



PNUE

MERS REGIONALES

I. Bryceson et al.:

Etat du milieu marin:

Région de l'Afrique orientale

PNUE : rapports et études des mers régionales No. 113

Préparé avec la collaboration de



COI



FAO

PNUE 1990

PREFACE

Mieux comprendre l'évolution des problèmes touchant l'environnement marin est un objectif que vise inlassablement le Programme pour les océans et les zones côtières du PNUE car cette compréhension lui permet de disposer des connaissances scientifiques indispensables à l'échelon des politiques qu'il conçoit pour protéger les océans.

Les principales données utilisées aux fins d'évaluation de l'état de l'environnement marin procèdent de documents scientifiques publiés auxquels tout intéressé peut avoir accès, de divers rapports publiés sous forme de documents qui ne sont pas destinés à la vente et des nombreux programmes de recherche et de surveillance financés par le PNUE et d'autres organisations.

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour procéder à l'analyse critique du nombre considérable de données disponibles et préparer des études de synthèse portant sur des sites ou des polluants et contaminants déterminés.

Le GESAMP, qui est le Groupe mixte d'experts OMI/FAO/Unesco/OMM/OMS/AIEA/ONU/PNUE chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers, se voit confié par les organisations qui le financent des études de portée mondiale. Il a déjà publié des études portant sur différents contaminants et polluants et en élabore d'autres aux fins de publication. En 1982 il a également publié sa première étude sur l'état de l'environnement marin mondial et prévoit de publier la deuxième étude de ce type, en cours de préparation, vers la fin de 1989¹

Parallèlement à l'établissement des bilans mondiaux, le PNUE a entrepris, en 1986, la réalisation d'une série de bilans régionaux dont la présentation d'ensemble est semblable à celle du deuxième bilan mondial du GESAMP; ces bilans régionaux sont faits en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et la Commission océanographique intergouvernementale (COI). Quinze équipes spéciales de scientifiques, coordonnées conjointement par le PNUE, la FAO et la COI ont été constituées à l'aide principalement d'experts des régions intéressées pour établir les rapports régionaux avec la collaboration d'un certain nombre d'autres organisations.

Le présent document est le résultat des travaux de l'équipe spéciale de la région de l'Afrique orientale. La version finale du rapport a été établie par M. I. Bryceson, agissant en qualité de rapporteur de l'équipe spéciale pour la région de l'Afrique orientale, avec la collaboration de MM. T.F. De Souza, I. Jehangeer, M.A.K. Ngoile et P. Wynter, à qui nous exprimons notre reconnaissance pour leur contribution.

¹ Les publications du GESAMP peuvent être obtenues auprès des

TABLE DES MATIERES

	Page
1. INTRODUCTION	1
2. CARACTERISTIQUES DE LA REGION	2
(a) Caractéristiques écologiques générales de la région	2
(b) Aspects généraux de la pollution marine dans la région	4
3. CONTAMINANTS MARINS: CONCENTRATIONS ET DISTRIBUTIONS	6
(a) Concentrations dans l'eau, les sédiments et le biote	6
(b) Transports et flux à travers des interfaces	7
(c) Contrôle de qualité, validation et gestion des données	8
4. ACTIVITES HUMAINES AFFECTANT LA MER	9
(a) Déversements des eaux usées urbaines et industrielles	9
(b) Le développement des zones côtières	13
(c) Modifications des cycles hydrologiques	14
(d) Autres utilisations des terres	16
(e) Décharges de sédiments contaminés et de déchets industriels	16
(f) Décharges de déchets solides (ordures)	16
(g) Transport maritime de pétrole et d'autres substances dangereuses	17
(h) Exploitation des ressources marines non vivantes	18
(i) Exploitation des ressources marines vivantes	20
5. CONSEQUENCES BIOLOGIQUES	23
(a) Eutrophisation et phénomènes associés	23
(b) Conséquences sur la santé publique	23
(c) Effets à long terme	25
(d) Potentiel de recouvrement des dommages causés aux habitats et aux ressources	26
(e) Incidents et accidents sporadiques	27
6. STRATEGIES DE PREVENTION ET DE CONTROLE	27
7. TENDANCES ET PRONOSTICS	27
8. ECONOMIE	28
9. RESUME	28
10. CONCLUSIONS	30
11. REFERENCES	31

ANNEXE I: TABLEAUX

1.	Caractéristiques de quelques effluents industriels en Tanzania	39
2.	Composition des eaux d'un dépôt d'ordures à Mombasa, Kenya	39
3.	Teneurs en métaux des espèces <u>Crassostraea cucullata</u> et <u>Pinna</u> sp.	40
4.	Contrôle bactériologique de la rivière Msimbazi Dar es Salaam, Tanzanie	40
5.	Caractéristiques des eaux usées domestiques et municipales de Dar es Salaam, Tanzanie	40
6.	Caractéristiques des eaux usées municipales de Mombasa, Kenya	41
7.	Concentrations en métaux dans des poissons achetés sur les marchés de la ville de Mombasa	41
8.	Résidus de DDT et endosulphane dans les muscles de poissons d'eau douce pêchés dans le système d'irrigation Hola et dans la rivière Tana, Kenya	42
9.	Estimations des populations et des décharges d'eaux usées domestiques des villes côtières de l'Afrique orientale	43
10.	Statistiques relatives à la pêche dans la région	44

ANNEXES II: FIGURES

1.	Pays de la région de l'Afrique orientale	47
2.	Circulation des eaux à la surface de l'océan (février)	48
3.	Circulation des eaux à la surface de l'océan (août)	49
4.	Températures de l'eau à la surface de l'océan (février)	50
5.	Températures de l'eau à la surface de l'océan (août)	51
6.	Grandes villes côtières et villes importantes de la région	52
7.	Les effluents de Dar es Salaam, Tanzanie	53
8.	Rivières et barrages importants de la région	54
9.	Routes du transport de pétrole dans le monde en 1990	55
10.	Observations de tâches d'huile dans la région	56

1. INTRODUCTION

La région de l'Afrique orientale comprend les eaux de la partie centre-ouest de l'océan Indien.

Les pays dont les côtes délimitent cette région sont les Comores, le Kenya, Madagascar, la Somalie, la Tanzanie, Maurice, le Mozambique et les Seychelles. L'île de la Réunion, département français d'outre-mer, se trouve aussi dans la Région.

La partie la plus au nord de la Somalie se situe à une latitude de 11°54' N et la partie la plus au sud du Mozambique se situe à 26°46' S. La partie la plus à l'ouest de la Région est à 32°45' E. L'extension la plus à l'est de la Région n'est pas encore clairement définie, mais on peut suggérer 65° E (cela permet d'inclure l'île de Rodriguez, qui fait partie de Maurice). La surface d'océan concernée est à peu près de $9,5 \times 10^6$ km². Approximativement 25% de cette région se trouvent au nord de l'équateur, 75% au sud.

La figure 1 présente une carte de la région de l'Afrique orientale.

Les auteurs ont contacté de nombreuses personnes et organisations afin de collecter les informations disponibles concernant la région entière. Entre autres, les rapports du PNUÉ de la série "Rapports et études concernant les mers régionales", les publications pertinentes de l'UICN et la littérature de la FAO se sont avérés très utiles.

La quantité des données océanographiques et des informations sur la biologie marine, disponible sur la Région, a substantiellement augmenté pendant les trois dernières décades. Les données plus anciennes sont pauvres et incomplètes, et presque rien n'a été publié concernant la pollution marine dans la Région.

L'Expédition internationale dans l'océan Indien (IIOE) dans les années 60 était un effort coordonné et a fait l'objet d'une publication en huit gros volumes contenant des données de base d'une grande richesse. La majorité des informations concerne surtout le domaine des profondeurs océaniques; les problèmes de pollution et d'environnement côtier ne bénéficient que de peu d'attention.

Des institutions d'enseignement et de recherches supérieures se sont établies dans les nations de la région ayant accédé récemment à leur indépendance, mais bien entendu les sciences marines n'ont pas eu au départ la priorité absolue. Même au sein des centres consacrés aux sciences marines, qui ont été ouverts récemment, un accent a été mis sur d'autres aspects que la

pollution (comme par exemple des études écologiques descriptives de grande envergure, des travaux taxonomiques, des recensements des ressources et des études d'organismes économiquement importants) (Bryceson et al., 1983). Du personnel scientifique capable d'effectuer des recherches et des surveillances sur la pollution marine doit encore être formé en nombre suffisant et à un niveau adéquat. Les instruments de mesure et l'équipement analytique font encore défaut, et les laboratoires à air conditionné, où un tel équipement devrait être installé, sont encore rares. Les fonds consacrés aux efforts et au développement de la recherche sur la pollution marine sont aussi un facteur limitant (Msangi, 1983; PNUE, 1985).

Les conséquences de cette situation sont telles que la quantité et la qualité des données et des informations sur la pollution marine sont très limitées. Quelques travaux importants de nature descriptive ont été réalisés, mais les dosages fiables de concentration de polluants sont rares et l'évaluation des conséquences de la pollution reste forcément très subjective.

Un effort a été fait dans ce rapport pour indiquer quelques contributions utiles de scientifiques de la Région, spécialistes du domaine marin, mais la liste est loin d'être complète.

2. CARACTERISTIQUES DE LA REGION

(a) Caractéristiques écologiques générales de la Région

Les eaux de la région de l'Afrique orientale sont tropicales et subtropicales. Elles constituent la partie orientale du domaine océanique Indo-Ouest-Pacifique.

Les zones océaniques de la Région jouissent de conditions relativement calmes tout au long de l'année, mais les régimes de vent de mousson induisent des caractéristiques qui peuvent varier de saison en saison. Pendant la saison des moussons du Nord (novembre à mars) les vents dominants sont généralement de secteur nord à nord-est, émanant des zones de haute pression d'Asie centrale. Pendant la période des moussons du Sud (mai à septembre) les vents proviennent de la zone de haute pression située dans la partie sud de l'océan Indien, avec une prédominance de secteur sud à sud-ouest (Nieuwolt, 1973). Des cyclones tropicaux apparaissent dans la partie de la Région située au sud de l'équateur et soufflent notamment pendant la saison des moussons du Nord (McIntire et Walker, 1964; Ramage, 1971).

Pendant toute l'année, le courant marin sud-équatorial traverse la Région en se dirigeant vers l'ouest, à une latitude de 12° S environ, pour se diviser en deux et changer de direction en arrivant sur la côte africaine; une des branches, le courant du Mozambique, se dirige alors vers le sud pendant que l'autre, dit courant de la côte est-africaine, va vers le nord. Le régime des courants de la partie ouest de l'océan Indien est saisonnièrement influencé par le régime des moussons. Pendant les

moussons du Nord, le courant somalien se dirige vers le Sud et rencontre le courant de la côte est-africaine au large de la côte nord du Kenya, ce qui fait naître un contre-courant équatorial qui se dirige vers l'est en traversant la partie centrale de la Région. Au moment des moussons du Sud, le courant côtier est-africain poursuit sa route vers le Nord sous le nom de courant somalien, ce qui provoque le phénomène d'upwelling de Ras Hafun au large de la côte nord de la Somalie (Newell, 1957, 1959; Cox, 1970; Düing et Szekiolda, 1971; Wyrcki, 1971; Winters, 1976).

Les figures 2 et 3 présentent la circulation saisonnière des eaux océaniques en surface dans la région de l'Afrique orientale aux mois de février et août.

La température des eaux de surface descend rarement en dessous de 20°C, sauf au large de la côte nord de la Somalie quand l'upwelling se manifeste. Les températures maximales des eaux de surface sont d'environ 29°C au large, mais dans les lagunes peu profondes où l'échange des eaux est limité, on peut enregistrer des maxima plus élevés.

Les figures 4 et 5 présentent les températures saisonnières des eaux océaniques en surface dans la région de l'Afrique orientale pour les mois de février et août.

La salinité des eaux au large est relativement constante (34,5 à 35,2 ‰), mais les eaux près de la côte peuvent être diluées par les eaux de rivières, ou être d'une salinité plus élevée à proximité des lagunes qui subissent une évaporation excessive.

La concentration en oxygène dissous des eaux de surface atteint le niveau de saturation, mais les variations journalières sont plus importantes que les variations annuelles.

Les concentrations en sels nutritifs dissous, et en particulier celles des composés azotés, sont en général faibles dans les eaux au large (sauf à proximité des développements en surface de cyanophytes/cyanobactéries planctoniques de l'espèce Oscillatoria erythraea qui fixent l'azote).

Des différences substantielles par rapport à ce qui a été mentionné plus haut peuvent apparaître dans les eaux côtières où des processus benthiques et des influences terrigènes jouent un rôle important.

Les environnements marins tropicaux sont en général caractérisés par une grande diversité d'espèces (les communautés planctoniques et pélagiques en pleine mer ainsi que des communautés particulières en eaux côtières, comme par exemple celles des récifs coralliens, sont d'une richesse incomparable en espèces). Les fluctuations naturelles des conditions physiques et chimiques au sein de ces environnements sont relativement

faibles, la solubilité de l'oxygène est plus faible à cause des températures plus élevées (et pour cela plus proche des limites de tolérance), les concentrations normales des éléments nutritifs dissous sont en général bien plus faibles, les eaux sont aussi plus limpides et la pénétration de la lumière est plus grande. La spécialisation de l'habitat et le fait que les conditions de vie des organismes au sein des niches écologiques soient très confinées rendent ces organismes peu tolérants aux changements du milieu. Les effets combinés de toutes ces caractéristiques font que les communautés et les organismes tropicaux sont plus sensibles aux perturbations ou à la pollution que leurs pendantes des eaux tempérées (Sanders, 1968; Johannes et Betzer, 1975).

Il convient de diviser les environnements côtiers caractéristiques de la région de l'Afrique orientale en huit biotopes principaux:

- les récifs coralliens
- les plates-formes rocheuses intertidales
- les falaises
- les pentes des plages sableuses
- les plaines sableuses/vaseuses intertidales
- les prairies marines
- les mangroves
- les estuaires/deltas.

Chacun de ces biotopes est habité par une faune et une flore particulières et caractéristiques (avec remarquablement peu de chevauchements dans la composition des espèces), a son propre niveau de productivité, de complexité trophique et de diversité des espèces, sa propre gamme de fluctuations naturelles des conditions ambiantes ainsi que sa propre résistance à des changements et apports extraordinaires, sa propre sensibilité face aux agressions et perturbations, et sa propre susceptibilité vis-à-vis de formes particulières de dégradation ambiante ou de pollution. C'est donc une tâche extrêmement difficile que d'évaluer les effets de la pollution dans un écosystème aussi diversifié.

(b) Aspects généraux de la pollution marine dans la Région

Le niveau global de pollution marine est faible dans les parties ouest et centrale de l'océan Indien ce qui est dû à la relativement faible densité de population des pays côtiers et insulaires, ainsi qu'au degré d'activité industrielle généralement faible comparé à l'échelle mondiale.

Cependant, il y a quelques endroits bien localisés ("points chauds") à proximité des villes et de certains centres industriels qui se trouvent face à des problèmes prononcés de pollution, qui nuisent à l'environnement et qui constituent un danger pour la santé publique.

Les déversements d'eaux usées, les effluents industriels, les pertes de pétrole le long des routes des pétroliers, le dynamitage des récifs coralliens, l'érosion des sols et l'ensablement des côtes, ainsi que la surexploitation des mangroves menacent gravement l'environnement.

Les mesures concernant le traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles, la surveillance du niveau et des effets des polluants, ainsi que des réglementations concernant la décharge des effluents et des déchets sont en général inadéquates ou parfois même totalement inexistantes.

Parmi les contaminants des eaux océaniques qui ont provoqué le plus d'alertes dans la région de l'Afrique orientale, on note le pétrole (Patin, 1982; Ferrari, 1983; OMI/PNUE, 1982, 1985); l'océan Indien semble être le plus pollué de tous les océans. Le taux de radioactivité semble y être relativement élevé et, il est seulement dépassé par celui relevé dans la partie nord du Pacifique (Patin, 1982), mais les causes en restent obscures.

Dans les eaux côtières de la région de l'Afrique orientale, les contaminants qui causent le plus d'inquiétude sont les déchets organiques des eaux résiduaires domestiques et industrielles, les polluants microbiens qui constituent un danger pour la santé publique, ainsi que des déchets toxiques d'origine industrielle et agricole comme par exemple les métaux lourds, les biocides, le pétrole et ses dérivés ainsi que d'autres produits chimiques d'origine industrielle (Vine, 1972; Mwaiseje, 1973; Rudman, 1974; Steinbach, 1973; Brown, 1976; Kenya, 1977; Madati et al., 1977; Bryceson, 1977, 1981, 1983; Jehangeer, 1978; Ngoile et al., 1978; Gomile, 1980; Bryceson et Mwaiseje, 1980; Tanzania, 1980; Mwaiseje et Mainoya, 1982; Ramyeed, 1981; Mainoya, 1982; Mhalu et Ijumba, 1982; FAO/PNUE, 1982; GESAMP, 1982; OMI/PNUE, 1982, 1985; UICN/PNUE, 1982, 1984; ONU/Unesco/PNUE, 1982; PNUE, 1982, 1984, 1985; ONUDI/PNUE, 1982; OMS/PNUE, 1982; Mwaiseje, 1983; Shanmugan, 1983; Lann, 1985).

Aucune étude détaillée n'a été faite afin de quantifier, détecter ou évaluer soigneusement un polluant particulier.

Les projets d'assistance étrangère et les investissements privés de capitaux étrangers pour les projets industriels ne prêtent souvent pas assez d'attention aux conséquences sociales ou sur l'environnement, et on ne donne pas suffisamment de priorité à de nombreuses considérations écologiques. Les questions sociales et les questions d'environnement des démunis sont souvent sacrifiées en faveur d'intérêts plus limités de profit et d'entrée de revenus en devises étrangères.

Le conflit au Mozambique a provoqué la migration de beaucoup de gens vers la côte (Ferraz, 1986) entraînant une exploitation excessive des ressources, mais la réduction de la production industrielle (Legum, 1986) se manifeste par une pollution moins importante.

Il est urgent de conserver l'environnement marin, d'intensifier les tentatives existantes et de coordonner les efforts futurs.

3. CONTAMINANTS MARINS: CONCENTRATIONS ET DISTRIBUTIONS

(a) Concentrations dans l'eau, les sédiments et le biote

Comme déjà mentionné plus haut, les données existantes sur les concentrations de contaminants marins dans la Région sont extrêmement rares.

Un rapport sur "La pollution marine de la région de l'Afrique orientale" (FAO/PNUE, 1982) déplore le manque de données, mais donne les résultats de trois échantillonnages d'eaux résiduelles industrielles de Tanzanie (pH, Matières en suspension, DBO, DCO), un échantillonnage d'une fosse aux immondices au Kenya (pH, alcalinité, matières en suspension, ions inorganiques sélectionnés), ainsi qu'une analyse de métaux (Zn, Pb, Cd et Cu) contenus dans deux mollusques bivalves (que le rapport considère "être sans valeur significative" dû à "des inexactitudes dans l'analyse"). Ce rapport contient aussi un dénombrement de bactéries coliformes et quelques caractéristiques des eaux usées de Dar-es-Salaam en Tanzanie. Ces données sont présentées dans les tableaux 1, 2, 3, 4 et 5.

Quelques caractéristiques des eaux résiduelles municipales de Mombasa sont présentées dans le tableau 6. Les résultats d'analyses de métaux (Mn, Fe, Cu, Zn, Cd et Pb) pratiquées sur dix espèces de poissons des eaux côtières (Onyari, 1985) n'ont pas montré de concentrations extraordinairement élevées (tableau 7). Les résultats d'une étude sur les résidus en DDT et en Endosulfane contenus dans des poissons d'eau douce de la rivière Tana et dans ceux d'un système d'irrigation voisin (Munga, 1985) ont également été présentés, et les concentrations étaient plus élevées dans le système d'irrigation que dans la rivière à environ 100 km de la mer (tableau 8).

A Maurice, aucun contrôle de pollution marine n'a été effectué jusqu'à présent. Il y a donc un manque d'information. Une étude sur la pollution industrielle du fleuve St. Louis a été faite par Ramyead (1981) et a présenté des observations intéressantes, mais seulement peu de chiffres ou mesures concrètes y figurent.

En Tanzanie, les niveaux de concentration de contaminants dans l'environnement marin n'ont pas été déterminés. Des observations utiles ont été faites concernant l'application agricole des organochlorés (DDT, Endrine, Aldrine et Toxaphène), des organophosphorés (Malathion et Parathion), des carbamates, des herbicides (Galamaxon), des molluscicides ainsi que des fongicides, mais aucun chiffre concernant les concentrations en

contaminants n'a été trouvé. Ces contaminants sont portés vers la mer par les fleuves. L'utilisation de ces produits chimiques, dont quelques uns sont interdits dans beaucoup d'autres pays, est légale et même encouragée par les autorités agricoles.

Matthews (1981) a trouvé un taux étonnamment élevé de mercure dans des poissons (1.0 - 2.0 mg/kg) ainsi que dans les cheveux et le sang des habitants des Seychelles (où la consommation de poisson est grande). La source et la propagation de ces grandes concentrations en mercure demeurent un mystère.

Au Mozambique, un taux élevé de mercure a également été trouvé dans quelques grands requins (Mozambique, 1981).

Des chiffres sont disponibles concernant des observations visuelles de nappes de pétrole, mais les concentrations n'ont pas été quantifiées. La pollution par le pétrole est discutée dans le paragraphe 3(h) de ce rapport.

(b) Transport et flux à travers des interfaces

Dans la région de l'Afrique orientale, l'arrivée principale de contaminants dans la mer se fait à travers la zone limite terre-mer par l'écoulement des rivières et les rejets d'eaux résiduaires dans celles-ci. Les déchets industriels agro-chimiques et domestiques sont le plus souvent déversés, sous forme de matières dissoutes ou de particules en suspension, dans les drains, les fossés, les égouts, les nappes d'eaux souterraines, les cours d'eau ou les rivières qui les emmènent en dernier lieu vers la mer. Plusieurs rapports sont disponibles contenant des mesures concernant les rejets d'eaux usées de quelques grands centres urbains, eaux destinées à se déverser en mer (Danish Isotope Centre, 1971; Steinbach, 1973; Gibbs *et al.*, 1974; Madati *et al.*, 1977; Kenya, 1977; Bryceson et Mwaïseje, 1980; Gomile, 1980; Tanzania, 1980; Ramyead, 1981).

Les rivières peuvent transporter les polluants sur de longues distances vers la mer. Des substances inorganiques toxiques comme le mercure, le cuivre, le cadmium et le plomb ou des substances organiques toxiques persistantes, comme le DDT et la dieldrine, peuvent être transportées vers l'environnement marin. Les rivières traversant les usines hydro-électriques emportent des résidus d'huile de graissage et les emmènent vers les estuaires et les baies comme le fait la rivière St. Louis à Maurice (Ramyead, 1981; FAO/PNUE, 1982). Ces rivières risquent de s'enrichir en PCB, huiles isolantes utilisées dans des installations électriques.

La déforestation, la dégradation de la végétation ainsi que l'érosion des sols sont des problèmes graves dans beaucoup de zones de la région de l'Afrique orientale. Au Kenya, le fleuve Galana-Sabaki est fortement chargé en silts qui étouffent ainsi les récifs coralliens au large de Malindi, et menacent même quelques récifs qui font partie du parc marin (Hamilton, 1975).

Des problèmes similaires existent à l'embouchure de la rivière Tana, où des dégâts sévères sur les pêcheries ont été rapportés avant même que l'on ne parle de parer à cette situation (FAO/PNUE, 1982). Des problèmes semblables sont apparents aux embouchures de fleuves tout au long des côtes de la Tanzanie et du Mozambique (l'île d'Inhaca au large de Maputo souffre également d'érosion des sols et de dépôts de silts).

Même des petites îles comme les Comores et les Seychelles, ainsi que la côte sud-est de Maurice sont confrontées à des problèmes de dépôts de silts dus à de mauvaises pratiques agricoles.

Pourtant, il n'y a pas de données disponibles concernant la quantité de contaminants transportée entre la terre et la mer.

La pollution de l'air devient de plus en plus préoccupante: les contaminants proviennent d'une part d'émissions de gaz et de particules d'origine industrielle en suspension dans l'air, d'autre part des sites de brûlage de déchets, des gaz d'échappement des voitures dans les villes côtières ainsi que d'usines thermo-électriques fonctionnant au mazout. Tous ces contaminants atteignent sans aucun doute la mer, mais il n'existe pas de données sur ce sujet.

En ce qui concerne le flux à travers l'interface sédiments-eaux, aucune donnée ou observation n'est disponible.

(c) Contrôle de qualité, validation et gestion des données

Un taux peu élevé d'informations descriptives et un taux encore plus modeste de données analytiques concernant la qualité de l'environnement marin ont été rassemblées dans la région de l'Afrique orientale. On n'a pas vraiment cherché à savoir si les résultats étaient exacts et précis, et on n'a mis en place ni de critères systématiques de standardisation, ni de contrôle de qualité.

Des fonds monétaires ainsi qu'un équipement analytique et du personnel formé pour rassembler les données sont rares, et il n'y a guère d'ordinateur pour mettre en place des banques de données.

On espère que l'implantation d'un projet de recherche et surveillance continue de la pollution marine va substantiellement améliorer la situation. Ce projet fait d'ailleurs partie du Plan d'action du PNUE pour la protection, la gestion et la mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de la région de l'Afrique orientale.

4. ACTIVITES HUMAINES AFFECTANT LA MER

(a) Déversements des eaux usées urbaines et industrielles

Les populations des villes côtières de la région de l'Afrique orientale ne sont pas très élevées par rapport à l'échelle mondiale (voir tableau 9), et le taux de développement industriel est modeste, ce qui implique que la charge totale en polluants dans le milieu marin est faible. Pourtant, le degré de traitement des eaux usées est très bas et, qui plus est, une grande partie des déchets industriels n'est ni traitée ni contrôlée. C'est pour cela qu'il y a de bonnes raisons d'être sérieusement préoccupé par des phénomènes locaux de pollution provenant d'eaux usées domestiques brutes ou insuffisamment assainies, ou de déchets industriels toxiques et dangereux qui n'ont pas du tout été traités.

La figure 6 présente une carte des villes côtières de la Région.

Un résumé effectué par le PNUE (1982) rapporte que: "La plupart des usines déchargent souvent leurs déchets directement dans les estuaires, les lagunes, les baies ou la mer sans les avoir traités. Quelques-unes déchargent leurs déchets dans des rivières se déversant dans les eaux côtières. ... Il semble que peu d'attention soit accordée aux questions de pollution. De plus, il n'existe pas de directive concernant les critères de déversement des déchets industriels. En conséquence, les entreprises industrielles déchargent leurs déchets de manière inconsidérée dans le cours d'eau le plus proche."

"La quantité de déchets industriels déchargée dans les rivières, dans le milieu côtier et dans la mer ne peut pas être calculée en raison du peu d'informations sur la capacité de production des différentes usines et sur les volumes en déchets produits."

Les Comores sont peu peuplées et ont peu d'industries à faible effet polluant (bois de construction, épices, huiles, savon, copra et boissons légères) (GESAMP, 1982).

Au Kenya, la majorité de la population côtière ainsi que la majorité des activités industrielles sont concentrées à Mombasa. Il est estimé qu'approximativement 20% des eaux usées de Mombasa reçoivent un traitement primaire avant d'être déversées dans l'anse de Kilindini. Les villes secondaires, comme Malindi et Lamu, n'ont pas de station d'épuration. Les industries de Mombasa comprennent l'industrie du bois de construction, de l'huile de graines de coton, du copra, des huiles végétales, des noix de cajou, du savon, des peaux, de la chaussure, du caoutchouc, du sucre, du papier, du ciment, des produits adhésifs, des produits plastiques, des allumettes, du verre, de l'acier, de l'aluminium, du sel, de la peinture, du pétrole, des machines agricoles, etc.

Un certain nombre d'industries de Mombasa déchargent leurs eaux résiduaires directement dans le réseau d'égouts municipal avec ou sans traitement préliminaire. D'autres industries comme par exemple l'abattoir ou la sucrerie déchargent leurs eaux usées, principalement non traitées, directement dans la baie ou la rivière Tudor. En outre, les eaux usées brutes de la ville sont déversées en mer au large de l'île de Mombasa. Pourtant, on considère que le déversement d'eaux usées de Mombasa ne crée pas de problème grave; cela est peut-être dû à une bonne dilution et à l'effet des marées.

A Madagascar, les centres urbains côtiers sont Toamasina (Tamatave), Mahajanga (Majunga), Toliara (Tulear) et Antseranana (Diego-Suarez): à Toamasina, 15% de la population sont desservis par les égouts alors qu'à Antseranana, seuls 10% le sont; à Mahajanga et à Toliara il n'existe pas d'égout. Les industries principales sont celles du sucre, de la viande, du sel, des huiles, du savon, du poisson, de la jute, de la bonneterie, du tissage, du textile, du ciment, des produits alimentaires, de la tôle galvanisée, du riz, des engrais, de la peinture, du verre, de l'émail ainsi que des raffineries de pétrole (ONUDI/PNUE, 1982). Sur le canal de Panagalenes à Toamasina flottent des grandes nappes de pétrole et les berges sont couvertes de goudron (ONUDI/PNUE, 1982).

Maurice est l'état le plus densément peuplé et le plus industrialisé de la Région. On y trouve le taux le plus élevé de population desservie par les égouts (70% pour Plaine Wilhems, Beau-Bassin et Pheonix ainsi que 76% pour Port Louis). Les vingt sucreries déversent des eaux chaudes, de la suie, de l'huile et des matières organiques (DBO élevée). Des industries textiles, des papeteries ainsi que des usines de produits alimentaires déversent des déchets non traités directement dans les rivières. Les effluents de la centrale électrique de St. Louis sont lâchés dans le fleuve. Celui-ci est très pollué par les industries et il n'y existe plus de vie aquatique (Ramyead, 1981). Le front de mer est pollué par des déchets qui proviennent des industries de transformation du thon ainsi que des industries (agro-) chimiques. Une distillerie a déversé ses déchets dans la rivière Citron, à la suite de quoi cette dernière a été colorée en rouge et les poissons ont disparu (ONUDI/PNUE, 1982).

Au Mozambique, les centres côtiers habités sont Maputo, Beira, Quelimane, Nampula et Pemba: à Beira, 25% de la population sont desservis par les égouts, alors que dans les autres villes le taux atteint seulement 10%. Les industries du Mozambique sont celles du ciment, du sucre, de la farine, des huiles et matières grasses, du textile, du verre, de la chaussure, des allumettes, de la peinture, des pesticides, des métaux, des matières plastiques, du pétrole, du caoutchouc, du sel, des engrais, etc.; 63% des industries sont basées à Maputo et 17% à Beira. Les industries situées à proximité de Maputo déversent leurs déchets dans la rivière Matola. Une pollution industrielle a été signalée par le Laboratoire d'hygiène de l'alimentation et des eaux du

Ministère de la santé, suivies par des cas de choléra dans la baie de Maputo en 1980; la baie a été interdite à la baignade et à la pêche en raison du haut degré de pollution (Mozambique, 1980, 1980a, 1982). A cause de l'état de conflit, et des sabotages sud-africains, la production industrielle a chuté (et par là-même les effluents industriels) d'environ 50%, et approximativement 60% de la population a été contrainte à trouver refuge jusqu'à 50 km des côtes, (Ferraz, 1986) ainsi que près des villes.

La plupart des activités industrielles de l'île de la Réunion sont localisées entre St. Denis et Le Port. Bien que l'industrialisation ne soit pas très développée il semble que le traitement insuffisant des effluents ait créé des problèmes localisés. Des déchets sont déchargés directement dans les rivières et la mer, et les zones près des sucreries souffrent des fumées, des odeurs nocives de scories et des effluents contenant des résidus de liqueur et d'eau chaude. Les industries alimentaires déversent également des déchets non traités. La rivière St. Denis est classée comme polluée (PNUE, 1984).

Les Seychelles ont une population peu nombreuse de 65 000 habitants. La ville de Victoria compte 25 000 habitants dont seulement 25% sont desservis par un réseau d'égouts. L'activité industrielle est principalement axée sur les produits dérivés de la noix de coco, des épices, des fruits, et du poisson, mais on compte aussi des industries du plastique, de la peinture, du bois de construction, du savon, des huiles, des boissons, et de la viande. La pollution d'origine industrielle est pratiquement insignifiante (ONUNDI/PNUE, 1982). Des cas d'empoisonnement du type ciguatera sont mentionnés aux Seychelles (Rogers, 1981), mais les causes n'en sont pas claires.

La Somalie a quatre grandes villes côtières: Mogadishu, Kismayo, Merca et Berbera. Ces villes n'ont pas de réseau d'égouts centralisé (ONUDI/PNUE, 1982). Les industries principales sont localisées à, et aux alentours, de Mogadishu et Kismayo, avec essentiellement des élevages bovins, ovins, de chameaux, et de chèvres: les polluants sont en grande partie des effluents non traités en provenance des abattoirs et de l'industrie du cuir; ces décharges sont caractérisées par une DBO élevée, des solides en suspension et des odeurs répugnantes. Les autres industries sont celles des produits laitiers, du savon, de la farine, des huiles, des allumettes, des cigarettes, du fer, de l'aluminium et des fruits.

La Tanzanie a trois villes importantes sur le continent, qui sont Dar-es-Salaam, Tanga et Lindi, ainsi qu'une quatrième, Zanzibar, qui se trouve sur l'île du même nom. Dar-es-Salaam est la ville la plus importante de l'Afrique orientale (à peu près de la même taille que Maputo): ONUDI/PNUE (1982) estimait la population à 760 000 habitants en 1980, mais des estimations récentes menées par les autorités officielles de Tanzanie parlent d'une population de plus de 1 300 000 habitants avec un taux de

croissance annuel d'environ 10%. Il est estimé que 15% de la population de la ville de Dar-es-Salaam est desservie par un système d'égouts qui entraîne les eaux usées non traitées vers la mer: un des principaux collecteurs d'eaux usées court le long de la promenade maritime "Ocean Road" jusqu'au "State House", où les eaux usées non traitées jaillissent d'un tuyau cassé pour se répandre sur les plaines intertidales où des poissons, des bivalves et des crustacés sont ramassés pour la vente et la consommation. Des solides, flottants ou en suspension, provenant de ce tuyau sont emmenés en une heure par la marée montante vers "Banda Beach", le marché principal au poissons de la ville. D'autres décharges se font dans le port ainsi que dans la rivière et l'anse de Msimbazi. La plus grande partie de la population urbaine utilise des puits perdus et des fosses septiques, ce qui entraîne de sérieux problèmes pendant la saison des pluies car ces puits et fosses sont inondés et débordent. Ces eaux usées non traitées ont tendance à produire des odeurs fétides, particulièrement fortes remarquables dans les parages de Msimbazi et de l'"Ocean Road", mais ce qui est encore plus important, c'est qu'elles constituent une sérieuse menace pour la santé publique. Cette situation épouvantable à Dar-es-Salaam a été décrite en détail par Bryceson et Mwaiseje (1980), Gomile (1980), Bryceson (1981, 1983) et Mwaiseje (1983). Les autorités ont programmé pour Dar-es-Salaam un important schéma d'épuration qui devrait être réalisé pour l'an 2000. Les villes de Tanga et de Lindi ont aussi des systèmes d'épuration inadaptés, et la ville de Zanzibar fait face à des problèmes aigus pendant la saison des pluies car les drains et les égouts sont inondés. Les trop-pleins des fosses septiques, qui étaient normalement déversés dans les collecteurs d'eaux usées, sont maintenant envoyés dans des systèmes de drainage des eaux de pluie, causant une sérieuse pollution dans les zones de déversement comme la baie de Msasani où l'échange d'eaux est limité.

Les effluents industriels tanzaniens polluent aussi le milieu marin, en règle générale par l'intermédiaire des courants et des rivières. Le cas le plus flagrant est celui de la rivière Msimbazi à Dar-es-Salaam, qui reçoit une grande quantité d'effluents industriels non traités ou insuffisamment traités, en plus des effluents domestiques qui, eux-mêmes, sont déjà en surcharge. L'état de pollution de la rivière Msimbazi et d'autres lieux à Dar-es-Salaam a été décrit par Steinbach (1973), Madati et al. (1977), Bryceson et Mwaiseje (1980) et Bryceson (1981, 1983). Le Msimbazi est gravement pollué par des effluents nocifs qui comportent des bases fortes et des colorants provenant des industries textiles, des huiles et du goudron des entrepôts de véhicules lourds et des centrales électriques, des déchets organiques des brasseries et des usines de conditionnement de viande, ainsi que d'autres déchets industriels variés comme par exemple des métaux lourds, PCB, cyanamides, pesticides, herbicides, détergents etc.

Une commission chargée des standards des effluents (Effluent Standards Committee) a été créée en 1975, et des recommandations détaillées au sujet de standards provisoires ont été soumises (Madati et al., 1977), mais jusqu'à présent même ces standards temporaires n'ont pas été appliqués.

La figure 7 présente une carte des déversements d'effluents de la région de Dar-es-Salaam.

En Tanzanie, quelques industries à l'intérieur du pays polluent sérieusement les rivières à une grande distance de la mer et elles mettent en danger la vie aquatique et les pêcheries sur de longues distances et, éventuellement, la mer. Un exemple en est la papeterie et usine de cellulose de Mufindi qui pollue la rivière Kilombero.

(b) Le développement des zones côtières

L'aspect le plus important du développement de la région de l'Afrique orientale est le développement agricole, car la majeure partie de la population est rurale. Beaucoup de ces développements ont lieu dans les vallées de rivières et dans les plaines inondables. Des systèmes d'irrigation, des projets de cultures de riz ainsi que l'agriculture intensifiée et étendue; tous ces développements n'ont pas forcément des effets défavorables, mais si l'on ne fait pas assez attention ils peuvent changer les caractéristiques de l'érosion et des dépôts de silts, ou être la source d'une plus forte pollution agro-chimique.

A Madagascar, l'expansion de l'agriculture centralisée, produisant pour l'exportation, a dans certains cas forcé les agriculteurs traditionnels à se retirer dans des zones marginales, y compris des terrains en pente, ce qui a eu pour résultat l'érosion et, en conséquence, des dépôts de silts plus importants (ONU/Unesco/PNUE, 1982).

L'expansion des villages de population rurale peut mener à la surexploitation ou à la destruction de la couche végétale et des sols, et modifier l'équilibre écologique traditionnel. Au Mozambique, la construction de nouveaux villages dans les zones côtières et les plaines des fleuves pourrait aggraver les problèmes d'érosion des sols sableux (ONU/Unesco/PNUE, 1982).

En Tanzanie, les populations traditionnelles de la plaine d'inondation de Rufiji ont profité des inondations saisonnières pour obtenir une succession de récoltes de différents produits agricoles qui variaient suivant la saison (riz, maïs et coton). Les transferts de populations villageoises vers les bordures extérieures des plaines d'inondations ont créé des problèmes dus aux grandes distances séparant les zones résidentielles des zones agricoles. Les agriculteurs cultivent maintenant le manioc et les noix de cajou sur les terrains les plus pauvres, et l'érosion des sols est apparente, probablement due à la pression croissante de la population.

A Maurice, le développement des ports a des effets destructifs sur les lagunes adjacentes dus au dragage et à la bonification des terres (par exemple le nouveau port de pêche de Trou Fanfaron à Port Louis).

Le dragage des ports et les décharges en découlant ont été une source d'inquiétude quand il s'est agi d'agrandir le Port de Dar-es-Salaam car on craignait (Rudman, 1974) qu'un dépôt excessif de silts ne nuise au récifs coralliens proches mais finalement le projet a été abandonné. Maintenant, une cale sèche importante est projetée à Dar-es-Salaam, ce qui va inévitablement provoquer des dommages auprès des communautés marines et particulièrement avoir des conséquences négatives sur les organismes benthiques. Le port de Zanzibar va également être agrandi.

La bonification des terres nécessaire à la construction de l'aéroport en 1970, et le plus récent développement du port de Victoria aux Seychelles, ont eu un impact négatif inévitable sur le milieu marin (Vine, 1972), mais après ces perturbations la qualité de l'environnement pourrait en partie être rétablie si aucune autre influence destructive ne vient s'y ajouter.

A Maurice, aux Seychelles, au Kenya, et à un degré moindre en Tanzanie, comme dans les autres pays de la Région, le tourisme est une activité majeure. Les hôtels côtiers doivent se débarrasser des eaux usées et des déchets solides, ce qui ne se fait pas toujours de manière satisfaisante.

Les touristes peuvent également endommager les récifs de coraux en les piétinant et par leurs manières destructives et indiscriminées de ramasser des coquillages et des coraux. Quelques collectionneurs de coquillages utilisent des marteaux et des pieds-de-biche pour disloquer les formations coralliennes dans leurs recherches d'espèces rares. Les négociants en ramassent aussi pour la vente aux touristes. Des dommages provoqués par des ramasseurs de coquillages ont été constatés à Zanzibar (Halstead et Halstead, 1986).

(c) Modifications des cycles hydrologiques

La construction de barrages, en premier lieu pour la production de l'énergie hydro-électrique, s'est développée dans tous les pays de la région de l'Afrique orientale. La figure 8 présente les fleuves les plus importants qui se déversent dans l'océan Indien, et les sites des barrages existants ou proposés.

La construction de barrages peut avoir quelques effets positifs mais peut également provoquer un certain nombre d'impacts négatifs. Aussi bien des résultats positifs que des effets négatifs ont été constatés dans la région de l'Afrique orientale, où les effets les plus négatifs sont associés aux barrages les plus importants.

Les effets positifs des barrages comprennent la production de l'énergie électrique à partir d'une ressource renouvelable sans provoquer de grande pollution chimique (ce qui est spécialement important pour ces pays de la Région pour lesquels les frais d'importation de mazout représentent un fardeau économique important), le contrôle des masses d'eau qui pourraient causer des inondations (spécialement des inondations soudaines au début des pluies de mousson), des réserves d'eau pour la régularisation du ravitaillement, de l'eau disponible pour l'irrigation ainsi que des possibilités de développement de la pêche dans les lacs artificiels. Les problèmes de dépôts de silts en zones côtières peuvent être éliminés car les sédiments sont retenus dans les barrages.

Les effets négatifs des barrages affectant le milieu marin incluent la rétention totale des sédiments alluviaux et des éléments nutritifs, ce qui peut provoquer un appauvrissement en sédiments et de ce fait mener aussi à une érosion excessive des embouchures de rivières et des zones de deltas (où la végétation est en général de la mangrove), et à une récession des lignes côtières et éventuellement même à la disparition d'îles; le cycle de ponte et de croissance de certains poissons marins et de quelques espèces de crevettes peut être touché et même, plus au large, la pêche peut être, elle aussi, affectée par la réduction des apports en sédiments et en éléments nutritifs. La remontée du sel due à la baisse du niveau des rivières peut causer une augmentation de la salinité des terres agricoles à proximité des embouchures. Dans les plaines des rivières, la réduction des apports en sédiments peut provoquer le creusement des berges et la baisse du niveau des nappes phréatiques, l'assèchement des sols et l'interruption des pratiques agricoles traditionnelles rendant nécessaires l'irrigation et l'apport d'éléments nutritifs sous forme d'engrais chimiques, et, en conséquence, l'augmentation de la salinité des sols. Des maladies d'origine aquatique sont inévitablement associées à l'irrigation et nécessitent de ce fait des mesures de contrôle (par exemple l'application de biocides, qui sont, malheureusement, en partie transférés vers la mer). Dans les barrages mêmes, des problèmes de croissance excessive de végétation subaquatique (suivis de l'application d'herbicides), des problèmes de bilharziose (qui entraînent l'emploi de molluscicides), et d'autres maladies d'origine aquatique (contre la propagation desquelles on utilise d'autres insecticides) peuvent se manifester. La charge chimique des cours d'eau, et finalement de la mer, est, de ce fait, plus élevée.

Quelques-uns des problèmes décrits plus haut ont déjà été observés dans la Région en relation avec plusieurs barrages. Le barrage de Cabora Bassa affecte le delta du Zambèze (Halim, 1984; ONU/Unesco/PNUÉ, 1984), mais il est difficile de connaître précisément l'ampleur des effets à cause de l'insuffisance des études de base menées avant la construction. De très sérieuses réserves ont été émises au sujet de l'impact prévu concernant le projet de barrage des Gorges de Stiegler sur la rivière Rufiji en Tanzanie, englobant les effets sur le milieu marin (Zambèze).

(d) Autres utilisations des terres

Des pratiques à l'intérieur du pays, comme par exemple la destruction des forêts pour le bois de chauffage et le charbon de bois, ainsi que le défrichement pour de nouveaux terrains cultivables ont conduit à un ruissellement plus rapide, à des effets d'érosion et à une charge excessive en sédiments dans les rivières, ce qui peut finalement provoquer des phénomènes de dépôts de silts plus prononcés dans les deltas, et au niveau de la frange côtière.

Des pratiques agricoles qui englobent aussi l'application de produits agro-chimiques affectent la charge chimique des rivières qui emmènent ces produits vers la mer. Munga (1985) a mesuré les concentrations de quelques pesticides dans la rivière Tana au Kenya.

(e) Décharges de sédiments contaminés et de déchets industriels

La décharge de déchets solides en mer n'est actuellement pas un problème significatif dans la région de l'Afrique orientale.

Dans un cas précis, des quantités énormes de déchets solides provenant d'une usine d'engrais et comprenant du gypse, qui contenait des phosphates, ont été déversées dans les eaux peu profondes au large de Tanga, ce qui a causé la destruction de la végétation subaquatique ainsi que des mangroves (Madati et al., 1977).

(f) Décharges de déchets solides (ordures)

Des déchets solides (ordures) des industries, des foyers, des bâtiments publics ainsi que des rues et des parcs posent le problème du ramassage, du transport et de la décharge.

La pollution de l'air, des sols et de la nappe phréatique peut devenir un problème à proximité des lieux de décharges. Des fuites ainsi que des pertes peuvent avoir comme résultat le transport de polluants vers les cours d'eau (voir tableau 2), et finalement vers la mer, mais ce processus n'est pas considéré comme une source majeure de pollution marine dans la région de l'Afrique orientale.

Le dépôt d'ordures sur les plages est un problème crucial dans quelques zones. On y associe des effets esthétiques négatifs ainsi que quelques risques pour la santé. A Maurice une pollution des lagunes a également été remarquée.

Maputo dispose d'un système efficace de ramassage d'ordures, ce qui fait que l'on ne trouve pas d'ordures le long des côtes.

(g) Transport maritime de pétrole et d'autres substances dangereuses

L'artère principale du monde du transport de pétrole va des pays du Proche-Orient vers l'Europe et l'Amérique. Pratiquement tout ce pétrole est transporté à travers la région de l'Afrique orientale pour passer ensuite le cap de Bonne-Espérance. Il est estimé qu'environ 470 millions de tonnes sont transportées sur cette route chaque année, ce qui nécessite environ 1 200 grands pétroliers (de tonnage brut d'environ 200 000 t) et 4 000 pétroliers de taille moyenne (d'environ 60 000 t) (OMI/PNUE, 1985). La figure 9 présente les routes principales du transport de pétrole.

Un pourcentage peu élevé de ce pétrole transporté est livré aux raffineries et terminaux pétroliers de la Région. Les raffineries qui reçoivent du pétrole brut sont situées à Mogadishu, Mombasa, Dar-es-Salaam, Maputo (à Matola) et Toamasina. Elles reçoivent un total d'environ 6 500 000 t de pétrole brut par an (OMI/PNUE, 1982).

En raison de la tranquillité relative des eaux de la Région, de la surveillance nationale pratiquement inexistante et de la proximité des ports de chargement au Proche-Orient, les pétroliers déversent régulièrement du lest contenant des résidus de pétrole, et lavent leurs citernes dans les eaux de la Région. Des techniques et moyens adaptés pour réduire les décharges en mer comme par exemple le stockage séparé du lestage et le lavage par pétrole brut ne sont pas adoptés et, de ce fait, des décharges permanentes et importantes de pétrole continuent (OMI/PNUE, 1985).

Des observations visuelles de taches d'huile en pleine mer ne sont pas rares dans la Région (Levy et al., 1981). Leur distribution fait l'objet de la figure 10.

Des agglomérats de goudron sont fréquemment rejetés sur les plages de la Région selon la direction des vents de mousson.

Dans les ports de la Région, des décharges et des fuites de pétrole se produisent aussi, au moment où les bateaux sont chargés ou déchargés, et pendant le stockage. Des fuites se produisent également dans les raffineries de la Région. De telles fuites ont été constatées dans tous les ports de la Région.

En 1981, des écoulements de pétrole importants se sont produits au niveau de la bouée de mouillage au large de Dar-es-Salaam et a complètement détruit une zone de mangroves au sud de l'entrée du port, vraisemblablement en colmatant les pores des racines respiratoires (pneumatophores) des palétuviers. La mort de beaucoup de poissons, d'invertébrés, d'algues, et de la végétation subaquatique a été observée immédiatement après l'écoulement, mais la mort de la mangrove ne s'est manifestée qu'au bout de trois ou quatre semaines, et toute la mangrove

(Avicennia marina, Cerriops tagal, Rhizophora mucronata, Sonneratia alba et Brugeria gymnorhiza) était morte après trois mois; en 1988, sept ans après l'incident, on ne constate aucun signe de repeuplement. Une catastrophe du même genre endommageant la mangrove s'est produite à Maputo à la suite d'un écoulement de pétrole (OMI/PNUE, 1982).

Plusieurs accidents se sont produits dans la région lorsque des bateaux se sont échoués sur des récifs, par exemple le BRITISH CAVALIER au large de Mombasa qui a perdu 100 t de pétrole et, en 1972, le TAYEB au large de Maurice qui lâchait 200 t de pétrole. Le bateau RFA ENDERDALE qui transportait 60 000 t de pétrole a coulé au large des Seychelles en 1970, et, après cinq ans, on pouvait encore voir des remontées de pétrole provenant de l'épave.

Des fuites d'autres substances toxiques transportées se produisent rarement dans la Région. Pourtant, un accident très grave a eu lieu en Somalie en août 1985 quand l'ARIADNE coulait, lors d'une tempête, dans le port de Mogadishu. Ce bateau était chargé de pesticides et de produits chimiques dangereux et hautement toxiques, (dont une partie était en containers et en fûts), comprenant du plomb tetraéthylique, de l'hexane, des aérosols, du sulfure de sodium, du peroxyde d'hydrogène, du trichloréthylène, du malathion et du pentachlorophénate de sodium, ainsi que des batteries et des transformateurs pouvant contenir du mercure, du plomb, du cadmium, du cuivre et des PCB. Lorsque, au bout de quelques mois, le bateau commença à se désintégrer, des opérations de sauvetage furent entreprises, mais de nombreux containers et fûts, dont quelques-uns endommagés et vides, se sont échoués sur les plages, et une forte odeur de produits chimiques a été signalée le long de la côte, d'octobre à décembre. A la fin de décembre, l'avant du bateau a été remorqué et largué à 35 miles au large des côtes. Le sauvetage de la partie restante du chargement s'est poursuivi jusqu'au 31 mai 1986. Une mission effectuée en octobre 1987 par la FAO, l'OMI, le COI, et le PNUE s'est chargée d'analyser quelques échantillons de poissons, de sédiments et d'eau prélevés aux alentours de l'épave. Aucune trace significative de contamination n'a été trouvée. De ce fait, on ne pense pas qu'il y aura des effets à long terme sur le milieu marin et sur la santé publique.

Lors d'un autre incident, LE GRAND BETELGUEUSE s'est échoué sur les récifs de Maurice, et plusieurs tonnes de sel de manganèse ont été larguées à la mer.

(h) Exploitation des ressources marines non vivantes

Des sables calcaires et siliceux sont extraits de beaucoup de sites de la région de l'Afrique orientale, principalement pour les travaux de construction mais aussi pour la production du verre, et comme matériel filtrant. L'exploitation de grandes quantités de sable peut parfois causer des problèmes, notamment lorsqu'il n'existe qu'en quantité limitée.

Plus de 500 000 t de sable sont exploitées chaque année à Maurice, et de nouveaux sites sont recherchés. Des réserves sont émises concernant l'exploitation croissante du sable dans les lagunes car on ne connaît pas l'ampleur des conséquences à long terme. Comme alternative, on préconise l'utilisation de roches concassées.

Le sable est une denrée rare aux Seychelles et on explore des sites au large.

En Tanzanie, dans la région de Kunduchi au nord de Dar-es-Salaam, plus de 100 000 t de sable siliceux ont été exploitées juste à l'arrière de la plage, et au même endroit, une exploitation importante de minéraux a creusé 200 m de plage pour en extraire les sables noirs (contenant du titane et d'autres minéraux): il en résulte une érosion désastreuse des plages sur quelques kilomètres portant préjudice aux hôtels et maisons se trouvant en bordure de mer; il a été nécessaire d'édifier d'horribles brise-lames pour arrêter l'érosion et stabiliser les plages (Schiller et Bryceson, 1978; Bryceson et Strömer, 1980; Mushala, 1978, 1983).

Les calcaires sont également exploités, en particulier les calcaires des récifs coralliens fossiles du pleistocène se trouvant le long de la côte est-africaine. On utilise le calcaire pour la fabrication du ciment et comme matériel de construction. Des inquiétudes ont été exprimées à l'égard du côté inesthétique des carrières près de Mombasa, et des essais ont été effectués pour en améliorer l'aspect; une de ces carrières est maintenant utilisée pour l'élevage des crocodiles.

Des minerais de plomb et d'argent ont été exploités à Kinangoni au Kenya, mais par peur de pollution excessive par les métaux, la mine a été fermée (Muslim, 1984).

Des couches de phosphate ont été exploitées sur quelques-unes des îles coralliennes des Seychelles, mais cela a perturbé les oiseaux.

D'importantes surfaces de mangrove ont été déboisées au Kenya, en Tanzanie et au Mozambique pour la production du sel par évaporation. La destruction de grandes étendues de mangrove pour la production du sel a causé de vives inquiétudes en Tanzanie (McCusker, 1971; Mwiseje et Mainoya, 1982; Mainoya *et al.*, 1985; Semesi, 1988; Libaba, comm. pers.). Récemment, il a été observé que la mangrove était abattue, puis brûlée pour chauffer l'eau de mer afin d'accélérer le processus d'évaporation, ce qui s'avère encore plus destructeur.

En Tanzanie, la mangrove est aussi largement exploitée pour la fabrication de poteaux (avec une exportation non négligeable vers l'Iran (Havnevik, 1980)), pour le bois de construction, le bois de chauffage, le charbon de bois et l'extraction des tannins (Mwiseje et Mainoya, 1982).

Un assez grand nombre de forages d'exploration a été réalisé pour la recherche de pétrole et de gaz dans la région de l'Afrique orientale. Aucun champ pétrolifère de grande importance n'a été découvert, mais du gaz a été trouvé devant les côtes de Tanzanie et du Mozambique. Les résidus liquides des forages contiennent du gaz-oil et quelques substances chimiques toxiques, qui polluent les eaux avoisinantes, mais on en ignore encore la portée.

A Kilwa en Tanzanie, un complexe industriel de production de gaz et d'engrais va être développé pour produire de l'ammoniac et de l'urée (essentiellement pour l'exportation) en utilisant le gaz (avec l'assistance technologique étrangère de la Norvège). Une telle activité industrielle est potentiellement polluante.

(i) Exploitation des ressources marines vivantes

La pêche dans la Région, et plus particulièrement la pêche artisanale, est plutôt une victime de la pollution qu'une source de pollution. Toujours est-il que la pêche a des effets destructeurs sur l'habitat et les stocks; en particulier l'utilisation répandue de la dynamite pour la pêche au niveau des récifs coralliens est une cause de vive inquiétude dans la Région.

Dans la partie ouest de l'océan Indien, le thon est fortement exploité par les flottes étrangères (le Japon, la République de Corée, Taiwan et l'URSS). Des indices récents démontrent que le thon à nageoires jaunes et le thon rouge du Sud, ainsi que le voilier sont surexploités, et que le thon obèse et le germon (appelé aussi thon blanc) sont au moins à la limite de la surexploitation (Ardill, 1984). Cette surexploitation des ressources en poissons, à l'aide d'engins hautement sophistiqués, a un effet pernicieux sur les opérations de pêche à petite échelle menées par les bateaux de la Région, et les pêcheurs artisanaux ont constaté une diminution marquée des captures des grands poissons migratoires pélagiques, mais Nhwani (1988) pense que les espèces pélagiques sont en général relativement peu exploitées, et qu'il reste encore une marge pour l'expansion.

Il apparaît que la pêche dans les eaux côtières de Maurice a été trop intensive, et surtout dans les années 70 la production a diminué d'une année sur l'autre, mais s'est équilibrée dans les années 80 (Fagoonee, 1988).

La côte somalienne est considérée comme peu pêchée, et il reste un potentiel non encore estimé pour l'expansion des pêches artisanales et industrielles (Ahmed, 1988).

La méthode la plus destructive pour l'environnement dans la Région est la pêche à la dynamite. Les explosions endommagent les récifs coralliens et détruisent l'habitat des poissons et d'autres organismes récifaux. A cause d'opérations répétées de

plastiquage sur de longues périodes, des surfaces importantes de récifs coralliens sont détruites et la productivité de la pêche récifale décline. Les pêcheurs artisanaux qui ont exploité la mer avec sagesse en utilisant les méthodes traditionnelles trouvent que leurs revenus sont en danger (Bryceson, 1978). Les éclats des coraux détruits sont soumis à l'érosion par les vagues et réduits en sable: on a constaté que des augmentations appréciables d'accumulations de sable sur les récifs au large de Dar-es-Salaam asphyxient certaines parties du récif restant.

Les récifs coralliens kényens souffrent de la pêche à la dynamite, et également de l'utilisation de sennes de plage (on présume que ces dernières retiennent de grandes quantités de juvéniles, provoquant une réduction du repeuplement). Une étude de Muthiga et McClanahan (1986) fait la relation entre l'état de détérioration des récifs et l'accroissement des populations d'oursins. Le chalutage pourrait avoir des conséquences négatives sur les communautés benthiques, mais on manque de preuves en ce sens.

En Tanzanie, plus de 90% des captures totales sont effectuées par des pêcheurs artisanaux qui utilisent des méthodes traditionnelles non destructives, développées par des générations successives, en assurant la coexistence des pêcheurs avec la mer. Pourtant, la pêche à la dynamite est très fréquemment pratiquée et il existe peu de tentatives pour la contrôler. Le dommage causé aux récifs coralliens est très grave et étendu (Ray, 1968; Bryceson, 1978; Mwaiseje, 1983; Salm, 1983). L'utilisation de sennes peut également détruire les récifs, comme on l'a constaté à Zanzibar et à Pemba (Ngoile, 1982).

Le problème de la pêche à la dynamite paraît avoir été abordé efficacement à Maurice car le stockage de la dynamite, sa distribution, son transfert et la surveillance des plastiquages sont maintenant sous la responsabilité de la police.

Il apparaît que la pêche à la senne détruit les herbes marines et les coraux dans les lagunes de Maurice.

La pêche à l'épieu a été proscrite dans la plupart des pays de la Région, à cause de ses effets néfastes sur les récifs et sur les espèces particulièrement vulnérables (comme la morue et la langouste).

L'exploitation abusive de mollusques assortie d'un ramassage commercial intensif pour l'exportation et la vente aux touristes a été une source d'inquiétudes (Kayombo, 1988), mais le problème principal est sans doute lié à la dévastation de l'habitat par des méthodes destructives de ramassage plutôt qu'à la quantité de mollusques ramassés; mais seule une étude de la dynamique des populations pourrait confirmer cela.

Des Acanthaster planci (l'étoile de mer "couronne d'épines") ont été remarquées occasionnellement en grande quantité dans la région de l'Afrique orientale pendant les deux dernières décades, et une enquête a été menée récemment à Maurice (Gillies, 1980; Bawden, 1983). Mais il n'est pas encore évident que ces apparitions soient en relation avec la pollution ou les activités humaines.

Le chalutage devient de plus en plus commun dans la Région; aucune observation concrète n'a été publiée concernant les effets du chalutage sur les communautés benthiques (spécialement sur les herbes marines et sur la périphérie des récifs), ainsi que sur le repeuplement en juvéniles, mais on devrait garder à l'esprit les impacts négatifs du chalutage en eaux peu profondes au large des côtes de Kerala, au sud-ouest de l'Inde (Kurien et Mathew, 1982; Kurien, 1985).

La quantité de crevettes pêchées par les chalutiers au large des côtes du Mozambique a diminué (Halim, 1984; Wynter, 1987), mais on ne sait toujours pas si cela est dû à une surexploitation, ou bien à la réduction de l'apport en silts et à la destruction des mangroves (conséquence de la construction de barrages sur les rivières) ou même, plus probablement, à une combinaison des deux. L'intensification de la pêche aux crevettes va inévitablement mener à l'épuisement des stocks, et la pratique répandue de jeter par-dessus bord les poissons qui se vendent peu cher est destructive et, qui plus est, représente un grand gaspillage.

Il existe dans la région de l'Afrique orientale un potentiel pour l'aquaculture (ou la mariculture) qui n'a pratiquement pas été touché. On conçoit actuellement des projets pour développer l'élevage de crevettes (Penaeus monodon), mais cela doit être fait sans avoir recours à un déboisement des zones de mangrove. On devrait s'assurer qu'un tel développement ne soit ni poursuivi, ce qui endommage l'environnement, ni planifié dans des zones où les produits pourraient être vulnérables à la pollution déjà existante.

On a manifesté de l'intérêt en ce qui concerne l'aquaculture de poissons en cages ou en parcs, en particulier dans les baies et les eaux côtières abritées, mais cela présente des problèmes potentiels pour l'environnement en ce qui concerne les déchets organiques comme les matières fécales ou la partie non consommée de la nourriture qui peuvent s'accumuler au fond et causer une surcharge en nutriments, une hypertrophisation et un manque en oxygène. Des problèmes plus insidieux peuvent être associés à l'utilisation de médicaments (par exemple des antibiotiques), de pigments et d'anti-fouling. On devrait agir avec une prudence particulière quand on envisage l'introduction d'espèces exotiques qui pourraient agir en tant que vecteurs pour l'introduction de maladies exotiques. La sélection artificielle de quelques caractéristiques génétiques particulières, souhaitables en aquaculture, peut entraîner des problèmes si des individus s'échappent et se reproduisent librement risquant de dégrader le stock génétique naturel.

Des espèces vulnérables et en danger, comme les tortues de mer (Frazier, 1974) et les lamantins (Kingdon, 1971), déclarées espèces protégées, sont devenues très rares dans la Région à cause de leur exploitation excessive pour la viande, l'huile et, dans le cas des cahouanes, pour leurs carapaces ornementales (Howell, 1988a). Les sites de nidification des tortues sur les petites îles et le long de la côte sont souvent pillés pour les oeufs, et les femelles sont abattues quand elles viennent sur les plages pour pondre.

Les espèces de tortues reconnues dans la Région sont: la tortue verte (Chelonia mydas), la cahouane (Eretmochelys imbricata), Lepidochelys olivacea, la tortue-cuir (Dermodochelys coriacea) et la carette (Caretta caretta). Les lamantins sont ceux de l'espèce Indo-Ouest-Pacifique Dugong dugong.

L'île de Maziwi au sud de Pangani sur la côte tanzanienne était un site important de nidification des tortues, mais la végétation de l'île a disparu - on n'en connaît pas la cause - et le banc de sable restant est balayé par les vagues lors des marées hautes de printemps.

Une nouvelle enquête sur les lamantins le long de la côte est-africaine va bientôt être menée sous les auspices de l'union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN) (Bensted-Smith, comm. pers.).

Plus de cent espèces d'oiseaux d'eau, appartenant à plus de 25 familles, vivent sur les côtes est-africaines et sont menacées par la destruction de leurs habitats, la pollution et les dommages causés par les espèces étrangères introduites par l'homme (Howell, 1988b). Les îles sont particulièrement importantes car elles abritent souvent des espèces endémiques, et les Seychelles ont été prévoyantes en déclarant quelques zones, sanctuaires d'oiseaux (Chong Seng, 1984). L'utilisation extensive de DDT et autres pesticides menace continuellement la vie des oiseaux de la Région.

Des statistiques relatives aux pêches sont présentées dans le tableau 10.

5. CONSEQUENCES BIOLOGIQUES

(a) Eutrophisation et phénomènes associés

La partie ouest de l'océan Indien peut être décrite comme essentiellement oligotrophique. La productivité en phytoplancton est généralement très basse à cause du faible apport de nutriments dans la couche d'eau superficielle exposée au soleil. Le nutriment principal limitant la productivité primaire dans l'océan Indien est l'azote (Kabanova, 1961; Maksimova, 1974).

Les eaux de la frange côtière ont tendance à être naturellement plus eutrophiques à cause de l'apport en nutriments provenant du substrat benthique, de l'apport fluvial ainsi que des eaux usées ménagères.

On doit être prudent en traçant des cartes de productivité de l'océan à partir des résultats de quelques croisières scientifiques ayant effectué des échantillonnages sporadiques. Par exemple, Ryther et al. (1966), ont produit une carte de la zone ouest de l'océan Indien montrant qu'à Mombasa la productivité était de plus de 1,00 gC/m²/jour alors qu'à Dar-es-Salaam elle n'atteignait que 0,26 - 0,50 gC/m²/jour! Un examen plus approfondi de leurs données révèle qu'il n'y a pas eu de mesure faite entre Mombasa et Dar-es-Salaam, mais qu'ils ont, sur la diagonale Mombasa-Madagascar, simplement reconfirmé le fait déjà bien connu que la productivité près des côtes a tendance à être plus élevée qu'au large.

L'upwelling au large des côtes somaliennes pendant les moussons du Sud provoque une productivité primaire élevée.

Les eaux du côté ouest des hauts-fonds entre les Seychelles et Maurice ont une concentration dense en phytoplancton mais une faible diversification des espèces, alors que les eaux du côté est sont pauvres en nombre mais riches en espèces (obs. pers., à partir des échantillons rassemblés en 1976). Cela est probablement dû au mélange des eaux provoqué par le courant sud-équatorial traversant les hauts-fonds.

La productivité du phytoplancton dans la région de l'Afrique orientale montre de fortes variations saisonnières, influencées par les moussons (Sournia, 1969; Bryceson, 1977).

Oscillatoria (= Trichodesmium) erythraea est une algue planctonique des Cyanophytes, ou Cyanophycées, capable de fixer l'azote. Elle joue ainsi un rôle important dans l'écosystème en assimilant l'azote qui, en fin de compte, stimule la productivité d'autres classes de phytoplancton (Bryceson, 1977; Bryceson et Fay, 1981).

Quand les eaux sont très calmes, des touffes de filaments de O. erythraea s'accumulent à la surface à cause de leur flottabilité, donnant une apparence rougeâtre aux eaux (due à leur pigment rouge, le phycoerythrin). De telles observations ont parfois été confondues avec des "marées rouges", qui sont des floraisons de dinoflagellés toxiques; mais les floraisons en surface de O. erythraea ne sont pas toxiques, et le zooplancton ainsi que les juvéniles s'en nourrissent bien. Pourtant, une floraison intensive dans un volume restreint d'eau (flaque, bassin) peut commencer à se décomposer en consommant l'oxygène dissous et ainsi asphyxier la faune marine. Une odeur caractéristique très forte peut être remarquée lors de la décomposition. La sensibilité éventuelle de ces espèces vis-à-vis de la pollution provoquée par le pétrole à la surface de la mer

Des floraisons de dinoflagellés toxiques du type "marées rouges" n'ont pas été observées dans la Région bien que l'on trouve des populations naturelles de Prorocentrum spp. en fortes concentrations dans les estuaires de mangrove (Bryceson, 1977).

Des déversements d'effluents organiques dans l'eau de mer, pauvre en azote, ont tendance à stimuler la productivité. Des déversements moyennement importants peuvent provoquer "l'hypertrophisation" (des taux élevés de production primaire mais de diversité réduite en espèces). Des déversements excessivement importants peuvent provoquer la "dystrophisation" (élimination du phytoplancton, prédominance des bactéries et épuisement de l'oxygène).

Dans la baie de Msasani à Dar-es-Salaam, des effluents d'une usine de traitement de la viande s'accumulent pendant la saison sèche dans le lit d'un fleuve éphémère, et sont subitement écoulés vers la mer au début de la saison des pluies. Ces effluents provoquent une chute de la concentration en oxygène et une réduction drastique des quantités de phytoplancton (Bryceson, 1977).

Des résidus d'engrais emmenés par les rivières vers la baie de Maputo sont probablement partiellement responsables de l'hypertrophisation ou la dystrophisation et du déclin de la qualité de l'eau.

Il est nécessaire de définir clairement les expressions "eutrophisation", "hypertrophisation" et "dystrophisation" et autres expressions associées qui sont fréquemment utilisées.

(b) Conséquences sur la santé publique

La principale menace pour la santé publique posée par la pollution marine en Afrique orientale est le transport des virus et bactéries pathogènes se trouvant dans les eaux usées. Les organismes fécaux pathogènes supportent jusqu'à un certain degré l'exposition solaire et l'eau de mer, surtout s'ils sont protégés par des particules (solides flottants ou en suspension), et peuvent contaminer l'homme par ingestion (causant des infections gastro-intestinales), ou par contact direct causant des infections des oreilles, des yeux, du nez ou des voies respiratoires. De graves problèmes d'infection cutanée ont aussi été notés à proximité de Dar-es-Salaam où de petites blessures s'infectent de façon grave.

Les organismes pathogènes des eaux usées peuvent aussi contaminer les mollusques, crustacés, poissons, etc., et si ceux-ci ne sont pas cuits de façon hygiénique, ils peuvent être le vecteur d'infections gastro-intestinales. Hépatite et choléra sont des exemples de virus et bactéries qui peuvent être accumulés par les coquillages et causer de graves infections, voire même des épidémies. A Dar-es-Salaam, le fait que le collecteur d'eaux usées de "Ocean Road" soit proche du marché aux poissons de "Banda Beach" constitue un danger évident.

Des polluants chimiques industriels ou des effluents agro-chimiques (comme les métaux lourds, les PCB, le DDT, les radionuclides, etc.) constituent aussi de sérieuses menaces pour la santé humaine, spécialement s'ils ont été bioaccumulés et atteignent de hautes concentrations dans les organismes marins, qui consommés ensuite par l'homme, ont des effets pernicieux pouvant même entraîner la mort. Les coquillages ramassés à proximité des zones polluées par des effluents industriels sont particulièrement suspects, mais on manque d'évidences concrètes quant à de tels effets émanant de l'environnement marin en Afrique orientale.

Des biotoxines aquatiques produites par les dinoflagellés, qui sont - à leur tour - consommés par des bivalves, peuvent causer des empoisonnements tel que IPIA (Intoxication paralytique par les invertébrés aquatiques) ou IDIA (Intoxication diarrhémique par les invertébrés aquatiques), ou dans le cas des poissons, la ciguatera. Les dinoflagellés se multiplient souvent à profusion dans les eaux de charge organique importante, car ils sont auxotrophes (ils sont partiellement hétérotrophes mais aussi capables de production autotrophe), mais bien que l'on ait diagnostiqué des cas d'empoisonnement dans la Région, une relation directe entre la pollution organique et les empoisonnements n'a pas été prouvée.

(c) Effets à long terme

On ne dispose pas de suffisamment de données ou d'évidences concernant cette Région pour pouvoir aborder cet aspect important.

(d) Potentiel de recouvrement des dommages causés aux habitats et aux ressources

Des études de ce genre n'ont pas été menées dans la Région, mais on espère que la mise en vigueur de mesures de conservation témoigneront d'un tel recouvrement.

Du fait que la réalisation des projets de construction de ports soit normalement d'une durée relativement courte, la recolonisation des substrats endommagés par des associations et des successions d'espèces pourrait être facilement étudiée.

Le repeuplement en organismes coralliens et récifaux, et leur croissance, après l'abandon de la pêche à la dynamite serait une chose très intéressante à observer (par exemple à Maurice).

La zone de mangrove détruite par une pollution due au pétrole au sud de l'entrée du port de Dar-es-Salaam, a fait l'objet d'observations et n'a montré aucun signe de recouvrement après une période de huit ans; par contre, les zones de mangrove de Kunduchi, en Tanzanie, qui ont été défrichées pour accroître la production de sel, mais qui ont été abandonnées par la suite, montrent après trois ans des signes encourageants de recolonisation rapide et de croissance, spécialement dans la zone où les effets de marées n'ont pas été gênés (obs. pers. 1982)

(e) Incidents et accidents sporadiques

Des cyclones et des tempêtes ont causé le naufrage ou l'échouement de navires provoquant des déversements de pétrole et autres substances dangereuses dans la mer (voir para. 4 (g)). Cela est une menace perpétuelle, spécialement à cause du transport important de pétrole de par la Région, et aussi à cause du transport toujours plus important de produits industriels chimiques de par la Région.

Maurice, ainsi que les côtes sud de Madagascar et du Mozambique sont périodiquement touchées par des cyclones, spécialement pendant les étés du Sud, mais ces tempêtes perdent beaucoup de leur violence quand elles s'approchent de l'équateur.

Les problèmes d'érosion et de dépôts de silts peuvent être aggravés considérablement par de grosses vagues produites par des cyclones et des tempêtes.

Des estimations de risques ainsi que des prévisions de conséquences de catastrophes n'ont pas été faites dans la Région.

6. STRATEGIES DE PREVENTION ET DE CONTROLE

Les rapports no. 11 (UICN/PNUE, 1982), no. 50 (UICN/PNUE, 1984) et no. 61 (PNUE, 1985) de la série du PNUE "Rapports et études concernant les mers régionales" contiennent des informations régionales, ainsi que des rapports nationaux sur l'état réel de conservation de l'environnement et sur la législation dans les pays de la région de l'Afrique orientale.

Les Seychelles, le Kenya et Maurice ont décrété que des zones protégées et des îles deviendraient des sanctuaires, et Madagascar ainsi que le Mozambique ont aussi pris des mesures en ce sens. Il est surprenant que la Tanzanie ait mis si longtemps à mettre en vigueur une législation dans le domaine de la conservation marine alors que des projets détaillés ont été proposés dès 1968 (Ray, 1968; Bryceson, 1981).

Des standards concernant les effluents ont été mis en vigueur au Kenya, et des standards temporaires ont été proposés (mais pas mis en vigueur) en Tanzanie.

7. TENDANCES ET PRONOSTICS

Les populations des pays de la région de l'Afrique orientale s'accroissent de plus de 3% par an, et d'environ 10% par an pour quelques grandes villes si l'on tient compte de la migration urbaine. Ces croissances ne sont ni accompagnées par l'expansion ou la création de stations d'épuration, ni par des aménagements relatifs à l'infrastructure. On suppose que les "points chauds" en charge organique et en pollution microbienne deviendront, dans l'avenir, encore "plus chauds".

Dans les pays en développement, les régimes accordent une très grande priorité à l'industrialisation, et surtout là où ils encaissent des devises étrangères, et les mesures de contrôle de pollution, qui pourraient réduire les profits, sont difficiles à mettre en vigueur, bien que la prise de conscience quant à l'importance du contrôle de la pollution s'accroisse rapidement, spécialement en considération des besoins dans le domaine de la santé publique.

Les effets du changement de climat sont dus à l'augmentation globale du taux de dioxyde de carbone anthropogène et des gaz provoquant l'effet de serre ainsi que le réchauffement global de l'atmosphère et d'autres altérations climatiques. Ceci entraîne également le réchauffement des océans et l'expansion thermique causant l'augmentation du niveau des océans (12 cm environ déjà pendant ce siècle, et on prévoit une augmentation de 20 à 165 cm pour les décades à venir). De fortes augmentations du niveau de la mer auront certainement des effets dramatiques pour les régions côtières, et quelques petites îles pourraient être complètement immergées. Ces prévisions sont encore entourées d'un degré important d'incertitude, et la côte est-africaine a subi plusieurs mouvements tectoniques dans le sens vertical en connection avec la formation de la Vallée du Rift.

8. ECONOMIE

Il n'était pas possible aux auteurs de rassembler suffisamment de données sur cet aspect important qu'est l'économie concernant l'environnement dans la Région.

Ce sujet mérite une considérable attention, et beaucoup de recherches doivent être entreprises pour obtenir des évaluations quantitatives correctes quant à la valeur de l'environnement et aux options variées concernant la gestion de l'environnement.

Les recherches concernant l'économie seront particulièrement alléchantes car une grande proportion de l'économie réelle de la Région fait partie du secteur non monétaire, et, dans une certaine mesure, concerne un marché "parallèle" en dehors des statistiques et des débouchés commerciaux officiels.

9. RESUME

Des plages bordées de palmiers, des petites îles coralliennes, et les eaux claires et turquoises de l'océan Indien confèrent une image romantique de sérénité naturelle à l'abri de tout problème de pollution.

En effet, les eaux marines de l'Afrique orientale sont dans l'ensemble relativement propres et non contaminées par rapport aux critères mondiaux. Les populations des pays côtiers et insulaires sont peu nombreuses et l'activité industrielle est

Pourtant, des localités situées à proximité des villes et des centres industriels font face à des problèmes aigus de pollution ("points chauds") qui détériorent l'environnement et les ressources, et constituent un danger pour la santé publique. L'évacuation des eaux domestiques usées non traitées pose de sérieux problèmes dans les centres urbains à croissance rapide avec la propagation de virus et bactéries pathogènes ainsi que de certains parasites, et les habitats côtiers proches de ces centres sont surchargés de matières organiques causant l'eutrophisation. Les effluents industriels ne sont, en grande partie, ni réglementés, ni contrôlés, et on ne prête que trop peu d'attention aux conséquences sur l'environnement des composés toxiques transportés par tuyaux, fossés ou rivières vers les eaux côtières.

Malheureusement, des dosages fiables des concentrations en polluants sont extrêmement rares, et l'évaluation des conséquences de la pollution sont nécessairement d'un niveau très subjectif, et les quelques études écologiques descriptives disponibles restent la principale source d'information.

Les nappes d'huile et les résidus goudronneux que l'on trouve à la surface de l'eau et sur les côtes, et qui sont dus aux fuites et aux déversements des pétroliers (y compris le lavage des citernes et les déversements du lestage sale) sont liés au transport du pétrole par mer de par la Région, du Golfe arabe vers l'Europe et l'Amérique (et une petite quantité vers les ports de la Région même). Quelques déversements accidentels de pétrole ont eu lieu dans la Région, et un seul de ces accidents a suffi pour tuer une zone de mangrove près de Dar-es-Salaam qui, après quelques années, ne présente encore aucun signe de recouvrement. Un bateau a coulé dans le port de Mogadishu provoquant un déversement incontrôlé de produits chimiques dangereux dans les eaux environnantes.

Dans beaucoup de régions, la mangrove a été décimée à cause de sa surexploitation pour le bois de chauffage, le charbon de bois, et les matériaux de construction.

La pêche dans la Région est en grande partie de type artisanal à petite échelle, ce qui est non destructeur, mais l'augmentation de l'usage de la dynamite pour pêcher endommage sérieusement les récifs coralliens (spécialement en Tanzanie et au Kenya). Il semblerait que la pêche au thon pratiquée par les bateaux de flottes étrangères soit excessive; de même il semblerait que l'intensification de la pêche au chalut affecte les stocks de crevettes et les herbes marines.

L'exploitation de ressources non vivantes comprend l'extraction de sable provoquant des problèmes d'érosion des plages, et le décapage des couches de phosphate sur les îles coralliennes ce qui perturbe les populations d'oiseaux. La production de sel par évaporation est associée au déboisement des

mangroves, et l'exploitation de pétrole et de gaz a perturbé les récifs coralliens. Le tourisme a contribué à la destruction des récifs coralliens car les gens les ont piétinés et y ont ramassé des pièces ornementales.

La construction de barrages importants a changé l'apport en sédiments dans les estuaires et les deltas, affectant la mangrove. La construction de ports et d'édifices côtiers a été accompagnée de dragages et de problèmes dus aux dépôts de silts.

Le déboisement et l'intensification de l'agriculture ont provoqué l'érosion des sols et un apport plus important de silts au niveau des récifs (par exemple à Malindi, Kenya). Des pesticides et des produits agro-chimiques sont transportés vers la mer par les rivières et les ruisseaux.

Des espèces marines vulnérables de la Région, dont les tortues et les lamantins, sont menacées par une exploitation directe aussi bien que par la destruction de leurs habitats.

10. CONCLUSIONS

On prend de plus en plus conscience dans la région de l'Afrique orientale que la mer n'est pas un trou sans fond dans lequel on peut, sans arrêt, se débarrasser des déchets sans en changer l'état, et que les ressources du milieu marin ne sont ni inépuisables ni protégées contre la destruction.

On comprend de mieux en mieux que le milieu marin est une structure complexe d'habitats divers qui peut s'accommoder d'une certaine quantité de déchets organiques et inorganiques variés, si ceux-ci sont rapidement dilués ou décomposés, puis neutralisés. Pourtant, si le taux des polluants est trop élevé ou si les polluants contiennent des substances toxiques non dégradables, ceux-ci peuvent endommager l'écosystème marin, causant des effets nuisibles sur l'environnement, ainsi qu'aux ressources marines, et peuvent ainsi constituer un danger pour la santé publique.

Nous espérons que ce rapport puisse en quelque sorte contribuer à augmenter encore la prise de conscience dans la région de l'Afrique orientale.

Il n'a pas été possible de rassembler toutes les informations pertinentes et toute la littérature pendant le temps imparti à la préparation de ce rapport, et il se peut sûrement que d'importants résultats ou études aient été oubliés. Mais on espère que ce rapport sera quand même une contribution non négligeable à l'identification et à la définition de quelques aspects importants de la pollution marine dans la Région.

11. REFERENCES

- Ahmed, O.H. (1988) Coastal fisheries development in Somalia. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of East Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Ardill, J.D. (1984) Tuna fisheries in the south west Indian Ocean. Proc. Seminar to Review the Marine Fish Stocks and Fisheries in Tanzania. Edited by Iversen, S.A. and Myklevoll, S. Published jointly by Tanzania Fisheries Research Institute, Norwegian Agency for International Development and Institute of Marine Research, Bergen, Norway. pp. 97-119.
- Bawden, J. (1983) Report on a supplementary survey of Crown-of-Thorns starfish (Acanthaster planci) in Mauritius. Unpublished report by Mauritius Underwater Group and Mauritius Marine Conservation Society, 5 p. (mimeo)
- Brown, L.H. (1976) Conservation and exploitation of Ethiopian and east African coastal resources. IUCN Publs New Ser., 35: 138-143.
- Bryceson, I. (1977) An ecological study of the phytoplankton of the coastal waters of Dar es Salaam. PhD thesis, University of Dar es Salaam. 441 pp.
- Bryceson, I. (1978) Tanzanian coral reefs at risk. New Scientist, 80: 115.
- Bryceson, I. (1981) A review of some problems of tropical marine conservation with particular reference to the Tanzanian coast. Biol. Conserv. 20: 163-171.
- Bryceson, I. (1983) Pollution of Dar es Salaam coastal environments by industrial and domestic effluents. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania, edited by Mainoya, J.R., University of Dar es Salaam. pp. 32-41.
- Bryceson, I. (1988) Anticipated Impacts of a Dam at Stiegler's Gorge, Tanzania. Paper presented at International Hearing on Environment and Development, organised by Felleskampanjen for Jordas Milj/ og Utvikling, Oslo, 16-17 November, 1988. 8 pp.
- Bryceson, I. and Fay, P. (1981) Nitrogen fixation in Oscillatoria (Trichodesmium) erythraea in relation to bundle formation and trichome differentiation. Marine Biology, 61: 159-166.
- Bryceson, I., Mainoya, J.R. and Mwaiseje, B. (1983) Marine science development in Tanzania: its scope and strategy. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania, edited by Mainoya, J.R. University of Dar es Salaam. pp. 15-22.
- Bryceson, I. and Mwaiseje, B. (1980) An assessment of the ecological impact on the marine environment of discharges from existing and proposed sewerage systems in Dar es Salaam. Report to Howard Humphreys and Partners, Dar es Salaam. 22 pp.
- Bryceson, I and Störmer, K.P. (1980) Recommendations for beach erosion control at Silversands Hotel. University of Dar es Salaam report. 22 pp.
- Bwathondi, P.O.J. and Ngoile, M.A.K. (1982) Acute toxicity of toxaphene to coastal marine fishes of Zanzibar, Tanzania. Workshop on State of Development of Marine Sciences in Tanzania, Zanzibar. Organised by University of Dar es Salaam, April 1982.
- Chong Seng, L.A. (1984) Seychelles national report. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (50):1-68
- Cox, M.D. (1970) A mathematical model of the Indian Ocean. Deep-Sea Res., 17: 47-75.
- Danish Isotope Centre (1971) Feasibility report for receiving water supply for Dar es Salaam. Ministry of Health, Tanzania. 51 pp.
- Defant, A. (1961) Physical Oceanography. Oxford, Pergamon Press. Vol 1, 729 p.

- Düing, W. and Szekielka (1971) Monsoonal response in the western Indian Ocean. J. Geophys. Res., 76: 4181-4187.
- Fagoonee, I (1988) Coastal marine ecology and fisheries of Mauritius. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of Eastern Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania, January 1988.
- FAO/UNEP (1982) Marine pollution in the eastern African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (8):49 p.
- Ferrari, M. (1983) Oil on troubled waters. Ambio, 12(6): 354-357.
- Ferraz, B. (1986) O Estado do Meio Ambiente Mocambicano. Report presented at O Seminario Internacional de Desenvolvimento Sustentado e Conservacao de Regioes Estuarino-Lagunares: A regio de Iguape-Paranagua e Experiencias de Pais do Terceiro Mundo, Sao Paulo, Brasil, 19-24 March 1986.
- Frazier, J. (1974) Marine turtles in Tanzania. Ministry of Natural Resources and Tourism, Tanzania. 19 p. (mimeo)
- GESAMP (1982) The review of the health of the oceans. Rep. Stud. GESAMP, (15): 108 p.
- Gibbs, A. and Partners Company Limited (1974) Sewage study for Mauritius. Part I. Mauritius, Gibbs and Partners.
- Gillies, P.M. (1980) Report on a preliminary survey of Crown-of-Thorns starfish (Acanthaster planci) in Mauritius. 6 p. (mimeo)
- Gomile, G.E. (1980) Temporary Tanzania standards for receiving waters and effluents. Report, Department of Community Medicine, University of Dar es Salaam. 8 p.
- Halim, Y (1984) Marine Sciences in the People's Republic of Mozambique. UNESCO Technical Report RP/1981-1983/2/7.4/04 91 p.
- Halsted, J.P. and Halsted, D.C. (1986) The cowries of Zanzibar. Tanzania Notes and Records, 88/89: 105-108.
- Hamilton, H.G.H. (1975) A description of the coral fauna of the east African coast. MSc thesis, University of Dar es Salaam. 2 volumes.
- Havnevik, K.J. (1980) Non-agricultural activities in Rufiji District: survey, analysis and recommendations. BRALUP Service Paper 80/2. University of Dar es Salaam.
- Havnevik, K.J. (1988) State intervention and peasant response in Tanzania. Ph.D. thesis, University of Bradford, U.K. 356 pp.
- Howell, K.M. (1988a) The conservation of marine mammals and turtles in Tanzania. Paper presented at Workshop on the Ecology and Bio-productivity of the Marine Coastal Waters of East Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Howell, K.M. (1988b) The conservation of coastal water-birds of Tanzania. Paper presented at Workshop on the Ecology and Bio-productivity of the Marine Coastal Waters of East Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- IMO/UNEP (1982) Oil pollution control in the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (10):50 p.
- IMO/UNEP (1985) Oils spills and shoreline clean-up on the coasts of the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (50):100 p.
- IUCN/UNEP (1982) Conservation of coastal and marine ecosystems and living resources of the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (11):68 p.

- IUCN/UNEP (1984) Marine and coastal conservation in the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (50):337 p.
- IUCN/UNEP (1985) Management and conservation of renewable marine resources in the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (66):106 p.
- Jehangeer, I. (1978) The state of aquatic pollution in Mauritius. Sixth FAO/SIDA Workshop on aquatic pollution in relation to protection of living resources. Nairobi, Kenya.
- Johannes, R.E. and Betzer, S.B. (1975) Marine communities respond differently to pollution in the tropics than at higher latitudes. In Tropical Marine Pollution, edited by Wood, E.J.F. and Johannes, R.E. Amsterdam, Elsevier. pp. 1-12.
- Kabanova, J.G. (1961) Primary productivity and nutrient salts content in the waters of the Indian Ocean. Okeanol. Issled. 4: 72-75.
- Kayombo, N. (1988) Ecology and fishery of gastropods and other molluscan species along the Dar es Salaam coast. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of Eastern Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Kenya, Ministry of Local Government (1977) Mombasa water pollution and waste disposal study. Vol. 6. Marine investigations. Nairobi, Republic of Kenya.
- Kingdon, J. (1971) East African Mammals. Vol.1. London, Academic Press. 446 pp.
- Kjekshus, H. (1977) Ecological aspects related to the Stiegler's Gorge Project. Norsk Utenrikspolitisk Institutt Forum (NUPI), 10: 1-35 (in Norwegian).
- Kurien, J. (1985) Kerala fisheries development and the Norwegian intervention. In: Bryceson, I. (ed.) Fisheries Development: the experience of Norway and her Partner Countries in the Context of Norwegian Assistance, Ministry of Development Cooperation, Norway. pp.45-110.
- Kurien, J. and Mathew, S. (1982) Technological change in fishing: its impact on fishermen. Special Study for International Centre for Development Studies, Trivandrum, India. 42 p.
- Lann, H. (1985) The environmental impact of developing projects in Tanzania. Ministry of Lands, Housing and Urban Development. 13 p.
- Legum, C. (1986) Africa contemporary record. Annual Survey of documents. Vol. XVIII 1985-1986. African Publishing Co., New York.
- Levy, E.M., Erhardt, M., Kohnke, D., Sobotchenko, E., Suzuoki, T., and Tokuhiko, A. (1981) Global oil pollution. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO, Paris. 35 p.
- Linden, O. (1986) Report on recommendations on the marine pollution aspects of the wreck of the MV "ARIADNE" in Mogadishu harbour, Somalia. IOC/UNESCO Report, Paris. 11 pp.
- MacNae, W. (1974) Mangrove forests and fisheries. Rome, FAO/IOFC/DEV/74/34.
- Madati, P.J. et al., (1977) Effluent Standards Committee Report. Tanzania, Ministry of Health. 35 p.
- Mainoya, J.R. (1982) Effects of environmental pollutants on aspects of physiology in marine fish and other wildlife. Proceedings of Workshop on Development of Marine Sciences in Tanzania. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. pp 10-11.
- Mainoya, J.R., Mesaki, S. and Banyikwa, F.F. (1985) The distribution and socio-economic situation of mangrove forests in Tanzania. UNU Workshop on Settlement in Mangrove Forests, Cholburi, Thailand. Organised by United Nations University, Tokyo, Japan. 26 pp.

- Maksimova, V.P. (1974) Values of nitrogen:phosphorus and silicon: phosphorus ratios in Indian Ocean waters. Okeanol. 14(5): 830-839.
- Matthews, A.D. (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) 62 pp.
- McCusker, A. (1971) The mangrove vegetation of Dar es Salaam. PhD thesis, University of Dar es Salaam.
- McIntire, W.G. and Walker, H.J. (1964) Tropical cyclones and the coastal morphology of Mauritius. Ann. Assoc. Amer. Geogr., 54(4): 582-596.
- Mhalu, F.S. and Ijumba, P. (1982) The importance of marine environment and fish in human bacterial diseases. Proceedings of Workshop on Development of Marine Sciences in Tanzania. University of Dar es Salaam. pp 19-20.
- Mozambique, Laboratorio de Higiene da Agua e Alimentos (1980a) Inquerito sobre a poluicao da bahia de Maputo. Ministério da Saúde, Direccao Medicina Preventiva. (mimeo)
- Mozambique, Laboratorio de Higiene da Agua e Alimentos (1980b) Relatorio sobre o conteudo de oxigenio e a presenca de E. coli nas aguas da costa da Cidade de Maputo. Ministério da Saúde, Direccao Medicina Preventiva. (mimeo)
- Mozambique, Laboratorio de Higiene da Agua e Alimentos (1981) Inquerito sobre a poluicao de Maputo. Ministério da Saúde, Direccao Medicina Preventiva. (mimeo)
- Mozambique, Laboratorio de Higiene da Agua e Alimentos (1982) Niveis de mercurio nas tubaroes pescados na baia de Maputo. Ministério da Saúde, Direccao Medicina Preventiva. (mimeo)
- Msangi, A.S. (1983) The need for advanced training in marine science and technology in Africa. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania edited by Mainoya, J.R. University of Dar es Salaam. pp. 3-14.
- Munga, D. (1985) DDT and Endosulphan residues in fish from Hola irrigation scheme, Tana river, Kenya. M.Sc. thesis, University of Nairobi.
- Mushala, H.M. (1978) Coastal processes along Kunduchi beach. MA thesis, University of Dar es Salaam.
- Mushala, H.M. (1983) Beach processes and coastal landform evolution around Dar es Salaam. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania, edited by Mainoya, J.R. University of Dar es Salaam. pp. 55-65.
- Muslim, F. (1984) Kenya National Report. UNEP Reg. Seas Rep. Stud, (49):31-57
- Muthiga, N.A. and McClanahan, T.R. (1986) Population changes of a sea-urchin, Echinometra mathaei on an exploited fringing reef. Afr. J. Ecol., 24: 12-18.
- Mwaiseje, B. (1973) Some aspects of the ecology of sandy-muddy intertidal zones in Dar es Salaam area. MSc thesis, University of Dar es Salaam.
- Mwaiseje, B. (1982) A survey of non-conventional fishery resources of Tanzania. Proceedings of Workshop on Development of Marine Sciences in Tanzania. Organised by University of Dar es Salaam. p. 16-17
- Mwaiseje, B. (1983) Some views on marine conservation in Tanzania. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania, Mainoya, J.R. University of Dar es Salaam. pp. 41-45.
- Mwaiseje, B. and Mainoya, J.R. (1982) Mangrove habitats: problems of conservation in Tanzania. In Ecology and resource management in the tropics. Silver Jubilee Symposium of Tropical Ecology, Bhopal, India, 5-10 October 1981. Varansi, India, Banari Hindu University, International Society for Tropical Ecology.
- Newell, B.S. (1957) A preliminary survey of the hydrography of British East African waters. Fish. Publ., Lond., 9: 1-21.

- Newell, B.S. (1959) The hydrography of British East African coastal waters. Fish. Publ., Lond., 12: 1.18.
- Ngoile, M.A.K. (1982) A survey of fishing units in Zanzibar and Pemba. Tanzania Notes and Records, 88/89: 89-96.
- Ngoile, M.A.K. (1988) Marine pollution in Tanzania: sources, dispersion and effect. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of Eastern Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Ngoile, M.A.K., Challe, A.E. and Mapunda, R.R. (1978) Aquatic pollution in Tanzania. Paper presented at Sixth FAO/SIDA Workshop on aquatic pollution in relation to the protection of living resources, Nairobi and Mombasa, Kenya, 12 June - 22 July 1978. Rome, FAO, Doc.FIR:tplr/78/Inf.19
- Nhwani, L.B. (1988) The pelagic fish resources of eastern Africa coastal waters. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of Eastern Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Nieuwolt, S. (1973) Breezes along the Tanzanian east coast. Archiv. Met. Geophys. Bioclimat., 16: 122-132.
- Onyari, J.M. (1985) The concentration of manganese, iron, copper, zinc, cadmium and lead in sediments and fish from the Winam gulf of Lake Victoria and fish bought in Mombasa town markets. M.Sc. thesis, University of Nairobi.
- Patin, S.A. (1982) Pollution and the Biological Resources of the Oceans. Butterworths, London. 287 pp.
- Ramage, C.S. (1971) Monsoon meteorology. Int. Geophys. Ser., 15: 1-296.
- Ray, G.C. (1968) Marine Parks for Tanzania. Published by Conservation Foundation, Washington, D.C., USA. 16 pp.
- Ramyeard, T.S. (1981) Pollution by industries: St. Louis River. A case study. Report, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Mauritius. 18 pp.
- Rogers, J.F. (1981) Pilot scale development of processed fish products in the Seychelles. Fish. Bull., Fish. Div. Seychelles, (16) 9 pp.
- Rudman, W.B. (1974) Survey of possible ecological effects of proposed developments to Dar es Salaam harbour. Report to Bish and Partners, Dar es Salaam.
- Ryther, J.H., Hall, J.R., Pease, A.K., Bakun, A. and Jones, M.M. (1966) Primary organic production in relation to chemistry and hydrography of the western Indian Ocean. Limnol. Oceanogr. 11: 371-380.
- Saenger, P., Hegerl, E.J. and Davie, J.D.S. (eds.) (1981) Global status of mangrove ecosystems. Environmentalist, 3, suppl. 3:88 p., and IUCN Comm. Ecol. Pap., (3):88 p.
- Salm, R. (1983) Coral reefs of the western Indian Ocean: a threatened heritage. Ambio 12(6):349-353
- Sanders, H.L. (1968) Marine benthic diversity: a comparative study. Am. Nat. 102: 243-282. Schiller, E.J. and Bryceson, I. (1978) Beach erosion in the Dar es Salaam area. Univ. Sci. Journal, 4: 101-119.
- Semesi, A.K. (1988) Status and utilisation of mangroves along Tanga coast, Tanzania. Paper presented at Workshop on Ecology and Bioproductivity of the Marine Coastal Waters of Eastern Africa. Organised by University of Dar es Salaam, Tanzania. January 1988.
- Shanmugan, A.T. (1983) The control of oil pollution in Tanzania coast. In Status and Problems of Marine Resources Development in Tanzania, edited by Mainoya, J.R. University of Dar es Salaam. pp. 41-45

- Sournia, A. (1969) Cycle annuel du phytoplancton et de la production primaire dans les mers tropicales. Marine Biology, 3: 287-303.
- Steinbach, A.B. (1973) Industry and environment in the Msimbazi valley drainage, Dar es Salaam. Unpublished report, East African Social Environment course, University of Dar es Salaam. 12 p.
- Tanzania, Ministry of Lands, Housing and Urban Development (1980) Dar es Salaam sewerage and sanitation study, master plan. United Republic of Tanzania. 6 vols.
- UNEP (1982) Environmental problems of the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud. (12):86 p.
- UNEP (1984) Socio-economic activities that may have an impact on the marine and coastal environment of the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud. (41):56 p.
- UNEP (1985) Action Plan for the protection, management and development of the marine and coastal environment of the Eastern African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud. (61):9 p.
- UNIDO/UNEP (1982) Industrial sources of marine and coastal pollution in the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (41):56 p.
- Vine, P.J. (1972) Coral reef conservation around Seychelles, Indian Ocean. Biol. Conserv. 4: 304-305.
- WHO/UNEP (1982) Public health problems in the coastal zone of the East African region. UNEP Reg. Seas Rep. Stud., (9):29 p.
- Winters, A. (1976) The oceanography of the east African coast. Paper presented at Cooperative Investigation of the North and Central Western Indian Ocean (CINCWIO) conference, Nairobi, April 1976.
- Wynter, P. (1987a) Sea tenure and other management strategies for tropical fisheries resources: the case of east Africa. Paper presented at Fifth Symposium on Coastal and Ocean Management, May 26- 29, 1987, Seattle.
- Wynter, P. (1987b) Report on the state of the Mozambican marine environment. Report to GESAMP as country contribution from Mozambique. 29 pp.
- Wyrтки, K. (1971) Oceanographic Atlas of the International Indian Ocean Expedition. Nat. Sc. Found., U.S. Govt., Wash. D.C., 531 pp.

* * *

A N N E X E I

TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques de quelques effluents industriels en Tanzanie

Industrie	pH	s.s.	DBO	DCO
Brasseries Tanzaniennes Dar es Salaam	4,2	-	9 500	34 900
Abattoir Vingunguti Dar es Salaam	7,3	714	1 000	2 900
Friendship Textiles, Dar es Salaam	11,5	229	90	57

Source: Tanzanie (1980)

**Tableau 2. Composition des eaux d'un dépôt d'ordures
à Mombasa, Kenya**

Paramètre	concentration (mg/l)
alcalinité	8 045
DBO ₅	24 642
dureté	5 027
solides en suspension	349
calcium	2 234
chlorure	1 257
fer (total)	399
magnésium	378
nickel	0,27
azote organique	178
phosphate	7,9
potassium	1,373
sodium	1 061
sulphate	383
zinc	13,2
pH	5,8

Source: Kenya (1977)

**Tableau 3. Teneurs en métaux des espèces Crassostraea cucullata et Pinna sp.
(ug/g de poids sec)
(Les données entre parenthèses appartiennent à l'espèce Pinna sp.)**

Station	Zn	Pb	Cd	Cu
ruisseau Tudor	3 200 (4 400)	360 (12)	2,9 (2.2)	175 (328)
ruisseau Tudor	5 200 (2 700)	3,2 (4.0)	9,1 (2.2)	18,1 (9.7)
Port Kilindini	1 800 (3 500)	13 (43)	2,3 (3.0)	4,5 (242)
Port Kilindini	1 600 (2 400)	2,3 (13)	4,5 (4.5)	7,5 (203)

Source: Kenya (1977)

**Tableau 4. Contrôle bactériologique de la rivière Msimbazi
Dar es Salaam, Tanzanie**

Lieu de prélèvement	Coliformes fécaux 100 ml
New Port Road	3 000
Kigogo	11 000
Morogoro Road	64 000
Selander Bridge (marée basse)	30 000
Selander Bridge (marée haute)	1 090

Source: Tanzanie (1980)

**Tableau 5. Caractéristiques des eaux usées domestiques et municipales
de Dar es Salaam, Tanzanie**

Localisation	Solides en. en susp. mg/l	DBO mg/l	DCO mg/l	pHp	H ₃ -N mg/l
drain des eaux de pluie	387	390	745	6,9	25
drain du centre ville	233	170	380	6,9	10
centre ville	1 092	135	285	8,0	26
Lugalo barracks	369	180	267	6,9	-

Source: Tanzanie (1980)

Tableau 6. Caractéristiques des eaux usées municipales de Mombasa, Kenya

Paramètres	Entrée	Sortie
pH	7,1	7,6
conductivité électrique à 25°C (/ohm/cm ³)	1 200	1 200
charge solide totale (séchage à 105°C) (ppm)	948	1 672
charge totale en solides dissous (séchage à 180°C) (ppm)	940	670
matières décantables (v/v)	0,7	0,0
solides en suspension (séchage à 105°C) (ppm)	0,128(?)	15
Chlorure (ppm)	110	140
Sulphate (ppm)	45	40
DBO ₅ (20.3°C) (ppm)	360	100
DCO (ppm)	600	150
Oxygene absorbé (4 h at 27°C) (ppm)	40	7
azote ammoniacal libre ou dans les sels (ppm)	25	8
azote ammoniacal des protéines	5	9

Source: Kenya (1986)

Tableau 7. Concentrations en métaux dans des poissons achetés sur les marchés de la ville de Mombasa (mg/kg de poids)

	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb
<u>Valamugil schel</u>						
(m)	0,3	7,5-8,8	0,5-0,6	9,4-11,4	0,1	1,3
(s)	10,7-20,7	26,8-27,2	4,7-5,2	64,9-71,6	0,8-0,8	22,5-25,2
<u>Lethrinus minuta</u>						
(m)	0,1-0,5	3,8-6,7	0,4-0,6	4,8-8,6	0,1	1,2-2,4
(s)	10,3-38,8	21,1-53,2	4,2-6,0	86,8-117,2	1,0-1,7	14,1-28,1
<u>Pempheris oualensis</u>						
(w)	3,1+0,1	88,9+0,5	4,0+0,2	81,0+0,5	0,9+0,3	15,4+1,1
<u>Gazza minuta</u>						
(w)	2,1-8,1	10,5-100,3	1,3-3,1	17,7-55,8	0,2-0,7	3,4-13,0
<u>Caranx armatus</u>						
(m)	0,2-0,4	7,9-9,8	0,9	7,8-8,9	0,1	1,3-1,9
(s)	16,1-17,3	97,0-119,9	7,7-11,2	414-493	1,1-1,4	19,3-23,3
<u>Pellona ditchela</u>						
(w)	2,1-5,9	9,3-34,0	0,9-2,6	19,4-48,1	0,2-0,6	2,4-7,4
(s)	29,3-37,5	128-550	7,0-9,3	113-148	1,8-2,1	18,1-24,1
<u>Megalaspis cordyla</u>						
(m)	0,3+0,02	14,2+0,9	1,3+0,1	11,3+0,1	0,1+0,03	1,3+0,1
(s)	14,2+0,3		7,3+0,1	295,1+1,9	1,6+0,2	25,1+4,0
<u>Ablennos hians</u>						
(w)	1,3+0,1	34,0+4,1	2,2+0,02	31,1+1,8	0,3+0,02	2,7+1,1
<u>Sphyraena forsteri</u>						
(m)	0,4-1,0	15,0-20,8	1,2-2,0	10,7-24,1	0,2	2,0-4,5
<u>Archamia macroptera</u>						
(w)	0,3-1,9	9,9-33,9	0,7-2,7	16,6-44,1	0,2-0,5	3,9-10,4

(m) = muscle (s) = écailles (w) = poisson entier (sans tête)

Source: Onyari (1985).

Tableau 8. Résidus de DDT et endosulphane dans les muscles de poissons d'eau douce pêchés dans le système d'irrigation Hola (HIS) et dans la rivière Tana (TR)

Stations	Espèces	Concentrations des résidus (ppm)	
HIS	<u>Clarias mossambicus</u>	DDT (teneur des graisses)	240,5
		DDT (poids humide)	0,404
		Endosulphan (teneur des graisses)	23,168
		Endosulphan (poids humide)	0,108
HIS	<u>Labeo gregorii</u>	DDT (teneur des graisses)	18,6
		DDT (poids humide)	0,101
		Endosulphan (teneur des graisses)	1,875
		Endosulphan (poids humide)	0,007
HIS	<u>Oreochromis mossambicus</u> and <u>Tilapia zilli</u>	DDT (teneur des graisses)	33,3
		DDT (poids humide)	0,040
		Endosulphan (teneur des graisses)	4,001
		Endosulphan (poids humide)	-
TR	<u>Clarias mossambicus</u>	DDT (teneur des graisses)	0,9
		DDT (poids humide)	0,008
		Endosulphan (teneur des graisses)	-
		Endosulphan (poids humide)	-
TR	<u>Labeo gregorii</u>	DDT (teneur des graisses)	0,3
		DDT (poids humide)	0,002
		Endosulphan (teneur des graisses)	-
		Endosulphan (poids humide)	-

Source: Munga (1985)

Tableau 9. Estimations des populations et des décharges d'eaux usées domestiques des villes côtières de l'Afrique orientale (sur la base de 20 kg/pers./an)

PAYS ville	population estimée	population desservie par les égouts	% de la pop. desservie par les égouts	DBO ₅ t/an
COMORES	400 000			
Moroni	16 000	0	0	
Moheli	4 500	0	0	
Anjouan	10 000	0	0	
KENYA	15 300 000			
Mombasa	440 000	88 000	20	1,760
Malindi	14 000	0	0	
Lamu	6 000	0	0	
MADAGASCAR	8 500 000			
Toamasina	60 000	9 000	15	180
Mahajanga	70 000	0	0	
Toliara	40 000	0	0	
Antananarivo	45 000	4 500	10	90
ILE MAURICE	936 000			
Port Louis	250 000	150 000	60	3 000
Plaine Wilhems	57 000	40 000	70	800
Beau Bassin	72 000	50 000	70	1 000
Phoenix	36 000	25 000	70	500
MOZAMBIQUE	10 200 000			
Maputo	770 000	77 000	10	1 540
Beira	220 000	55 000	25	1 100
Quelimane	100 000	10 000	10	200
Nampula	100 000	10 000	10	200
Pemba	30 000	3 000	10	60
SEYCHELLES	65 000			
Victoria	25 000	6 250	25	125
SOMALIE	3 850 000			
Mogadishu	400 000	0	0	
Merca	55 000	0	0	
Kismayo	60 000	0	0	
Berbera	50 000	0	0	
TANZANIE	17 540 000			
Dar es Salaam	760 000	112 500	15	2 250
Tanga	100 000	10 000	10	200
Lindi	30 000	0	0	

Source: FAO/PNUE (1982)

Note: Ces données sont très vite dépassées en raison d'un taux de natalité élevé et d'une forte migration vers les villes.

Tableau 10. Statistiques relatives à la pêche dans la région

Pays	Longueur de côte (km)	Surface du plateau continental (km ²)	Surface de mangrove (km ²)	Poissons pêchés (t)	Consommation de poisson par personne (kg/an)
Comores	350	900	neg	4 000	12,4
Kenya	500	6 500	587	5 400	3,3
Madagascar	4 000	135 000	3 207	12 000	6,0
Ile Maurice	200	1 600	neg	5 300	17,7
Mozambique	2 500	120 000	850	31 700	3,5
Seychelles	600	48 000	neg	5 000	82,0
Somalie	3 000	32 500	neg	11 000	0,6
Tanzanie	800	30 000	820	49 200	10,0

Source: FAO/PNUE (1982) MacNae (1974) et Saenger et al. (1981).

A N N E X E I I

FIGURES

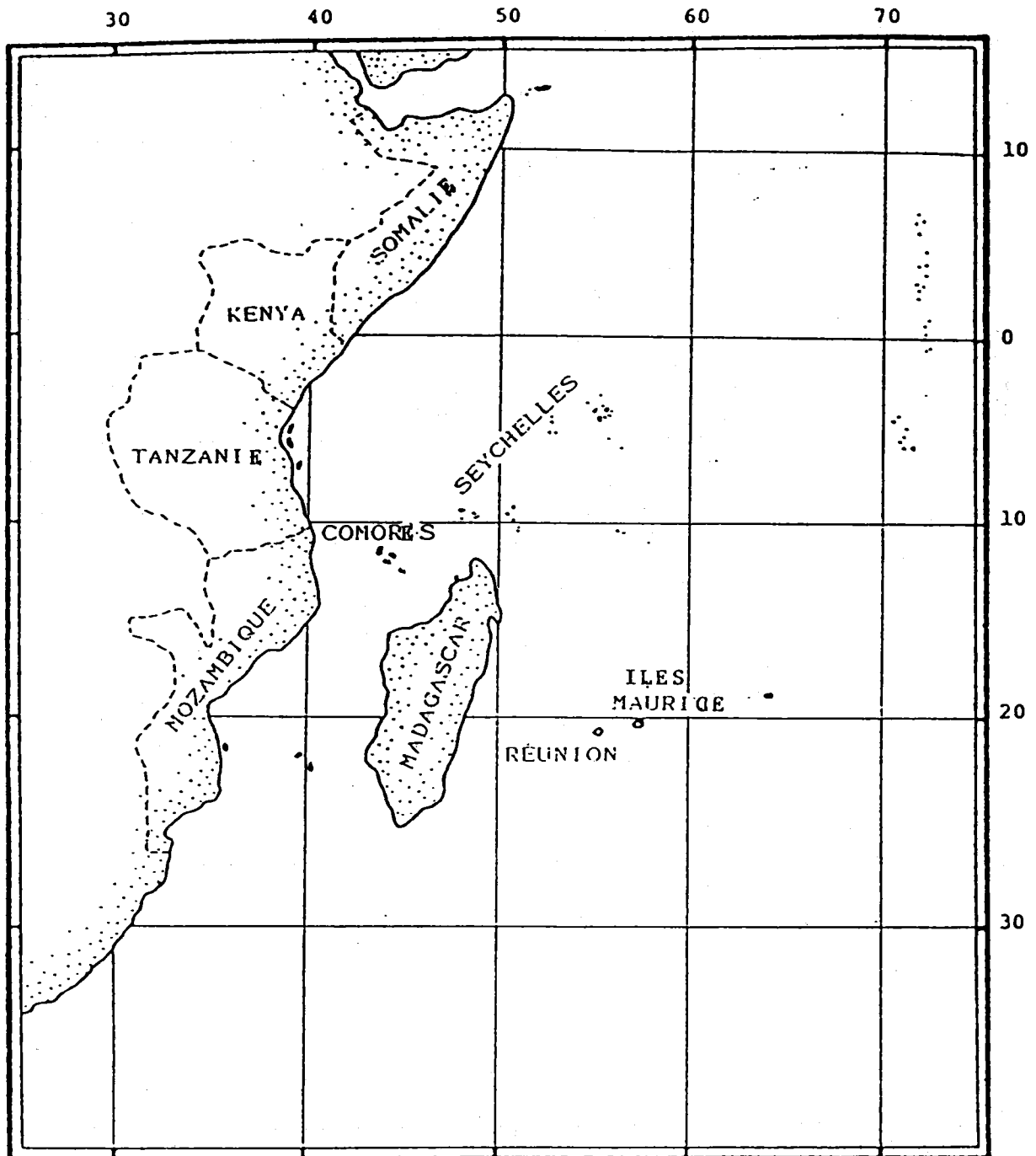


Figure 1. Pays de la région de l'Afrique orientale

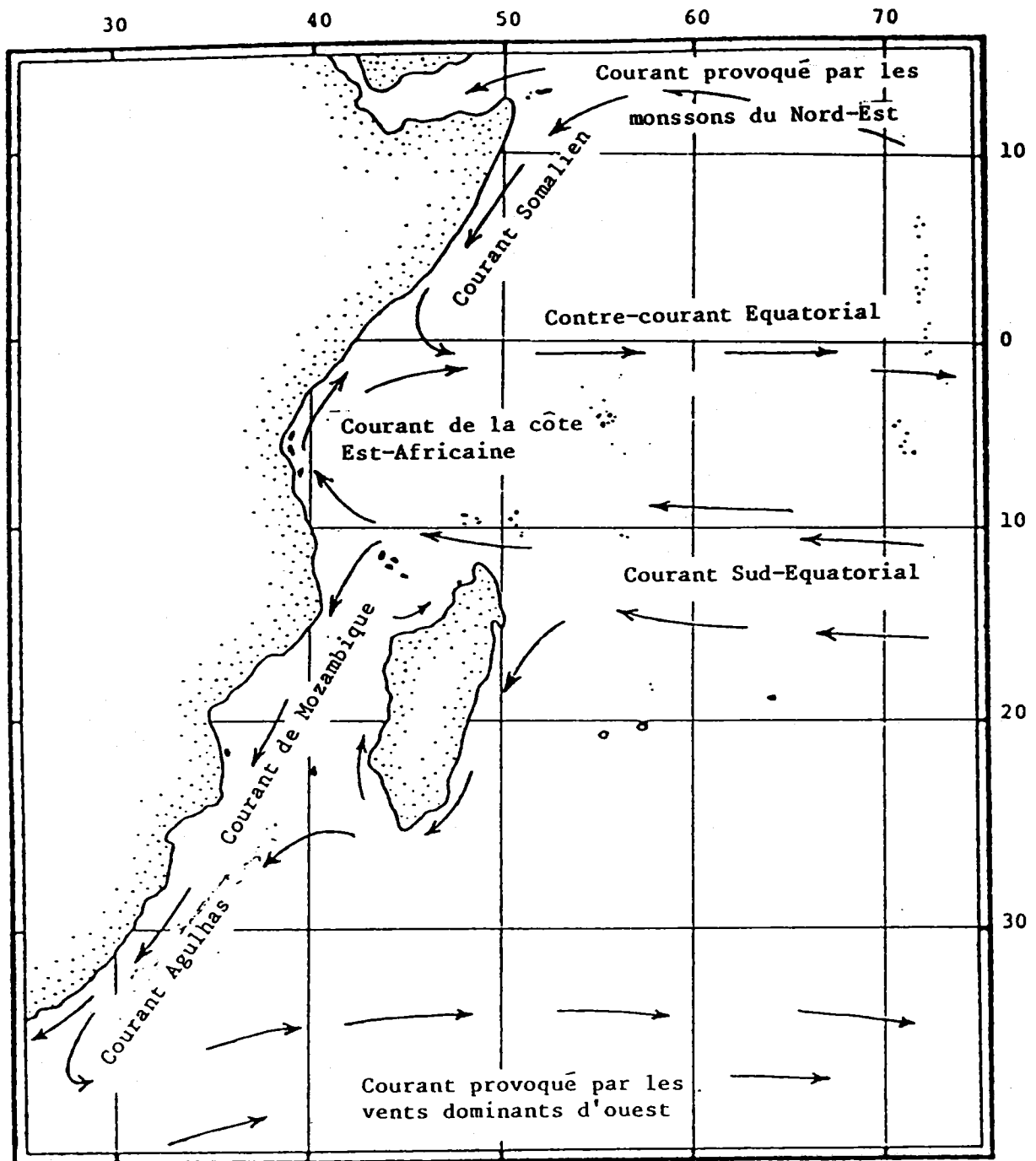


Figure 2. Circulation des eaux à la surface de l'océan (février)
(modifié d'après Defant, 1961 et OMI/PNUE, 1982)

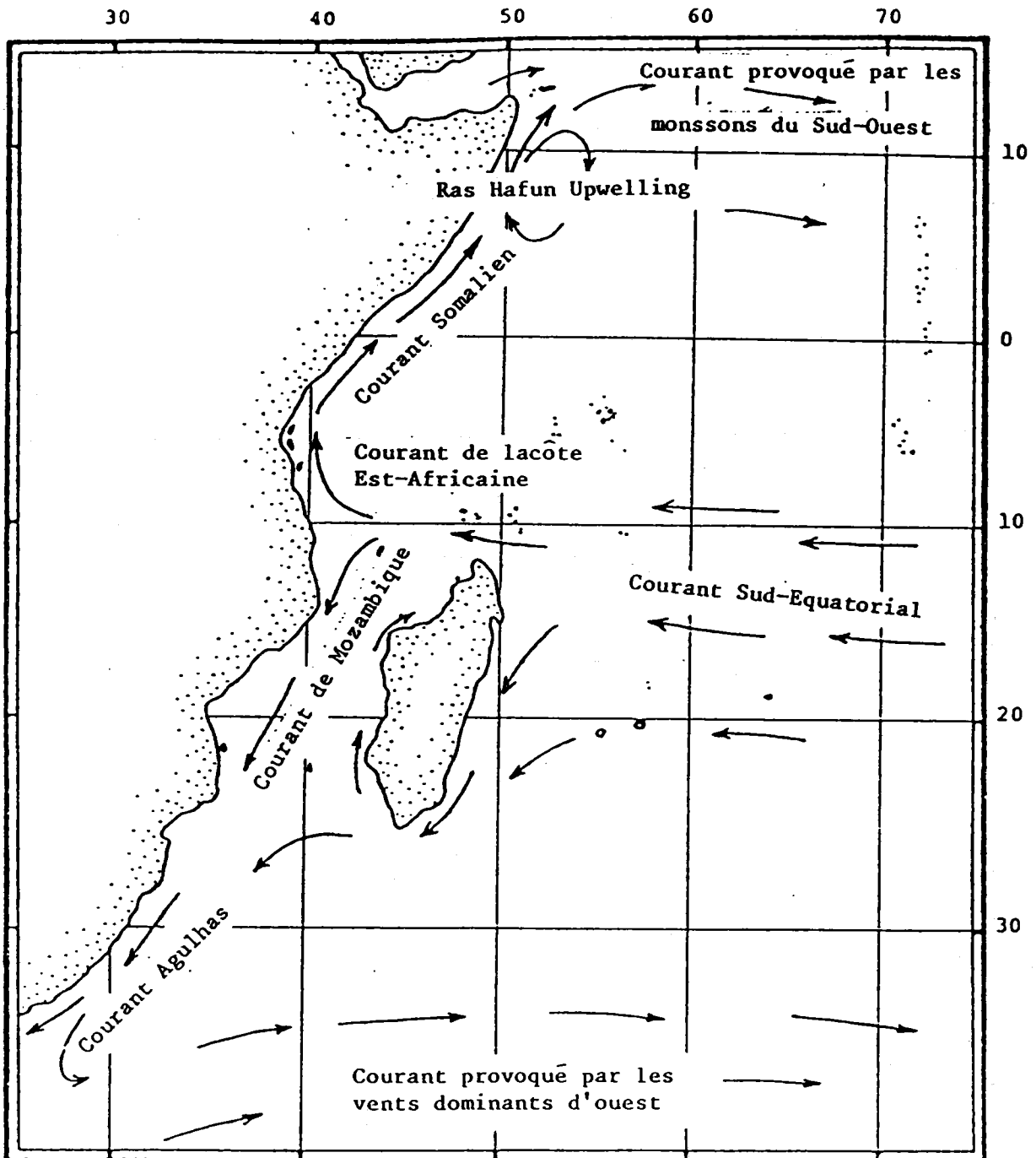


Figure 3. Circulation des eaux à la surface de l'océan (août)
(modifié d'après Defant, 1961 et OMI/PNUE, 1982)

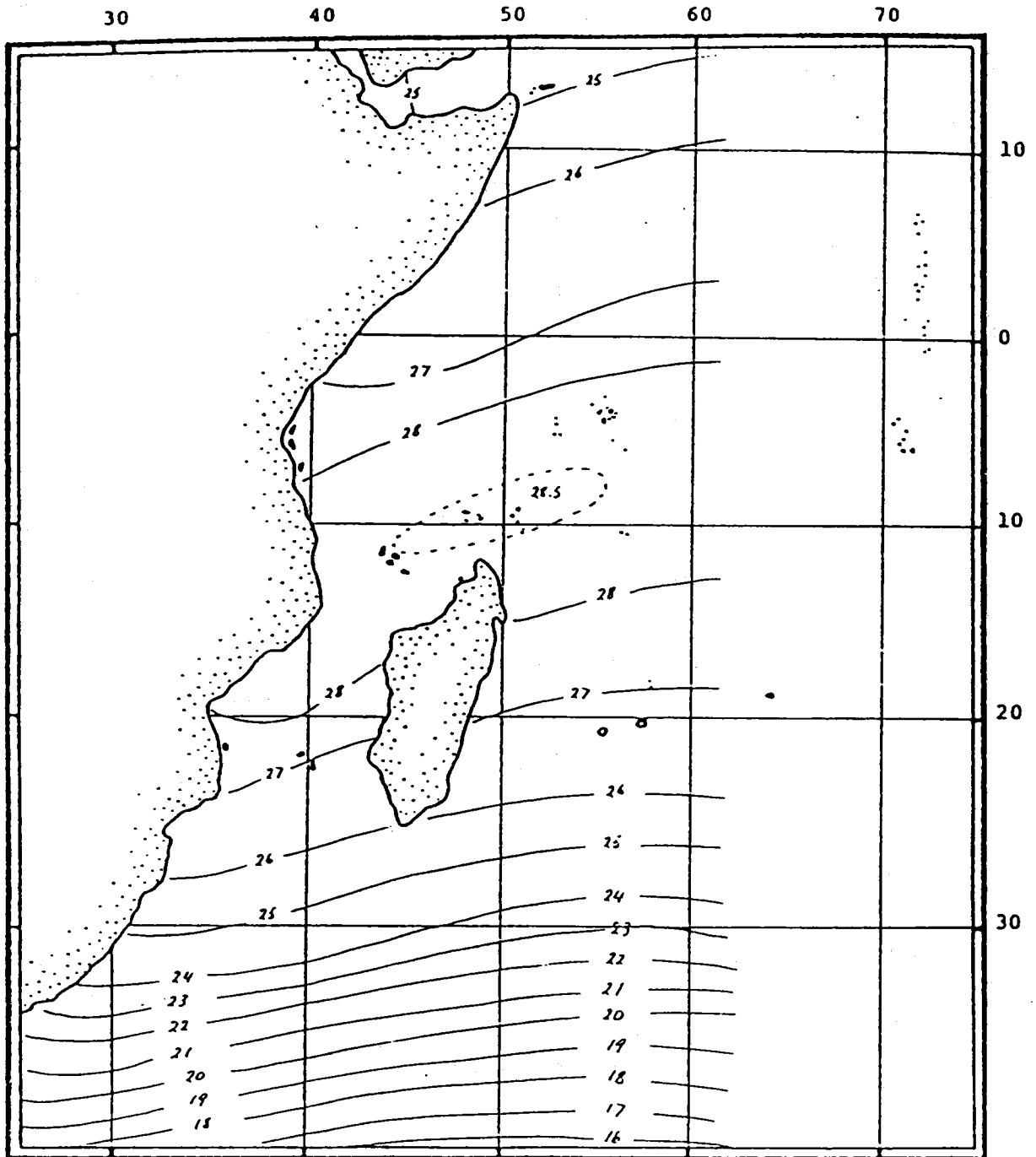


Figure 4. Températures de l'eau à la surface de l'océan (février)
(modifié d'après OMI/PNUE, 1982)

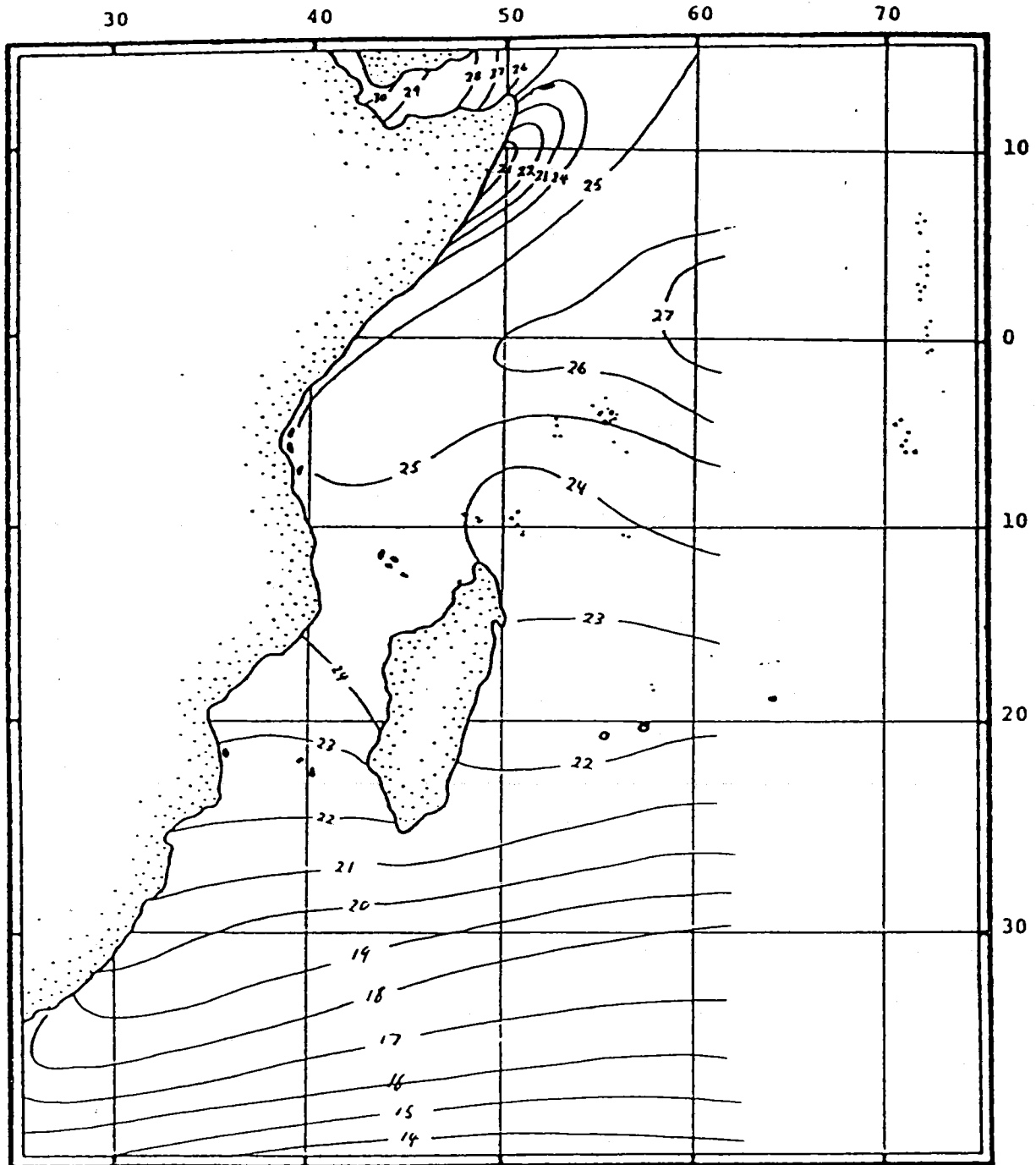


Figure 5. Températures de l'eau à la surface de l'océan (août)
(modifié d'après OMI/PNUE, 1982)

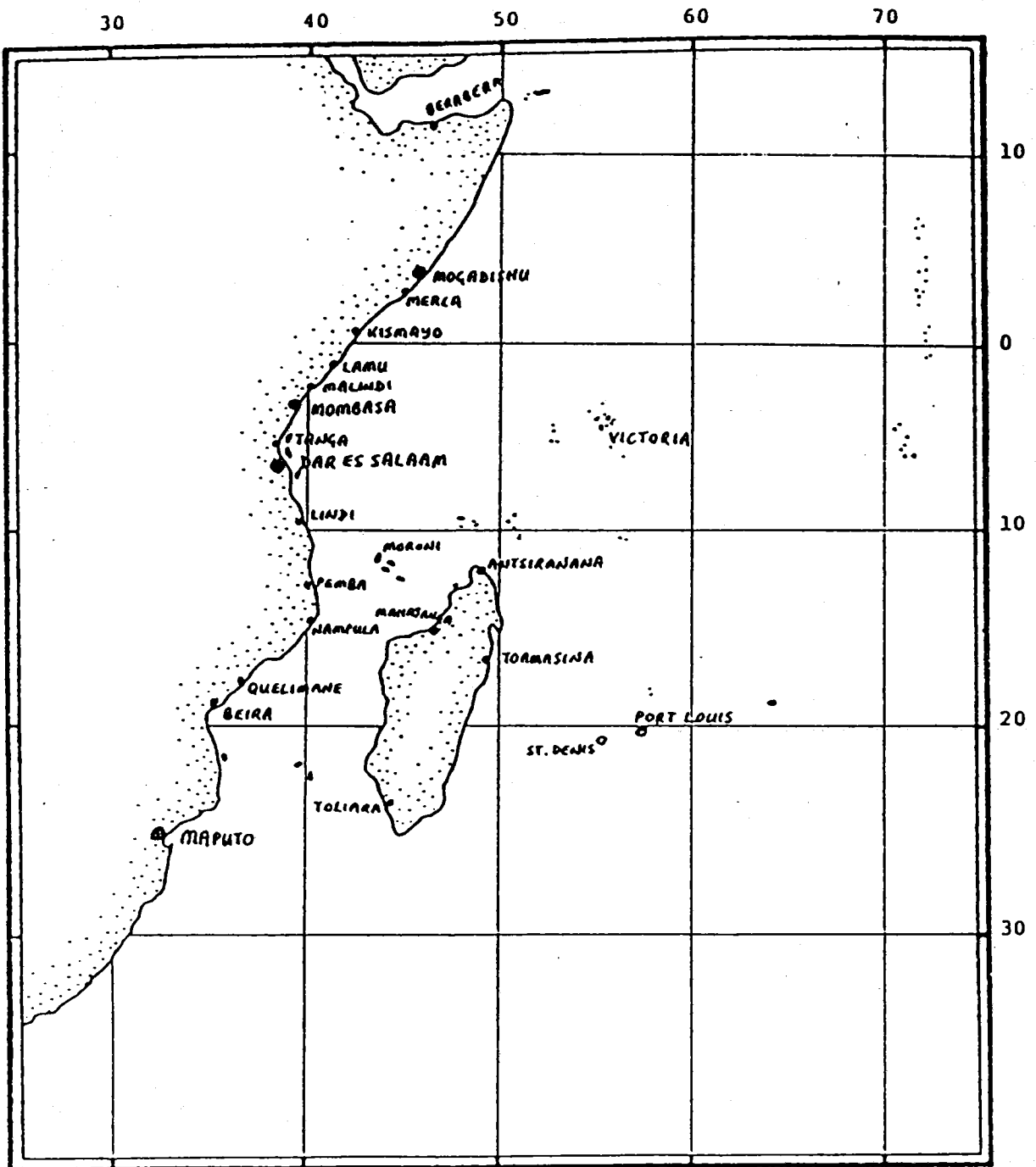


Figure 6. Grandes villes cōtières et villes importantes de la région

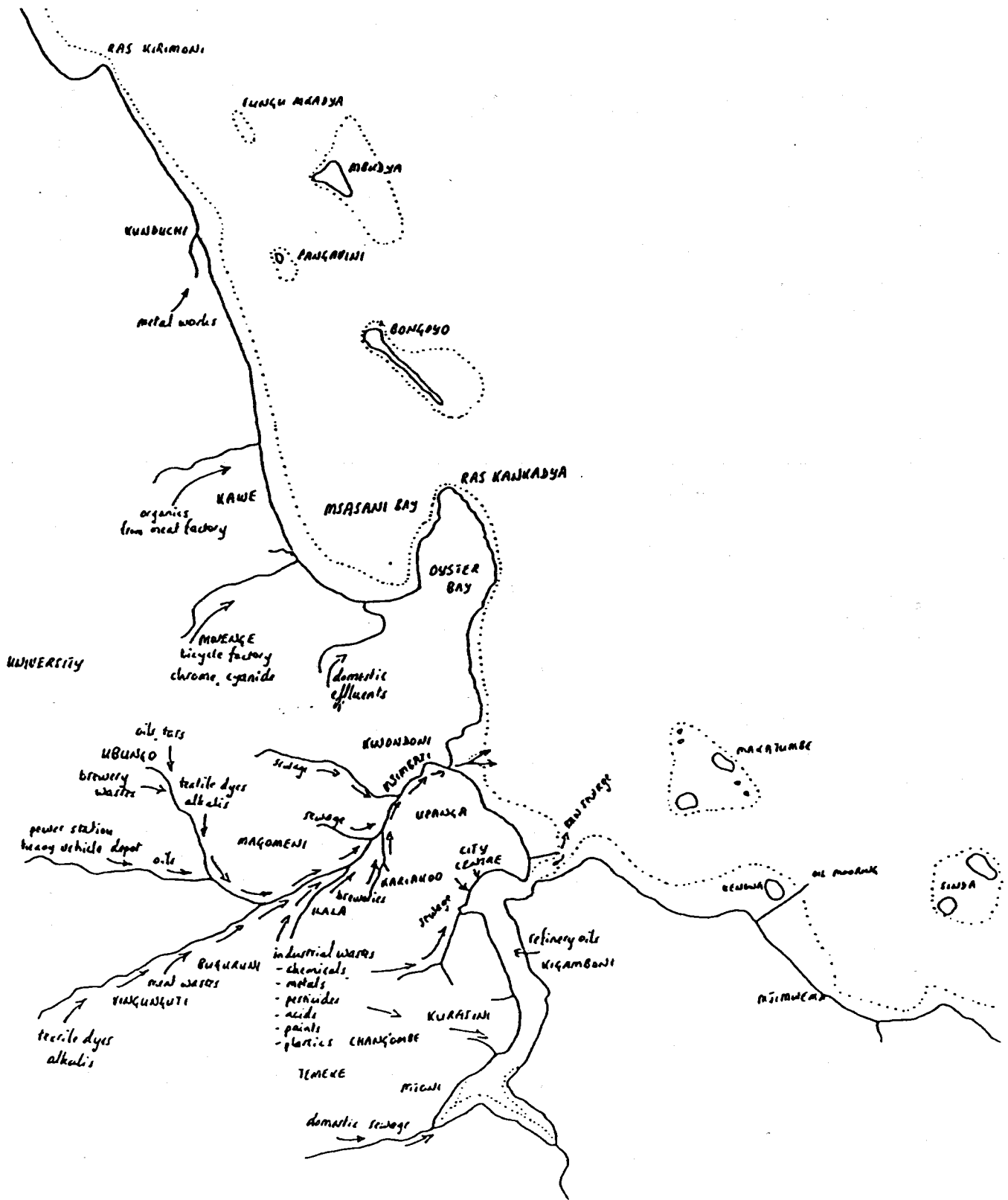


Figure 7. Les effluents de Dar-es-Salaam, Tanzanie (d'après Brycesonet Mwaiseje, 1980)

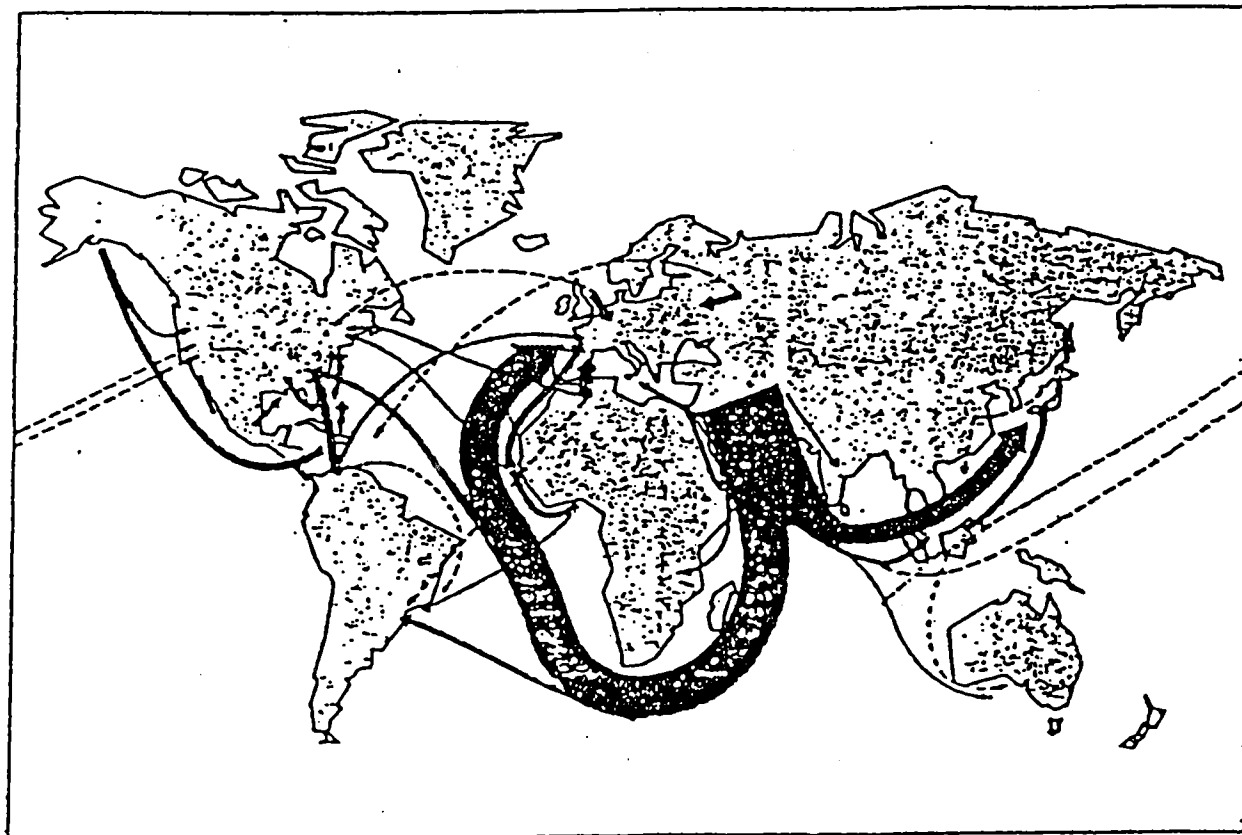


Figure 9. Routes du transport de pétrole dans le monde en 1980
(d'après OMI/PNUE, 1982)

Note: Cette figure n'est plus actuelle à cause du changement des routes du transport de pétrole.

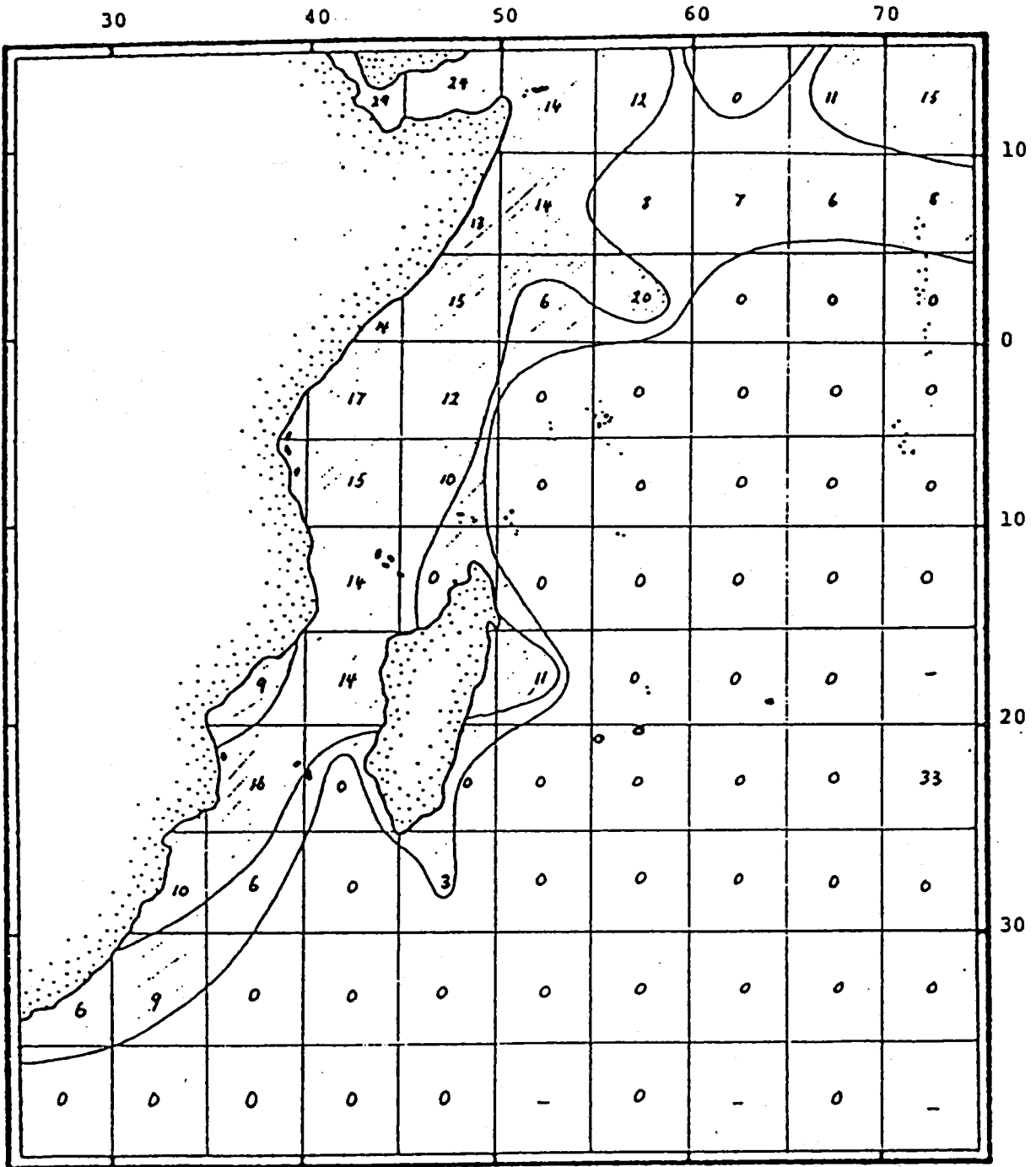


Figure 10. Observations de tâches d'huile dans la région
[modifié d'après Levy *et al.* (1981)]

Note: Les nombres indiquent les pourcentages des observations de bateaux où des tâches d'huile ont été notées.