940			
Nigéria	eaux usées brutes	1 252	909			

\*Helmer et Mörgeli, 1978.

### Déchets agricoles

94. Plus de 90 pour cent de la population de la région se livrent à des activités agricoles qui contribuent pour une large part au produit intérieur brut de nombreux pays. La "révolution verte" et l'autosuffisance alimentaire étant la préoccupation de la plupart des gouvernements, les méthodes modernes d'agriculture comportant l'emploi de produits chimiques agricoles tels que pesticides et engrais remplacent les modes de culture traditionnels moins efficaces. Pour augmenter le rendement de cultures de rapport intéressantes telles que le coton, la canne à sucre, le thé et le café, il faut aussi employer de grandes quantités de pesticides, ceux-ci sont en outre largement utilisés dans les programmes d'éradication de la mouche tsé-tsé.

95. On trouve quelques grandes plantations dans la zone côtière, mais la plupart sont situées à l'intérieur des terres. Les cours d'eau qui reçoivent des déchets chimiques agricoles par ruissellement pendant la saison des pluies sont la principale voie d'acheminement de ces substances vers le milieu marin.

96. Il ressort des entretiens qui ont eu lieu avec des représentants des ministères de l'agriculture et de la pêche de la région que l'on utilise largement des produits chimiques persistants et écologiquement nocifs, tels que les insecticides organochlorés dont la toxicité pour le poisson est avérée. Ce sont notamment le DDT, la dieldrine, le lindane, l'aldrine, le thiodan et le toxaphène.

97. Des pulvérisations par avion de DDT sont effectuées en grand sur les champs de coton autour de Malindi au Kenya, aux environs de Quelimane, Nampula, Pemba, Beira et Monapo au Mozambique et dans les régions sud-ouest et nord-ouest de Madagascar. Des produits contenant du DDT et de la dieldrine sont aussi pulvérisés par avion pour lutter contre la mouche tsé-tsé au Kenya, en Somalie, en Tanzanie et au Mozambique. Ces produits chimiques sont transportés jusqu'au milieu marin de la région par diverses voies : courants aériens, codistillation avec l'humidité du sol pendant la saison sèche et précipitations pendant la saison des pluies.

98. Outre son utilisation en agriculture, le DDT sert aussi à désinfecter les ports au Kenya; la diazinon, pesticide organophosphoré, est utilisé à cette dernière fin aux Seychelles où, en outre, les plages touristiques de Victoria (Mahé) et de l'île Praslin sont régulièrement traitées avec ce produit.

99. Des pesticides chlorés et ceux d'autres groupes tels que les organophosphorés, les carbamates et les pyréthroides sont aussi utilisés en agriculture. Des herbicides écologiquement dangereux, comme par exemple le 2,4-D et le 2,4,5-T (qui contient une impureté hautement toxique, la dioxine) sont utilisés à Madagascar, au Mozambique, à Maurice et au Kenya. Maurice emploie à l'heure actuelle de grandes quantités de pesticides pour les cultures vivrières et les plantations de canne à sucre situées le long des côtes. Des fongicides organomercuriques, interdits dans les pays développés en raison de la toxicité du mercure, sont utilisés, en quantités toutefois limitées, au Kenya et à Madagascar.

100. Des pratiques agricoles médiocres sont cause d'une grave érosion des sols. (Voir ONU/UNESCO/PNUE(1982) : Mise en valeur du milieu marin et des zones côtières dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 6). L'environnement littoral et le milieu marin finissent par recevoir d'assez grandes quantités de ces pesticides utilisés à l'intérieur des terres, par suite du ruissellement qui se produit pendant la saison des pluies.

101. Dans la région, d'assez importantes quantités d'engrais sont utilisées pour les cultures vivrières au Mozambique, en Tanzanie, au Kenya, en Somalie, à Madagascar et à Maurice. Les cours d'eau qui drainent les régions agricoles charrient vers le littoral des masses d'engrais reçues par ruissellement. Les

graves problèmes de sédimentation dus à l'érosion du sol à Madagascar, au Mozambique et à Malindi et Mombasa au Kenya sont à l'origine d'importants dépôts de substances nutritives dans les estuaires et les lagons entraînant l'eutrophisation de ce milieu. Les effets nuisibles, bien que localisés, sont déjà manifestes sur les écosystèmes marins. Le ministère de l'agriculture de Maurice attribue le déclin des pêches dans les estuaires et les lagons à l'entraînement de pesticides par le ruissellement, du fait de mauvaises pratiques agricoles. La pulvérisation de parathion par hélicoptère aurait décimé les poissons dans le Limpopo qui se jette dans l'océan Indien.

102. Etant donné la prééminence accordée à l'agriculture dans les plans de développement par tous les gouvernement de la région, sans qu'on ait grande conscience des problèmes d'environnement, de plus grandes quantités de pesticides et d'engrais seront utilisées, ce qui aggravera la menace de pollution des écosystèmes marins.

#### Polluants entraînés par les cours d'eau

103. Les cours d'eau contribuent beaucoup au transport des polluants de la terre vers le milieu marin (Groupe de travail 46 du Comité scientifique pour les recherches océaniques (SCOR), 1981). Les rejets fluviaux ont souvent davantage d'impact sur les caractères des eaux côtières que sur ceux des eaux du large. Quoi qu'il en soit, l'incidence sur l'environnement dépend du volume des rejets fluviaux, des caractères et du niveau des polluants entraînés et aussi des facteurs climatiques.

104. Il a été amplement démontré dans les section précédents que les cours d'eau constituent l'une des principales voies de transport des eaux usées, des effluents industriels et des déchets agricoles, et qu'ils introduisent par conséquent dans le milieu marin des substances inorganiques toxiques comme le mercure, le cuivre, le cadmium et le plomb et des substances organiques toxiques persistantes comme le DDT et la dieldrine. Les cours d'eau qui desservent les centrales thermiques entraînent des huiles résiduaire dans les estuaires et les baies, comme dans le cas de la rivière Saint-Louis à Maurice. En outre, ces cours d'eau risquent de recevoir des diphenyles polychlorés (P.C.B.) qui servent d'huiles isolantes pour les condensateurs et les transformateurs. Les P.C.B., bien que chimiquement analogues au DDT, sont plus persistants dans l'environnement, carcinogènes et écologiquement plus nocifs (Riseborough et coll., 1972).

105. Les principaux fleuves des huit pays de la région qui se jettent dans l'océan Indien sont indiqués au tableau 10. Leur débit est très inégal. Le Rufiji, en Tanzanie, avec un débit moyen de  $1\,133\text{ m}^3/\text{sec}$ , est le plus considérable de la région. L'impact des rejets des différents fleuves dépend des facteurs climatiques et de la capacité d'assimilation littoral récepteur.

106. Le déboisement systématique a eu pour résultat un grave envasement de l'estuaire du Sabaki à Malindi, par suite du déversement des eaux pluviales en amont. La plage de Malindi est envahie par la vase, ce qui ne manque pas d'inquiéter le Gouvernement kényen qui craint des répercussions défavorables sur le tourisme. Un problème analogue se pose pour le fleuve Tana où les pêcheries côtières auraient été gravement touchées, mais il a été indiqué que des mesures avaient été prises à ce sujet.

107. D'autres pays de la région se sont aussi déclarés préoccupés par les problèmes d'envasement. Au Mozambique, d'importantes quantités d'alluvions sont déversées dans la mer par le Limpopo et le Zambèze, conséquence d'une grave érosion du sol due au brûlage des terres et à l'implantation de nouveaux établissements humains. L'île

Tableau 10 : Principaux fleuves se jetant dans l'océan Indien

Pays	Fleuves
Comores	Néant
Kenya	Galana-Sabaki
Madagascar	Betsiboka, Managoki, Manambolo, Onilahy, Tsiribihina
Maurice	Grande Rivière, Saint-Louis
Mozambique	Limpopo, Lurio, Rovuma, Save, Zambèze
Seychelles	Néant
Somalie	Juba
Tanzanie	Pangani, Rufiji, Ruvu, Ruvuma (Rovuma), Wami

d'Inhaca souffre de graves problèmes d'érosion et sa plage est maintenant envasée. Les Comores n'ont pas de problème d'apport de produits chimiques et d'eaux résiduaires dans la mer étant donné leur stade actuel de développement, mais la pratique agricole néfaste qui consiste à cultiver sur les versants et les terres marginales des plantes qui ne retiennent pas le sol entraîne une érosion très préoccupante; celle-ci est à l'origine de l'envasement des récifs coralliens à Moroni et Anjouan. Les Seychelles ont elles aussi, dans les ports et les estuaires, des problèmes d'envasement résultant de mauvaises méthodes agricoles.

108. Un problème local de sédimentation se pose sur la côte sud-est de Maurice; il est dû à l'entraînement des terres arables dans la mer par les fleuves pendant la saison des pluies. C'est à Madagascar que la situation est la plus grave. La surexploitation des mangroves et le déboisement provoqué par un brûlage intensif des terres ont aggravé l'érosion et entraîné une perte d'un million d'hectares de terre arable par an, tandis que les cultures itinérantes sont à l'origine d'une perte annuelle de 200 000 hectares; tous les sédiments charriés par les fleuves aboutissent dans la mer. Les problèmes d'alluvionnement sont manifestes à Tuléar et à Diégo-Suarez, au sud-ouest et au nord de Madagascar respectivement. L'ampleur du problème a pu être observée pendant un survol de reconnaissance. Le Betsiboka a rejeté environ 100 millions de mètres cubes de sédiments au cours des 25 dernières années dans le port de Mahajanga, ce qui a entraîné l'asphyxie des récifs coralliens et de la communauté biotique associée tandis que les activités côtières de navigation et de pêche se trouvaient paralysées. Les problèmes d'alluvionnement au Mozambique, à Maurice et à Madagascar sont habituellement aggravés pendant la saison des cyclones (décembre-mars).

109. A ce jour, l'envasement et la sédimentation dus à une mauvaise utilisation des terres à l'érosion des sols sont au nombre des problèmes écologiques majeurs de la région et ont de multiples implications socio-économiques. Les aspects fondamentaux du problème de l'érosion et de l'envasement sont étudiés en détail dans le document ONU/UNESCO/PNUE : Mise en valeur du milieu marin et des zones côtières dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 6. PNUE 1982.

#### Pollution par les hydrocarbures

110. La pollution des mers et de l'environnement littoral par les hydrocarbures semble être le principal problème de pollution marine dans la région. Tous les gouvernements se sont déclarés préoccupés par ce problème et par ses incidences néfastes possibles sur le tourisme qui constitue une importante source de recettes pour nombre de pays de la région.

111. La principale source de pollution par les hydrocarbures est constituée par les pétroliers qui circulent entre le Moyen-Orient et l'Europe, via le canal de Mozambique, et qui vidangent leurs réservoirs en mer. L'ampleur du problème était visible lors d'un survol entre Moroni et Mohéli, aux Comores, où l'on a aperçu une traînée de pétrole de plusieurs kilomètres de long près des côtes. D'autres apports de pétrole dans la mer sont dus aux déversements accidentels. Des rejets fréquents de petites quantités de pétrole sont courants dans tous les ports pendant les opérations de transfert du brut des pétroliers aux installations de stockage.

112. On trouvera au tableau 11 quelques exemples des déversements accidentels de pétrole dans la région. D'autres sources de pollution pétrolière dans les ports sont la vidange des eaux de cale des navires de charge et des bateaux de pêche ainsi que les pannes des pompes, les fuites et les éclatements de canalisations pendant les opérations d'importation et d'exportation de produits pétroliers. La pollution par les hydrocarbures dans les différents ports varie d'un pays à l'autre et selon

Tableau 11 : Renseignements disponibles sur les déversements d'hydrocarbures dans la région

Pays	Déversements	Domages provoqués	Quantités (en tonnes)
Somalie	-	-	-
Kenya	Déversements accidentel par le pétrolier <u>British Cavalier</u> au large du port de Mombasa en 1975 et 4 déversements de produits raffinés provenant d'une raffinerie	-	97
Tanzanie	Déversement accidentel par un pétrolier dans un port le 9 janvier 1981	Mangrove près du port	59-100
Mozambique	Deux déversements graves et 14 déversements mineurs de pétrole brut enregistrés dans un port	Mangroves	-
Seychelles	Pétrole brut du pétrolier <u>Royal Fleet</u> échoué à 8 miles au nord-est de Mahé en 1976	-	-
Maurice	<u>Le Tayeb</u> échoué sur le récif de Maurice	-	2 000

- : Pas de données disponibles.

l'intensité des activités. Par exemple, alors que le Kenya et la Tanzanie ont chacun deux ports sur la côte, le Mozambique en a six : Matola, Beira, Quelimane, Angoche, Macuze et Nacala.

113. Tous les pays du continent africain et Madagascar ont des raffineries de pétrole de capacités diverses, alors que les Comores, Maurice et les Seychelles importent tous leurs produits pétroliers raffinés. Les effluents des raffineries contribuent à la pollution de la mer par les hydrocarbures dans les premiers pays mentionnés. Les renseignements rassemblés sur les quantités annuelles de produits de raffinage sont indiqués dans le tableau 12. Selon les renseignements obtenus sur le volume d'effluents de la raffinerie de Mombasa, ce volume est d'environ 100 000 m<sup>3</sup> par jour d'effluents aqueux. Sur la base de la réglementation OMI de 100 mg/l pour les eaux usées des raffineries, environ 10 tonnes de résidus d'huiles sont rejetées quotidiennement sur la côte autour de Mombasa.

114. D'autres sources de déversement de pétrole dans le milieu marin, moins importantes mais qui n'en ont pas moins des répercussions locales notables sur les environnements côtiers et les cours d'eau, sont les huiles usagées des garages, des centrales thermiques et de quelques industries. Faute de données, il est impossible d'estimer quantitativement la contribution relative de chaque source de pollution par les hydrocarbures dans la région, mais on trouvera au tableau 13 un aperçu d'ensemble.

115. Le tourisme fournit une part importante du produit intérieur brut des Seychelles, de Maurice et du Kenya, tandis que d'autres pays comme la Tanzanie, le Mozambique, la Somalie et Madagascar se proposent de développer ce secteur. Des boules de goudron ont été vues sur les plages touristiques du Kenya (Malindi et Mombasa), de Madagascar, des Seychelles, du Mozambique et de Maurice, phénomène qui est déplaisant pour les touristes.

116. La pollution des plages par les boules de goudron n'a été étudiée qu'au Kenya, par le Marine and Fisheries Research Institute de Mombasa. Comme on pouvait s'y attendre, les concentrations de goudron et la pollution des plages varient avec les moussons, la mousson du nord-est étant la pire période dans les régions hydrographiques du courant de mousson du Mozambique et du courant des Aiguilles. Des boules de goudron pesant plus de 3 kg ont été observées lors de l'étude de Mombasa (Munga, 1981).

117. Les huiles usagées des garages ne sont pas évacuées de façon organisée; elles sont soit enterrées soit jetées dans les conduites d'eaux usées ou les cours d'eau. Le rejet par les garages de goudrons d'huiles usagées dans le fleuve Msimbazi a contribué à la pollution de l'habitat et du biote de la mangrove dans la Msimbazi Creek à Dar es-Salaam. Les résidus huileux et goudronneux qui couvrent les racines et bouchent les lenticelles des pneumatophores ont entraîné un rabougrissement des arbres de la mangrove. La pollution pétrolière dans la crique a asphyxié les huîtres (*Crassostrea*) et autres mollusques filtreurs. En outre les nappes d'huile flottant sur l'eau ont provoqué une grave diminution du taux d'oxygène et créé des conditions anoxiques dans la crique.

118. Les déversements d'huiles usagées de la centrale thermique de Saint-Louis, qui consomme environ 25 000 gallons de pétrole par jour, et d'un garage central d'entretien d'autobus, dans la rivière Saint-Louis à Port-Louis (Maurice) ont pollué la rivière et contribué dans une grande mesure à la pollution de la baie de Grande Rivière où tout le biote aquatique a été asphyxié. Des cas isolés de poissons ayant un goût de pétrole ont été signalés dans le pays.

Tableau 12 : Importations de pétrole brut et quantités raffinées dans la région

Pays	Importations de pétrole brut (millions de tonnes)	Volume des effluents des raffineries (m <sup>3</sup> par jour)	Nom de la raffinerie et quantité de pétrole raffinée (milliers de tonnes)
Somalie	0,3	-	Iraqsoma (Mogadiscio) 0,3
Kenya	4,0 (env.)	100 000	East African Oil Refinery 3,0
Tanzanie	1,6	-	Tanzanian-Italian Petroleum Refinery 1,6
Mozambique	1,0	-	Raffinerie à Motola 1,0*
Madagascar	0,65	-	Unique raffinerie malgache de Toamasina, Solvina, (Tamatave) 0,65
Maurice			0,25 (importations de produits de raffinage)
Seychelles			0,06 (importations de produits de raffinage)
Comores			-

\* Estimation

- Pas de données disponibles

Tableau 13 : Volumes estimatifs de pétrole brut et d'hydrocarbures déversés dans les océans du monde

(d'après McCaull et Crossland, 1974)

Sources de pollution	Millions de tonnes
Transport normal par pétroliers	0,53
Forage Offshore	0,10
Circulation des navires	0,50
Rejets des raffineries	0,30
Rejets d'huiles usagées provenant de sources situées à terres et acheminés par les cours d'eau (industrie et circulation de véhicules)	0,55
Déversements de pétrole, accidents (toutes origines)	0,20
Déversements directs, total	2,18
Par l'atmosphère (pétrole brûlé par l'industrie, les ménages et les moyens de transport)	10,00
Pollution pétrolière provoquée par l'homme	12,18
Infiltrations sous-marines naturelles	<0,10

119. Bien qu'il soit difficile d'exprimer en chiffres les diverses sources de pollution par les hydrocarbures dans la région, il ne fait pas de doute que les pétroliers occupent la première place. Les pays de la région ne disposent pour ainsi dire d'aucun moyen de surveillance de la pollution pétrolière ni de lutte contre celle-ci. Seul le Kenya possède une péniche de 200 tonnes pour la récupération mécanique des rejets mineurs. Tous les ports visités n'avaient à leur disposition que des stocks limités de dispersants chimiques. En tout état de cause, aucune étude fondamentale sur la pollution des mers par les hydrocarbures n'a été effectuée dans la région. Une évaluation de son ampleur et de ses effets sur les écosystèmes serait souhaitable, étant donné la toxicité du pétrole et des dispersants sur le biote marin.

120. La pollution ne fera qu'empirer si les efforts intenses de prospection et de reconnaissance pétrolières dans la région conduisent à la découverte de gisements. Pour plus de détails, voir OMI/PNUE : Lutte contre la pollution par les hydrocarbures dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 10. PNUE 1982.

#### Construction côtière et dragage

121. Quelques pays de la région ont indiqué dans leurs plans de développement l'intention de développer leurs ports et d'en construire de nouveaux pour faire face à l'augmentation de leur commerce maritime et à la rapide expansion de divers secteurs de leur économie. Or l'aménagement portuaire, comprenant des travaux de construction, d'extension ou de dragage, a invariablement sur l'environnement des conséquences susceptibles de nuire à l'écosystème côtier ou de le modifier.

122. Les constructions et barrières côtières ont modifié l'écoulement des eaux dans le port de Mombasa au point d'éroder gravement la ligne de côte autour du Fort Jésus. Le plan de développement du Kenya pour 1979-1983 prévoit l'approfondissement de l'entrée du port, ce qui nécessiterait d'importantes opérations de dragage. Le gouvernement envisage aussi de construire un deuxième grand port à Manda Bay, près de Lamu (Ministère de l'énergie et des communications, 1977).

123. Il vaut la peine d'examiner l'incidence de ces grandes activités d'aménagement sur l'environnement. En effet, le dragage provoque la mise en suspension de sédiments dans les eaux côtières, ce qui diminue la pénétration de la lumière dans ces eaux et augmente la demande biologique et chimique d'oxygène (Jonannes, 1975); ces sédiments sont donc hautement polluants et peuvent même nuire à la pêche et aux coraux.

124. Le Gouvernement du Mozambique envisage d'entreprendre une vaste extension du port de Beira dans le cadre du projet d'exploitation du riche gisement de charbon situé autour de Tete, dans le Nord-Est du Pays. Outre les problèmes d'envasement et d'érosion des côtes qui peuvent en résulter, la manutention d'énormes quantités de charbon dans le port entraînerait une grave pollution des côtes et de problèmes écologiques, si rien n'est fait pour s'y opposer.

125. Aux Seychelles, on a constaté (Vine, 1972), après la construction du nouvel aéroport international et du port de Victoria en 1970, des dégradations et destructions de communautés biotiques des récifs, dues au dragage. Selon des sources officielles, des photographies aériennes récentes donnent à penser qu'après une dizaine d'années l'écosystème a repris le dessus. Toutefois, une grave érosion côtière imputable à la digue a été observée à l'est de Victoria. La pollution des mers pourrait encore s'aggraver après l'exécution des autres grands programmes d'aménagement des côtes déjà prévus. Ces programmes comprennent la construction d'un port de pêche et d'un nouveau port commercial (Ministère de la planification et du développement, 1981), qui sera financé par des fonds internationaux.

126. Aux Comores, les plans prévoient l'extension du port de Mutsamudu à Anjouan, qui comprendra le prolongement de la jetée. La menace qui pèse sur les ressources biologiques de la mer dans la zone portuaire risque d'être aggravée par la forte sédimentation qu'on observe déjà dans le port.

127. Le Gouvernement mauricien prévoit l'exécution, dans la région de Mane Rudje, d'un projet de mise en valeur de la zone maritime dans l'intérêt des industries portuaires. De son côté le Gouvernement malgache envisage de construire des ports en eau profonde sur la côte nord-ouest du pays.

128. Les projets ci-dessus illustrent les problèmes de pollution que risquent de faire naître dans la région le dragage des ports et les activités de mise en valeur des terres, ainsi que les conséquences possibles des projets d'aménagement portuaire. La pollution due à ces activités a un caractère local et ne constitue donc pas un problème régional. On trouvera de plus amples détails sur la question dans le document ONU/UNESCO/PNUE sur la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières dans la région de l'Afrique de l'Est. Rapports et études du PNUE sur les mers régionales No 6. PNUE 1982.

#### Effets sur la santé de l'homme

129. Les effets nuisibles, par exemple les risques pour la santé de l'homme, de la pollution du milieu côtier et marin se manifestent de deux manières : a) diminution des possibilités de loisirs (utilisation des plages à fins récréatives, baignade, plongée au tuba, plongée sous-marine, etc.); b) intoxication par l'ingestion de produits de la mer (poissons et fruits de mer) contaminés par des polluants. Le tableau 14 indique les grandes catégories de polluants et leurs effets sur les ressources biologiques.

130. Les problèmes localisés que pose la pollution des estuaires, lagons et baies par les eaux usées ont été déterminés et l'on sait qu'il y existe une pollution microbiologique. La pollution microbiologique de ces eaux côtières par des organismes pathogènes fait courir de graves risques à la santé et a pour effet de réduire les possibilités de baignade. En dehors du fait que les eaux ainsi polluées sont désagréables à la vue, on a signalé des cas de troubles cutanés mineurs chez des baigneurs sur les plages polluées par les égouts de Dar es-Salaam et de la baie de Maputo. A Dar es-Salaam de nombreux cas d'hépatite, de gastro-entérite et de maladies de la peau ont été signalés. Dans la même ville, ainsi qu'à Maputo, on a signalé aussi des poussées de choléra. Après une étude faite en 1980 par le Ministère de la santé (Laboratorio de Higiene de Agua e Alimentos, 1980), le Gouvernement du Mozambique a interdit la baignade dans certaines parties de la baie de Maputo pendant la saison chaude, afin de protéger la santé publique. En certains points de prélèvement d'échantillons dans la baie, on a enregistré entre 24 000 et 46 000 Escherichia coli par 100 ml.

131. A Dar es-Salaam il est courant de voir les passants et les automobilistes se couvrir le nez pour ne pas sentir la puanteur qui émane des eaux polluées par les égouts de Msimbazi Creek, où il n'y a d'ailleurs aucune activité récréative.

132. La mission a acquis l'impression générale que les problèmes ci-dessus ne sont graves que dans quelques endroits et que leur ampleur varie d'un pays à l'autre. Cependant, ils n'ont fait l'objet d'aucune étude épidémiologique.

133. Les eaux côtières reçoivent certains produits chimiques toxiques, inorganiques (mercure, cadmium, plomb, arsenic, cyanure, etc.) et organiques (DDT, dieldrine et probablement diphényles polychlorés provenant du ruissellement reçu par les cours

Tableau 14 : Grandes catégories de polluants du milieu marin

(Source : OMCI, 1970)

Catégorie	Nocivité pour les ressources biologiques	Risques pour la santé de l'homme	Entraves aux activités maritimes	Réduction des possibilités d'activités de loisir
Eaux usées ménagères, y compris les déchets de la préparation des aliments	++	++	(+)	++
Pesticides	+	+	-	-
Déchets inorganiques, y compris les métaux lourds	++	++	-	(+)
Matières radioactives	?	+	(+)	-
Hydrocarbures et dispersants	+	?	+	++
Produits pétrochimiques et produits chimiques organiques	+	+	(+)	(+)
Déchets organiques, y compris les déchets de pâte à papier et de papier	++	?	(+)	+
Déchets d'origine militaire	+	?	+	?
Chaleur	+	-	+	-
Détergents	(+)	-	-	(+)
Déchets solides	+	-	+	++
Rejets de dragage et déchets inertes	+	-	+	+

++ importants; + assez importants; (+) mineurs; ? incertains; - négligeables.

d'eau, des précipitations et de l'élimination de déchets industriels). Les processus abiotiques et biotiques que subissent ces produits chimiques dans le milieu marin aboutissent à les répartir entre la couche aqueuse et les sédiments. Les prairies marines, le plancton, les poissons, les mollusques et les crustacés retiennent ces produits chimiques persistants dans leurs tissus.

134. Il vaut la peine de mentionner une étude faite récemment aux Seychelles, qui a permis de déterminer la teneur en mercure de 12 espèces de poissons d'importance économique, ainsi que du sang et des cheveux d'une partie de la population exposée à l'absorption de mercure par ingestion (Matthews, 1981). Dans divers pays, la loi fixe les limites de la teneur en mercure du poisson entre 0,5 et 1,0 mg/kg de poids frais; or la teneur constatée dans certaines espèces atteignait de 1,0 à 2,0 mg/kg. La source de ces fortes concentrations n'a pas été établie. Le sang de quelques-uns des enquêtés présentait une teneur proche de la dose-seuil correspondant, selon les recommandations de l'OMS, à la dose quotidienne admissible de 3 à 7 ug de mercure par kg de poids. Or les Seychelles sont le pays de la région qui enregistre la plus forte consommation de poisson par habitant : en moyenne 80 kg par an (voir tableau 1). Aucune étude épidémiologique n'a été entreprise pour évaluer le risque pour la population. Il vaudrait la peine d'étudier plus avant les teneurs en mercure du poisson, d'autant plus que l'industrie du thon est en expansion dans la région.

135. Le tableau 15 indique les teneurs en métaux de l'huître Crassostrea cucullata et de Pinna sp., relevées grâce aux études océanographiques menées dans le cadre de l'étude de la pollution de l'eau et de l'élimination des déchets à Mombasa (Kenya, Ministère de l'administration locale, 1977). Etant donné certaines inexactitudes de l'analyse, il est impossible de tirer des conclusions des résultats, mais on peut dire que ceux-ci révèlent la présence de métaux dans les tissus.

136. Il convient d'étudier à l'échelle régionale ou sous-régionale les dangers que la Ciguatera peut faire peser sur la santé, dangers illustrés par les intoxications récemment provoquées à Maurice et aux Seychelles par l'ingestion de poissons qui contiennent une toxine provenant probablement de dinoflagellés (algues planctoniques). On pense qu'à Maurice les poissons contaminés sont concentrés le long des côtes nord et ouest au voisinage de l'île Rodrigues, de St. Brandon et de l'île Agalega, ainsi que les Bancs de Saya de Malha et de Nazareth. Environ 10 pour cent des poissons pêchés chaque année dans le lagon et les Bancs doivent être jetés pour cette raison ce qui n'est pas sans conséquences socio-économiques. Aux Seychelles, on a signalé une dizaine de cas de Ciguatera (Rogers, 1981). Ces intoxications sont souvent liées à la destruction des récifs coralliens causée, dans les eaux tropicales, par la pollution, les activités d'extraction et le pillage opéré par les chasseurs de souvenirs. En outre, on dispose de données de plus en plus nombreuses montrant qu'on peut incriminer la présence des métaux à l'état de traces et diverses situations hydrographiques (LoCicero, 1975; Taylor et Seliger, 1979; Bagnis et al., 1979).

137. Les effets de la pollution des mers sur l'hygiène du milieu paraissant avoir suscité un intérêt dans la région, il importe de connaître de façon beaucoup plus précise l'ampleur du problème.

#### CADRE INSTITUTIONNEL UTILISE POUR L'EVALUATION DE LA POLLUTION DES MERS

138. La plupart des pays de la région possèdent des institutions qui s'occupent d'études de la mer portant sur l'océanographie physique, la détermination des ressources de la pêche et l'évaluation du peuplement. Dans la plupart des cas, il s'agit d'institutions gouvernementales; quelques-unes sont rattachées à une

Tableau 15 : Teneur en métaux de Crassostrea cucullata et de Pinna sp. en ug/g en poids sec

(Source : Kenya, Ministère de l'administration locale (1977))

Station	Zinc	Plomb	Cadmium	Cuivre
S5	3 200 - 4 400	12 - 360	2,2 - 2,9	175 - 328
S4	2 700 - 5 200	3,2 - 4,0	2,2 - 9,1	18,1- 97
N2	1 800 - 3 500	13 - 43	2,3 - 3,0	4,5- 242
N5	1 600 - 2 400	2,3 - 13	4,4 - 4,5	7,5- 20,3

université. On fait très peu pour évaluer la pollution des mers, à cause surtout d'une pénurie aiguë de personnel qualifié et de matériel.

139. Quelques pays de la région n'ont ni institut polytechnique ni université. Quelques-uns des instituts de recherche océanographiques relativement anciens sont des vestiges de la période antérieure à l'indépendance. Actuellement, il y a peu de scientifiques compétents. Les quelques universités de la région n'ont pas inscrit l'océanographie ni la chimie analytique à leurs programmes d'études; elles n'ont pas non plus de programmes actifs de haute spécialisation en recherche sur la pollution des mers ou pour la formation de jeunes chercheurs. Les problèmes se trouvent compliqués par le manque général de fonds. Des accords bilatéraux conclus avec d'autres pays et l'aide fournie par les organismes de l'ONU ont permis de créer quelques instituts de formation et de recherche océanographiques en rapport avec des programmes de mise en valeur des ressources de la pêche. Un petit nombre d'institutions de la région ont fait quelques études limitées pour évaluer la pollution des mers.

140. On trouvera ci-dessous une esquisse des activités générales de quelques-uns des établissements de recherches océanographiques de la région. A cet égard, on consultera avec fruit le Répertoire des Centres de recherche marine en Afrique (CEA/UNESCO/PNUE).

141. Le Mozambique compte quatre institutions océanographiques:

- i) Centre d'écologie de la faculté de biologie, Université Eduardo Mondlane;
- ii) Station de biologie marine de l'île d'Inhaca, rattachée au Centre d'écologie ci-dessus;
- iii) Instituto de Desenvolvimento Pesqueiro (IDP) à Maputo;
- iv) Centro de Treinamento Pesqueiro de Matola, à Maputo.

Les deux centres d'écologie de l'Université Mondlane sont des établissements de recherche et de formation. La station de l'île d'Inhaca, qui compte un spécialiste de biologie marine, est censée étudier les problèmes de la pêche artisanale sur l'île et offrir une formation de laboratoire à des étudiants en biologie. Le centre a une bonne collection de référence de coraux, de poissons et de crustacés. Le centre de Maputo emploie cinq spécialistes de biologie marine et un planificateur de l'occupation des sols; il vient de lancer un programme de recherche sur l'influence de la pollution sur les crabes des mangroves.

142. Toutefois, comme l'Etat donne priorité à la formation d'enseignants scientifiques pour les écoles secondaires, le personnel universitaire est entièrement absorbé par l'enseignement et fait peu de recherche. Les deux autres institutions font de la recherche sur l'évaluation du peuplement de poissons et, en ce qui concerne l'IDP, exécutent des tâches de gestion; elles offrent en outre une formation aux étudiants et aux pêcheurs.

143. La Direcção Nacional de Aguas (Direction nationale des eaux) à Maputo, bien que de création récente, est apparue à la mission comme potentiellement capable d'assurer la surveillance de la pollution des mers. Ses études en cours portent notamment sur les sujets suivants : rejets de sédiments de certains cours d'eau dans les estuaires et essai d'évaluation des effets écologiques d'un projet d'usine de pâte à papier et de papier. Un grand obstacle auquel elle se heurte est le manque d'appareils perfectionnés pour mesurer les niveaux de polluants présents en traces ou en traces infimes. La direction de la médecine préventive et de la santé publique du Ministère de la santé de Maputo, qui effectue actuellement des

déterminations de la teneur en mercure des poissons de mer, est une autre institution capable de procéder à des évaluations et, ultérieurement, de surveiller certains types de pollution.

144. La Tanzanie possède quatre institutions océanographiques :

- i) Institute of Marine Science de l'Université de Dar es-Salaam, Zanzibar;
- ii) Kunduchi Fisheries Research and Training Institute;
- iii) Mgebani Fisheries Research and Training Institute;
- iv) Marine Research Station, Zoology Department de l'Université de Dar es-Salaam.

Cette dernière institution s'occupe activement d'écologie et d'évaluation de la pollution des écosystèmes des mangroves et récifs coralliens et des biotes associés. Le laboratoire chimique central à Dar es-Salaam est un laboratoire d'analyse bien équipé possédant une certaine expérience de l'analyse des polluants du milieu marin.

145. Au Kenya, les départements de botanique et de zoologie de la faculté des sciences de l'Université de Nairobi envisagent d'organiser des cours pour étudiants et des cours de haute spécialisation en océanographie. Faut de personnel, de matériel et de fonds, ils n'ont entrepris aucune étude d'évaluation de la pollution des mers, mais deux membres de leur personnel mènent des études océanographiques sur l'écologie des algues et des mangroves.

146. L'Institut d'océanographie et de recherche sur les pêcheries du Kenya à Mombasa, qui est l'ancienne East African Marine Fisheries Research Sub-station, n'est pas encore entré pleinement en activité. Il essaie de reconstituer son personnel mais, faute de crédits, il n'a pas d'appareils d'analyse perfectionnés (chromatographes en phase gazeuse, spectrophotomètres d'absorption atomique, etc.) pour assurer la surveillance des métaux lourds et des hydrocarbures chlorés. En dépit de ces contraintes, il vient de faire des études sur la pollution des plages touristiques par les boules de goudron (Munga, 1981).

147. Le département de chimie de l'Etat à Mombasa, qui dispose d'une large gamme d'appareils d'analyse se prêtant à la détermination des polluants des mers et qui a fait des analyses de la teneur en mercure du poisson, est une autre institution nouvelle.

148. En Somalie, le gouvernement projette de créer un institut de recherche océanographique à Gezire, à quelque 18 km de Mogadiscio.

149. A Madagascar, il existe trois centres de recherche océanographiques :

- i) Station marine de Toléar (Centre universitaire de Tuléar);
- ii) Institut national de géodésie et de cartographie à Tananarive;
- iii) Centre national de recherches océanographiques (CNRO) à Nossi-Bé.

Aucun de ces centres ne fait d'études d'évaluation de la pollution des mers, faute de matériel et des spécialistes nécessaires. Les recherches actuellement menées par le Centre de Tuléar et, en partie, le CNRO de Nossi-Bé portent sur l'évaluation des ressources en poissons et en crevettes et sur l'établissement d'un inventaire systématique des algues de Madagascar.

150. A Maurice, il existe deux centres de recherches océanographiques :

- i) Division de la recherche du Ministère des pêches à Port-Louis;
- ii) Muséum d'histoire naturelle à Port-Louis.

Tous deux surveillent la pollution. Le Ministère des pêches, qui se plaint du manque d'appareils, a envoyé un de ses agents à l'étranger pour y recevoir une formation aux techniques d'analyses.

151. Les Comores n'ont aucun cadre institutionnel leur permettant de surveiller la pollution. Elles n'ont pas non plus d'Institut polytechnique ou d'université.

152. Les Seychelles n'ont pas d'établissements supérieurs, mais la division des pêches du Ministère de l'agriculture et de l'occupation des sols, aidé par des experts étrangers, participe notamment à des études sur les ressources de la pêche et à des enquêtes consécutives aux campagnes de capture. Elle vient d'achever une étude, dont elle a publié les résultats, sur la teneur en mercure observée dans douze espèces de poissons, y compris le thon, ainsi que dans les cheveux des pêcheurs et dans le sang des mères et des nouveaux-nés. Fait notable, la station d'agriculture expérimentale de Grande-Anse, qui dépend du même ministère, attend un envoi d'appareils d'analyse, dont un spectrophotomètre d'absorption atomique fourni à titre de don par l'USAID. Ces appareils peuvent servir à mesurer la pollution des mers moyennant une coopération entre divisions mais il n'y a pas de personnel local qui puisse les utiliser.

153. L'absence de ressources nationales et régionales pour évaluer la pollution des mers ou entreprendre des recherches en vue de déterminer le devenir des diverses catégories de polluants est un fait évident. Certaines enquêtes sur cette pollution ont été effectuées dans le cadre de l'élaboration des plans directeurs des réseaux d'assainissement de Mombasa et de Dar es-Salaam, mais par des consultants étrangers. Pleinement conscients de cette contrainte, les gouvernements de tous les pays ont demandé une assistance pour évaluer la pollution de l'environnement et pour déterminer les apparences d'analyse nécessaires pour les surveiller.

#### CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

154. La nature et l'ampleur du problème de la pollution des mers dans la région varient d'un pays à l'autre. La pollution des eaux côtières et des plages par les hydrocarbures provenant des pétroliers qui font route du Moyen-Orient vers l'Europe et qui lavent leurs réservoirs au large constitue en la matière le problème le plus grave de la région, mais son ampleur et son incidence seraient encore plus grandes si le canal de Suez n'avait pas été rouvert en 1975. Les boules de goudron présentes sur les plages constituent une menace pour l'économie de la région.

155. Les autres sources de pollution par les hydrocarbures (déversements mineurs dus aux opérations de soutage, rejet d'eau de cale huileuse, etc.) se limitent aux ports. La pollution causée par les huiles de graissage et les goudrons provenant de garages et de sources industrielles est mal connue, mais la situation n'est grave que dans quelques pays et touche seulement les fleuves, criques et estuaires.

156. L'envasement provoqué par de mauvaises pratiques d'utilisation des sols et par le déboisement et l'érosion est, après celui de la pollution par les hydrocarbures, le problème le plus important dont souffrent tous les pays de la région. Ce phénomène a entraîné la pollution des récifs coralliens et l'épuisement des poissons

de récifs, ce qui a eu des conséquences socio-économiques néfastes. Dans certains pays, le problème est si grave que des mangroves et leur biote ont été détruits et que des ports ont été abandonnés.

157. L'ampleur de la pollution des mers par les eaux d'égout, les déchets industriels et les déchets agricoles varient à travers la région, mais les problèmes sont localisés dans l'écosystème côtier, à savoir les estuaires, les mangroves, les baies et les lagons. On ne saurait donc parler de problème régional que dans la mesure où il s'agit d'un problème commun, mais qui exige des solutions nationales.

158. La région est quasiment dépourvue de ressources pour combattre les grands déversements de pétrole et lutter contre la pollution par les hydrocarbures. Les capacités nationales à cet égard sont elles aussi insuffisantes et se bornent à des stocks limités de dispersants.

159. Le public est en général inconscient des effets nocifs de la pollution qui frappe l'environnement, et en particulier les mers. Quelques pays ont enregistré des atteintes à la santé dues à la pollution des mers et des côtes, mais à une échelle réduite. Il est facile de sous-estimer l'ampleur des problèmes posés par cette pollution dans la région. Aucune étude épidémiologique n'a été faite pour évaluer convenablement ses effets sur la santé. Or les risques d'une toxicité chronique due à des niveaux sublétaux et à des interactions synergiques entre les pollutions chimiques entrant dans le milieu marin font qu'il est nécessaire d'étudier le problème dans sa nature et dans son ampleur. On n'a pas de données sur l'ampleur du transport éolien du plomb libéré dans l'atmosphère par la combustion de carburants et aboutissant dans le milieu côtier et marin, ni sur ses effets sur la faune et la flore marines. Or les aéroports de beaucoup de pays de la région sont situés sur la côte. Il en est de même pour d'autres sources de pollution qui provoquent des retombées atmosphériques d'autres substances.

160. Les pays et la région souffrent d'une pénurie aiguë de moyens pour surveiller la pollution des mers. Les informations disponibles dans chaque pays sur l'état du milieu côtier et marin comportent de grosses lacunes. Pleinement conscients de ces problèmes, les gouvernements recherchent activement des solutions.

#### Recommandations au niveau national

161. L'un des problèmes évidents qui se posent est la difficulté d'obtenir des renseignements exacts sur la pollution des mers dans la plupart des pays. C'est pourquoi chacun de ceux-ci a besoin d'une banque nationale de données pour rassembler toutes les données scientifiques relatives aux problèmes que suscite la pollution de l'environnement, et celle des mers en particulier. La pollution des eaux côtières par les eaux d'égout est un grand danger pour la santé publique, qui se manifeste déjà dans quelques pays. Il importe que les pouvoirs publics améliorent les méthodes d'évacuation des eaux usées. Les émissaires, quand il y en a, sont souvent mal placés. Il faut examiner les caractéristiques hydrographiques des eaux côtières pour assurer une dispersion efficace des effluents avant de déterminer l'emplacement des émissaires et de les installer. Les pays devraient, en s'appuyant sur des critères nationaux appropriés et scientifiquement fondés, adopter des lois applicables pour lutter contre les sources de pollution d'origine tellurique, afin de protéger le milieu marin et ses ressources biologiques. Il est en effet plus facile d'empêcher la pollution industrielle que de remédier à ses conséquences néfastes sur les écosystèmes marins. Il faudrait exiger des études d'impact préalablement à la création de tout établissement industriel et, le cas échéant, rendre obligatoire l'adjonction d'installation de traitement des déchets. Il est nécessaire de faire ces études à cet égard, ainsi que d'établir un guide des types de déchets produits par chaque industrie et de leur potentiel de pollution, et

de formuler des suggestions sur le mode et le lieu d'évacuation. Les effluents industriels n'exigent pas tous des stations d'épuration perfectionnées. Chaque pays devra faire des études pour caractériser les effluents industriels et définir, d'une part, ceux qui exigent un traitement minimal et pouvant être rejetés dans les grands cours d'eau ou les estuaires dont la capacité d'assimilation est suffisante, d'autre part ceux qu'il faut traiter de manière poussée à l'usine même et évacuer par les égouts municipaux et les stations d'épuration pour assurer l'élimination des substances nuisibles aux organismes marins. Il faudrait encourager les responsables des vieilles usines polluantes à modifier leurs procédés. A titre de principe général, il faudrait encourager le recyclage des déchets.

162. Il conviendrait d'intensifier les campagnes d'éducation écologique générale pour réduire l'envasement dû aux mauvaises pratiques actuelles d'utilisation des terres agricoles et au déboisement, qui entraînent l'érosion. Les politiques nationales d'utilisation des sols devraient encourager les pratiques de conservation des terres. L'érosion et l'envasement nuisent aux écosystèmes terrestres et aquatiques, et les mesures de lutte contre ces phénomènes coûtent cher.

163. Des produits chimiques toxiques tels que les pesticides pénètrent dans le milieu côtier et marin par ruissellement et épandage. Les pays devraient donc réglementer efficacement l'importation et l'emploi des produits chimiques toxiques, y compris les pesticides; ils devraient aussi soumettre les effets de ces produits sur les écosystèmes marins à une surveillance scientifique.

164. Des lois nationales efficaces et applicables sur la pollution par les hydrocarbures sont nécessaires. Il faudrait aussi des programmes de surveillance de cette pollution, qui devraient s'étendre aux dispersants chimiques, en raison du danger que ceux-ci font courir aux organismes benthiques, aux larves et aux jeunes poissons et crevettes.

165. Vu l'augmentation du coût des combustibles, il vaudrait la peine d'envisager le recyclage des huiles de graissage usagées pour en tirer de l'énergie thermique en les mélangeant soit à des combustibles neufs soit à des déchets solides tels que la bagasse.

166. Aucun des pays ne dispose des ressources en personnel qui seraient nécessaires pour faire respecter une loi sur la pollution des mers. En effet, l'application des lois exige la surveillance de la pollution. Or, étant donné la pénurie aiguë de ressources à cette fin, les pouvoirs publics devraient établir un inventaire de leurs capacités actuelles et du matériel dont ils disposent, et encourager le partage des moyens entre les institutions du pays. Les institutions gouvernementales devraient coopérer davantage entre elles et avec les universités. En vue de mobiliser des ressources limitées, il faudrait encourager la création d'un laboratoire national de l'environnement comportant une section de la pollution des mers.

167. Les instituts polytechniques et les universités devraient adopter des programmes pluridisciplinaires sur les sciences de la mer qui comprendraient l'océanographie physique et chimique, la biologie marine, l'écologie et la chimie analytique appliquée. Il faudrait encourager la formation de scientifiques et de techniciens par l'attribution de bourses d'étude ou par des programmes d'assistance étrangère. Pour permettre à chaque pays de tirer le maximum de ces programmes de formation, il faudrait que les scientifiques des institutions gouvernementales et autres y participent aussi, afin de permettre aux universités de consacrer plus de temps à l'enseignement et à la recherche.

168. Dès qu'un noyau d'experts de la surveillance de la pollution aurait été formé, chaque pays devrait entreprendre des études de base sur la pollution des mers.

### Recommandations au niveau régional

169. Il faudrait mettre sur pied un système régional de collecte de données (banque de données) pouvant être mis à la disposition des membres en vue d'un échange d'informations utiles sur les problèmes communs de pollution des mers, par exemple les mécanismes et les lois prévus pour lutter contre l'envasement et la pollution par les hydrocarbures dans chaque pays. A cette fin, on pourrait créer un bulletin régional trimestriel d'information. De même, on pourrait utilement enregistrer et échanger des informations sur la dégradation de certains habitats et de certains littoraux par la pollution, sur la Ciguatera (intoxication alimentaire provoquée par la consommation de certains poissons) et autres données du même genre. Une coopération régionale ainsi conçue devrait permettre de nouer des rapports étroits avec les organismes régionaux compétents, par exemple la Commission des pêches pour l'océan Indien (CPOI) et la Commission des pêches intérieures de l'Afrique (CIFA).

170. Il est regrettable qu'on ait si peu conscience du problème de la pollution des mers. C'est pourquoi il faudrait sensibiliser davantage la région à l'importance de l'environnement en fournissant à chaque pays une documentation lui permettant d'informer sa population.

171. L'évacuation des déchets se fait de manière négligente et sans souci de l'environnement. Vu l'importance économique de la pêche artisanale et des autres utilisations du milieu côtier et marin, il conviendrait de rédiger et de mettre à la disposition des pouvoirs publics des guides sur les caractéristiques des déchets des industries polluantes; ces guides fourniraient des renseignements sur chaque type d'industrie, les types de déchets produits, les lieux convenant à l'élimination et les méthodes à appliquer, et cas échéant, le recyclage et l'utilisation des déchets, afin de réduire les atteintes à l'environnement.

172. L'adoption de lois fixant des normes doit s'accompagner d'enquêtes de surveillance de la pollution, servant à contrôler l'application des textes. Mais avant d'entreprendre ces enquêtes, il faudrait faire d'abord des études de base qui, à ce jour, n'ont encore été réalisées nulle part dans la région.

173. Comme l'évaluation de la pollution est un élément très important de tout plan d'action, il faudrait commencer par intensifier la formation de scientifiques spécialisés dans la surveillance de la pollution des mers. L'analyse de polluants des mers tels que les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides et les dipnésyles polychlorés exige en effet des compétences et une formation spécialisées en analyse. On pourrait utilement encourager la création de laboratoires nationaux de surveillance de la pollution de l'environnement. Il faudrait aussi promouvoir l'étude des sciences de la mer dans les universités et la recherche fondamentale dans ce domaine. Les ateliers régionaux de formation à l'évaluation de la pollution devraient viser à constituer les données de base, d'origine nationale et régionale, qui font actuellement défaut. Cette formation exigerait une aide extérieure à la région.

174. A la formation par ateliers devraient succéder des études de base nationales accompagnées d'échanges régionaux de méthodes et de résultats. En accord avec les gouvernements des pays de la région, on pourrait désigner une institution bien équipée comme centre de coordination pour l'évaluation régionale de la pollution des mers. Pour que tous les pays puissent en profiter au maximum, il faudrait cependant veiller autant que possible à répartir les ateliers de formation dans toute la région.

175. Les ressources financières étant limitées, on pourrait établir un réseau d'institutions qui étudieraient en collaboration les divers domaines de la pollution des mers, notamment par la mise en commun de leurs installations et l'échange gratuit de scientifiques et de techniciens.

BIBLIOGRAPHIES

- BAGNIS, A., KUBERSKI, T. and LAUGIER, S. (1979). Clinical observations of 3009 cases of Ciguatera (fish poisoning) in the South Pacific. Am.J.Trop.Med.Hyg., 26(6):1067-73.
- BOCK, K. (1976). A guide to common reef fishes in the West Indian Ocean. London. Macmillan Education Ltd.
- COX, M. D. (1970). A mathematical model of the Indian Ocean. Deep-Sea Res., 17 47-75.
- DUING, W. (1970). The regime of the monsoon currents in the Indian Ocean. IIOE Oceanogr. Monogr., (1), 68 p.
- DUING, W. and SZEKIELDA, K. (1971). Monsoonal response in the Western Indian Ocean. J.Geophys.Res., 76 4181-7
- FAO (1981). Annuaire statistique des pêches, captures et quantités débarquées, 1980, vol.50, Rome, FAO, 386 p.
- FAO/IOP (1979). Report of the FAO/IOP Workshop on the fishery resources of the Western Indian Ocean south of the equator. Mahé, Seychelles, 23 October - 4 November 1978. Rome, FAO/UNDP, Indian Ocean Fishery Commission, Indian Ocean Programme, IOFC/DEV/79/45:99 p.
- FINDLATER, J. (1969). A major low-level air current near the Indian Ocean during the northern summer. Q.J.R.Meteorol. Soc., 95 362-80.
- HELMER, R. et MORGELI, U.W. (1978). Review of the liquid waste disposal situation along the Gulf of Guinea and adjacent areas. Rapport sur la Réunion internationale COI/FAO/OMS/PNUÉ sur la pollution marine dans le Golfe de Guinée et zones adjacentes, Abidjan (Côte d'Ivoire) 2-9 mai 1978, OMS, CEP/77,10 24 p.
- Indian Ocean Fishery Commission (IOFC) (1981). Review of fishery development in the southwest Indian Ocean region. Document présenté à la première session du Committee for the Development and Management of Fisheries in the southwest Indian Ocean. Le Morne (Maurice), 22-24 avril 1981. Rome, FAO, IOFC:DM/SW/81/4 16p.
- JOHANNES, R. E. (1975). Pollution and degradation of coral reef communities. In : tropical marine pollution, edited by E.J.F. Wood and R.E. Johannes. Elsevier Oceanogr.Ser., (12) 13-51.
- Kenya Ministry of Local Government (1977). Mombasa water pollution and waste disposal study. Vol. 6. Marine investigations. Nairobi, Republic of Kenya, div. pag.
- Kenya Ministry of Power and Communications (1977). Manda Bay Port, feasibility study of Kenya's second port. Nairobi, Republic of Kenya, div. pag.

- Laboratorio de higiene da aqua e alimentos (1980). Inquerito sobre a poluição da bahia de Maputo. Maputo, Ministério da Saúde, Direcção de Medicina Preventiva. Mimeo, div. pag.
- LELIMA, A. (1972). The response of the Somali current to the southwest monsoon of 1970. Deep-Sea Res., 19 319-25.
- LOCICERO, V. R. (ed.) (1975). Proceedings of the First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms. Boston, Mass., 4-6 November 1974. Wakefield, Massachusetts Science and Technology Foundation, 540 p.
- MacNAE, W. (1974). Mangrove forests and fisheries. Rome, FAO/IOFC/DEV/74/34 35 p.
- MATTHEWS, A. C. (1981). Mercury in fish of the Republic of Seychelles and hair and blood mercury levels of part of the population exposed to methyl mercury through fish consumption. Fish.Bull.Fish.Div., Seychelles, (9) 62p.
- McCAULL, J. and CRUSSLAND, J. (1974). Water pollution. New York, Harcourt Brace Jovanovich.
- MUNGA, D. (1981). Some observations on petroleum pollution along the Kenyan coast. Paper presented at the Symposium/Workshop on aquatic Resources of Kenya : A need for research. Nairobi, 13-19 July 1981. (Mimeo).
- MWAISEJE, B. and REINOYA, J. R. (1981). Mangrove habitats, problems of conservation in Tanzania. Paper presented at the International Society for Tropical Ecology, Silver Jubilee Symposium, Bhopal, India, 5-10 October 1981. Ms.
- OMCI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/AIEA/ONU, Groupe d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP) (1970). Rapport sur la deuxième session, Paris, 2-6 mars 1970, UNESCO, div.pag.
- OMCI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUJ, Groupe d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP), Marine pollution implication of coastal area development. Rep.Stud.GESAMP., (11) 114 p.
- OMCI/FAO/UNESCO/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUJ, Groupe d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP) (1981). Rapport sur la douzième session, Genève, 22-29 octobre 1981. Rep.Stud.GESAMP. (14).div.pag.
- RISEBROUGH, R. W., HUSCHENBETH, E. and JENSEN, S. (1972). Halogenated hydrocarbons. In : A guide to marine pollution, edited by E.D. Golberg. New York, Gordon and Breach, pp. 1-17.
- ROGERS, J.F. (1981). Pilot scale development of processed fish products in the Seychelles. Fish.Bull.Fish.Div., Seychelles, (16) 9 p.
- SAENGER, P., HEGERL, E. J. and DAVIE, J. D. S. (eds) (1981). First report on the global status of mangrove ecosystems. Gland, IUCN, 132 p.
- SCHOTT, F. (1977). The response of the Indian Ocean to the monsoon. Results of the Indian Ocean experiment. Nat.Resour.Dev., Tübingen, 6 112-20
- SCOR Working Group 46 (RIOS) (1981). River inputs to ocean systems. New York, United Nations, 384 p.
- Seychelles Ministry of Planning and Development (1982). Feasibility study of a port and land reclamation project, Seychelles. Mahé, Ministry of Planning and Development, Department of Works, 8 vols., div. pag.

- SSENTONGO, G. W. (1979). Marine fisheries in Africa. In : Lectures presented at the Sixth FAO/SIDA Workshop on Aquatic Pollution in relation to Protection of Living Resources. Rome, FAO, TF-RAF 112, Suppl. 1 19 - 30
- SWALLOW, J. C. (1964). Equatorial undercurrent in the western Indian Ocean. Nature (Lond.), 204 436-7.
- Tanzania Ministry of Lands, Housing and Urban Development (1980). Dar es-Salaam sewerage and sanitation study, Master plan. Dar es Salaam, The United Republic of Tanzania, 6 vols, div. pag.
- TAYLOR, D. L. and SELIGER, H. H. (eds) (1979). Toxic dinoflagellate blooms. In : Development in Marine Biology, vol. 1. New York, Elsevier North Holland Inc., 505 p.
- TOMCZAK, M. Jr. (1979). Regional oceanography of African waters. In : Lectures presented at the Sixth FAO/SIDA Workshop on Aquatic Pollution in relation to Protection of Living resources. Rome, FAO, TF-RAF 112, Suppl. 1 1 - 18.
- VINE, P. J. (1972). Coral reef conservation around the Seychelles, Indian Ocean. Biol.Conserv., 4 304-5.
- Anonyme (1981). Africa south of the Sahara (1981-82). London, Europa Publ., 11th ed., 1383 p.

PUBLICATIONS DE LA SERIE DES RAPPORTS ET ETUDES DU PNUE  
SUR LES MERS REGIONALES

- No 1 PNUE : Réalisations et projets d'extension du programme du PNUE pour les mers régionales et des programmes comparables relevant d'autres organismes (1982)
- No 2 ONUDI/PNUE : Etudes de polluants marins provenant de sources industrielles dans la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (1982)
- No 3 UNESCO/PNUE : Les apports de polluants par les fleuves dans les eaux côtières de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (1982)
- No 4 OMCI/PNUE : La pollution par les hydrocarbures dans la région de l'Afrique de l'Ouest et du Centre : état actuel et mesures à prendre (1982)
- No 5 IAEA/UNEP : Survey of tar, oil, chlorinated hydrocarbons and trace metal pollution in coastal waters of the Sultanate of Oman (en préparation) (anglais seulement)
- No 6 ONU/UNESCO/PNUE : Mise en valeur du milieu marin et des zones côtières dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 7 ONUDI/PNUE : Sources industrielles de pollution des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 8 FAO/PNUE : La pollution des mers dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 9 OMS/PNUE : Problèmes de santé publique dans la zone côtière de la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 10 OMI/PNUE : Lutte contre la pollution par les hydrocarbures dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 11 UICN/PNUE : Conservation des écosystèmes et des ressources biologiques des mers et des côtes dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 12 PNUE : Problèmes de l'environnement qui se posent dans la région de l'Afrique de l'Est (1982)
- No 13 M. PATHMARAJAH : Pollution and the marine environment in the Indian Ocean (1982) (anglais seulement)
- No 14 PNUE/CEPAL : Développement et environnement dans la région des Caraïbes : une synthèse (1982)
- No 15 UNEP : Guidelines and principles for the preparation and implementation of comprehensive action plans for the protection and development of marine and coastal areas of regional seas (1982) (anglais seulement)

(suite)

- No 16 GESAMP : The health of the oceans (1982) (anglais seulement)
- No 17 UNEP : Regional Seas Programme : Legislative authority (en préparation)  
(anglais seulement)
- No 18 UNEP : Regional Seas Programme : Workplan (1982) (anglais seulement)
- No 19 UNEP : Regional Seas Programme : Compendium of projects (1982) (anglais  
seulement)
- No 20 CPPS/UNEP : Action Plan for the protection of the marine environment and  
coastal areas of the South-East Pacific (1982) (anglais et espagnol  
seulement)
- No 21 CPPS/PNUMA : Fuentes, niveles y efectos de la contaminación marina en el  
Pacífico Sudeste (1982) (espagnol seulement)
- No 22 PNUE : Programme pour les Mers Régionales en Amérique Latine et dans la  
Région des Caraïbes (1982)



Publié et imprimé par:  
Centre d'activités du Programme pour les mers régionales  
Programme des Nations Unies pour l'environnement

Des exemplaires de ce document ainsi que d'autres publications du Centre  
d'activités du Programme pour les mers régionales du PNUÉ peuvent être  
obtenus du:

Centre d'activités du Programme pour les mers régionales  
Programme des Nations Unies pour l'environnement  
Palais des Nations  
GENEVE  
Suisse