



**Programme des  
Nations Unies  
pour l'environnement**



UNEP(OCA)/MED IG.5/Inf.3  
10 mai 1995

FRANCAIS  
Original: ANGLAIS

---

---

**PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE**

Neuvième réunion ordinaire des Parties  
Contractantes à la Convention pour la protection  
de la mer Méditerranée contre la pollution  
et ses Protocoles

Barcelone, 5-8 juin 1995

*Etat du milieu marin et du littoral  
de la région méditerranéenne*

**PROJET**



**Programme des  
Nations Unies  
pour l'environnement**



UNEP(OCA)/MED IG.5/Inf.3  
10 mai 1995

FRANCAIS  
Original: ANGLAIS

---

**PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE**

Neuvième réunion ordinaire des Parties  
Contractantes à la Convention pour la protection  
de la mer Méditerranée contre la pollution  
et ses Protocoles

Barcelone, 5-8 juin 1995

***Etat du milieu marin et du littoral  
de la région méditerranéenne***

**PROJET**

# Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>i</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Rappel des faits	1
1.2 Objectifs	1
1.3 Cadre géographique et écologique	2
<b>2. Pressions démographiques et activités économiques</b>	<b>7</b>
2.1 Croissance et répartition de la population	7
2.2 Activités économiques	8
2.2.1 Urbanisation	9
2.2.2 Industrie	11
2.2.3 Transports	13
2.2.4 Tourisme et loisirs	15
2.2.5 Agriculture	17
2.2.6 Pêches et mariculture	19
2.2.7 Forêts	24
2.2.8 Ressources en eau et leur gestion	25
2.2.9 Pétrole et gaz naturel	26
2.2.10 Activités extractives	27
2.2.11 Production et consommation d'énergie	27
<b>3. Etat du milieu marin et du littoral</b>	<b>30</b>
3.1 Littoral	30
3.1.1 Milieu urbain	31
3.1.2 Elimination des déchets industriels	31
3.1.3 Dégradation du sol, désertification et incendies de forêt	35
3.2 Pollution transférée par voie atmosphérique	38
3.3 Milieu marin	40
3.3.1 Niveaux de pollution marine	41
3.3.2 Effets de la pollution marine	53
3.4 Ressources naturelles, espèces menacées et aires protégées	62
3.4.1 Ressources naturelles	62
3.4.2 Biodiversité	63
3.4.3 Espèces menacées	65
3.4.4 Aires protégées	67
3.5 Sites historiques et paysages	67
3.6 Implications des changements climatiques	70
<b>4. Les politiques et le cadre législatif</b>	<b>74</b>
4.1 Les politiques de l'environnement	74
4.1.1 Les pays méditerranéens	74
4.1.2 Le Plan d'action pour la Méditerranée	75
4.1.3 Les aspects institutionnels	76
4.1.4 La législation et son application effective	87
4.1.5 Sensibilisation et participation du public	87

4.2	Prévention et lutte contre la pollution marine	89
4.3	Aires protégées et espèces menacées	89
4.4	Protection et développement de la zone côtière	93
4.5	Développement durable	94
4.5.1	Objectifs	94
4.5.2	Activités prévues et en cours	99
5.	<b><i>Evaluation de l'état du milieu marin et du littoral</i></b> <b>(doit être établie pour la version finale)</b>	
	<b><i>Références</i></b>	100
	<b><i>Liste des acronymes</i></b>	110

Bien que le présent rapport ait été élaboré au début 1995, certaines données statistiques (comme les tableaux I, III et IV), tirées de divers documents, portent sur la période 1968-1990. C'est pourquoi plusieurs des données du rapport sont présentées comme ayant trait à l'ex-Yougoslavie, à moins que des données propres à l'un des nouveaux pays qui en sont issus n'aient été disponibles et utilisées ici.

Le contenu du présent volume ne reflète pas nécessairement les vues ou les politiques du PNUE. Les désignations utilisées et les présentations n'impliquent, de la part du PNUE, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

## Résumé

Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone demandent à l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée de leur fournir des examens périodiques de l'état du milieu marin et du littoral de la Méditerranée afin de les aider à décider de l'évolution du Plan d'action et, s'il a lieu, des aménagements à apporter à la Convention, aux Protocoles et aux mesures communes déjà adoptées.

Le présent document représente la deuxième synthèse de ce type, la première ayant été établie en 1990. On s'y efforce, dans toute la mesure du possible, d'évaluer les tendances récentes de l'état du milieu marin et du littoral pour permettre de s'attaquer aux nouveaux problèmes d'environnement lorsque leur existence est confirmée par les résultats des investigations scientifiques.

Le document comprend trois grandes parties: i) une introduction (section 1) retraçant les faits, exposant les objectifs, le cadre géographique et écologique; ii) le corps du document (sections 2 et 3) qui passe en revue les grands facteurs (pressions démographiques, activités économiques, etc.) intervenant dans la génération des principaux polluants, et les causes majeures de dégradation de l'environnement; et iii) une évaluation globale de la situation avec ses conclusions (section 5) (La section 5 sera rédigée pour la version finale du document).

La Méditerranée, mer semi-fermée qui occupe une partie importante de la superficie totale du bassin, présente un certain nombre de caractères physiques et géographiques qui, à leur tour, conditionnent les facteurs environnementaux dont le rôle est déterminant dans l'évolution du milieu marin et du littoral.

La présence d'un relief côtier montagneux sur la plus grande partie du

pourtour du bassin a incité les populations, depuis les origines, à s'établir autour des zones portuaires naturelles relativement isolées les unes des autres, et a favorisé l'ouverture sur le large et les échanges maritimes. Au plan physique, c'est ce même relief montagneux qui a favorisé l'écoulement rapide des eaux douces et des cours d'eau, entraînant ainsi une forte érosion du sol et parfois de graves inondations dans les plaines des grands bassins versants (Ebre, Rhône, Pô et Nil), tout en privant l'ensemble du bassin de la possibilité de stocker d'importantes quantités d'eau douce.

Le bassin a vu naître et s'épanouir quelques-unes des grandes civilisations de l'humanité. Ce patrimoine historique, architectural et archéologique, dont témoignent d'innombrables sites et vestiges, la clémence du climat, la beauté souvent saisissante des paysages, ont fait de la Méditerranée le plus puissant pôle d'attraction du tourisme mondial et de sa zone côtière le lieu d'établissement privilégié de la majeure partie de la population résidente.

Bien que la population résidente et saisonnière (touristes internationaux) continue actuellement de croître, on s'attend à un ralentissement démographique global au cours du prochain millénaire. Ce ralentissement s'accompagnera évidemment d'une atténuation des pressions sur l'environnement, mais on ne saurait tabler sur cette évolution pour éluder les graves problèmes écologiques de la région.

Les secteurs d'activité dont l'impact est le plus marqué et le restera dans un avenir prévisible sont les suivants:

- l'urbanisation est intense autour des grandes villes portuaires et gagne la plus grande partie du littoral,

notamment sur la rive Nord (où elle occupe sans doute déjà plus de 70% de la façade s'étendant de Naples à Barcelone), en réponse à la forte demande de logements résidentiels et d'aménagements de loisir. Le traitement et l'élimination des déchets urbains solides et liquides posent toujours l'un des problèmes majeurs, surtout pendant l'été quand de nombreuses stations balnéaires accueillent une population équivalant à plusieurs fois le chiffre de leurs résidents "stables". Environ 34% des habitants du bassin ne sont pas desservis par un réseau d'égouts. Pour les 66% qui le sont, il s'agit d'un réseau municipal; seuls 58% bénéficient d'un traitement d'épuration secondaire. Les moyens d'élimination des boues résiduelles municipales restent encore peu connus; environ 10% de ces boues sont utilisées dans l'agriculture. En ce qui concerne les déchets solides, les principales méthodes de traitement et d'élimination sont le compostage et l'incinération, mais, d'après les données disponibles, les méthodes effectivement appliquées ne sont connues que pour 30% du volume total de ces déchets.

L'urbanisation accroît la demande en eau à usage domestique, et elle doit donc prélever pour la satisfaire sur une ressource relativement précaire. Par ailleurs, elle restreint l'espace naturel nécessaire à la survie de la flore et de la faune, et donc au maintien de la diversité biologique.

- Le tourisme et les loisirs, bien que source d'importantes recettes en devises pour les pays "importateurs de touristes" (que sont la plupart des pays méditerranéens), s'accompagnent d'un coût social et écologique élevé. On prévoit qu'environ 200 millions de touristes internationaux se rendront en Méditerranée en l'an 2000. Pendant la période de pointe estivale, de nombreuses stations balnéaires ont une fréquentation qui multiplie de trois à cinq (ou plus) leur population normale. En dépit d'une nette amélioration, la gestion des déchets

solides et liquides pendant la période estivale est une charge écrasante pour les responsables locaux et se traduit par la prolifération des décharges et des rejets sauvages.

L'industrie s'implante généralement autour des grandes agglomérations urbaines/portuaires ou, pour les secteurs nécessitant de grosses quantités d'eau de refroidissement et des moyens relativement faciles d'élimination des déchets, sur la frange côtière ou au bord des grands fleuves. Bien que le bassin ne soit pas une région hautement industrialisée, l'essor des activités industrielles y est considérable et se poursuivra dans un avenir prévisible. C'est le cas notamment des rives Sud et Est, mais l'Espagne, la France et l'Italie n'en représentent pas moins encore 80% de la production industrielle globale du bassin.

L'élimination des déchets industriels solides et liquides constitue aussi l'un des problèmes majeurs et qui, faute d'une solution écologiquement rationnelle, contribue dans une large mesure à la pollution. Le projet de Protocole sur la prévention de la pollution de la mer Méditerranée résultant des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination spécifie 21 catégories de substances dangereuses, 27 éléments ou composés et 14 caractéristiques physiques qui sont potentiellement dangereux lorsqu'ils sont associés à des déchets, substances ou matériaux.

L'industrie, par ses rejets dans l'environnement, a également des effets néfastes sur la faune et la flore du bassin.

- La production et la consommation d'énergie ont augmenté à proportion de l'essor démographique et industriel, avec une lourde contribution à la pollution atmosphérique de la région due à la circulation automobile et au chauffage domestique. Elles contribuent aussi à la dégradation des

écosystèmes aquatiques par les rejets thermiques provenant des circuits de refroidissement des installations de production et de traitement. Les centrales et autres unités de production d'énergie hydro-électrique ont de fortes incidences sur les écosystèmes concernés. La production, la transformation et la consommation d'énergie sont également responsables de 90% des émissions totales d'oxydes de soufre et de plomb dans l'atmosphère, et, dans une moindre mesure, de celles d'oxydes d'azote et de carbone, de composés volatils, de particules et de méthane.

L'exploitation du pétrole dégrade le milieu environnant au stade du forage et lors du fret maritime lorsque les navires-citernes rejettent leurs eaux de cale ou "dégazent" illégalement en Méditerranée. La quantité croissante de pétrole qui est raffinée sur place dans le pays d'extraction, bien que n'aggravant pas forcément le risque global, essaime géographiquement ce risque sur un plus grand nombre de sites (multiplication des raffineries) et contribue à la diffusion de la pollution atmosphérique).

- Le développement des réseaux de transport, autre effet de l'essor démographique et des besoins accrus du tourisme, se traduit par une perte en sol et contribue à la pollution atmosphérique et à diverses nuisances comme le bruit. Cette forme de pollution atmosphérique exerce des impacts importants sur les édifices historiques. Le cloisonnement du relief méditerranéen qui, au cours des siècles, avait constitué un obstacle au développement des communications entre les nombreuses vallées côtières, a cédé devant les nouvelles technologies d'aménagement routier (tunnels, autoroutes) qui ont permis de créer, sur la rive Nord, des axes parallèles au littoral ou reliant ce dernier à l'arrière-pays. Sur les rives Sud et Est du bassin, on peut encore s'attendre à une forte demande pour ce type d'infrastructures.

La densité du trafic routier, maritime et aérien ne cesse également de croître plus vite que le taux d'accroissement de la population. Le parc automobile des rives Sud et Est du bassin devrait doubler d'ici l'an 2025. Le trafic maritime se maintient à un niveau élevé avec un risque d'accidents impliquant des substances dangereuses.

L'essor du transport aérien répond à la demande du tourisme mais s'accompagne d'un développement plus rationnel du réseau en permettant d'éviter progressivement le transit par les grands aéroports "plaques tournantes".

- L'agriculture, dont la superficie exploitée est en recul par suite de l'expansion des secteurs précédents, connaît un fort accroissement de la demande de ses produits dans le bassin. A l'heure actuelle, la production agricole du bassin est en retard sur la croissance démographique et industrielle et, d'une manière générale, sur l'essor économique. L'agriculture intensive prend peu à peu le relais mais accroît du même coup les pressions sur les ressources en eau pour les besoins de l'irrigation (environ 60% de ces ressources). Elle accroît aussi la demande en pesticides, herbicides et engrais. La réorientation vers la production horticole se poursuit et pourrait s'accroître afin de satisfaire la très forte demande. L'accroissement de la demande en viande et, parfois, la pénurie de sols se prêtant à l'élevage, incitent à la pratique du surpâturage qui entraîne à son tour la dévastation ou la dégradation d'importantes superficies de zones rurales et forestières.

Le lessivage des polluants (pesticides et herbicides) et l'excédent d'engrais gagnant la mer, directement par le ruissellement sur le sol ou indirectement par les cours d'eau, exerce des effets prononcés sur les écosystèmes marins du littoral. Dans le cas des engrais (principalement à



base de composés azotés et phosphorés), de graves perturbations de l'écosystème marin, sous forme d'épisodes d'eutrophisation, se produisent dans les eaux marines proches du littoral.

L'agriculture peut aussi avoir de graves effets sur la faune et la flore endémiques, en favorisant, entre autres, l'érosion du sol par suite de pratiques de culture et d'élevage inadaptées.

- Les pêches sont autant ou plus compromises par la pratique de la surpêche que par la pollution de l'environnement, mais l'addition de ces deux facteurs crée un risque grave pour les ressources halieutiques du bassin, notamment parce que le principal habitat de ces ressources se trouve dans les eaux du littoral et de la plate-forme continentale, cette dernière étant en Méditerranée le plus souvent assez étroite en raison de la forte déclivité du relief côtier montagneux dont elle est le prolongement. Actuellement, le total annuel des captures, toutes espèces exploitées confondues, s'élève à environ 1,4 millions de tonnes.

L'essor de la mariculture (120.000 tonnes par an en 1990) se présente comme une réponse à la demande accrue de poisson et aux perspectives de baisse de la pêche. Elle n'est pas épargnée par la dégradation de l'environnement (envasement des fonds littoraux) et de la pollution due aux rejets de déchets toxiques dans les baies et les lagunes côtières, tout étant elle-même une cause de dégradation du milieu car l'épuration ou lessivage de ses zones d'exploitation libère un excédent des éléments nutritifs et, parfois, des produits chimiques (fongicides) qu'elle utilise.

- Les forêts sont de plus en plus menacées par la multiplication des incendies (notamment en Espagne et en Italie; dans l'ensemble du bassin, on a enregistré en 1980-85 une

hausse de 60% de la fréquence des incendies par rapport à 1975-1980); le reboisement ne paraît pas compenser les pertes dues à l'exploitation et aux incendies. Les forêts sont un facteur important de conservation du sol, et leur destruction ou disparition aggrave donc une importante cause de dégradation du milieu. Dans l'ensemble, la gestion des forêts du bassin reste très déficiente.

- Les activités extractives défigurent les paysages dans le cas des carrières à ciel ouvert et créent des décharges étendues de résidus et scories. Elles entraînent en règle générale la destruction de l'écosystème local. En ce qui concerne l'extraction, par dragage des fonds marins, de sable et gravier destinés à la construction, elle exerce des effets sur la faune et la flore marines du littoral et sur la stabilité du linéaire côtier.

L'occupation du sol et la pollution de la mer retentissent sur la répartition, les effectifs et la survie de la flore et de la faune locales ainsi que sur les écosystèmes qui les abritent; c'est pourtant de la bonne reproduction et de la survie de nombre de ces espèces que dépend un équilibre écologique d'une importance vitale pour l'homme. Dans certaines zones, cette occupation du sol est une entrave sérieuse à la migration saisonnière des oiseaux. La fréquentation et l'aménagement des plages servant de sites de nidification aux tortues marines et d'habitat au phoque moine compromettent aussi le sort de ces espèces.

Les sources des principaux polluants marins et leurs niveaux, exprimés en valeurs minimales et maximales relevées essentiellement dans l'eau de mer, les biotes et les sédiments marins sont, d'après les données fiables dont on dispose, indiqués à la section 3 avec les principaux effets observés sur les biotes marins, les espèces d'intérêt commercial et les personnes qui y sont exposées par contact ou par consommation d'aliments contaminés. D'après ces données, les derniers niveaux enregistrés ne témoignent pas d'une évolution significative - en mieux ou en pire - par rapport au document d'évaluation précédent de 1990.

La pollution atmosphérique est un problème grave dans la région, notamment au-dessus des grandes agglomérations. Dans certains cas, les conditions météorologiques locales ne favorisent pas la dispersion de cette forme de pollution qui provient des gaz d'échappement des véhicules, du chauffage domestique, de la plupart des procédés industriels (notamment la fusion et l'affinage) et est entretenue et aggravée par la suie, les poussières sahariennes et d'autres particules solides de l'atmosphère qui offrent un vecteur à de nombreux polluants: métaux, organohalogénés et hydrocarbures. On sait que des polluants provenant de sources situées à grande distance au coeur de l'Europe peuvent atteindre la Méditerranée en 24 à 48 heures.

La section 3.6 expose brièvement les implications pour la région du réchauffement attendu de la planète imputable à l'émission par les activités humaines de "gaz à effet de serre"; outre les incidences qui en résulteraient

généralement sur les écosystèmes et sur les structures socio-économiques, le littoral méditerranéen offre de nombreuses zones en "situation basse" qui sont particulièrement vulnérables au relèvement du niveau de la mer dont s'accompagnerait cette évolution possible du climat.

Face à la persistance de la pollution de tous les principaux compartiments de l'environnement (eau, organismes, sédiments, air), les efforts de lutte se sont diversifiés et intensifiés, mais à un rythme qui reste encore trop lent. Il visent notamment, dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, de ses Centres d'activités régionales et de son Programme MED POL, à prévenir et lutter contre la pollution marine, à mener des actions de planification et de gestion intégrées des zones côtières, à mettre en place un réseau d'aires spécialement protégées et à mettre en oeuvre des Plans d'action pour la protection des espèces menacées (tortues marines, phoque moine et cétacés).

# 1. Introduction

## 1.1 Rappel des faits

L'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée est tenue de fournir aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone un examen périodique de l'état du milieu marin et du littoral de la mer Méditerranée. Un rapport analogue a déjà été publié en 1990. Ces synthèses contribuent à apporter une information de base dont peuvent se servir les Parties contractantes pour décider de l'évolution du Plan d'action et, s'il y a lieu, des aménagements à apporter à la Convention de Barcelone, à ses Protocoles et aux mesures communes qui s'y rattachent. Cette évolution se concrétise présentement dans le projet de Résolution de Barcelone que la prochaine réunion des Parties contractantes de juin 1995 aura à examiner et elle est formulée dans les propositions pertinentes concernant la Phase II du Plan d'action et dans les activités qui doivent être approuvées pour la période 1996-2005.

Le document précédent et le présent document sur l'état de l'environnement en Méditerranée reposent avant tout sur les informations et données soumises à l'Unité de coordination par: i) les Parties contractantes et leurs institutions spécialisées en matière d'environnement et de sciences de la mer; ces informations (au sens large) sont essentiellement celles obtenues dans le cadre des projets du PAM exécutés par les institutions précitées; ii) les Centres d'activités régionales du PAM, dans le cadre de leurs activités régulières approuvées par les Parties contractantes; et iii) les organisations des Nations Unies coopérant avec le PNUE.

Pour aider l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée à établir le

présent rapport, et à d'autres fins plus générales du programme, les pays ont été invités à soumettre des rapports nationaux sur leurs activités ayant un lien avec le Plan d'action. Israël, Malte, Monaco et la Slovénie ont soumis leurs réponses en suivant l'agencement proposé pour le document, tandis que l'Albanie, la Croatie, l'Egypte, l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie, le Liban, la Syrie, la Tunisie et la Turquie ont adressé des documents publiés au plan national qui répondaient ainsi au but recherché mais dans une optique plus large.

## 1.2 Objectifs

Un examen périodique a pour objectif principal de permettre aux Parties contractantes d'évaluer, dans la mesure du possible, les grandes tendances de l'état du milieu marin et du littoral et de s'attaquer ainsi aux nouveaux problèmes d'environnement lorsque leur existence est confirmée par les résultats des investigations scientifiques, de la surveillance continue et des études d'impact sur l'environnement.

Comme il est normal pour une région aussi vaste que la Méditerranée, les capacités d'intervention et d'analyse y sont très variées, si bien qu'au plan de la coordination technique (objet, moment et lieu des mesures de concentration ou d'effet) il est extrêmement difficile de surveiller en permanence sur une longue période et sur une superficie étendue les nombreux polluants névralgiques dans l'ensemble des grands compartiments de l'environnement (atmosphère, sol et cours d'eau du littoral, eau de mer, fonds marins, organismes marins et côtiers). En outre, pour la mesure ou l'évaluation des effets des divers polluants, on en est encore à un stade que l'on

pourrait qualifier de très expérimental. Enfin, les spécialistes en sciences de la mer sont beaucoup moins intéressés à la surveillance de routine qu'à ce qu'on peut appeler "la chimie du milieu marin".

Il n'a pas été possible, pour le présent tour d'horizon, d'explorer à fond la littérature scientifique, sauf dans les cas où la documentation du PAM disponible comporte des synthèses concernant des domaines ou sujets pertinents.

Dans le même temps, il ne s'agit pas simplement d'une mise à jour du rapport de Jetic *et al.* (1990), du fait d'abord que l'agencement du document est quelque peu différent. On s'emploie ici à résumer les principales activités économiques de la région, en insistant sur celles qui ont des incidences importantes, et généralement défavorables, sur le milieu marin et le littoral et les ressources qui leur sont associées. On y indique aussi les niveaux des principaux polluants ou contaminants dans les grands compartiments de l'environnement et leurs effets sur les ressources et sur l'homme. Les grandes orientations politiques, les aspects législatifs et institutionnels sont tracés afin de restituer le cadre où s'inscrit la démarche du Plan d'action pour la Méditerranée, avant de dégager les principales conclusions et de dresser l'évaluation globale de l'état actuel du milieu marin et du littoral de la Méditerranée.

On s'est attaché à esquisser les rapports existant entre les pressions démographiques, les activités économiques et l'environnement dans lequel elles se développent (et devraient continuer à le faire, mais désormais sur une base durable si l'on tient à sauver la région d'une profonde dégradation). Puis on recense les effets que la pollution engendrée par ces activités entraînent aussi bien sur les populations humaines que sur les animaux, les végétaux, et les écosystèmes qui les abritent pour assurer leur survie et dont dépend si intimement l'homme lui-même pour sa propre survie.

L'immense complexité du bassin méditerranéen rend pratiquement impossible de procéder à un bilan simple et direct du milieu marin et du littoral. On a donc cherché à éviter d'y livrer une masse énorme de données hétéroclites mais plutôt à y présenter un

tableau d'ensemble des problèmes, même si la plupart de ceux-ci sont familiers à tous ceux qui sont au contact quotidien des réalités de la région à quelque niveau que ce soit. Certains de ces problèmes restent mal appréhendés, sans parler de ceux qui sont encore hypothétiques mais que l'on a tenu à évoquer. En tout cas, ne pas aborder les problèmes en arguant de leur complexité ou de leur variabilité d'une région à l'autre - voire d'un site à l'autre - serait une approche réductrice dans l'indispensable mise en perspective de la région.

### 1.3 Cadre géographique et écologique

Le cadre géographique et écologique de la mer Méditerranée fait l'objet d'un exposé pertinent dans le rapport du Plan Bleu (Grenon et Batisse, 1989) et dans l'évaluation de Jetic *et al.* (1990). On se bornera donc ici à rappeler quelques données de base, celles notamment qui permettent de mieux expliquer l'état du milieu marin et du littoral tel qu'il se présente aujourd'hui et tel qu'il évolue sous les effets des activités humaines, et sans le dissocier bien sûr de l'arrière-pays immédiat.

La mer Méditerranée occupe une superficie de quelque 2,5 millions de km<sup>2</sup>, avec une profondeur moyenne de 1,5 km, et un volume de 3,7 millions de km<sup>3</sup>. Elle s'étend d'ouest en est sur près de 3800 km de long, et du nord au sud elle couvre une distance maximale de 900 km (entre la France et l'Algérie). Elle comprend deux grands bassins, le bassin occidental et le bassin oriental, qui communiquent principalement par le détroit de Sicile mesurant 150 km de large et environ 400 m de profondeur maximale. Le bassin occidental, occupant une superficie (au niveau de la mer) de quelque 0,8 million de km<sup>2</sup>, possède un bassin secondaire: la mer Tyrrhénienne. Le bassin oriental occupe une superficie d'environ 1,65 million de km<sup>2</sup> (fig. 1).

Bien qu'elle soit une mer presque fermée, la Méditerranée communique avec l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar, qui a un seuil de 15 km de large et de 290 m de profondeur maximale, et avec la mer de Marmara (et donc avec la mer Noire) par le détroit des Dardanelles dont la largeur est comprise entre 450 m et 7,4 km, avec une profondeur maximale de 55 m. Et depuis 1869, elle communique aussi avec la mer Rouge par

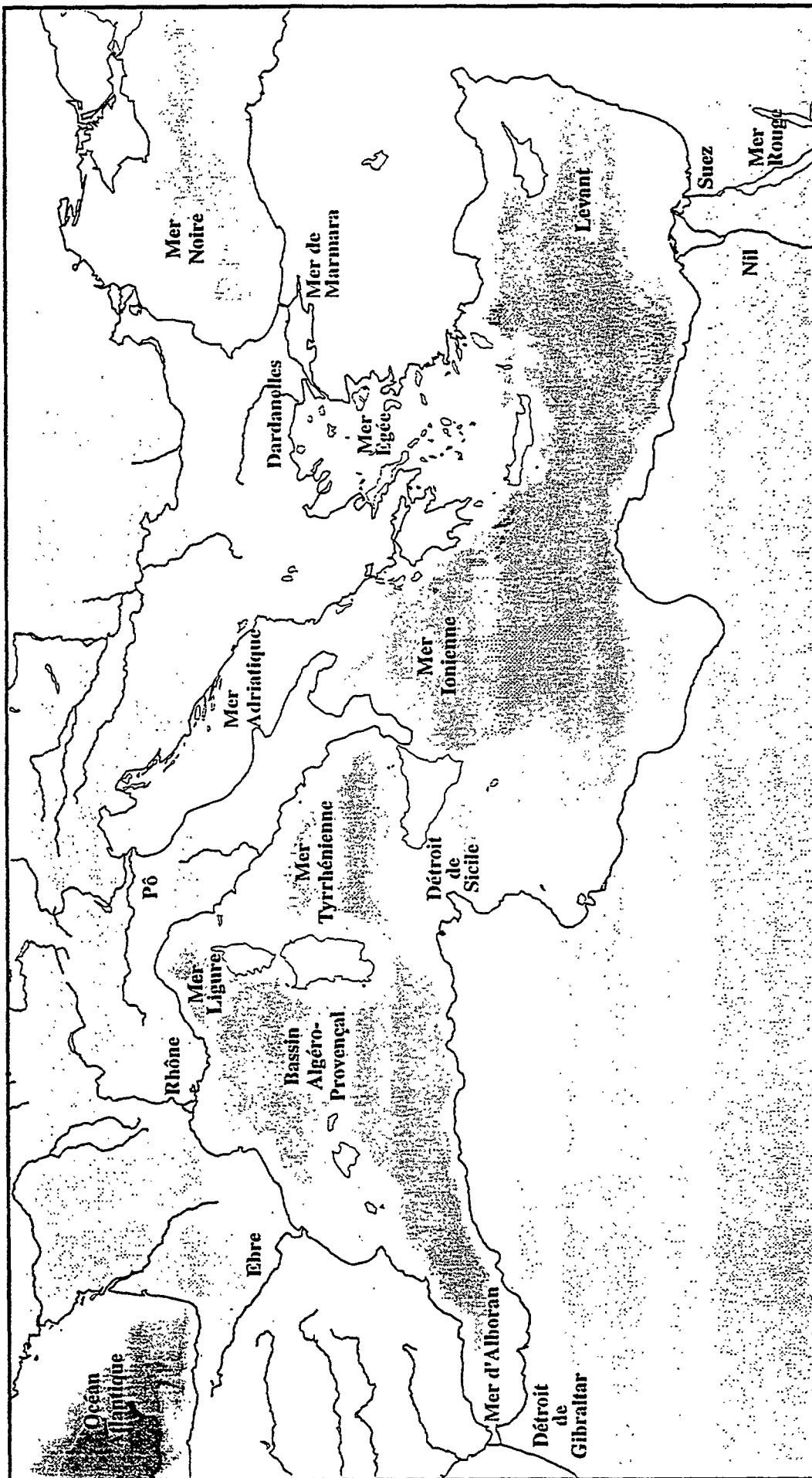


Fig. 1 La mer Méditerranée

le canal de Suez (120 m de large et 12 m de profondeur).

La mer Méditerranée est pour l'essentiel un vestige de ce qui a constitué jadis la mer de Tethys qui séparait largement la plaque tectonique européenne, au nord, de la plaque africaine au sud et à l'ouest (il y a de cela quelque 200 millions d'années). Le déplacement vers l'est, puis vers le nord, de la plaque africaine a permis à la mer de Tethys de communiquer avec ce qui est maintenant l'océan Atlantique Nord et l'océan Indien (Masclé et Rehault, 1991).

La collision de la plaque croûte africaine et de la plaque eurasiennne a provoqué la surrection de massifs montagneux tout le long de la partie nord: la Sierra Nevada (Espagne); les Pyrénées (Espagne-France); les Alpes (France-Suisse-Autriche-Italie-Slovénie); les Apennins (Italie); les Alpes Dinariques (ex-Yougoslavie); et le Taurus (Turquie). Elle a aussi entraîné la formation du massif de l'Atlas au nord-ouest de l'Afrique, tandis qu'entre la Tunisie et le Proche-Orient s'étend un vaste désert au très faible relief. Les principaux effets de cette activité tectonique (subduction de la plaque africaine sous la plaque eurasiennne), qui revêtent une importance considérable pour le milieu marin et le littoral actuels, sont: i) la création d'une mer pratiquement fermée; ii) la superficie importante de la mer Méditerranée par rapport à celle de son bassin versant; iii) des bassins marins d'une profondeur maximale considérable (>4000 m); iv) le niveau élevé d'activité volcanique et sismique; v) un régime de marées très amorties; et vi) un régime des vents propre à la région.

Le facteur i) - mer fermée - signifie qu'il se produit un lent renouvellement des eaux marines à partir de l'Atlantique et, à un moindre degré, de la mer Noire, si bien que la région méditerranéenne appose son "sceau" (salinité élevée due à une forte évaporation, par exemple) sur son eau de mer. On peut retrouver ce "sceau" jusqu'au centre de l'océan Atlantique à environ 500 m de profondeur, et il y traduit la présence d'eaux méditerranéennes qui, après leur issue au seuil de Gibraltar, ont pénétré sous l'afflux inverse d'eaux superficielles océaniques.

Le facteur ii) - bassin versant réduit - traduit la forte déclivité des versants

montagneux du littoral dans la mer, avec les effets suivants: apport généralement réduit d'eau douce naturelle; frange littorale très étroite (caractère encore renforcé par le facteur v)); plateforme continentale étroite (d'où un faible volume d'eaux marines continentales, des ressources marines - biologiques et non biologiques - en quantité limitée mais aisément accessibles aux populations riveraines); et, du moins jusqu'à une date récente, un certain isolement des populations riveraines autour de ports enclavés par le relief montagneux. Si cet isolement a disparu dans les faits grâce au développement des moyens de transport et de communication, du tourisme, etc., il imprègne toujours les mentalités et la culture des autochtones qui ont, au fil des siècles, témoigné d'un vif esprit d'indépendance, rebelle à la "coordination" d'un pouvoir régional, mais tourné vers le large et les échanges commerciaux.

Le facteur iii) - grande profondeur du bassin - est avant tout un obstacle au renouvellement de l'eau de mer et à l'exploitation par l'homme des ressources qui s'y trouvent. Cette profondeur a pu paraître légitime, à une époque, qu'on se serve de la mer comme site de décharge pour les déchets (solides notamment); mais ces pratiques ont enclenché un processus de dégradation des eaux profondes qui, s'il est comparable à celui qui se produit en mer Noire, est potentiellement beaucoup plus désastreux, et probablement en train de se poursuivre et de s'aggraver.

Le facteur iv) - activité volcanique et sismique élevée - parle de lui-même: les tremblements de terre représentent, notamment en Méditerranée orientale, un risque permanent pour les habitants et pour les ressources de la région; quant au volcanisme, il joue un rôle important dans les cycles biogéochimiques des principaux éléments dont dépendent la vie et la survie de l'homme selon des modalités subtiles et à long terme.

Le facteur v) - régime de marées amorties - favorise dans l'ensemble la stabilité du littoral, mais réduit la diversité de sa faune et de sa flore; il favorise la navigation - autrement dit les échanges maritimes et la pêche - mais contrarie la dégradation et la dispersion des polluants marins flottants ou en suspension comme les hydrocarbures.

Le facteur vi) -régime des vents spécifique - tend à s'opposer à l'action du précédent puisque il introduit un élément de turbulence climatique pour les échanges maritimes et la pêche tout en favorisant la dispersion des polluants.

Les chaînes de montagnes du nord dressent de hautes barrières aux flux atmosphériques qui s'engouffrent alors entre les versants pour donner un système de vents violents dont les plus remarquables sont: la tramontane ou cers, vent à direction sud-est soufflant sur le Languedoc, dans le sud-ouest de la France; le mistral, à direction sud, soufflant dans la vallée du Rhône; le bora, soufflant pareillement en direction de la mer Adriatique; et les vents meltémiens, soufflant en direction de la mer Egée. Ce sont essentiellement des systèmes de vents imposés par la topographie locale mais en rapport avec les grandes zones de haute/basse pression qui se disputent le ciel du continent européen; ces vents violents sont de durée relativement courte et d'un caractère saisonnier accusé (printemps/été).

En revanche, le siroco et le khamsin soufflent de manière plus continue et en direction du nord à partir des sous-continent africain ou arabe en véhiculant l'air chaud et la poussière du désert (humidifiés ensuite lors de la traversée de la Méditerranée) vers le Nord de la région.

Ce sont encore les massifs montagneux qui jouent un rôle majeur dans le régime pluviométrique de la Méditerranée, le Nord de la région étant sujet à de fortes précipitations au printemps et en automne, et le Sud à des pluies inférieures à 100 mm, survenant principalement en hiver. Les montagnes entraînent également un ruissellement rapide et parfois torrentiel donnant lieu épisodiquement à de graves inondations dans les plaines et les deltas des grands fleuves, notamment le Rhône et le Pô.

Le bilan hydrologique, dont résulte le niveau moyen de la Méditerranée, est entretenu par l'apport d'eau provenant de l'océan Atlantique (en surface, par le détroit de Gibraltar), de la mer de Marmara (également en surface, par le détroit des Dardanelles), des cours d'eau et du ruissellement direct sur le sol, et des pluies, pour compenser les pertes

à l'évaporation. Les contributions estimatives sont résumées à la section 2.2.8 ci-dessous. On cite souvent pour l'eau de mer un temps de séjour d'environ 80 ans (ce qui est effectivement le temps qu'il faudrait pour remplir une Méditerranée "vide" avec l'afflux d'eau provenant des sources précitées), mais on admet qu'une partie de l'afflux d'eau gagnant les profondeurs du bassin met 100 à 300 ans pour retourner à l'océan Atlantique ou à la mer de Marmara, alors qu'une autre partie peut ressortir au bout de quelques décennies. Il existe ainsi des facteurs favorisant l'acquisition de caractéristiques typiques de l'eau méditerranéenne, y compris la présence de certains polluants, et d'autres qui font que l'eau entrant dans la région en ressort beaucoup moins modifiée. Les configurations locales ou sous-régionales de la circulation océanique sont ainsi d'une importance considérable pour déterminer l'état local du milieu marin.

A mesure que la plaque africaine s'est déplacée au nord vers la plaque européenne, la mer Méditerranée embryonnaire a fini par se séparer complètement de l'océan Indien, il y a probablement cinquante millions d'années, le témoignage de ce bouleversement géologique en étant l'actuelle région du Levant. Cette séparation a conduit à une évolution pratiquement indépendante, en mer Méditerranée et dans l'océan Indien, des espèces qui habitaient autrefois en commun la mer de Tethys.

Toutefois, à l'extrémité ouest de la Méditerranée, il y a presque toujours eu une communication avec l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar, sauf pendant une courte période géologique, il y a de cela 5 à 6 millions d'années, où semble avoir été possible l'évolution des espèces méditerranéennes endémiques. La réouverture de la communication a permis à certaines espèces, notamment les espèces migratrices, de devenir communes à la Méditerranée et à l'Atlantique Est.

A l'époque moderne, avec l'ouverture du canal de Suez, certaines espèces de l'océan Indien ont progressivement "infiltré" la Méditerranée orientale, parfois en y entrant en compétition avec des espèces apparentées. Le résultat en est la "part de marché" croissante occupée par ces espèces au plan écologique,

sinon à celui de la seule économie halieutique.

Le dernier "envahisseur" en date, mais d'une origine tout à fait différente, est l'algue verte *Caulerpa taxifolia*; il semble qu'elle ait été introduite comme algue décorative d'aquarium et qu'elle ait pu gagner la mer où sa propagation a jeté l'alarme dans le nord-ouest de la Méditerranée. Une espèce asiatique apparentée, *C. racemosa*, a également été observée à Chypre.

Les espèces dont l'évolution s'est produite en Méditerranée ou qui l'ont envahie chaque fois que l'occasion leur en était offerte par la géologie, n'ont pas marqué et façonné la Méditerranée autant que l'homme l'a fait. Très tôt, celui-ci a en effet privilégié les rivages du bassin pour y fonder et y propager plusieurs des grandes civilisations qui ont marqué l'Histoire: égyptienne, minoenne, grecque

(mycénienne, hellénique), étrusque, phénicienne, romaine, arabe, ottomane. Et c'est aussi en Méditerranée qu'ont été fondées les trois grandes religions monothéistes: judaïsme, christianisme et islam.

Ces diverses civilisations, dont plusieurs reposaient sur un empire, ont considérablement modifié l'environnement primitif par les mêmes moyens, pratiquement, que ceux utilisés aujourd'hui: essor des villes et des ports, agriculture, exploitation des ressources en eau, industrie, loisirs (voire déjà une forme de tourisme). Elles nous ont aussi légué des trésors architecturaux qui font désormais partie du Patrimoine mondial créé sous les auspices de l'UNESCO. Cette longue histoire commune a laissé sur nos modes de vie et les mentalités une marque profonde et durable.



## 2. Pressions démographiques et activités économiques

### 2.1 Croissance et répartition de la population

Les principaux indicateurs démographiques (indice synthétique de fécondité, taux brut de natalité, taux brut de mortalité et taux d'accroissement naturel) pour l'ensemble des pays méditerranéens ont été examinés dans le rapport du Plan Bleu (Grenon et Batisse, 1989); les tendances sont toutes à la baisse, avec un taux d'accroissement naturel qui devrait tomber au-dessous de 1% au début du prochain millénaire. On distingue trois groupes de pays aux indicateurs différents: i) Espagne, France, Italie, (ex-)Yougoslavie et Grèce, pour lesquels on prévoit que le taux d'accroissement naturel tombera au-dessous de 0,2% d'ici 2010; ii) Monaco, Malte, Albanie, Chypre, Liban et Israël, pour lesquels on prévoit que le taux tombera à environ 1,2% d'ici 2010; iii) Turquie, Syrie, Egypte, Libye, Tunisie, Algérie et Maroc, pour lesquels le taux devrait tomber au-dessous de 1,5% autour de l'an 2010.

Ces tendances à la baisse de la croissance démographique donnent à penser que la pression due à la population (dans un ensemble donné de conditions socio-économiques) diminuera, mais cette croissance n'est pas la seule en cause en Méditerranée: il faut y ajouter l'important accroissement de la population touristique d'un caractère saisonnier marqué (malgré une certaine tendance à l'étalement sur l'année).

Cependant, vu l'étroite relation existant entre la croissance démographique (qu'elle soit pérenne ou saisonnière) et le développement côtier avec ses divers aspects - urbanisation, construction et grands travaux, graves problèmes associés comme le traitement des

déchets, approvisionnements en énergie, transports, industrie et activités extractives - il existe un risque important d'un renversement de tendance de la population touristique "internationale" en Méditerranée à mesure que les "ressources" - paysages, longues plages de sable propre, eaux de baignade limpides et salubres, etc. - se dégradent par l'effet même de la fréquentation massive en altérant l'image de marque de la région.

Il se pourrait donc qu'on ait affaire là à un effet "qualitatif" qui ne serait pas directement en rapport avec la croissance démographique comme l'est l'effet "quantitatif" habituel. Grenon et Batisse insistent sur la probabilité d'un tourisme de plus en plus "spécialisé" ou "thématique", avec des effectifs éventuellement plus réduits mais prêts à acquitter un prix plus élevé pour les satisfactions recherchées (voir section 2.2.4 ci-dessous).

Il conviendrait de distinguer entre les touristes méditerranéens changeant simplement de pays riverain et les touristes provenant de pays développés hors Méditerranée (ou de parties éloignées de pays eux-mêmes méditerranéens par l'une de leurs façades maritimes, comme la France et l'Espagne), car c'est l'afflux massif de ces derniers qui risque d'aggraver les pressions sur le milieu et les ressources du littoral. Les statistiques ne permettent pas toujours ce genre de distinction puisqu'elles concernent le plus souvent l'ensemble des arrivées de "non résidents". Grenon et Batisse (1989) distinguent entre touristes "nationaux" et touristes "internationaux" et ils prévoient un accroissement du nombre de ces derniers, passant du chiffre de base d'environ 120 millions en 1985 à un chiffre compris entre 150 et 225 millions à l'orée du millénaire, qui est à

comparer avec un chiffre estimatif total (internationaux + nationaux) de 308 à 409 millions.

En ce qui concerne la répartition ou redistribution de la population au sein du bassin, les principaux caractères en ont été ou sont: 1) l'exode rural, qui atteint un plafond au delà duquel la source "se tarit", comme c'est généralement le cas dans les pays de la rive Nord; ii) dans certains cas, une autre sorte d'exode, la migration intra-régionale, avec une composante clandestine qui tend à être associée au "port d'entrée", se superpose à l'exode rural. L'industrialisation, dans la mesure où elle offre des emplois, est une cause importante, mais non la seule, de l'exode rural (l'augmentation des rendements agricoles étant un autre facteur de suppression d'emplois dans ce secteur); toutefois, l'industrialisation survenue en Méditerranée ne s'est pas entièrement produite dans la zone côtière (voir section 2.2.5).

## 2.2 Activités économiques

Il existe une relation très étroite entre l'activité économique et le développement du littoral. La première, même si elle est menée sur une base durable idéale, crée un certain nombre de pressions sur l'environnement - ressources naturelles y comprises - au sein duquel elle s'insère. Et, conjointement au développement du littoral, elle a inévitablement des répercussions sur ceux qui en sont les agents et sur les ressources naturelles (et les écosystèmes qui les abritent). La zone côtière est soumise à de multiples utilisations; il y a d'abord la population qui s'y concentre pour des raisons qui tiennent au caractère attractif évident de la mer et à une autre qualité de vie; ensuite, les industries s'y implantent car la mer leur offre tout à la fois un inépuisable réservoir d'eau pour divers procédés (refroidissement, etc.) et un réceptacle pour leurs rejets.

Les principales utilisations de la zone côtière sont: la construction d'habitations et d'infrastructures; le rejet de déchets domestiques; le rejet de déchets industriels; les rejets thermiques (circuits de refroidissement); les activités extractives; le tourisme et les loisirs; la pêche; la mariculture; le trafic maritime. Les plaisirs esthétiques de la mer (jeux de la lumière et des vagues, odeurs, vols d'oiseaux marins, etc), sont une autre

"utilisation" de la mer, même si elle n'est pas "quantifiable".

Si à l'évidence l'agriculture de l'arrière-pays ne peut être classée parmi les "utilisations" de la zone côtière, elle a des incidences importantes sur celle-ci au plan de l'environnement par l'émission de pesticides et d'engrais et, au plan économique en concurrençant certains produits de la pêche (Caddy et Griffiths, 1995); cet aspect est examiné à la section 2.2.5.

Il existe également une relation entre la politique économique et la dégradation de l'environnement. Cette relation n'est pas encore bien cernée, mais le point déterminant en est la valeur insuffisante qui est encore attachée au prix des ressources naturelles et à leur exploitation. Ce point a été soulevé dans le rapport BM/BEI (1990) auquel on emprunte largement ci-dessous dans un résumé très succinct.

Les subventions accordées à l'énergie, par exemple, découragent l'utilisation efficace des ressources dans les industries à forte intensité d'énergie (comme la métallurgie, la cimenterie, la chimie, les pâtes et papiers, les engrais) dans lesquelles l'énergie représente 20 à 30% du total des frais. Les subventions à l'énergie ont aussi tendance à décourager la récupération. Ainsi, les effluents des usines d'engrais ont une teneur élevée en ammoniac et en nitrate d'ammonium qui mériteraient d'être récupérée si l'engrais originel pouvait être vendu selon un régime de tarification plus libre et plus élevée, et non pas à des prix maintenus artificiellement bas. Une cimenterie peut rejeter plusieurs milliers de tonnes de poussières de ciment dans l'atmosphère chaque année, en contribuant non seulement ainsi à la pollution atmosphérique mais en perdant aussi de l'argent dans le même temps si le prix du ciment est maintenu artificiellement bas - "pour encourager le secteur du bâtiment". Le combustible de qualité médiocre (comme le charbon ou la lignite à haute teneur en soufre), quand il est utilisé dans une industrie subventionnée qui dépend de lui, favorise la pollution atmosphérique. Toute forme de tarification revenant à livrer un produit au consommateur à un prix artificiellement bas, décourage la récupération des rejets industriels.

Les ressources en eau (voir section 2.2.8 ci-dessous) étaient traditionnellement considérées comme un bien gratuit pour le consommateur, et ce privilège s'est ancré dans l'esprit du public, incitant ou obligeant les autorités gouvernementales ou locales à subventionner l'approvisionnement en eau, ce qui affaiblit les incitations à épargner l'eau, à traiter et réutiliser les eaux usées et à prévenir de la sorte la contamination des masses d'eau. L'eau d'irrigation (représentant jusqu'à 90% de la demande dans certains pays méditerranéens) est fortement subventionnée (soit un prix faible équivalant à 20% de sa valeur réelle) afin d'encourager ou d'intensifier l'agriculture.

Les ressources ou utilisations du sol se trouvent dans une situation comparable dans de nombreux pays de la région; la pâture et le ramassage du bois de feu sont souvent gratuits, tout comme la chasse ou la cueillette en forêt, ce qui réduit donc les incitations à brûler le bois avec parcimonie ou à reboiser pour répondre aux besoins futurs, à lutter contre la pâture (d'où des effets négatifs sur la végétation). Même la valeur du bois d'oeuvre est parfois sous-évaluée, sans doute parce que les autorités gouvernementales ne sont pas en mesure de surveiller le débitage du bois et de récupérer la valeur initiale du bois d'oeuvre provenant des forêts domaniales.

Mais en dehors de la modulation - ou de la suppression - des subventions, on dispose désormais de toute une batterie de moyens financiers ou fiscaux qui, s'ils sont appliqués aux activités économiques et à la gestion de ressources nationales, permettent de limiter les impacts sur l'environnement, bien que les résultats ne soient pas toujours ceux que l'on escomptait. Ces instruments économiques sont analysés dans le document PNUE (1994; 1994a) et comprennent: les taxes, la création de marchés artificiels, les systèmes de caution/remboursement et les incitations financières à l'observance des réglementations.

Ces instruments ne vont pas sans soulever certaines difficultés: coopération insuffisante entre les pollueurs potentiels ou réels et les autorités compétentes, en raison surtout d'une organisation et application déficientes du système (incapacité à percevoir les redevances, à surveiller l'exécution,

montants trop faibles des amendes, etc.); complications administratives de l'application.

Au niveau régional, peu de mesures sont prises au plan de la politique économique. La Politique agricole commune de la Commission européenne ne s'applique qu'aux quatre pays méditerranéens membres. La Politique commune de la pêche n'est pas, en pratique, obligatoire pour ces mêmes pays en Méditerranée. Le Conseil général des pêches pour la Méditerranée de la FAO n'a que des pouvoirs consultatifs, même s'il a une certaine influence sur l'élaboration des politiques nationales de la pêche.

Par conséquent, les politiques économiques pertinentes dans la région se situent au niveau national. Dans la mesure où elles sont liées aux politiques de l'environnement, elles donnent lieu à un bref examen aux sections 4.1.1 et 4.1.3 ci-dessous.

Il convient maintenant de souligner la relation existant entre l'activité économique et l'impact sur l'environnement.

### 2.2.1 Urbanisation

Comme on l'a déjà relevé, la population méditerranéenne a toujours été restreinte dans son expansion spatiale par le relief montagneux, exception faite de quelques grands bassins versants, si bien que, historiquement, les établissements humains se sont concentrés dans les ports, soit en raison des difficultés à exploiter les terrains montagneux proches soit en raison de la nécessité de transporter (et échanger) les produits de l'arrière-pays (bassin versant) par voie maritime vers les autres régions enclavées du pourtour de la Méditerranée. Les grands centres urbains se sont donc développés autour des établissements côtiers et ports originels. Ce facteur sous-jacent, tout comme la régression continue de la population rurale que l'on observe dans toutes les économies industrielles et post-industrielles jusqu'à un niveau représentant 3 à 5% de la main d'oeuvre nationale et l'accroissement parallèle de la population urbaine, ont contribué à la poursuite de l'urbanisation de la zone côtière avec son cortège de manifestations: constructions immobilières et ouvrages d'utilité publique, production et consommation accrues d'énergie, développement des moyens de

transport, gestion problématique des déchets, etc., soit autant de pressions sur les ressources biologiques et non biologiques.

Il est patent que ces tendances ne s'exercent pas de manière uniforme dans l'ensemble de la région; elles sont décrites de manière assez détaillée dans le rapport du Plan Bleu (Grenon et Batisse, 1989) sur la base de trois regroupements de pays, comme on l'a vu à la section 2.1 précédente.

Si l'urbanisation implique d'abord la construction de logements, édifices publics, hôpitaux, routes, garages, stations service, aménagements sportifs, marinas, et la mise en place des services publics associés (radiodiffusion/télévision et communications, approvisionnement en eau et en énergie, traitement et élimination des déchets, transports), ce sont l'aménagement et la préservation d'espaces verts et d'autres valeurs d'agrément qui "signent" une urbanisation réussie.

En Méditerranée, on peut considérer que l'urbanisation n'englobe pas seulement la croissance des centres urbains mais aussi le "mitage" progressif de l'espace littoral compris entre ces centres, principalement sous forme d'aménagements touristiques ou de résidences secondaires pour les habitants des centres ou de l'arrière-pays, et d'installations de loisir. On note par exemple une occupation très dense du front de mer s'étendant de Barcelone à Naples, avec relativement peu de sites intacts, mais une évolution comparable est en train de s'opérer sur d'autres parties du littoral méditerranéen, en Grèce et en Turquie par exemple.

Les pressions de l'urbanisation sur l'environnement, comme celles imputables à la croissance démographique et à l'essor économique, sont essentiellement:

Primo, l'occupation horizontale de sols à vocation agricole, compromettant dans certains cas la disponibilité de ressources vivrières pour la population en expansion, ou, dans la zone côtière, de sols qui étaient indispensables à la conservation des espèces et ressources côtières d'intérêt écologique, économique ou social. Il se produit aussi une occupation verticale (immeubles très élevés) qui pose des problèmes particuliers d'adduction

d'eau et d'assainissement.

L'urbanisation, y compris les aménagements touristiques et récréatifs, occupe une superficie considérable du sol dans le bassin méditerranéen. Il n'est cependant pas possible actuellement de spécifier un chiffre, en raison surtout de l'absence d'une définition précise de ce qu'on entend par "urbanisation", laquelle n'est qu'en partie l'occupation de sols précédemment inexploités ou voués à l'agriculture intensive, en partie l'expansion et le remembrement de zones préexistantes à faible densité d'habitat, mais peut aussi inclure des aires (stades, cimetières, etc.) qui, sans être vraiment modifiées, se fondent dans le tissu urbain.

Secundo, la gestion de l'eau (voir section 2.2.8) soulève le problème d'un approvisionnement en eau suffisant pour les usages de la population, avec parfois des difficultés de pose des réseaux horizontaux ou verticaux de canalisations. Un autre problème sérieux tient à la profonde modification du milieu par les aménagements routiers et les constructions: les revêtements en bitume et en béton constituent sur des surfaces parfois étendues une couche imperméable qui empêche l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol et de renouveler la nappe phréatique, accroît ainsi fortement le ruissellement jusqu'aux cours d'eau (eux-mêmes parfois canalisés par des aménagements en béton) et provoquent finalement de graves inondations à l'occasion de pluies violentes ou prolongées.

Tertio, la gestion de l'évacuation des eaux usées et autres eaux résiduaires, qui rencontre des problèmes similaires à ceux de la distribution d'eau aux foyers, est de plus en plus difficile à effectuer en l'absence d'une urbanisation conçue et mise en oeuvre selon une planification rationnelle.

Quarto, l'augmentation de la pollution atmosphérique et autres nuisances, comme le bruit, associée à l'urbanisation en raison des gaz d'échappement des véhicules, du chauffage domestique et des émissions des industries implantées à la périphérie, avec un important facteur lié aux conditions météorologiques locales (vents, pluies, ensoleillement).

Dans l'ensemble, l'urbanisation et le

développement du littoral se poursuivent à un rythme accéléré dans le bassin. L'extension d'un développement sauvage ou médiocrement géré du littoral, notamment sous forme de logements et aménagements touristiques, en créant une pression croissante sur des ressources en eau potable et en sol qui vont déjà s'amenuisant, appelle une politique de développement à long terme dans la plupart des pays riverains. Certains aspects de la dégradation du milieu ont connu une nette amélioration ces dernières années. C'est ainsi que l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce, en partie sous l'impulsion de la Commission de l'Union européenne, prêtent désormais une attention considérable à la qualité des eaux de baignade et à la propreté des plages.

S'agissant des effets, l'urbanisation, et notamment les constructions du littoral, en affectant fortement la côte proprement dite, ont en général des incidences néfastes sur la flore et la faune locales qu'elles refoulent sur les espaces vierges qui rétrécissent comme une peau de chagrin.

Etant donné la concentration de la population et de l'urbanisation autour de rades et ports naturels - phénomène qui remonte souvent à une haute antiquité - et la multiplication des infrastructures à laquelle elle donne lieu, le patrimoine historique et écologique de ces sites est particulièrement menacé. Les efforts consentis actuellement pour améliorer et moderniser tous les ports européens entraîneront pour ce patrimoine de graves dommages. Il s'impose donc de compiler des inventaires systématiques de la flore, de la faune et des ouvrages urbains et portuaires d'importance historique, et cette entreprise est déjà en cours dans plusieurs pays.

L'urbanisation et la construction du littoral proprement dites peuvent ne pas affecter directement les pêcheurs (qui ont des chances de tirer parti, au moins dans un premier temps, d'une demande plus forte de leurs produits), mais elles entraînent pour eux des incidences indirectes par leur action sur les écosystèmes marins locaux, comme par exemple la modification des modalités du drainage et de la sédimentation dans l'étage littoral, et conduisent ainsi à changer les méthodes et engins de pêche ainsi que les espèces cibles. Dans de nombreux pays

côtiers, la pratique traditionnelle consistant à débarquer la prise sur la plage et à la vendre directement au public et aux restaurants est condamnée à terme et les pêcheurs sont contraints de gagner le port de pêche ou le marché les plus proches pour y écouler leurs produits; cette évolution s'accompagne souvent d'un "progrès" dans la mécanisation des bateaux de pêche et dans la commercialisation du poisson, mais aussi de coûts plus élevés pour la profession et de la nécessité d'intensifier l'effort de pêche pour y répondre.

La post-industrialisation - ou passage à une économie de services et de communications - se caractérise par un niveau généralement élevé d'éducation et de compétences de la main d'oeuvre qui se recrute avant tout parmi la population industrialisée/urbanisée, et comme elle n'est pas géographiquement confinée à un emplacement précis, il en résulte une plus grande mobilité de la population, favorisée par le développement des moyens de transport (voir section 2.2.3), avec une extension de l'urbanisation vers la périphérie des grands centres, la frange côtière restant la zone la plus convoitée par les groupes sociaux à haut revenu. Et comme les grandes agglomérations atteignent assez vite une saturation de leurs services administratifs et publics, on assiste parallèlement au développement des petites villes des alentours.

La migration massive vers les grands centres urbains a manifestement, dans plusieurs pays, sinon dans tous à un certain degré, conduit à une demande exacerbée d'emplois, de logements et de services publics associés (eau, routes, assainissement, transports) et elle a compromis les efforts de conservation du patrimoine historique, culturel et architectural (voir section 3.5). Dans les pays au relief côtier très montagneux, les possibilités spatiales d'expansion sont limitées, aggravant encore le problème.

## 2.2.2 Industrie

Les usines qui choisissent de s'implanter dans la zone côtière le font généralement car elles ont besoin d'une grande quantité d'eau pour leur refroidissement ou d'une masse d'eau réceptrice pour leurs déchets; la mer seule répond sans limitation à ces deux conditions, les cours d'eau et les

formations aquatiques de l'arrière-pays étant déjà ou surexploités ou surprotégés (pour leur faune et leur flore) ou d'une capacité trop faible de dilution et de transport rapide à distance des rejets thermiques ou chimiques. Les centrales électriques sont souvent implantées le long des cours d'eau ou dans la zone côtière pour les mêmes raisons. Quant aux usines de dessalement de l'eau de mer, leurs rejets d'eaux salées chaudes modifient l'écosystème local.

Le développement et le niveau actuel de l'industrialisation en Méditerranée font l'objet d'un examen dans le fascicule 4 du Plan Bleu (Giri *et al.*, 1991). Entre 1950 et 1980, il se produit une croissance industrielle spectaculaire qui touche d'abord la rive Nord, avec la France, l'Italie, puis l'Espagne et la Turquie. Elle fait en suite tache d'huile vers le Sud-Est où la Syrie et l'Égypte connaissent un essor remarquable, même s'il est de dimensions plus modestes. Enfin, dans les années 1970, c'est au tour des pays du Maghreb d'être atteint par l'accélération de la croissance industrielle.

A partir de 1980, un cycle nouveau s'ouvre, marqué par la fin d'une croissance forte et surtout une mutation profonde de l'industrie sur la rive Nord. Des branches traditionnelles qui connaissent depuis trois décennies une croissance continue, comme la sidérurgie, l'industrie du ciment, le raffinage du pétrole et la pétrochimie, entrent dans une phase de récession stable et durable. Sur les rives Sud et Est, l'évolution est différente, la croissance industrielle s'est moins ralentie qu'au Nord, mais suit un rythme irrégulier et variable d'un pays à l'autre selon la capacité locale d'adaptation aux mutations de l'économie mondiale et à la baisse de la "rente pétrolière" à mesure que l'Europe se remet du choc pétrolier du milieu des années 1970.

A la fin des années 1980, le fossé séparant la rive Nord et les rives Sud et Est du bassin en matière de développement industriel reste considérable, mais il a nettement diminué depuis 1950. En valeur ajoutée des industries manufacturières (qui sont beaucoup plus importantes que les industries extractives), la France et l'Italie représentent à elles deux 72%, suivies par l'Espagne (15%), l'ex-Yougoslavie et la Turquie (3,6% chacune) et les pays restants (6%), sur un total de 506

milliards de dollars. Hébergeant 7,3% de la population mondiale, le bassin a assuré 16% de la production mondiale.

Si l'on s'en tient à une délimitation stricte du bassin méditerranéen, ces chiffres sont sensiblement à réviser puisque la capacité manufacturière de l'Espagne, de la France et de la Turquie, en particulier, est alors à situer en dehors du bassin. Ainsi, par ordre décroissant, les valeurs correspondantes deviennent: Italie (64%), France (13%), Espagne (10%), Algérie, ex-Yougoslavie et Grèce (environ 3% chacune), et pays restants (environ 4%). La prédominance écrasante de l'Espagne, de la France et de l'Italie réunies sur les autres pays méditerranéens demeure inchangée à 87%. Cette valeur n'est que légèrement ramenée à 82% si les calculs sont limités aux provinces côtières de chaque pays; dans ce cas, les contributions respectives de ces trois pays sont: Italie (52%), Espagne (19%), France (8%), suivies par l'ex-Yougoslavie, la Grèce et l'Algérie (environ 4% chacune), et pays restants (9%).

En dehors du fait qu'elle occupe une superficie foncière, l'industrie peut également utiliser le sol pour y enfouir les déchets solides; cela s'applique notamment aux activités extractives (voir section 2.2.10 ci-dessous) mais peut concerner les cendres de procédés sidérurgiques. En outre, l'industrie rejette souvent ses eaux usées plus ou moins directement dans les cours d'eau (et de là dans la mer) ou directement dans la mer par les émissaires côtiers.

Il y a habituellement conflit, d'une part entre l'industrie et l'habitat humain, et d'autre part entre l'industrie et la pêche côtière locale ou la conservation de la faune et de la flore.

Au plan de l'environnement, les principales conclusions sont: l'importante contribution de l'industrie manufacturière au phénomène dit de littoralisation (autrement dit de concentration de la population dans la zone côtière); les problèmes que pose l'industrie comme principale source terrestre de polluants, notamment pour la gestion et la réduction des déchets industriels en général et des déchets dangereux en particulier; et enfin la localisation inadéquate des installations industrielles.

### 2.2.3 Transports

Le développement des transports est un corollaire de l'urbanisation et de l'industrialisation du littoral. On distingue les transports terrestre, maritime et aérien, et chacun a une double vocation: transport des personnes et des animaux; transport des matières premières de l'industrie et des marchandises. Il convient enfin d'examiner le problème particulier que pose le transport des substances dangereuses.

Le transport terrestre des personnes, animaux, matières premières et marchandises s'effectue par la route - principalement - et par le rail. Les techniques modernes de percement ont permis de relier par des autoroutes et des routes littorales des sites qui étaient jadis pratiquement isolés par le relief montagneux. Si les grands travaux routiers ont probablement atteint un plafond dans la plupart des pays de la rive Nord, ils se prêtent encore à un développement considérable dans les pays du Sud.

La Méditerranée ne s'est guère prêtée au développement des chemins de fer, là encore en raison du relief montagneux, et l'évolution contemporaine la plus marquante tient à la percée des trains à grande vitesse reliant les grandes villes de l'intérieur à la côte, notamment en France et en Espagne.

Transport maritime. Le transport des passagers s'effectue surtout par les liaisons de ferry-boats entre les pays continentaux et les îles situées au large, ou entre des pays voisins. Selon le REMPEC (1994), quelque 200 ferry-boats et navires à passagers croisent à tout moment en Méditerranée; on ne dispose pas de chiffres sur le nombre de passagers. De même, y croisent également environ 1500 cargos de plus de 150 tonneaux de jauge brute (Tjb) et 2000 navires marchands de plus de 100 Tjb. Chaque année, environ 200.000 navires empruntent la Méditerranée, dont la grande majorité sont simplement en transit (autrement dit ne font pas relâche dans un port méditerranéen).

Si l'on tient compte des immatriculations à l'Etat du pavillon, la Grèce, Chypre et Malte représentent 70% du tonnage de jauge brute.

Dans le bassin, les navires marchands utilisent 305 ports dont ils viennent ou vers lesquels ils se dirigent (soit environ 1 port tous les 150 km de linéaire côtier). Les ports relèvent de trois catégories: i) petits ports qui contribuent néanmoins à l'économie nationale; ii) ports à vocation unique détenus et exploités par une grande entité industrielle (publique ou privée); iii) ports à vocation multiple.

La plupart des ports méditerranéens sont les foyers d'une urbanisation intense (les principaux exemples en sont Barcelone, Marseille, Gênes, Naples, Le Pirée, Alexandrie, Tunis et Alger).

Grenon et Batisse (1989) observent que le transport des marchandises générales est responsable de la majorité des opérations portuaires. Il convient également de relever la pénétration lente du trafic par conteneur dans les liaisons maritimes intraméditerranéennes, alors que le trafic par transroulage a considérablement augmenté.

Le transport aérien concerne avant tout le trafic de passagers, notamment des touristes entre leur pays d'origine et celui de leur destination méditerranéenne, ainsi que le trafic intra-régional, mais on observe une nette augmentation du fret aérien, notamment pour les produits de la mer et les produits agricoles périssables (primeurs). Ce transport souffre de la nécessité persistante de transiter par les aéroports "plaques tournantes" comme Madrid, Paris, Francfort, Genève et Zurich, et par les grands aéroports régionaux comme Barcelone, Marseille, Nice, Rome, Athènes, Istanbul, Le Caire et Tel-Aviv, mais des réseaux de "troisième niveau" ou de dessertes locales se développent depuis plusieurs années.

En ce qui concerne les effets du développement des réseaux de transport, le transport de personnes s'est traduit et continuera à se traduire par l'expansion du parc automobile, ce qui implique davantage de routes, de stations-service, de garages, davantage de pollution atmosphérique due à aux gaz d'échappement et davantage de pollution terrestre et marine due à l'élimination incontrôlée d'huiles lubrifiantes.

Les routes occupent de précieuses terres agricoles ou horticoles et perturbent sur de longues périodes, sinon en permanence, la

flore et la faune locales. Selon le scénario de croissance le plus plausible, on peut s'attendre d'ici 2025 à une augmentation d'au moins 25% de l'occupation du sol pour la construction de routes (Grenon et Batisse, 1990).

Les chemins de fer ont sur l'environnement des effets comparables à ceux des routes en confisquant et morcelant de précieuses terres agricoles/horticoles. Néanmoins, au plan écologique, le transport ferroviaire est le moins polluant et le plus économique en consommation d'énergie.

Un trafic maritime marchand intense peut entraver la pêche commerciale. Les navires-citernes et autres navires marchands, ainsi que les bateaux de plaisance, contribuent à la détérioration du milieu marin, des rivages et des ports en raison du rejet illégal de déchets et détritiques et, parfois, de substances dangereuses; les navires-citernes peuvent laver leurs citernes (là aussi illégalement) en occasionnant une pollution par les hydrocarbures qui dégrade le milieu marin, détourne les estivants des plages, altère la chair de poisson, encrasse les engins de pêche, notamment les filets, etc. Les déversements massifs d'hydrocarbures peuvent constituer des catastrophes locales pour les secteurs du tourisme et de la pêche.

Les principaux effets du transport aérien sont la pollution atmosphérique, le bruit (qui peut représenter, à proximité des aéroports, une grave nuisance non seulement pour les résidents mais aussi pour la faune locale, les animaux domestiques et le bétail) et les huiles lubrifiantes usées.

En ce qui concerne le transport des substances dangereuses, il est probable qu'on va enregistrer une forte baisse du transport de pétrole brut par suite de l'augmentation de la fraction de ce pétrole qui est raffinée dans le pays d'origine. Il s'ensuivra donc une augmentation de la quantité de dérivés pétroliers transportés et potentiellement plus dangereux que le pétrole brut en cas de déversements accidentels. Cette évolution ne s'accompagne que trop lentement de l'aménagement de nouvelles installations portuaires pour la manutention des cargaisons dangereuses et d'installations de déballastage.

Le REMPEC (1994a), puisant en partie

dans le rapport de Grenon et Batisse (1989), fournit quelques détails sur le transport des substances dangereuses dans le bassin méditerranéen:

En 1990, environ  $13 \times 10^7$  tonnes métriques de biens ont été manipulées (embarquées/débarquées) dans des ports méditerranéens, dont environ  $57 \times 10^7$  tonnes métriques de pétrole brut et  $17 \times 10^7$  tonnes métriques de produits pétroliers raffinés.

En 1989, la quantité de gaz naturel importée/exportée par la France, l'Italie, l'Espagne, l'ex-Yougoslavie, l'Algérie, la Tunisie et la Libye réunies a été d'environ  $97 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

Les données disponibles sont insuffisantes pour quantifier le transport des divers produits chimiques, mais on sait que l'éthylène, le propane, le propylène, le chlorure de vinyle, le méthanol, le benzène, le toluène, les glycols, le styrène, l'acide sulfurique, l'acide phosphorique et la soude caustique sont transportés par bateau en quantités importantes (et donc notablement dangereuses dans certains cas), comme le sont également les minerais (alumine, bauxite, bentonite, magnésite, potasse, pyrites). L'annexe II de la Convention MARPOL (voir sections 4.1.1 et 4.1.4) vise le transport des liquides dangereux et nocifs en vrac et mentionne les substances rentrant dans ces deux catégories.

Entre janvier 1990 et juin 1994, vingt-sept accidents maritimes majeurs (sur un total de 96 accidents signalés) ont été notifiés au Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC, 1992; 1994b), dont 9 par échouement ou naufrage, 9 par collision, 6 par défaillance opérationnelle (rupture des tuyaux de pompage lors du déchargement ou du lavage des citernes, ou fuites du navire ou du pipeline), et 3 par incendie ou explosion. Les cargaisons concernées comprenaient le plus souvent des hydrocarbures (pétrole brut, fioul ou gazole) - la cargaison dangereuse dominante - et de l'acétylonitrile, de la baryte, du dichloroéthane, du potassium, du propylène, de l'acide sulfurique, de l'acide téréphtalique.

Il y a dans la structure et le fonctionnement de l'industrie manufacturière et du commerce mondiaux des tendances de plus



en plus marquées à une augmentation du transport par bateau d'un nombre plus ou moins important de substances dangereuses, et donc des risques auxquels sera exposé le milieu marin. Ces tendances sont: la mondialisation/ délocalisation des industries manufacturières (en raison de la concurrence de faibles coûts salariaux, de la livraison de matières premières à des coûts bien inférieurs de transport et de distribution); des changements dans les techniques de production (par exemple, la livraison "en temps voulu" des matières premières et produits chimiques, plutôt que l'accumulation de stocks importants sur le lieu de production); l'intégration des marchés régionaux (entraînant un flux accru de biens, même si la masse est stable); une valeur ajoutée à la source (par ex., raffinage accru du pétrole par le producteur). Cependant, des préoccupations écologiques grandissantes peuvent conduire à des améliorations dans la conception des navires-citernes, les systèmes de trafic maritime et les moyens d'intervention d'urgence.

Le REMPEC ne peut guère exploiter ses possibilités d'aide d'urgence du fait que les autorités nationales compétentes s'abstiennent généralement de lui notifier immédiatement et directement les accidents majeurs de pollution marine en mer Méditerranée; la plupart des cas signalés au REMPEC le sont par l'entremise du Service de rapport de sinistres du Lloyd's de Londres. Néanmoins, le REMPEC (1992a; 1994c) a fourni une assistance multiforme en prélevant sur ses propres et modestes ressources, a favorisé l'aide internationale ou mis en service son Unité d'assistance méditerranéenne (MAU), comme il le récapitule dans deux de ses rapports (REMPEC, 1992a; 1994c). Un rapport de mission détaillé de la MAU est également fourni par le REMPEC (1994b); ces rapports, qui comportent des recommandations argumentées tirées de l'expérience de chaque mission sont d'une grande portée pour aider les autorités nationales à mieux faire face à de futurs accidents.

#### **2.2.4 Tourisme et loisirs**

Les loisirs des résidents et des touristes constituent une activité économique majeure dans de nombreux pays développés ou en développement du bassin. Chaque fois qu'une zone côtière, en plus de ses atouts naturels

que sont un bon niveau d'ensoleillement et un rivage attractif, est dotée des équipements et infrastructures nécessaires (hôtels, divertissements, aménagements sportifs, banques, etc.) et offre des produits touristiques de qualité, elle peut miser sur un tourisme "haut de gamme" aux importantes retombées économiques et sociales.

Le tourisme et les loisirs sont donc en Méditerranée - région no 1 du tourisme mondial - un élément déterminant du développement du littoral car ils impulsent plusieurs aspects de l'urbanisation comme la construction d'unités et complexes hôteliers, de restaurants, centres commerciaux, installations sportives, marinas, la mise en place de nouveaux services publics. Il est fréquent que la population d'une station balnéaire soit accrue de plusieurs fois (3 à 5, voire plus) pendant la période de pointe estivale. Cette situation incombe entièrement aux autorités locales confrontées alors à un dilemme: soit mettre en place une capacité de traitement des déchets et des eaux usées pour la population de pointe, en sachant que cette capacité ne sera plus employée qu'à moitié (ou moins) hors saison, soit traiter cette production maximale de déchets et d'eau usées sur une base ponctuelle au risque de provoquer sur place des dérapages écologiques qui seront d'autant plus incontrôlables qu'ils interviendront justement en pleine surfréquentation. Si les autorités font ce dernier choix, ils s'en remettent souvent à la mer côtière pour éliminer ce qui ne peut être traité. La capacité d'assimilation de la mer peut être considérable, mais elle dépend avant tout des conditions de circulation, d'échange, de renouvellement et de brassage des eaux littorales. Une partie des rejets non traités, notamment les détritiques, s'accumulent dans les fonds marins, une autre partie est responsable d'une fréquence accrue de contamination microbienne et virale des eaux et des produits de la mer (voir section 3.3.1). Un autre expédient au traitement des déchets consiste à éloigner ceux-ci à des sites moins "voyants".

Face à ces pressions du tourisme qui finiraient par nier sa finalité si elles se poursuivaient au rythme actuel, une évolution des mentalités et des conceptions, aussi bien chez les professionnels du secteur que chez les usagers, est perceptible depuis plusieurs années. Les formes dites "éco-tourisme" et "éco-loisirs" mettent de plus en plus l'accent

## UNE ETUDE DE CAS DE LA CAPACITE D'ACCUEIL TOURISTIQUE DE L'ILE DE RHODES

L'île de Rhodes est située au sud-est de la mer Egée et a une superficie d'environ 1400 km<sup>2</sup>. Sa population de quelque 100.000 habitants s'accroît présentement à un taux annuel de 2%. Le littoral, par ses beautés naturelles et ses possibilités d'aménagement, a polarisé l'essentiel d'une économie à vocation touristique pratiquement exclusive. La fréquentation annuelle approche désormais le million de visiteurs et elle a heureusement tendance à s'étaler sur l'année, mais les hébergements qui leur sont destinés se concentrent à proximité de la ville principale, Rhodes. Le revenu annuel tiré du tourisme se monte à environ 450 millions de dollars E.U. L'agriculture et l'industrie manufacturière ont une importance restreinte.

Les sources terrestres de pollution consistent principalement dans les déchets liquides des foyers, des complexes et autres établissements touristiques, de la zone portuaire et, dans une faible mesure, des industries, ce qui constitue une menace pour l'avenir plutôt qu'un problème critique de l'heure. Les zones touchées par cette pollution sont: la baie d'Ixia, la zone portuaire et, dans une moindre mesure, la côte de Faliraki.

Le coût du dommage global occasionné à l'environnement est d'environ 15 millions de dollars par an, et il correspond avant tout à une perte de revenu touristique. Pour maîtriser et réduire l'impact de ces eaux usées sur le milieu côtier et améliorer la qualité de l'environnement insulaire, la préfecture du Dodécannèse a édicté plusieurs mesures et en prévoit d'autres à brève échéance. La principale de ces mesures consiste en l'aménagement d'un réseau central de collecteurs pour la zone urbaine de Rhodes. Elle a nécessité un investissement initial de 24.2 millions de dollars, 36 autres millions étant nécessaires à l'achèvement, mais on escompte de l'ouvrage qu'il rapportera des profits de plus de 10 millions par an: profits directs, sous forme de revenus touristiques et d'économies réalisées, et indirects sous forme de valeurs d'agrément, de revalorisation du patrimoine et d'autres avantages qualitatifs.

L'étude de cas, bien qu'elle soit incomplète et qu'il soit prévu de la poursuivre, passe en revue une série de projets destinés à améliorer l'environnement de l'île et à renforcer, aux plans qualitatif et quantitatif, sa capacité annuelle d'accueil qui pourrait atteindre dix fois ou plus le chiffre de sa population résidente.

sur le maintien d'écosystèmes intacts et inexploités (autrement dit préservés); on citera comme exemples l'observation des oiseaux, ou plus généralement de la faune et de la flore sauvages, le paysagisme, l'exploration sous-marine, etc.. Toutefois, ces activités elles-mêmes ne sont pas durables si l'on considère que leur accès est illimité. La conservation des habitats marins, même à ces seules fins, est progressivement associée par le public à la conservation de la complexité et de la biodiversité des écosystèmes, et les avantages intangibles de la conservation sont de plus en plus mis en avant à mesure que l'opinion prend davantage conscience de l'impasse des styles traditionnels de vacances. Une réévaluation à la hausse de ces utilisations dénuées de tout caractère d'exploitation est à prévoir. En outre, la conservation de certains habitats et

écosystèmes qu'implique cette évolution, joue à son tour un rôle dans la réduction de la pollution et l'atténuation des impacts plus généraux sur le littoral.

Du fait des tendances actuelles à l'accroissement de la taille et de la densité des populations résidentes, et la probabilité de tendances comparables des populations touristiques saisonnières, l'accès à des réseaux modernes d'assainissement s'est considérablement amélioré. Et comme la demande d'une qualité accrue, en particulier pour l'alimentation et l'hébergement, est devenue plus forte dans les pays "exportateurs de touristes", elle a été progressivement mieux satisfaite dans les pays "importateurs".

Au niveau des effets, l'emprise sur le sol du tourisme et des loisirs se traduit avant tout par une perte des habitats des espèces de flore et faune sauvages, même s'il apparaît que certaines espèces (notamment les oiseaux) s'adaptent à ces changements et instaurent une "cohabitation minimale" avec les estivants. Cette emprise implique aussi une multiplication des sources de déchets (notamment de détritiques) et par conséquent des frais d'entretien nécessités par leur élimination.

L'occupation de l'espace marin est dans une large mesure circonscrite à la zone littorale, puisque la plupart des activités ont lieu sur la plage ou dans un rayon de 50 m en mer, excepté pour la navigation de plaisance. Néanmoins, il est pratiquement certain que l'effet sur les espèces locales, même s'il est encore mal connu, est considérable. Le principal impact est dû aux détritiques abandonnés sur les plages ou jetés directement dans la mer le long de la côte. Il se pourrait que les objets en plastique ou en métal (bouteilles, boîtes de conserve, récipients, etc.) échoués sur le fond de la mer, quand ils commencent s'accumuler, servent de micro-habitats à certains types d'organismes marins, tandis qu'à une accumulation plus forte ils ont des effets destructeurs. Cet aspect de la pollution, qui revêt une ampleur de plus en plus inquiétante dans la région, appelle des enquêtes et des investigations approfondies car, vu l'importance des fonds marins du littoral pour les ressources vivantes, il pourrait avoir des conséquences imprévisibles dans l'avenir.

### 2.2.5 Agriculture

Le présent document n'examinant que le milieu marin et le littoral, on marquera d'emblée que l'agriculture ne représente pas dans cette zone étroite une activité de premier plan. Le rapport du Plan Bleu (Grenon et Batisse, 1989) expose succinctement la situation de l'agriculture dans le bassin méditerranéen, avec ses perspectives.

Dans le bassin-versant de la Méditerranée, l'agriculture a pour vocation essentielle de répondre à la demande alimentaire de la populations résidente et, le cas échéant, de la population touristique. A cet égard, elle s'apparente à la pêche. Le taux représenté par l'agriculture dans le produit national brut de l'ensemble du bassin est

inférieur à 20% et l'approvisionnement en denrées alimentaires d'origine locale ne suit pas la croissance démographique, pas plus que l'essor de l'industrie et de l'économie en général. La productivité agricole est également très variable d'une région à l'autre du bassin (tableau 1).

L'agriculture est fortement conditionnée par le relief du bassin: les montagnes se prêtent à un élevage extensif sur les pentes (ovins, caprins); les rares plaines alluviales (Ebre, Rhône, Pô et Nil) à une agriculture/horticulture plus classiques (légumineuses, céréales, betterave à sucre, tomate, agrumes et autres fruits, haricots, pois chiches) ou à l'élevage intensif (porc, veau, boeuf volaille) pour la viande de boucherie, la charcuterie, les produits laitiers. Ailleurs, dans des vallées côtières souvent étroites et sur les pentes assez arides du littoral, on cultive principalement l'olivier, l'amandier, le pistachier et le vignoble.

L'agriculture - au sens large - du littoral a généralement décliné en raison de l'urbanisation et de l'industrialisation. Ainsi la pratique traditionnelle consistant à prévenir les pertes de sol dans la mer par la culture en terrasses des versants côtiers et par l'amenée de terre de la couche sommitale de régions situées en altitude a fortement régressé; et comme l'industrie agro-alimentaire s'est développée dans les vallées et les plaines, conjointement à la progression de l'urbanisation, l'agriculture des versants côtiers a constamment régressé et continue à le faire, ce qui aggrave l'érosion du sol.

Dans la plupart des pays riverains, plus de la moitié de la superficie totale est constituée d'un sol érosif; les valeurs correspondantes sont récapitulées dans le document PNUE (1994).

Il se produit également une développement constant de l'horticulture couverte ou semi-couverte qui occupe de l'espace (agricole et périurbain) mais, étant un système intensif et plus ou moins clos, ne contribue pas à l'érosion. Cette activité nécessite toutefois un apport d'eau douce, d'engrais et de pesticides.

L'agriculture et l'horticulture occupent de loin la plus grande part de la superficie des

Tableau I. Ressources et apports agricoles des pays méditerranéens, 1968-1970 et 1988-1990 (valeurs moyennes annuelles)

Pays	Consommation d'engrais				Terre arable			Terre irriguée			
	Total (10 <sup>3</sup> t/an)		Par superficie cultivée (10 <sup>3</sup> kg/ha/an)		Superficie potentielle (10 <sup>3</sup> ha)	Superficie réelle 1988-90		Superficie (10 <sup>3</sup> ha)		En % de terre arable	
	1968-70	1988-90	1968-70	1988-90		(10 <sup>3</sup> ha)	(% of total)	1968-70	1988-70	1968-70	1988-90
Albanie	39	102	66.8	143.3	-	709	-	263	422	45.0	59.4
Algérie	83	138	12.2	18.2	7,700	7,606	99	237	336	3.5	4.4
Chypre	26.0(*)	22.2(*)	163.6(*)	142.5(*)	400	156	39	30	34	18.9	22.0
Egypte	347	990	122.9	381.9	2,900	2,591	89	2,826	2,591	100.0	100.0
France	4,300	5,929	223.7	309.9	-	19,133	-	740	1,159	3.8	6.1
Grèce	325	674	83.1	171.3	-	3,933	-	718	1,190	18.4	30.3
Israël	52	106	127.8	244.4	-	435	-	167	213	40.9	48.9
Italie	1,243	1,897	82.6	157.8	-	12,023	-	2,537	3,100	16.9	25.8
Liban	34	25	105.3	83.7	300	301	100	68	86	21.2	28.6
Libye	10	81	5.2	37.9	2,100	2,150	102	170	242	8.4	11.3
Malte	1	1	37.7	47.7	-	13	-	1	1	7.1	7.7
Maroc	93	315	12.5	34.8	7,700	9,056	118	915	1,265	12.3	14.0
Espagne	1,132	2,041	55.0	100.3	-	20,345	-	2,376	3,358	11.6	16.5
Syrie	33	278	5.7	49.9	6,000	5,563	93	491	671	8.3	12.1
Tunisie	34	96	7.7	20.8	4,600	4,613	100	85	273	1.9	5.9
Turquie	419	1,766	15.4	63.4	28,000	27,853	99	1,700	2,340	6.2	8.4
ex-Yougoslavie	589	893	71.5	115.2	-	7,755	-	126	176	1.5	2.3

(\*) A partir de 1974, les données n'ont trait qu'à une partie du pays.

(Adapté d'après PNUJ, 1993)

terres rurales et, de toutes les utilisations actuelles du sol, ce sont celles qui exercent la plus forte pression sur les ressources en eau douce dont elles consomment 60%.

L'intensification de l'agriculture méditerranéenne est fortement restreinte par la nécessité d'une meilleure irrigation (dans un contexte de réserves en eau douce relativement rares et inégalement réparties), par l'érosion du sol due aux pluies violentes mais saisonnières s'ajoutant au déclin général de l'agriculture des versants côtiers qui sont de plus en plus gagnés par l'urbanisation, et par la nécessité d'un épandage important d'engrais et de pesticides. Le relief rend aussi problématique la mécanisation de l'agriculture, comme le fait l'attachement traditionnel à la petite propriété. Néanmoins, Grenon et Batisse (1989) indiquent qu'il sera possible d'accroître de deux à cinq fois la production de la plupart des fruits et légumes et de certaines viandes et produits laitiers si des méthodes d'exploitation modernes et bien adaptées sont adoptées sur l'ensemble du bassin.

Au plan des effets, l'agriculture proprement dite a, conjointement à l'urbanisation et à l'industrialisation, contribué à la disparition de la végétation propre au bassin (garrigue, herbages, forêts) qui avait permis pendant des siècles de prévenir l'érosion du sol; en effet, les produits agricoles du bassin ont le plus souvent un cycle annuel d'ensemencement, culture et récolte, si bien qu'ils ne créent pas une structure édaphique résistante à l'érosion éolienne et pluviale.

Le tapis végétal protecteur (qui atténue l'érosion) n'a pas seulement été progressivement et parfois fortement réduit par la demande croissante en bois, et par l'agriculture et le surpâturage intensifs, mais aussi par la parcellisation progressive des terres réalisée pour de multiples raisons. Cette parcellisation compromet toutefois de plus en plus la conservation du sol à l'échelle de l'écosystème, puisque l'action coordonnée d'un grand nombre de propriétaires terriens ou exploitants est beaucoup plus difficile à obtenir que si l'on a affaire à un nombre restreint d'entre eux. Et puis, même si un Etat très centralisé rachète des terres pour procéder au remembrement, le succès d'une exploitation écologiquement plus rationnelle est loin d'être acquis car l'opinion est souvent rétive à l'idée

d'un plan de gestion sous-régional, surtout si celui-ci exige au préalable des études d'impact.

L'agriculture de l'arrière-pays aussi peut avoir un effet marqué sur la zone côtière par un apport excessif de pesticides et d'engrais, et sur l'économie de cette zone en raison de la concurrence de ses produits d'élevage avec le poisson et autres produits marins.

Les pesticides, qui donnent souvent lieu à un surépandage, peuvent être lessivés par la pluie sur la surface cultivée et être entraînés dans la mer directement ou indirectement par les cours d'eau, avec d'éventuels effets préjudiciables sur la faune marine et les espèces d'intérêt halieutique du littoral. Les concentrations de pesticides que l'on mesure dans l'eau potable et dans les eaux conchylicoles dépassent parfois les normes sanitaires (voir section 3.3.2).

Les engrais (qui font aussi l'objet d'un surépandage) sont lessivés ou rejetés dans la mer. Les effets des engrais et des pesticides sont examinés à la section 3.3.2.

Les produits de l'élevage concurrencent ceux de la pêche dans l'économie nationale, si bien qu'à long terme les pêcheurs, voire dans une moindre mesure les professionnels de la transformation et de la commercialisation du poisson, ne peuvent rester indifférents à cette évolution. Les consommateurs peuvent préférer sur leur table le poisson à la viande, ou inversement, mais sur le marché c'est, à conditions par ailleurs égales de fraîcheur, d'attrait, etc., le produit coûtant le moins cher qui l'emporte.

#### 2.2.6 Pêches et mariculture

Les caractères physiques de la Méditerranée, qui déterminent dans une large mesure la composition des ressources biologiques, ont fait l'objet d'un exposé général à la section 1.3 ci-dessus.

Au plan halieutique, les deux grands bassins de la Méditerranée (oriental et occidental) étant relativement profonds (profondeur maximale dépassant 4.000 m) et possédant des plateaux continentaux généralement étroits (jusqu'à 200 m de profondeur), ne sont pas exploités et ont peu

de chances de l'être, et ce pour trois grandes raisons: i) le coût physique et financier de l'exploitation des engins de pêche à une profondeur considérable ne peut guère se justifier, du moins dans les conditions économiques et techniques actuelles et prévisibles; même l'exploitation du talus continental n'est pas actuellement rentable; ii) le lent renouvellement (probablement de 100 à 300 ans) des eaux profondes de ces bassins implique de très faibles niveaux d'oxygène dissous et donc une pénurie de ressources biologiques valables en profondeur; iii) si l'accumulation continue de débris non biodégradables dans ces bassins a pu, dans un premier temps, ne pas avoir d'effets trop graves et même fournir des micro-habitats à diverses espèces, elle va finir par rendre le fond de la mer inhabitable pour les espèces d'intérêt halieutique ou écologique.

La plupart des ressources biologiques marines se rencontrent donc et sont exploitées sur la plateforme continentale (profondeur inférieure à environ 200 m) ou dans les 100 premiers mètres de profondeur au large. Les premières sont dites benthiques (vivant sur le fond marin ou à proximité) ou néritiques (nageant au-dessus du fond marin de la plateforme continentale), et les secondes sont dites pélagiques (nageant au sein de la masse d'eau du large, et normalement à quelque distance du fond). En pratique, les espèces pélagiques ne peuvent être pêchées que si elles forment des bancs ou sont individuellement d'une taille suffisante pour justifier l'effort de pêche requis pour leur capture. Elles sont rarement capturées au-delà de 300-400 m de profondeur, et le sont habituellement bien au-dessus.

Les principales caractéristiques de la pêche en Méditerranée ont été décrites dans le fascicule 1 du Plan Bleu (Charbonnier *et al.*, 1990), et les évolutions des prises et des quantités débarquées, de 1972 à 1991, ont été récapitulées par Stamatopoulos (1993).

Les principaux groupes d'espèces définis par la FAO pour ses Annuaire statistiques de la pêche (FAO, 1993) et qui font l'objet d'une pêche commerciale ou artisanale extensive sont recensés sur le tableau II.

Les données communiquées par Stamatopoulos (1993) indiquent également

que, en Méditerranée tout comme en mer Noire, on a enregistré une augmentation constante (approximativement un doublement) des prises totales de 1972 à 1982, suivie d'un déclin prononcé (d'environ 28% en Méditerranée et 70% en mer Noire) de 1982 à 1991. On peut estimer que ces données reflètent d'abord une expansion des pêches (correspondant à la croissance démographique globale et à l'amélioration des conditions de vie), puis un déclin dû principalement à la surpêche et à la pollution croissante de l'environnement. Cette baisse s'accompagne logiquement d'un développement de la mariculture dont la production atteignait déjà près de 120.000 tonnes métriques en 1990 (Stamatopoulos, 1993).

Les principales espèces de poisson exploitées par la pêche en Méditerranée sont données par groupes d'espèces FAO dans le fascicule du Plan Bleu (Charbonnier *et al.*, 1990). On peut trouver dans Fischer *et al.* (1987) des descriptions détaillées de la faune et de la flore marines de Méditerranée.

Les principaux pays de pêche, en ce qui concerne la mer Méditerranée, sont l'Italie, l'Espagne, la Tunisie, la France, l'Algérie et l'ex-Yougoslavie. Il n'existe pas, dans l'immédiat, de perspective d'un accroissement marqué des prises totales actuelles de la pêche marine, ne serait-ce que parce qu'un tel accroissement ne pourrait se composer que des petites espèces pélagiques et que celles-ci ne suscitent pas, pour l'heure, une forte demande, que ce soit pour la consommation directe ou pour le secteur de la transformation (conserves, poisson fumé et surgelé, etc.).

Les zones de pêche sont le plus souvent limitées par la relative étroitesse de la plateforme continentale, par la surpêche générale et persistante des stocks naturels et l'absence complète de coordination entre les pays pour la gestion des stocks qui sont communs à plusieurs pays riverains.

Charbonnier attire l'attention sur les nombreuses difficultés que l'on rencontre encore pour obtenir des données fiables sur les prises, l'effort de pêche et la répartition des pêches. Les principales raisons en sont: i) la pêche pratiquée dans le bassin est avant tout artisanale, avec de nombreux petits bateaux débarquant leurs prises en de multiples points

Tableau II. Prises nominales (en tonnes métriques) des principaux groupes d'espèces commerciales (selon la définition FAO) en mer Méditerranée et en mer Noire pour 1989 (FAO, 1993) avec une estimation des prises globales en Méditerranée \*

CODE DU GROUPE FAO	DESIGNATION DES GROUPES DES PRISES NOMINALES	PRISES NOMINALES 1989	PRISES NOMINALES 1992
11	EAUX DOUCE: CARPES, BARBEAUX ET AUTRES CYPRINIDES	1 016	755
13	POISSONS D'EAU DOUCE DIVERS	1 555	907
21	ESTURGEONS, SPATULES	602	1 050
22	ANGUILLES	3 679	3 386
24	ALLOSES	40 750	9 514
31	FLETS, FLETANS, SOLES	14 939	13 901
32	MORUES, MERLUS, EGLEFINS	74 927	84 669
33	RASCASSES, PERCHES DE MER, CONGRES	164 369	178 458
34	CHINCHARDS, MULETS, BALAOUS	198 147	125 133
35	HARENGS, SARDINES, ANCHOIS	645 763	567 070
36	THONS, PELAMIDES, MARLINS	61 474	56 064
37	MAQUEREAUX, THYRSITES, TRICHIURES	43 999	42 101
38	SQUALES, RAIES, CHIMERES	20 011	20 713
39	POISSONS MARINS DIVERS	107 675	83 542
42	ARAIGNEES DE MER, CRABES	2 003	1 777
43	HOMARDS, LANGOUSTES	7 727	8 605
45	CREVETTES	31 545	31 358
47	CRUSTACES MARINS DIVERS	8 538	9 986
52	ORMEAUX, BIGORNEAUX, STROMBES	0	14
53	HUITRES	17 233	19 524
54	MOULES	127 623	137 900
55	COQUILLES ST.-JACQUES	1	0
56	CLAMS, COQUES, ARCHES	47 570	83 360
57	ENCORNETS, SEICHES, POULPES	76 920	72 684
58	MOLLUSQUES MARINS DIVERS	22 779	17 202
72	TORTUES	100	3
74	ASCIDIENS ET AUTRES TUNICIERS	35	164
76	OURSINS ET AUTRES ECHINODERMES	237	390
	PRISES NOMINALES TOTALES	1 721 217	1 570 302
	ESTIMATION DES PRISES NOMINALES TOTALES POUR LA MEDITERRANEE*	1 463 034	1 434 757

\* Comme les statistiques sont données pour la Méditerranée + la mer Noire (Zone statistique FAO 37), l'estimation des prises méditerranéennes est basée ici sur les données communiquées par Stamatopoulos (1993) pour les prises méditerranéennes totales de 1991 dans lesquelles environ 85% des prises totales (Méditerranée + mer Noire) de poissons marins et diadromes, et près de 100% de celles de crustacés et mollusques correspondent à la Méditerranée; le même facteur (85%) a été appliqué aux prises de 1989.

du littoral, les cédant souvent directement à une clientèle locale, si bien qu'un contrôle statistique de ces opérations serait complexe et onéreux; ii) certaines flottilles de pêche opèrent alternativement dans plusieurs mers selon la saison (par ex.: Méditerranée occidentale et océan Atlantique; mer Noire, mer de Marmara et Méditerranée), et les quantités débarquées ne sont notifiées que pour le port d'attache du bateau; iii) dans certaines formes de pêche - flottilles de chalutiers, notamment - une fraction assez importante des prises est rejetée en mer (car elle n'est pas commercialisable) mais n'est pas comptabilisée dans les prises; iv) il est souvent difficile, pour une méthode et une flottille de pêche données, de spécifier une unité d'effort de pêche en sorte que le ratio prise/unité d'effort rende assez bien compte de la densité réelle du stock de poisson au moment et à l'endroit où il est pêché. Les autres méthodes d'évaluation des stocks par prospection acoustique ou réalisation de "pêches-tests" nécessitent beaucoup de temps et d'argent.

La grande variété des espèces de poisson (ou de mollusques/crustacés) capturées en Méditerranée fait que des espèces similaires sont parfois confondues dans les statistiques ou attribuées à l'une ou l'autre espèce seulement. Cette variété rend également difficile des évaluations fiables de l'état des stocks, du fait notamment que la majorité de ceux-ci sont communs à deux pays riverains ou plus et que la coopération internationale dans la collecte et l'analyse des données pertinentes n'est pas encore suffisante pour permettre des évaluations effectives de l'état de chacun des stocks et déterminer par exemple si on a affaire à une pêche à saturation ou à une surpêche biologique.

Si l'on en juge, pour chaque espèce cible, à la taille moyenne du poisson capturé par rapport à la taille "maximale", la plupart des stocks de poissons démersaux sont surexploités et, dans ces conditions, aucune entreprise de pêche ne doit pouvoir couvrir ses investissements (ni parfois même ses frais) avec ses recettes.

On relève également une prédominance des espèces pélagiques à cycle de vie relativement court dans les quantités débarquées totales, ce qui peut s'expliquer en

partie par le fait que la pêche au chalut se limite en grande partie à la plateforme continentale assez étroite, mais ici aussi, on a enregistré ces dernières années une tendance des chalutiers de pêche hauturière à opérer plus près du rivage par manque de stocks suffisants au large, ce qui occasionne souvent des conflits avec les pêcheurs au chalut artisanaux du littoral et d'autres utilisateurs du milieu marin littoral. En 1991, la sardine commune et l'anchois commun représentaient à eux deux, parmi les 28 premières espèces de poisson et de mollusques/crustacés capturées, près de 30% des quantités débarquées totales (Stamatopoulos, 1993).

Etant donné l'état relativement médiocre des stocks de poisson, le Conseil général des pêches pour la Méditerranée (CGPM), la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (CICTA) et, pour ses quatre pays méditerranéens membres, l'Union européenne, ont pris des initiatives en vue d'améliorer la gestion des pêches et la conservation des stocks de poisson dans la région. Bien que le CGPM n'ait que des pouvoirs consultatifs, il a instamment demandé la prise de mesures comme une plus grande ouverture des mailles des filets, la fermeture saisonnière ou prolongée des zones de pêche où les stocks sont soumis à de fortes pressions, la réduction de l'effort de pêche, une taille minimale pour certaines espèces soumises à des pressions halieutiques ou écologiques, et la réduction ou l'interdiction de certains types d'engin de pêche. Le CGPM coopère étroitement avec la CICTA pour les thons et les marlins. La politique commune de la pêche de l'Union européenne ne rencontre qu'une application limitée en Méditerranée, bien qu'elle concorde généralement avec les mesures préconisées ou appliquées par le CGPM et la CICTA et avec la politique de conservation des ressources marines de ces deux organisations, et qu'elle recherche un engagement actif dans la région des pays non membres de l'UE.

Il convient pourtant de noter que, dans ce contexte, le recours à des mesures techniques (comme une ouverture de maille obligatoire) et l'imposition de "totaux admissibles de capture" (TAC) concernant un stock de poissons donné, au titre de politique de réduction des pressions halieutiques, ne permet pas de réglementer les capacités de



capture et encourage un accroissement de celles-ci par le biais d'investissements excessifs dans des bâtiments et engins de pêche toujours plus performants (CCE, 1994). De plus, tant que les consommateurs seront prêts à en acquitter le prix, les pêcheurs seront incités à capturer le poisson, serait-ce à l'encontre de toute sagesse en matière de conservation et d'environnement.

La mariculture (ou aquaculture marine) peut apporter une solution à la pénurie d'espèces coûteuses et dont la demande, très forte, ne peut être satisfaite par la pêche traditionnelle. La plus grande partie de la mariculture est réalisée dans des lagunes côtières et dans des petites baies bien protégées pas encore vouées à la navigation de plaisance ni atteintes par les rejets polluants domestiques et industriels. Les principaux débouchés de la mariculture méditerranéenne sont la restauration et le marché local.

Les principales espèces produites par la mariculture sont la moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*), le mullet à grosse tête (*Mugil cephalus*), la clovisse (ou praire) (*Tapes* spp.), l'huître plate européenne (*Ostrea edulis*) et la daurade royale (*Sparus aurata*), mais d'autres espèces suscitent un intérêt croissant: le bar (*Dicentrarchus labrax*), l'anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*), la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et, épisodiquement, la truite de mer (*Salmo trutta*), le saumon (y compris le saumon du Pacifique) du genre *Oncorhynchus*, l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) et le clam japonais (*Venerupis japonica*). L'Egypte se spécialise dans le tilapia (*Oreochromis* spp.) dans le cadre d'un élevage dulçaquicole plus traditionnel.

L'élevage extensif d'espèces intéressantes repose parfois sur un stock naturel qui est retenu dans une lagune ou une baie par des claies ou des grilles, puis élevé jusqu'à ce qu'il acquière une taille commerciale (avec pour débouché la restauration dans les zones très touristiques).

Il n'est pas encore possible d'évaluer les effets sur les stocks de poisson des rejets dans la mer de déchets (nocifs ou non) d'origine tellurique. Il est légitime de penser que les éléments nutritifs (nitrates et phosphates) augmentent la production de

phytoplancton - lequel occupe le bas de la chaîne alimentaire - puis successivement du zooplancton, des petits poissons et des plus gros poissons, mais tout est question de "dose": si la dose d'éléments nutritifs est massive, un épisode d'eutrophisation se déclenche (voir section 3.3.,2) avec d'éventuels et très graves effets sur certains poissons; toutefois, les effets nocifs occasionnés dans les eaux littorales à proximité des rejets s'atténuent et disparaissent plus au large par le brassage turbulent dans les eaux plus profondes où les concentrations qui s'y établissent peuvent avoir un effet bénéfique sur les ressources marines. Mais la mesure des relations en jeu n'est pas une tâche facile (Caddy et Griffiths, 1995). Les effets des principaux polluants marins sont également examinés à la section 3.3.2.

Par ailleurs, la mariculture intensive - en cages ou en bassins - utilise des quantités substantielles de produits chimiques pour lutter contre les infections parasitaires et fongiques chez les espèces d'élevage, ce qui peut provoquer des perturbations localisées mais graves du milieu, parfois au détriment des pêches locales qui souffrent d'une perte ou d'un éloignement des stocks.

Enfin, à mesure que les méthodes de reproduction et les biotechnologies sont de plus en plus utilisées pour produire des variétés spécifiquement destinées à la mariculture, il existe un sérieux danger potentiel d'effets imprévus du croisement de ces espèces d'élevage avec leurs homologues sauvages dans le cas d'évasion (souvent accidentelle lors d'intempéries côtières, peut-être aussi intentionnelle) (voir section 3.4.2).

Il existe bien sûr un conflit d'intérêts entre la pêche/mariculture côtière et les sports nautiques puisque les unes et les autres privilégient les baies et les lagunes. Au plan des effets, la mariculture utilise un surplus d'aliments pour poisson afin d'accélérer l'"engraissement" des espèces produites et elle contribue ainsi, avec les fuites de ces aliments dans le milieu marin environnant, à une eutrophie locale susceptible de donner naissance à des proliférations de plancton.

Le GESAMP (1991) a envisagé les moyens de réduire l'impact sur l'environnement de l'aquaculture côtière. Les aspects écologiques de l'aquaculture ont également fait

l'objet d'une synthèse dans le rapport PNUE (1987; 1994a) qui traite en particulier de la conchyliculture.

## 2.2.7 Forêts

Les forêts méditerranéennes, leur situation et leurs perspectives sous l'effet des activités humaines, font l'objet d'un examen détaillé dans le fascicule 2 du Plan Bleu (Marchand *et al.*, 1990).

La forêt méditerranéenne primitive naturelle qui a prévalu jusqu'à une époque remontant à environ 14.000 ans était dense et étendue. L'homme y était une espèce rare et n'avait pas encore maîtrisé le feu. Au cours de la révolution néolithique, il y a de cela quelque 6.000 ans, d'abord à l'extrémité orientale du bassin, puis à l'extrémité occidentale, l'homme a connu un rapide essor démographique, et une économie agricole a remplacé l'économie de la cueillette, d'où un besoin de terres arables. Puis ont suivi les débuts de l'activité industrielle qui ont créé une demande de bois de feu. Le trafic maritime a commencé à se répandre, créant une demande de bois d'oeuvre. Néanmoins, les époques grecque et romaine connaissaient déjà des initiatives de conservation des forêts et même de reboisement.

Jusqu'au milieu du XIXe siècle, la population du bassin est restée relativement stable, en raison surtout des guerres et des épidémies, ce qui a permis aux forêts du bassin de se reconstituer, bien que les besoins de la construction navale, de la coupe de bois de mine, de la fabrication du verre, de la métallurgie, du ramassage de bois de feu et de la fabrication de charbon de bois aient continué à exercer de très fortes pressions sur les ressources.

Par conséquent, les problèmes actuels - perte et dégradation des ressources forestières du bassin - ont des origines très lointaines.

Les rôles et les utilisations des forêts sont très divers. Par exemple, les forêts stabilisent la composition du sol et s'opposent ainsi à l'érosion, elles conservent les ressources génétiques en offrant un écosystème semi-fermé et relativement protégé. Outre le bois de feu, elles fournissent

aussi la matière première de produits tels que mobilier, matériaux de construction, liège, résine, pépinières, ouvrages d'artisanat et agents chimiques de tannage. L'importation de l'eucalyptus d'Australie et du pin d'Amérique a contribué à créer des plantations industrielles, notamment pour la pâte à papier. Comme l'agriculture est devenue plus intensive et que, notamment sur la rive Nord, elle a abandonné les superficies de terres exploitables situées en lisière des forêts, un reboisement a été opéré. Mais le développement du tourisme et des loisirs s'est accompagné d'une recrudescence des incendies de forêt (voir section 3.1.3). Les forêts jouent également un rôle important dans l'élevage en servant de zones de pâturage.

Les principaux types de forêt primitive dans le bassin sont:

- Les forêts sclérophylles laurifoliées des zones tempérées-chaudes ou chaudes, qui comprennent deux grands types d'arbres: i) l'oleoienticetum, des arbres de taille petite à moyenne dont les plus connus sont l'olivier (*Olea europaea*), le caroubier (*Ceratonia siliqua*) et le lentisque (*Pistacia lentiscus*) qui sont très répandus; ii) les chênes, dont les principales espèces sont à l'ouest le chêne vert (*Quercus ilex*), et le chêne-liège (*Q. suber*), et à l'est le chêne kermès (*Q. calliprinos*).

- Les forêts résineuses, comprenant quatre grands types: i) dans les basses terres le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), dans les sous-régions de l'ouest et du centre le pin Brutia ou pin des Pyrénées (*Pinus brutia*, synonyme au plan taxinomique de *P. halepensis*, ou plutôt d'une sous-espèce), à l'est, parfois mêlé avec *P. mesogeensis*, *P. pinea* et *Cupressus sempervirens*; ii) dans les pieds monts, le pin noir (*Pinus nigra*) et parfois le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*); iii) dans les hautes terres, les forêts de sapins (*Abies* spp.) et de cèdres (*Cedrus* spp.), habituellement séparées et parfois mélangées; iv) en haute montagne, les genévriers (*Juniperus thurifera* et *J. excelsa*, entre autres).

- Les forêts décidues, en altitude moyenne et où la pluviométrie est maximale, qui comprennent: des chênes décidus (*Q. faginea*, *Q. infectoria*, *Q. cerris*, *Q. aegilops*, *Q. ithaburensis* notamment); le charme houblon (*Ostrya carpinifolia*) et le charme d'Orient (*Carpinus orientalis*); le petit frêne (*Fraxinus*

ornus) et des hêtres (*Fagus silvatica*, *F. orientalis*).

Les types d'arbre que l'on rencontre peuvent, pour de nombreuses raisons, différer des formations de base que l'on vient de mentionner. Il existe aussi des forêts dégradées classées comme broussailles (maquis, garrigue, matorrals) qui occupent la majeure partie des surfaces boisées du bassin, notamment en Espagne, Turquie, ex-Yougoslavie, Albanie et France.

### 2.2.8 Ressources en eau et leur gestion

Les ressources en eau et leur gestion font l'objet d'un exposé pertinent dans le fascicule 6 du Plan Bleu (Margat, 1994).

L'apport naturel d'eau douce au bassin méditerranéen s'effectue directement par les pluies (et par leur forme indirecte, la neige). On distingue un printemps à faible pluviométrie et un automne à forte pluviométrie, séparés par un été chaud et sec. Les chutes de pluie sont le plus souvent violentes mais de courte durée, et elles peuvent entraîner des inondations catastrophiques. La pluie percole à travers le sol et les roches perméables, alimentant les cours d'eau, les lacs et les nappes aquifères. Après ponction de l'eau par l'homme, les cours d'eau et certains aquifères se déversent dans la mer.

Les bassins versants de la Méditerranée sont tous d'une superficie restreinte, à part celui du Nil dont les eaux sont principalement alimentées par les pluies tropicales (et ensuite stockées dans le réservoir d'Assouan; la partie supérieure du Nil - le haut-Nil - n'est pas ici prise en considération). Seuls cinq bassins versants ont une superficie supérieure à  $50 \times 10^6$  km<sup>2</sup>. Néanmoins, près de 60% de la superficie des terres du bassin méditerranéen sont occupés par des vallées fluviales d'une surface inférieure à  $10^4$  km<sup>2</sup> chacune. La géomorphologie cloisonnée du bassin, notamment sur ses rives Nord, Sud-Est et Est, assure un écoulement fluvial assez rapide.

Les principaux débits moyens annuels (>5 km<sup>3</sup>/an) s'établissent comme suit selon les fleuves: Rhône (54), Pô (47), Ebre (17), Neretva (12), Drin (11), Medric-Evros/Ergene (10), Tibre (7), Ceyhan (7), Adige (7) et Seyhan

(7). Le Nil a un débit de 89 km<sup>3</sup>/an à la hauteur du barrage d'Assouan, mais celui qu'il a à sa jonction avec la mer (environ 5) est fortement réduit par le volume important des ponctions effectuées avant tout aux fins d'irrigation, d'usage domestique et de pisciculture.

Les nappes aquifères et les cours d'eau souterrains annexes sont influencés par cette géomorphologie particulière et sont donc dans l'ensemble d'une taille réduite. On en distingue deux grands types selon la roche-mère: les aquifères karstiques (par ex.: vallée de l'Ebre, Jura et Apennins, Dalmatie, Grèce, sud de la Turquie, Levant, nord de l'Égypte, nord de la Libye, massif de l'Atlas); et les aquifères alluviaux (vallées du Rhône, du Pô, du Nil par ex.). Il existe cependant d'étroites interconnexions entre les aquifères des deux types. De nombreux aquifères côtiers peuvent être autonomes et sous-marins. Les aquifères méditerranéens présentent une grande variabilité et irrégularité en fonction de la situation géologique, des profils pluviométriques et de la fonte des neiges (dans les Alpes). Le débit d'étiage moyen mensuel peut être inférieur à 1% de l'écoulement moyen global sur l'année, mais dans l'ensemble du bassin il s'établit à environ 20%.

Il se produit certains apports d'eau douce de l'extérieur du bassin: ils sont au nord d'environ 25 km<sup>3</sup>/an et au sud d'environ 56 km<sup>3</sup>/an (provenant du haut-Nil par le barrage d'Assouan).

Le bilan hydrologique simplifié du bassin méditerranéen présenté ci-dessous occulte les différences considérables qui existent entre les rives Nord et Sud et sont analysées de manière assez détaillée par Margat (1992). Il occulte aussi les possibilités d'exploitation par l'homme, puisque les sources et les cours d'eau, pas plus que de nombreuses réserves karstiques, ne peuvent être tous maîtrisés et gérés. Néanmoins, la gestion et l'exploitation de l'eau douce ont été pratiquées dans le bassin depuis des temps immémoriaux et par les nombreuses civilisations qui se sont établies et ont prospéré sur son pourtour. Le bassin, tel que nous le connaissons aujourd'hui, et notamment son cycle de l'eau, a donc été façonné par l'homme.

Le bilan hydrologique du bassin

méditerranéen peut se résumer très succinctement par la "fiche bilan" approximative ci-après (établie en km<sup>3</sup>/an).

Les principaux facteurs ont certainement été l'irrigation et la consommation domestique, mais le déboisement a joué un rôle majeur dans la modification du régime hydrologique en favorisant l'érosion du sol et en conférant un caractère irrégulier au système de ruissellement naturel. Le déboisement (réalisé pour obtenir du bois de feu, du bois d'oeuvre, pour libérer des espaces à l'urbanisation, l'industrialisation, l'agriculture et l'élevage a eu aussi des incidences marquées sur la végétation bien caractéristique du bassin; le surpâturage ovin et caprin a, à son tour, entraîné la disparition des anciennes forêts de chênes et leur remplacement par une végétation broussailleuse (garrigue et maquis), bouclant ainsi un cycle important dans le système de dégradation.

La qualité de l'eau varie considérablement selon les sites, mais elle

convient généralement aux principales utilisations; elle est cependant affectée par deux facteurs: i) une turbidité fréquente aux périodes de débit maximal en raison de l'érosion très active du sol et/ou de la roche (les cours d'eau ont habituellement une pente marquée par suite du relief montagneux). La charge sédimentaire, sur une année moyenne, est d'environ 0,66kg/m<sup>3</sup>; ii) une dureté élevée de l'eau en raison de l'étendue importante du sol calcaire, et un manque de pureté dû souvent à la filtration médiocre à travers les sols de type karstique.

En outre, les nappes souterraines des zones côtières sont souvent envahies par l'eau de mer, notamment quand leur remplissage n'est pas entretenu par l'apport d'eau douce; sur la rive Sud du bassin, le climat aride élève également la salinité des eaux souterraines.

Le sol et l'eau sont intimement liés dans les zones du littoral méditerranéen par suite de la formation de lagunes côtières et d'étangs dans les terres deltaïques.

"Profits"		"Pertes"	
Pluies et fonte des neiges	1100	Evapotranspiration	580
Apport extérieur: Nil	56	Evaporation	20
du nord	25	Ruissellement de surface à la mer	475
du sous-sol	1	Ruissellement souterrain à la mer	30
Restitution d'eau (après utilisation)	85	Utilisation de l'eau	165
Total	1267		1270

### 2.2.9 Pétrole et gaz naturel

A l'heure actuelle, l'extraction de pétrole et de gaz à des fins énergétiques ou de transformation chimique constitue l'activité sous-marine la plus importante. Elle est effectuée sur la côte espagnole orientale, sur la côte italienne orientale, dans le golfe de Tarente, au large du sud de la Sicile, sur les côtes grecques de la mer Ionienne et du nord de la mer Egée, au large de l'Egypte, de la Libye, de l'est de la Tunisie, et au large de l'est de l'Algérie.

Le forage pétrolier produit, dans les conditions les plus favorables, des eaux résiduelles sales et de l'huile qui sont rejetées dans le sol, les cours d'eau et la mer. Du point de vue de l'industrie pétrolière, cette utilisation du sol et/ou de la mer est difficile à éviter; cependant, sitôt que le forage a été achevé et les puits reliés au réseau de distribution, cette forme d'activité extractive occupe peu d'espace et n'engendre guère de nuisances pour l'environnement, sauf dans les cas d'accident majeur (qui sont relativement rares à terre; voir aussi la section 2.2.11).

## 2.2.10 Activités extractives

Les activités extractives à terre représentent une importante utilisation du sol, avant tout pour obtenir: du pétrole et du gaz naturel (notamment en Algérie, Egypte, Libye et Syrie, et en Italie pour le gaz naturel); des minerais métalliques comme la bauxite (France, ex-Yougoslavie et Grèce), du fer (Espagne), du chrome (Turquie), du boron (Turquie), du ciment (Italie, Espagne, Grèce et Egypte notamment), des formations rocheuses phosphatées (Tunisie et Jordanie), des gisements d'uranium (France, Algérie, Espagne), de la lignite (Grèce). Les exploitations minières terrestres comportent souvent le rejet de résidus d'extraction (amas de scories de charbon, par exemple) ou de boues métalliques dans le sol, les cours d'eau (et de là à la mer) ou directement dans la mer. L'extraction minière s'effectue verticalement (puits) ou horizontalement (carrières à ciel ouvert pour l'extraction de calcaire, bentonite, lignite, amiante).

Les activités extractives sous-marines en Méditerranée comprennent avant tout le forage pétrolier et gazeux, le dragage de gravier et de sable. En fait, l'exploitation du fond de la mer est encore beaucoup plus coûteuse que l'exploitation à terre, si bien que ce type d'activité n'en est qu'à ses débuts. Comme on l'a déjà noté, la relative étroitesse de la plateforme continentale en Méditerranée restreint les possibilités d'exploitation des fonds marins. Une forme spéciale d'extraction marine est celle du sel opérée par évaporation dans les marais salants du littoral.

Dans les pays où les matériaux de construction sont rares ou onéreux, le dragage de gravier et de sable dans le fond de la mer est souvent une activité importante (ICES, 1992a; Campbell, 1993).

## 2.2.11 Production et consommation d'énergie

Les incidences qu'ont la production et l'utilisation de l'énergie sur la qualité du milieu sont examinées en détail dans le fascicule 7 du Plan Bleu (Grenon *et al.*, 1993).

Comme la production d'énergie (tableau III) ne peut être traitée sur la seule base du bassin et que les statistiques relatives

à la consommation concernant la région ne sont pas aisément disponibles, ces aspects du problème de l'énergie ont été abordés dans le fascicule sur une base nationale. Une distinction est faite entre les pays importants et développés de la rive Nord (Espagne, France, Italie, ex-Yougoslavie et Grèce) et les pays des rives Sud et Est (Turquie, Syrie, Israël, Egypte, Libye, Tunisie, Algérie et Maroc).

Pour le groupe des pays du Nord, la consommation d'énergie primaire a été en 1990 de 550 Mtep (millions de tonnes d'équivalents pétrole), dont la France et l'Italie représentaient à eux seuls 70%, et elle portait sur les formes suivantes (par ordre quantitatif décroissant): pétrole, énergie nucléaire (France avant tout), charbon, gaz naturel, énergie hydroélectrique.

Pour le groupe des pays des rives Sud et Est, le chiffre de consommation correspondant a été de 144 Mtep et portait sur les formes suivantes (toujours par ordre décroissant): pétrole, gaz naturel, charbon, énergie hydro-électrique (pas d'énergie nucléaire). Les premiers consommateurs étaient la Turquie, l'Egypte et l'Algérie. Mais le fossé entre les deux groupes de pays se comble régulièrement.

En ce qui concerne la production d'énergie primaire (situation en 1990), le groupe des pays du Nord n'a produit que 208 Mtep (soit environ 38% de ses besoins, la France occupant le premier rang); les principales sources (par ordre décroissant) étaient: énergie nucléaire (la France y occupant à nouveau le premier rang), charbon, énergie hydro-électrique, gaz naturel, pétrole. Par contre, le groupe des pays du Sud et de l'Est a produit 264 Mtep (soit environ 183% de ses besoins, le Maroc, la Tunisie et la Libye occupant le premier rang); les principales sources (par ordre décroissant) étaient: pétrole, gaz naturel, charbon, énergie hydroélectrique (pas d'énergie nucléaire).

Pour des raisons qui sont avant tout d'ordre économique et de plus en plus d'ordre écologique, peut-être va-t-il s'opérer à la longue une désaffection envers le charbon et le pétrole (sources relativement "sales") en faveur de l'énergie nucléaire (qui est relativement "propre" écologiquement, si les problèmes d'une élimination sans danger des déchets de combustible nucléaire peuvent être résolus,

Tableau III. Production et consommation d'énergie commerciale dans les pays méditerranéens en 1990

Pays	Production d'énergie primaire (10 <sup>16</sup> J)				Consommation d'énergie (10 <sup>16</sup> J et 10 <sup>9</sup> J par habitant)							Rapport P/C *
	Totale	Solides	Liquides	Gaz	Electricité	Totale	Solides	Liquides	Gaz	Electricité	Par habitant	
Albanie	185	35	121	16	13	119	43	51	16	11	37	1.55
Algérie	4,593	0	2,617	1,975	0	1,084	36	295	753	0	43	4.24
Chypre	-	-	-	-	-	52	3	49	-	-	74	-
Egypte	2,331	-	2,047	255	29	1,131	30	817	255	29	22	2.06
France <sup>b</sup>	1,959	362	143	117	1,337	6,528	805	3,209	1,340	1,174	116	0.30
Grèce	329	283	35	4	7	896	321	562	4	10	89	0.37
Israël	2	-	1	1	-	430	109	322	1	-	93	-
Italie <sup>c</sup>	944	12	196	599	138	6,150	565	3,779	1,543	263	108	0.15
Liban	2	-	-	-	2	121	0	118	-	2	45	0.02
Libye	3,239	-	2,868	371	-	629	0	306	323	-	138	5.15
Malte	-	-	-	-	-	21	8	14	-	-	59	-
Maroc	22	15	1	2	4	270	52	211	2	4	11	0.08
Espagne	848	475	33	50	290	2,901	751	1,640	222	288	74	0.29
Syrie	989	-	960	11	17	391	0	363	11	17	31	2.53
Tunisie	209	-	195	14	0	195	3	128	64	0	24	1.07
Turquie	712	500	121	7	84	1,701	654	846	120	81	30	0.42
ex-Yougoslavie	1,037	706	149	82	100	1,681	791	560	230	98	71	0.62

a. Rapport production/consommation; b. Englobe Monaco; c. Englobe San Marino

(Adapté d'après PNUE, 1993)

mais qui soulève aussi un certain nombre de problèmes stratégiques et politiques de sécurité nationale).

Grenon *et al.* (1993) tracent également les perspectives des sources d'énergie dites renouvelables (autrement dit, dépendant plus ou moins directement de l'apport assez constant d'énergie solaire à la Terre).

Un accroissement de la production d'énergie hydro-électrique est possible au Maroc, en Espagne, en ex-Yougoslavie et en Turquie, bien que la construction de barrages crée toujours d'importants conflits environnementaux qui seront mieux compris à mesure que les enseignements tirés d'ouvrages antérieurs seront mieux évalués (les effets du barrage d'Assouan en fournissent un exemple).

Les sources d'énergie géothermique ne sont encore que peu connues et exploitées dans le bassin méditerranéen, bien que celui-ci soit en principe une région "active" à cet égard; cette forme d'énergie (eaux chaudes souterraines, principalement) soulève toutefois quelques sérieuses difficultés pratiques de distribution.

Les possibilités de développement de l'énergie éolienne sont manifestement limitées aux régions les plus ventées: la France (vents de l'Atlantique et mistral), la Grèce (vents méliens) et le Maroc (vents de l'Atlantique), mais aussi la vallée de l'Ebre et l'Andalousie, la Sardaigne et la Sicile. Cette source d'énergie semble susceptible de répondre seulement aux besoins locaux en électricité, mais elle pourrait être importante sur les îles (comme la Crète) où les vents sont assez forts et persistants;

une utilisation courante de l'énergie éolienne consiste à pomper l'eau souterraine à la surface.

L'énergie solaire obéit à plusieurs des mêmes contraintes, étant potentiellement utile, notamment pour l'usage local (chauffage et eau chaude domestiques, par exemple) dans les pays des rives Sud et Est du bassin qui ont un niveau élevé d'ensoleillement.

Les principales sources d'énergie tirées de la biomasse revêtent principalement la forme de bois de feu, de déchets agricoles (cultures) et, en partie, de déchets urbains. Cependant, les possibilités d'exploitation varient considérablement d'un pays à l'autre en fonction de facteurs comme le volume existant et la biomasse potentielle des forêts (si le reboisement est pratiqué assidûment), la nature et la taille de l'agriculture locale comme source de résidus agricoles fermentables; il en va de même pour les déchets urbains, cette source d'énergie thermique étant en rapport avec la taille de la population urbaine et le volume de ses déchets.

Selon l'OCDE (Grenon *et al.*, 1993), la production, la transformation et la consommation d'énergie par l'homme sont responsables de 90% de toutes les émissions d'oxyde de soufre et de plomb dans l'atmosphère; ces polluants sont suivis par les dioxydes d'azote (85%, et 60 à 75% pour le seul oxyde nitreux), le dioxyde de carbone (55-80%), les composés organiques volatils (55%), les particules (40%), le monoxyde de carbone (30 à 40%) et le méthane (d'origine industrielle) (15 à 40%).

### 3. Etat du milieu marin et du littoral

#### 3.1 Littoral

Caddy et Griffiths (1995) ont récapitulé les principaux impacts des activités humaines sur les mers fermées et semi-fermées. La vulnérabilité aux activités humaines des mers fermées et semi-fermées peut se résumer sous quatre grands facteurs (d'après Caddy, 1993): i) l'échelle des apports fluviaux, atmosphériques et côtiers (ruissellement terrestre direct) par rapport à la vitesse d'entraînement jusqu'à l'océan, et le bassin versant et sa pluviométrie par rapport à l'étendue de la mer semi-fermée; ii) le degré auquel les seuils ou les bassins modifient les échanges d'eau avec l'océan et au sein même de la mer semi-fermée; iii) la latitude, la profondeur et donc, dans une certaine mesure, la température et la stratification de la masse d'eau; et iv) la taille des populations résidant le long du littoral et au sein du bassin versant, le niveau d'activités humaines et les pratiques d'occupation du sol. Toutefois, un problème de plus en plus aigu, au plan mondial comme en Méditerranée, tient à la hausse des prélèvements d'eau destinés aux activités humaines à terre et s'accompagne souvent de charges accrues d'éléments nutritifs et d'autres matières dans le rejet résiduel, ce qui modifie la nature des systèmes aquatiques en général - et estuariens notamment.

Depuis sa création, le Plan d'action pour la Méditerranée a souligné la nécessité d'appliquer la gestion intégrée à la zone côtière et la planification intégrée à la protection de son environnement. Au cours de ses dix premières années, le PAM s'est attaché à la surveillance continue de l'état de la mer Méditerranée et aux interventions visant à améliorer l'état du système naturel. On s'est alors rendu compte que les sources de pollution étaient pour la plupart (80%) situées à terre et qu'il fallait adapter le développement

à la capacité réceptrice de l'environnement, ce qui exige en permanence une planification intégrée et une gestion rationnelle des ressources de la région. C'est pourquoi le PAM a centré ses activités sur la zone côtière et sur l'application effective des dispositions du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique de la Convention de Barcelone (Jeftic, 1994). A cette fin, une première enquête sur ces sources terrestres a été menée à bien en 1984 (PNUÉ, 1984); de plus, dix-huit documents d'évaluation concernant des polluants majeurs (parmi ceux énumérés à l'annexe I au Protocole) ont été établis et on y a largement puisé pour l'élaboration du présent rapport.

L'intégration des politiques de l'environnement et de gestion des ressources avec celles de développement de la zone côtière doit par conséquent reposer sur l'identification d'objectifs qui se complètent mutuellement et le recours à des instruments politiques à la fois compatibles et efficaces. Dans le développement de la zone côtière, les politiques macro-économiques doivent prendre en compte, dès leur conception, leurs effets nets sur la planification et la gestion du développement de la zone côtière, du tourisme, etc.

C'est à cette fin que la contribution du PAM a été axée sur l'identification, l'évaluation et la mise en place de mécanismes institutionnels, techniques ou décisionnels appropriés. L'expérience acquise à cet égard a montré que pareille planification intégrée n'a pas encore été pleinement appliquée à la zone côtière dans le bassin. Les méthodes modernes qui le permettraient n'ont pas été largement adoptées et la plupart des plans déjà établis ne prennent pas en compte les rôles de l'atmosphère, des utilisations de la mer dans le littoral et au large et des activités menées dans



l'arrière-pays. L'objectif sous-jacent doit consister à veiller à obtenir une documentation complète sur tout un éventail d'activités dans une zone donnée. Des informations de base sur les zones et les ressources côtières des pays méditerranéens sont présentées sur le tableau IV.

### 3.1.1 Milieu urbain

En Méditerranée, la population du littoral est d'environ 130 millions d'habitants, bien que ce chiffre dépende beaucoup des limites que l'on assigne à la zone côtière. Grenon et Batisse (1989) ont eu recours, "faute de mieux" (en français dans le texte [N.d.T]) aux entités administratives bordant la mer dans chaque pays, bien que la superficie de ces entités dépasse notablement, dans la plupart des cas, ce que l'on entend d'ordinaire par zone côtière, à savoir une bande de quelques centaines à quelques milliers de mètres de part et d'autre du linéaire côtier (interface mer-terre); cependant, aux fins du présent document, ces entités permettent aussi d'utiliser les statistiques puisque celles-ci sont disponibles le plus souvent à ce niveau.

Sur cette population, environ 40% sont concentrés sur la côte, et on s'attend à un doublement d'ici l'an 2025. Le développement urbain résultant de cette concentration exerce une forte pression sur les zones et ressources naturelles, sur les sols (affectés à la construction), sur l'eau (section 2.2.8) et sur l'approvisionnement en énergie (section 2.2.11). Ces pressions se reflètent aussi dans les demandes accrues d'aliments (sections 2.2.5 et 2.2.6), de transports (section 2.2.3) et d'aménagements de loisir (section 2.2.4) et même de santé, de qualité de vie, de qualité d'emploi - notamment dans le secteur des services où un niveau élevé de compétences est habituellement requis: ceux qui possèdent ces compétences sont généralement plus exigeants quant à leurs conditions de vie.

Il est difficile d'affecter un chiffre à la qualité du milieu urbain. Par exemple, la mesure de la pollution atmosphérique (section 3.2) ou du volume de déchets domestiques générés (section 3.1.2) ou même du pourcentage de superficie affecté aux espaces verts constituent tout au plus des indices de cette qualité.

### 3.1.2 Elimination des déchets industriels et domestiques

La quantité de déchets générée par une société humaine est généralement directement fonction de la taille de sa population et de son développement industriel, bien que le type d'une société et de son industrie puisse déterminer la nature et la quantité des déchets produits.

Le rejet des eaux usées est effectué à proximité des grandes villes du bassin et a gravement modifié l'écosystème concerné. Les rejets thermiques (eau des circuits de refroidissement) des usines et centrales du littoral de la Méditerranée peuvent être aussi responsables de cette modification. Par ailleurs, les techniques de lutte antipollution ne se développent pas aussi vite que l'industrie (Ramade *et al.*, 1990).

L'évacuation de déchets industriels et urbains est une utilisation importante de la mer dans le bassin, les principales voies étant le rejet direct par les émissaires côtiers, le rejet indirect par les cours d'eau se déversant eux-mêmes dans la mer, et par l'atmosphère à partir de laquelle les déchets, notamment sous forme particulaire, atteignent la surface de la mer comme dépôts secs ou après lessivage par les pluies (voir section 3.2). La pollution de la mer par certains métaux, composés organochlorés et hydrocarbures de pétrole s'effectue avant tout par le dépôt atmosphérique.

Les rejets industriels directs dans la mer sont généralement dispersés assez vite, principalement par sédimentation des déchets solides et dilution des déchets liquides dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres du point de rejet (c'est ce qu'on appelle le panache fluvial ou le panache du rejet). La dispersion et la dilution sont beaucoup plus lentes si le rejet s'effectue directement dans les cours d'eau, et la flore et la faune en subissent une nuisance d'autant plus forte et prolongée; en outre, les estuaires et les deltas servent souvent de nurseries à maintes espèces d'invertébrés et de poisson, si bien que les premiers stades de la vie peuvent en être sévèrement affectés.

Les déchets gazeux sont avant tout les gaz de combustion (vapeur d'eau, monoxyde et

**Tableau IV. Zones et ressources côtières des pays méditerranéens**

Pays	Longueur des côtes (kilomètres)	Superficie maritime (kilomètres carrés)		Population des agglomérations urbaines côtières (milliers d'habitants)		Volume moyen annuel de marchandises chargées et déchargées 1988-90 (milliers de tonnes métriques)		Ressources "offshore" en pétrole et en gaz						
		Plateau continental jusqu'à 200 m de profondeur	Zone économique exclusive	1980	2000	Pétrole		Production annuelle		Réserves confirmées				
						Brut	Dérivés	Cartageon sèche		Pétrole (milliers de tonnes métriques)	Gaz (millions de mètres cubes)	Pétrole (milliers de tonnes métriques)	Gaz (millions de mètres cubes)	
		1982	1992	1982	1992	1982	1992							
Albanie	418	5.5	12.3	622	1,140	X	71	1,673	0	0	0	0	67	0
Algérie	1,183	13.7	137.2	3,493	7,613	29,110	24,409	15,266	0	0	0	0	0	0
Chypre	648	6.5	99.4	291	457	545 <sup>b</sup>	502	4,586	0	0	0	0	0	0
Egypte	2,450	37.4	173.5	4,246	8,020	146,855	4,204	25,351	28,386	0	755	0	367	142
France	3,427	147.8 <sup>a</sup>	3,493.1	9,380	10,692	68,135	40,443	110,786	0	0	0	0	0	0
Grèce	13,676	24.7	505.1	5,252	6,559	15,407	4,590	26,680	0	299	0	0	4	11
Israël	273	4.5	23.3	2,826	4,110	6,463 <sup>b</sup>	1,412	15,593	0	0	0	0	0	0
Italie	4,996	144.1	552.1	21,232	23,721	89,893	46,074	100,510	498	3,685	10,523	3,618	8	227
Liban	225	4.5	22.6	2,016	3,135	23 <sup>b</sup>	205 <sup>b</sup>	1,058	0	0	0	0	0	0
Libye	1,770	83.7	338.1	1,496	4,322	43,241 <sup>a</sup>	4,545	7,242	0	6,972	0	0	109	3
Malte	140	13.0	66.2	303	327	X	564	1,546	0	0	0	0	0	0
Maroc	1,835	62.1	278.1	5,543	11,472	4,910	140	28,990	0	0	0	0	0	0
Espagne	4,964	170.5	1,219.4	13,903	17,925	47,932	22,958	89,71	1,413	697	0	920	1	7
Syrie	193	X	10.3	266	853	16,233	3,287	6,070	0	0	0	0	0	0
Tunisie	1,143	50.8	85.7	2,476	4,540	4,330 <sup>a</sup>	937	13,762	1,520	1,245	0	0	34	0
Turquie	7,200	50.4	236.6	9,928	17,028	84,837	8,130	40,205	0	0	0	0	0	0
ex-Yougoslavie	3,935	36.7	52.5	1,236	1,767	8,827	3,044	22,946	0	0	0	0	1	0

a. Marchandises chargées; b. Marchandises déchargées; c. Englobe les territoires français d'outre-mer (sauf Polynésie et Nouvelle-Calédonie); 0 = Zéro ou moins de la moitié de l'unité de mesure; X = données non disponibles.

(adapté d'après WRI, 1994)

dioxyde de carbone, dioxydes d'azote et de soufre), le méthane, les chlorofluorocarbures, les composés organiques volatiles, y compris les solvants, les métaux lourds (généralement libérés avec des composés organiques volatiles). Il y a des différences quantitatives et qualitatives entre les gaz émis par les agglomérations urbaines et ceux émis par l'industrie, mais au point de vue qualitatif ils se recourent sensiblement.

L'OMS et le PAM/PNUE ont réalisé une enquête par questionnaire sur les sources terrestres de polluants et, sur cette base, ils ont examiné la gestion des déchets industriels et domestiques concernés. Des réponses aux questionnaires ont été reçues d'Albanie, Algérie, Croatie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Slovénie et Syrie. Il convient toutefois de préciser que certaines des réponses au questionnaire manquaient ou étaient incomplètes. Un certain nombre de tableaux utiles ont été établis et les principaux résultats sont mentionnés aux subdivisions suivantes. Bien que les réponses aient été ventilées par grande agglomération urbaine ou même par site précis de rejet, on ne prend en considération ici que la situation prévalant au niveau national et régional.

#### **Eaux usées**

Les déchets liquides urbains se composent principalement d'eaux usées d'origine domestique et industrielle, de détergents (habituellement avec les eaux usées) et d'huiles lubrifiantes; certains solvants peuvent également en faire partie, mais ils sont généralement évaporés au premier stade du processus d'élimination. La quantité des déchets urbains, solides ou liquides, croît très rapidement, notamment dans les pays ayant des revenus moyens intermédiaires (entre 6.000 et 10.000 dollars E.U. par an).

Les déchets liquides industriels comprennent des eaux usées, des huiles, des détergents, des solvants, des composés chimiques organiques et des eaux chaudes provenant des circuits de refroidissement.

L'enquête mentionnée plus haut a montré que plus de 90% de la population (entendue ici comme celle de la partie méditerranéenne des pays ayant répondu au questionnaire) desservie par un réseau

d'égouts l'est dans un cadre municipal. Bien que le rapport résidents permanents/visiteurs estivaux (touristes, etc.) soit généralement très élevé, la France et l'Espagne (parmi les pays ayant répondu au questionnaire) ont des rapports plus faibles s'établissant à 50-60% (ce qui signifie en gros un doublement de la population côtière en été); on peut en inférer que l'Italie doit également avoir un rapport faible, et que la Grèce et la Turquie s'approchent de ce cas.

Quelque 43% de la population (entendue comme au paragraphe précédent) ont l'inconvénient de ne bénéficier d'aucun traitement secondaire (traitement préliminaire et primaire occupant le reste: environ 8%, tableau V).

Les eaux usées réutilisées le sont: dans l'irrigation (environ 95%), dans les zones à usage récréatif (environ 5%) et une petite fraction dans l'industrie, mais quand elles sont rejetées environ 80% d'entre elles gagnent directement ou indirectement la mer; seules 12% environ sont rejetées dans le sol ou à nouveau utilisées. Le tableau VI indique quelle est l'élimination des eaux usées municipales pour chacun des pays ayant répondu au questionnaire.

#### **Déchets solides**

Les déchets solides urbains se composent avant tout de matières organiques (débris alimentaires), de papier, verre, bois, tissus, plastiques et métaux. Un guide pratique pour la gestion des déchets solides urbains dans les pays côtiers de la Méditerranée a été élaboré par le PNUE (1991). Les déchets solides (détritiques principalement) des habitations et des activités socio-économiques sont soit éliminés dans les décharges soit immergés dans la mer, bien qu'on assiste à un essor de l'industrie de recyclage aux fins de production de papier et de matériaux d'emballage, de matériaux d'isolation composites (lanières de papier dans une matrice de résine), de verre pour la fabrication de bouteilles et de fragments métalliques; cependant, ce recyclage progressif ne s'accompagne encore que d'une réduction modérée du rejet final dans le sol ou la mer.

Les déchets solides industriels se composent de scories (provenant de l'extraction et du traitement du charbon ainsi

Tableau V.

Estimations des quantités annuelles d'eaux usées municipales générées par sept Etats côtiers méditerranéens, et niveaux correspondants de traitement (PNUE/OMS, 1994)

No.	PAYS	EAUX USEES TOTALES 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an		EAUX USEES NON TRAITEES 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an		%	EAUX USEES TRAITEES					
		PRELIM.	%	PRIM.	%		SEC.	%				
1.	ALBANIE	8.52	100	8.52	100	0	0	0	0	0	0	
2.	CROATIE	71.44	86	61.78	86	9.51	13	0	0	0.15	0.2	
3.	CHYPRE	16.66	88	14.75	88	0	0	0	0	2.05	12	
4.	FRANCE	361.02	13	47.70	13	0	0	0	0	313.20	87	
5.	SLOVENIE	6.13	18	1.09	18	0	0	5.04	82	0	0	
6.	ESPAGNE	589.29	31	180.62	31	45.22	8	17.30	3	346.15	59	
7.	SYRIE	24.80	99	24.51	99	0	0	0	0	0.29	1	
	TOTAL	1,077.86	31	339.02	31	54.73	5	22.34	2	661.84	61	

Tableau VI. Elimination des eaux usées municipales pour sept pays méditerranéens (PNUE/OMS, 1994)

No	PAYS	EAUX USEES URBAINES TOTALES (millions m <sup>3</sup> /an)		REJET ANNUEL ESTIME (millions m <sup>3</sup> /an)			QUANTITE ANNUELLE ESTIMEE D'EAUX USEES REUTILISEES (millions m <sup>3</sup> /an)							
		PAR EGOUTS MUNICIPAL.	PAR AUTRE SYSTEME DE COLLECTEURS	DANS LA MER OU LES COURS D'EAU	DANS LE SOL	DANS LE SOUS-SOL	AUTRE	TOTAL PARTIEL	DANS LES BASSINS PISCICOLES	DANS L'INDUSTRIE	DANS LES ZONES RECREAT.	DANS ALIMENT. NAPPES	TOTAL PARTIEL	
1	ALBANIE	7.92	-	-	-	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-
2	CROATIE	50.23	9.58	-	-	-	11.60	-	-	-	-	-	-	-
3	CHYPRE	-	-	-	0.36	14.38	0.84	15.58	-	-	1.11	-	-	1.11
4	FRANCE	359.52	-	-	-	1.50	-	1.50	-	-	-	-	-	-
5	SLOVENIE	5.08	-	-	-	0.94	0.11	1.05	-	-	-	-	-	-
6	ESPAGNE	489.08	5.68	0.33	0.33	-	-	0.33	-	0.05	3.69	-	-	94.98
7	SYRIE	24.45	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	936.28	15.61	0.69	0.69	17.42	12.24	30.66	-	0.05	4.80	-	-	96.09

que de l'industrie sidérurgique), de boues (provenant par exemple du traitement de la bauxite et de l'ilménite -le principal minerai d'où l'on extrait le titane), de poussières et de cendres de combustion, et de résidus d'extraction minière).

En ce qui concerne les boues municipales, le mode d'élimination de plus de 50% d'entre elles n'était pas spécifié dans les réponses au questionnaire susmentionné; environ 33% font l'objet d'un rejet prouvé, et environ 10% sont utilisées à des fins agricoles. Le tableau VII indique la quantité de boues municipales éliminée et ses utilisations.

Plus de deux millions de tonnes de déchets solides sont éliminées par compostage (environ 21%) ou par incinération (environ 7%), mais plus de 70% sont éliminés par des moyens non précisés, toujours selon l'enquête. Le tableau VIII indique les quantités de déchets municipaux générées avec leur mode de traitement ou d'élimination.

### **Déchets dangereux**

Si, d'une manière générale, l'industrie est la première source de déchets dangereux ou toxiques, le développement urbain est la première source de déchets à risques microbiologiques (voir section 3.1.2) ainsi que de détergents et d'huiles lubrifiantes.

Cependant, le projet de protocole (qui doit être soumis aux Parties contractantes à la Convention de Barcelone) relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée résultant des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination spécifique, dans le projet d'annexe I, une liste de vingt et une catégories de substances ou matières qui sont considérées comme dangereuses et de vingt-sept sortes de substances, éléments ou composés dont on estime que la présence dans des déchets rend ces derniers dangereux. La liste englobe tous les éléments, composés et substances qui sont considérés comme des polluants spécifiques dans le présent rapport. Le projet de protocole s'applique aussi à toutes les matières ou substances qui ont une ou plusieurs des caractéristiques physiques susceptibles de les rendre dangereux.

Le projet de Protocole spécifie également quinze opérations qui ne permettent

pas de récupération, de recyclage, de remise en valeur, d'utilisation directe ou d'autres utilisations des ressources, et treize opérations le permettant. Toutes ces opérations reposent sur des applications effectives ou passées. Dans tous les cas, aux termes de ce projet de protocole, les déchets dangereux doivent être gérés d'une manière écologiquement rationnelle.

On ne cherchera pas, dans le présent document, à communiquer les quantités de déchets dangereux gérés par les divers pays ou transportés entre eux. Bien que ces quantités puissent fournir une indication du niveau de risque, on doit constater que la nature d'une matière ou substance donnée, les méthodes d'élimination et leur bonne application conditionnent en grande partie le risque encouru dans un ensemble donné de circonstances. Les réglementations et mesures antipollution concernées, leur application effective ou non, sont des facteurs importants dans l'évaluation du risque. Par exemple, on a déjà brièvement mentionné à la section 2.2.3 la nature des risques encourus dans le domaine du transport maritime en Méditerranée pour quelques substances prises sans ordre d'importance (pétrole brut le plus souvent, en fait).

### **3.1.3 Dégradation du sol, désertification et incendies de forêt**

Ces trois sujets sont étroitement liés. Le sol subit une dégradation quantitative par érosion et une dégradation qualitative par utilisation agricole prolongée sans épandage suffisant d'engrais, par le surpâturage, par l'action répétée de pluies violentes entraînant une lixiviation de produits chimiques essentiels et la perte de sédiment à granulométrie fine, ce qui prive le sol d'une structure appropriée aux réseaux de racines végétales (un sol à grosse granulométrie possède une capacité plus médiocre de rétention de l'eau). Dans certaines régions, sujettes à de longues périodes d'ensoleillement, le sol peut se revêtir d'une croûte qui empêche une pénétration rapide et profonde de l'eau quand les pluies surviennent.

Les incendies de forêt, par leurs effets dévastateurs, privent le sol d'une importante capacité de rétention de l'eau et d'un système anti-érosion.

**Table VII. Elimination des boues municipales pour sept pays méditerranéens (PNUE/OMS, 1994)**

No.	PAYS	TOTAL 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an	REJET 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an	AGRICULTURE 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an	REJET ET AGRICULTURE COMBINES 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an	AUTRE OU PAS INDIQUE 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an
1.	ALBANIE	0	0	0	0	0
2.	CROATIE	1.75	1.75	0	0	0
3.	CHYPRE	5.30	5.30	0	0	0
4.	FRANCE	1,207.37	251.26	155.05	24.62	776.44
5.	SLOVENIE	0	0	0	0	0
6.	ESPAGNE	3,980.85	1,460.95	381.05	194.99	1,943.87
7.	SYRIE	0	0	0	0	0
	TOTAL	5,195.27	1,719.26	536.10	216.61	2,720.31

**Table VIII. Déchets solides municipaux pour sept pays (PNUE/OMS, 1994)**

No.	PAYS	TOTAL 10 <sup>3</sup> tonnes/an	INCINERATION 10 <sup>3</sup> tonnes/an	COMPOSTAGE 10 <sup>3</sup> tonnes/an	AUTRE 10 <sup>3</sup> tonnes/an	REMARQUES
1.	ALBANIE	70.70	-	-	70.70	DECHARGE?
2.	CROATIE	189.75	-	-	189.75	DECHARGE CONTR.?
3.	CHYPRE	97.30	8.30	-	89.00	DECHARGE CONTR.
4.	FRANCE	-	-	-	-	
5.	SLOVENIE	29.39	-	-	29.39	DECHARGE CONTR.
6.	ESPAGNE	1,771.28	154.44	431.58	1,184.67	
7.	SYRIE	144.88	-	44.00	100.88	DECHARGE?
	TOTAL	2,303.30	162.79	475.58	1,664.39	

L'érosion du sol due à la disparition du tapis végétal (comme le déboisement) dans les bassins versants accroît la charge sédimentaire des cours d'eau, les modifications du cycle saisonnier et de la quantité du ruissellement d'eau douce à la mer côtière, ainsi que les niveaux d'envasement (GESAMP, 1993). Des charges sédimentaires fluviales élevées ont des effets néfastes sur les espèces anadromes comme le saumon et l'esturgeon, et sur des organismes marins comme les huîtres. Elles ont aussi de graves effets sur la végétation aquatique qui est souvent d'une importance vitale comme habitat du poisson.

Le résultat ultime de ce processus de dégradation, favorisé par des températures élevées et une faible pluviométrie, est le désert. Ces processus sont exposés de manière détaillée par Mensching (1986).

Le recours à la télédétection par satellite en Méditerranée afin d'y évaluer l'étendue de la désertification et les moindres formes de dégénérescence du sol, de même que les transformations du tapis végétal, sera entrepris au titre du projet DAPHNE du Centre d'activités régionales de télédétection (PNUE, 1995).

Les incendies de forêt ont considérablement augmenté de fréquence au cours des dernières décennies (Marchand *et al.*, 1990; Ramade *et al.*, 1990; tableau IX), que ce soit accidentellement, par suite de l'essor du tourisme et du pâturage, par les gestes de pyromanes ou dans une intention criminelle visant souvent à changer le statut des terres afin d'y permettre la construction immobilière (hôtels, appartements, résidences secondaires) ou le pâturage. Ces causes ont été favorisées par une gestion déficiente des forêts.

Le tableau IX reflète non seulement la fréquence accrue des incendies de forêt mais aussi une meilleure notification des données sur les départs de feu.

La fréquence croissante des incendies de forêt réduit la capacité qu'ont les forêts à se reconstituer. Ce sont le chêne vert, le chêne-liège et le pin d'Alep qui repoussent le plus rapidement, mais il faut compter environ 75 ans pour qu'une forêt de pin d'Alep se reconstitue et, 200 ans pour une forêt de chêne vert.

**Tableau IX. Accroissement du nombre des incendies de forêt dans le bassin méditerranéen pour la période 1970-1985 (adapté d'après Ramade *et al.*, 1990)**

Pays	1970-1975	1975-1980	1980-1985
Algérie	-	-	904
France	3559	5550	5350
Grèce	-	1620	1184
Israël	-	-	899
Italie	4924	4074	11854
Maroc	-	-	185
Espagne	3175	5612	8314
Tunisie	-	-	101
Turquie	-	1108	1204
ex-Yougoslavie	-	752	908
Totaux	11 658	18 716	30903

### 3.2 Pollution transférée par voie atmosphérique

On distingue trois aspects dans le problème de la pollution liée à l'atmosphère: le premier est la pollution atmosphérique proprement dite, avec ses incidences sur la santé humaine et éventuellement sur la météorologie et le climat; le deuxième est le rôle de l'atmosphère dans le transfert des polluants; et le troisième est la contribution de la mer elle-même à la pollution atmosphérique.

Le GESAMP (1989) a procédé à l'examen de l'apport atmosphérique des formes chimiques en traces à l'océan mondial et il a récapitulé les données portant sur la mer Méditerranée.

Le rapport PNUE/OMS (1994) a procédé à un examen détaillé de la pollution de la mer Méditerranée transférée par voie atmosphérique touchant les composés azotés et sulfurés ainsi que les métaux lourds.

Deux importants projets régionaux ont été consacrés aux aspects "transfert des polluants" de la pollution atmosphérique du bassin méditerranéen: DYFAMED (Dynamique et Flux atmosphériques en Méditerranée occidentale - France) est spécifiquement consacré au problème. Dans le cadre d'EROS-2000 (European-River-Ocean System), un projet de la Commission de l'Union européenne concernant la Méditerranée constitue l'un des six sous-projets du programme.

Le principal objectif de Veille de l'atmosphère globale (VAG) de l'OMM, créé en 1989, est de fournir des données sur la composition chimique et les caractères physiques connexes de l'atmosphère et sur leurs interactions avec les océans et la biosphère (Soudine, 1992).

Dans l'un des six sous-projets EROS-2000 précité, on s'est employé à comparer les flux fluviaux et atmosphériques atteignant le nord-ouest de la Méditerranée. Les poussières sahariennes et certains métaux lourds sont avant tout véhiculés par l'atmosphère. Ces substances, associées à d'autres (comme l'azote) jouent un rôle majeur dans les principaux cycles biogéochimiques mais on n'en a encore qu'une connaissance médiocre dans la région méditerranéenne.

Le projet DYNAMED a parmi ses grands objectifs l'étude de la dynamique des flux atmosphériques de polluants et de l'évolution de ces derniers au sein de la colonne d'eau. Les résultats de DYNAMED ont jusqu'ici mis en lumière des fluctuations saisonnières considérables des apports atmosphériques de polluants à la mer et l'existence d'un transfert rapide descendant le long de la colonne d'eau.

La composante MED POL du projet Veille de l'atmosphère globale de l'OMM comprend 15 stations de surveillance; la série (pas encore complètement appliquée) des paramètres mesurés est la suivante: dans les précipitations - pH, conductivité, sulfate, ammoniac, nitrate, sodium, potassium, magnésium, calcium, chlore, cadmium, plomb, cuivre et zinc; dans l'atmosphère - cadmium, plomb, matière particulaire totale, ozone troposphérique. On pourra y ajouter, en temps voulu, le <sup>137</sup>Cs, les transuraniens, les PCB, DDT, HCH, PAH et hydrocarbures particuliers, les sels nutritifs N et P, et le noir de carbone qui est un bon traceur inerte pour valider les calculs des modèles (Soudine, 1993).

On a déjà évoqué le rôle prépondérant joué par l'atmosphère dans le transfert de certains métaux en traces (comme le mercure, le plomb, le zinc), de la plupart des organochlorés (notamment les PCB, DDT/DDE/DDD) et des PAH.

Le devenir des métaux en traces transférés et déposés par l'atmosphère à la surface de la mer est fortement conditionné par le degré de solubilisation dans l'eau de mer, car celui-ci régit dans quelle mesure ils prennent part aux processus biogéochimiques dans la couche de brassage. Les relations phase particulaire/phase dissoute des métaux en traces particulières transférés par voie atmosphérique sont déterminées par la spéciation à l'état solide des métaux dans les aérosols. Le dépôt par gravitation transporte également les aérosols à la surface de la mer dans un état "sec" et ceux-ci réagissent alors directement avec l'eau de mer. Des changements phase particulaire/phase dissoute peuvent être induits dans l'eau de pluie avant le dépôt à la surface de la mer. Ce phénomène peut être très important car le pH de l'eau de pluie peut être considérablement inférieur (plus acide) à celui de l'eau de mer, ce qui conduit à un lessivage accru des métaux en traces des



aérosols (Liss et Slinn, 1983).

Martin *et al.* (1989) ont, pour le nord-ouest de la Méditerranée (les données relatives à la Méditerranée orientale sont encore très claires), comparé les contributions respectives de l'atmosphère et des cours d'eau dans l'apport à la mer de plusieurs contaminants. Ainsi, la contribution (par ordre croissant) du plutonium 238, du phosphore total, de l'américium 241, de l'azote total et du césium 137 se fait avant tout (pourcentage moyen >50%) par rejet fluvial; celle de l'eau se répartit pratiquement à égalité entre ces deux voies; et celle (par ordre croissant) du cadmium dissous, du plutonium 239 + 240, du cuivre dissous, des particules, du cuivre particulaire, du cadmium particulaire, du plomb particulaire et du plomb dissous se fait avant tout (là aussi >50%) par l'atmosphère. La contribution du plomb a lieu par la voie atmosphérique pour plus de 90%.

Les données disponibles (et calculs de modèles) du projet VAG indiquent (Soudine, 1992) qu'une proportion notable des polluants atteignant la mer Méditerranée est transférée par voie atmosphérique à partir de sources côtières et de sources terrestres éloignées. En comparant des sources de cadmium précises et les points récepteurs sur la base de trajectoires atmosphériques de 36 heures, on a pu confirmer le rôle de l'atmosphère et en conclure que les polluants émis dans l'atmosphère de l'hinterland européen peuvent atteindre la Méditerranée dans un délai de 24 à 48 heures; il convient de remarquer que les principales trajectoires sont déterminées par les grands caractères géographiques et le régime des vents dominants examinés à la section 1.3 précédente. Pour le cadmium, on a constaté que le golfe de Lion, le golfe de Gênes, le nord de l'Adriatique et la mer Egée sont les zones marines les plus touchées par le transfert à longue distance de ce métal provenant des principales sources de l'Europe.

Les principales données disponibles pour divers apports atmosphériques à la mer Méditerranée, récapitulées par le GESAMP (1989), concernent presque uniquement le bassin occidental et même sa partie nord-ouest avant tout. Les principaux apports sont ceux de silicium, d'aluminium et de minéraux ferreux, soit des dépôts totaux respectifs de 1535, 435 et  $360 \times 10^6$  kg/an. Pour les éléments traces,

contaminants ou pas, les dépôts annuels correspondants des formes chimiques prédominantes sont: zinc ( $17 \times 10^6$  kg); phosphore ( $16 \times 10^6$  kg); plomb ( $14,5 \times 10^6$  kg); vanadium ( $12,5 \times 10^6$  kg); manganèse ( $11 \times 10^6$  kg); suivent à un niveau bien inférieur le cuivre ( $2,1 \times 10^6$  kg), le cadmium ( $0,5 \times 10^6$  kg) et l'arsenic ( $0,5 \times 10^6$  kg). Le GESAMP communique aussi quelques pourcentages des émissions européennes d'origine anthropique pénétrant dans le nord-ouest de la Méditerranée par la voie atmosphérique: zinc (21%), cadmium (19%), plomb (12%) et cuivre (11%). Pour le zinc et le cuivre, le rapport dépôt humide/dépôt sec est d'environ 4:1. En outre, les flux de dépôt atmosphérique sont accrus par les pluies, car elles lessivent les aérosols de l'atmosphère.

Ni le GESAMP ni le rapport PNUE/OMS (1994) ne présentent de données sur le dépôt atmosphérique de mercure. Goldberg (1976) souligne que le mercure n'a pas seulement une tension de vapeur relativement élevée mais qu'il provient aussi du dégazage de l'écorce terrestre; il communique des taux de dégazage globaux de  $2,5 \times 10^{10}$  à  $1,5 \times 10^{11}$  g/an qui sont à comparer aux rejets estimatifs globaux par les cours d'eau de  $< 3,8 \times 10^9$  g/an; la production globale de mercure se monte à environ  $10 \times 10^9$  g/an. La situation en Méditerranée n'est pas connue, mais les influences anthropiques paraissent négligeables sauf, sans doute, pour des "sites critiques" bien localisés.

L'analyse de nombreux composés organiques de synthèse dans l'atmosphère soulève plusieurs difficultés majeures. Par exemple, le partage de ces composés entre la phase gazeuse et la phase particulaire est fortement conditionné par la suie et la poussière de charbon, puis par la taille des particules, ce qui peut grandement retentir sur la vitesse de dépôt (apport à la mer).

S'agissant des produits chimiques organiques de synthèse dans les eaux naturelles, le flux net s'est produit jusqu'ici de l'atmosphère vers la mer, mais récemment une baisse de la production et de l'émission de nombreux produits chimiques organiques hydrophobes (HOC), comme les PCB et les PAH, a entraîné des niveaux plus faibles de ces composés dans l'environnement, si bien que les flux de HOC à travers l'interface

pourraient s'être inversés et que la mer pourrait être désormais une source de contaminants organiques pour l'atmosphère.

On dispose de très peu de données sur le dépôt atmosphérique en Méditerranée de composés organiques de synthèse. Le GESAMP (1989) communique des valeurs de dépôt humide pour le alpha-HCH ( $1,5 \times 10^6$ g/an), le gamma-HCH ( $8,4 \times 10^6$ g/an), le sigma-HCH (9,9), le sigma-DDT ( $1,3 \times 10^6$ g/an), le sigma-PCB ( $6,8 \times 10^6$ g/an) et le HCB ( $0,2 \times 10^6$ g/an). Une valeur correspondante de  $3,8 \times 10^6$ g/an pour l'apport fluvial de sigma-PCB est aussi communiquée. Dans l'ensemble, les valeurs méditerranéennes sont inférieures à celles de l'Atlantique Nord. En outre, au plan mondial, les apports atmosphériques de ces composés organiques de synthèse représentent 85 à 99% de leurs apports totaux (atmosphériques + fluviaux).

Les principaux effets des oxydes de soufre, du plomb, des oxydes d'azote, du dioxyde de carbone, du mercure moléculaire, du méthane, etc. sur l'atmosphère sont ceux qui sont associés à l'"effet de serre" et ceux qui produisent le smog: en certains sites et sous certaines conditions atmosphériques, notamment celles qui règnent au-dessus des grandes villes, les composés organiques volatiles et les oxydes d'azote sont modifiés par le rayonnement solaire pour donner des oxydants photochimiques qui, en association avec les particules de poussière (formant des noyaux de condensation) et la vapeur d'eau, produisent un brouillard de suie étouffant ("smog"). En plus des formes de pollution précitées, ce phénomène est dû en certains sites à la combustion du kérosène, du charbon ou du bois de feu servant au chauffage domestique, et les produits qui en résultent sont avant tout le dioxyde et le monoxyde de carbone, des substances organiques volatiles et des oxydes de soufre; leurs effets sont similaires à ceux décrits ci-dessus.

Il existe plusieurs autres substances qui jouent un rôle - encore mal compris - dans la pollution atmosphérique. Ce sont: le sulfure de diméthyle, l'oxysulfure de carbone et le méthane - qui présentent des flux importants de la mer à l'atmosphère - et l'oxyde nitreux. Ils sont examinés plus en détail à la section 3.6 sur les changements climatiques.

Loye-Pilot *et al.* (1990) et Martin *et al.* (1989) présentent une masse de données sur l'apport d'azote à la mer par la voie atmosphérique, et les résultats en sont récapitulés dans le rapport du GESAMP (1989). Ce sont quelque  $350 \times 10^6$ kg/an de N qui sont ainsi apportés à l'océan par cette voie, contre  $227 \times 10^6$ kg/an par rejet des cours d'eau. Cet azote est responsable d'une "nouvelle" production primaire équivalant à 10% environ de la production moyenne du bassin occidental et pouvant atteindre jusqu'à 50% sous des conditions oligotrophes (comme celles que l'on rencontre plus fréquemment dans le bassin oriental).

La suie provient de la combustion de toutes sortes de composés organiques. La taille des particules est très petite (de l'ordre du micromètre), offrant ainsi une vaste superficie potentielle à l'adsorption chimique d'autres éléments et composés chimiques, polluants y compris, et faisant de l'atmosphère un véhicule efficace. Du fait de sa faible activité chimique et de sa faible sédimentation dans l'eau de mer, la suie sert de traceur des apports de fines particules atmosphériques dans les eaux de surface marines ainsi que de l'enrobage et du transport des particules dans l'eau de mer. D'autres matières particulaires pourraient jouer des rôles similaires et sans doute très importants dans la dispersion des polluants dans l'eau de mer.

Ramade *et al.* (1990), entre autres, ont attiré l'attention sur les effets souvent graves qu'entraîne une atmosphère polluée (sous la manifestation de pluies acides, par exemple) sur les bâtiments, et par conséquent sur le patrimoine architectural/archéologique de la région, des exemples notoires en étant Athènes, Istanbul et Rome. En outre, les pluies acides, et les photooxydants d'une manière générale, ont des effets graves sur les parties aériennes de la végétation.

### 3.3 Milieu marin

La surveillance continue des sources, niveaux et effets des polluants en mer Méditerranée, et la recherche qui s'y rapporte, ont constitué l'une des pierres angulaires du Plan d'action pour la Méditerranée. Le Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL-Phase I) est le volet

"évaluation de l'environnement" du Plan d'action. Il a été conçu avant tout pour aider les Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles à participer pleinement au programme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution marine, ainsi que pour fournir en permanence des données sur la pollution de la Méditerranée; il est exposé dans le document PNUE (1984).

La surveillance continue des polluants affectant le milieu marin de la Méditerranée répond en premier lieu à l'un des impératifs les plus urgents et à long terme de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles, mais elle implique aussi une meilleure compréhension des relations existant entre le développement de la région et la pollution qui en résulte. La surveillance menée au titre du MED POL a démarré en 1983 par la mise en oeuvre de Programmes nationaux de surveillance et, à l'heure actuelle, 17 pays méditerranéens réalisent des activités et soumettent des données dans ce cadre: Albanie, Algérie, Croatie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Grèce, Israël, Liban, Libye, Malte, Maroc, Monaco, Slovénie, Syrie et Tunisie. Grâce à ce programme, la pollution fait l'objet d'une surveillance régulière à des centaines de stations d'échantillonnage (fig. 2).

Aujourd'hui, à la suite d'efforts concertés au plan international, nos connaissances sur l'état de contamination de la mer Méditerranée sont bien plus étoffées qu'elles ne l'étaient voici vingt ans. Par le biais du MED POL, le Plan d'action pour la Méditerranée a, depuis 1976, coordonné ces efforts avec l'appui des gouvernements de 20 Etats côtiers, de l'Union européenne et des organismes qualifiés des Nations Unies (CEE/ONU, ONUDI, FAO, UNESCO, OMS, OMM, OMI, AIEA, COI). L'exercice a permis d'identifier les polluants prioritaires et d'établir à leur sujet des évaluations qui, dans certains cas, ont abouti à la proposition et l'adoption de mesures antipollution communes de maîtrise et de réduction. Elles ont aussi permis la formulation et la mise en oeuvre d'un programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution - MED POL - Phase II - qui a aidé les pays méditerranéens à évaluer leurs propres problèmes de pollution, à apprécier l'efficacité des mesures antipollution et à mener des

études des tendances à long terme.

Les données obtenues dans le cadre du MED POL servent de base à l'analyse de l'"état de santé" de la mer Méditerranée et des tendances des niveaux de pollution (Jeftic, 1991).

Mais peut-être la tâche la plus importante de MED POL - Phase II est-elle étroitement liée à l'application du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique, lequel prévoit la formulation et l'adoption, par les Parties contractantes, de mesures communes (lignes directrices, normes, critères) pour les substances énumérées à l'annexe I (liste noire) et à l'annexe II (liste grise) du Protocole.

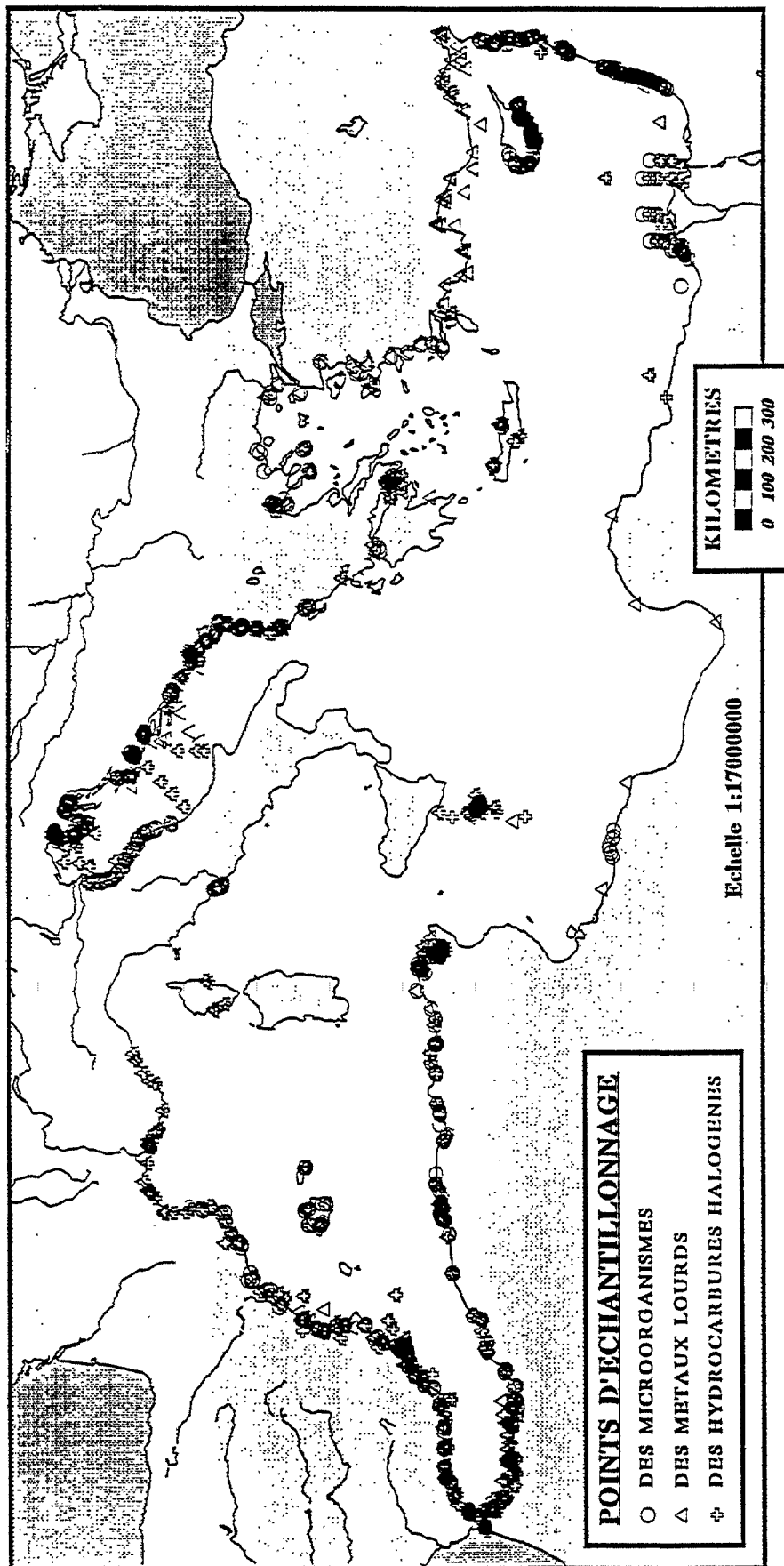
La plupart des données concrètes de la présente section ont été tirées des documents d'évaluation et autres documents techniques du MED POL/PAM.

### 3.3.1 Niveaux de pollution marine

La concentration des polluants marins varie considérablement d'un milieu ambiant, d'une région écologique, d'un groupe faunistique et même d'une espèce et d'un site à l'autre. De ce fait, il n'est pas aisé de confirmer une tendance. Il semble que toute tendance relevée dans la concentration d'un polluant majeur soit liée avant tout aux activités humaines puisque les variations dues aux processus naturels ont plus ou moins atteint un état d'équilibre.

Pour tout milieu ambiant, région écologique, espèce d'organisme marin et site donnés, il est vraisemblable que les concentrations des principaux polluants s'inscrivent dans les fourchettes de valeurs communiquées par Jeftic *et al.* (1990) et le PNUE (1993a). Les sources, apports, niveaux dans l'environnement et dans les produits de la mer des principaux contaminants marins sont également récapitulés dans un rapport OMS (1994).

Non seulement les établissements humains entraînent les problèmes de contamination évoqués à d'autres parties du présent document, mais ils menacent également l'habitat de nombreuses espèces de la flore et de la faune marines: poisson, tortues, oiseaux, mammifères et autres organismes vivant habituellement dans la zone



**Fig.2** Emplacement des stations d'échantillonnage pour la surveillance continue de la pollution marine dans le cadre du programme MED POL (1983-1993)

côtière, dans la mer ou sur la terre proche.

Les principales substances toxiques émises lors de la production, de la transformation et de la consommation d'énergie par l'homme sont: le benzène et d'autres hydrocarbures aromatiques, provenant du traitement du pétrole brut; les métaux lourds, notamment le plomb résultant de la consommation de l'essence au plomb (bien qu'on enregistre maintenant une tendance à réduire cette consommation); et même des substances radioactives provenant de la combustion du charbon et d'autres combustibles lourds.

### Métaux en trace

Dans le contexte du Plan d'action pour la Méditerranée, les principaux métaux en traces sont les suivants: cadmium, mercure, plomb, étain, arsenic, cuivre et zinc, ces deux derniers étant considérés comme biologiquement indispensables aux organismes.

Des problèmes se posent indiscutablement pour mesurer les métaux en traces dans le milieu marin et pour tirer des conclusions valables des données en ce qui concerne la qualité du milieu, la santé et la sécurité du public. Dans le même temps, il est toujours nécessaire, dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, de montrer que de sérieux efforts sont consentis pour mesurer les éléments traces dans les principaux compartiments de l'environnement. Jetic *et al.* (1990) ont fourni des preuves valables de ces efforts.

Dans l'optique de la gestion de l'environnement, il convient d'avoir à l'esprit les difficultés que l'on rencontre le plus souvent et que voici:

Il est important, mais difficile aussi, de s'assurer que les mesures effectuées à un moment et à un site donnés sont de la même exactitude (proches de la "vérité") et de la même précision (cohérence des mesures répétées sur un même échantillon) que celles effectuées à un autre moment et à un autre site, si l'on doit tenir pour réelles les différences relevées entre les zones (par ex., entre les bassins occidental et oriental, entre la zone littorale et la zone du large). En outre, l'exactitude et la précision obtenues ne doivent

pas varier au sein d'un même laboratoire d'analyse. Il est nécessaire d'effectuer des exercices d'interétalonnage à des intervalles réguliers, même si les résultats en sont parfois déconcertants, ce qui implique des normes de référence soigneusement préparées pour chaque élément trace étudié et pour chaque milieu ambiant. Ces normes ne sont pas toujours disponibles pour tous les métaux et tous les milieux. Les problèmes posés par la qualité des données et la valeur de l'interétalonnage sont exposés en détail dans le rapport PNUE (1993a).

Certains des métaux dits en traces dans le milieu marin subissent non seulement des mouvements dus aux activités extractives et industrielles de l'homme mais aussi des mouvements d'origine naturelle au cours de la dégradation des roches par les agents atmosphériques, du transport et du rejet (dans la mer) par les cours d'eau et des émissions se produisant lors de l'activité volcanique et tectonique; il y a des cas bien établis de teneurs naturellement élevées du thon en mercure (par rapport à la plupart des autres poissons) et de bioaccumulation survenant en général dans certains organismes marins (mollusques/crustacés). Les quantités mobilisées par les activités humaines sont souvent réduites par comparaison avec celles qui le sont au cours du cycle biogéochimique normal (le mercure en étant un exemple).

Un autre problème est celui de la spéciation chimique des métaux polyvalents (et de l'arsenic), dû au fait qu'ils ont la capacité d'entrer de plusieurs façons dans des combinaisons chimiques. La valence particulière postulée dépend avant tout des antécédents géochimiques propres des ions métalliques et de la nature du milieu dans lesquels ils peuvent se rencontrer; la voie particulière suivie dans l'environnement est fortement conditionnée par ce processus. Il est également difficile de déterminer le partage d'un métal en traces donné et donc sa probabilité d'aboutir plus ou moins directement dans un réservoir (comme les sédiments) ou dans des biotes de la chaîne alimentaire menant à l'homme. Dans certains cas, la méthode d'analyse elle-même "réduit" le métal présent dans un échantillon de l'environnement à un état monovalent, et les méthodes qui conviendraient à la mesure du principal état de valence restent parfois à mettre au point.

En fonction des circonstances locales (par ex., la proximité d'une source ponctuelle) ainsi que des facteurs susmentionnés, les fourchettes de variation dans l'espace relevées pour la plupart des principaux métaux en traces sont considérables; des observations comparables dans le temps (à savoir, des prélèvements réguliers aux mêmes sites à des intervalles réguliers, les autres paramètres étant maintenus aussi constants que possible) sont moins fréquentes. Comme l'indiquent Jeftic *et al.* (1990), PNUE/COI (1988), Alzieu *et al.* (1991), Gabrielides *et al.* (1990), PNUE/FAO (1986), PNUE/FAO/OMS (1994), PNUE/FAO (1987), PNUE/FAO/OMS (1989) et Michel (1992), on constate, entre divers auteurs pareillement fiables, des différences considérables entre les résultats communiqués pour un élément et un milieu ambiant donnés.

Bien qu'il soit nécessaire de poursuivre une surveillance de routine sérieuse, en affinant sans cesse les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, la question pratique qui se pose avant tout est de contrôler le risque d'apport chez l'homme d'éléments traces toxiques, soit directement par l'alimentation, soit indirectement par le poisson et les mollusques/crustacés cultivés dans des eaux contaminées par ces éléments (voir plus loin à la section 3.3.2).

Les sources, les principales voies de cheminement dans l'environnement et les concentrations connues des métaux en traces dans l'eau de mer, les sédiments et les biotes de la Méditerranée sont récapitulées ci-dessous. Dans l'ensemble, on note une tendance des valeurs dans l'eau de mer à diminuer en fonction de la distance à la côte, mais cela pourrait être aussi en partie dû au fait que, à l'exception du nord-ouest de la Méditerranée, la profondeur de l'échantillonnage était proche de la surface de la mer au large. En outre, certains métaux en traces entrent facilement dans de fortes associations stoechiométriques avec certaines molécules organiques, connues comme agents chélateurs, ou sont fortement adsorbées sur les particules en suspension, si bien que le devenir du métal est lié à celui de la particule ou de la molécule organique; ces molécules et particules sont beaucoup plus abondantes dans les eaux proches du littoral.

#### Les niveaux dans les sédiments marins

sont habituellement bien plus élevés que ceux mesurés dans l'eau de mer et l'on peut les considérer comme des niveaux durables à des profondeurs du sédiment supérieures à 50 cm; en deçà de cette profondeur, il peut en effet se produire une remise en circulation dans l'eau de mer par des organismes - bioturbation - ou par activité physico-chimique de l'eau interstitielle. Ces processus restent peu connus (à l'exception des études très localisées qui en ont été faites).

Les concentrations des métaux en traces dans les organismes marins varient également dans de larges gammes dépassant généralement les teneurs de l'eau de mer et, dans certains cas -comme celui du zinc - les teneurs des sédiments. Toutefois, dans les organismes, comme on l'a déjà vu, la bioaccumulation peut jouer un rôle important.

Les différences relevées entre les principales sous-régions MED POL de la Méditerranée sont exposées par Jeftic *et al.* (1990) et, pour le zinc et le cuivre, par le document PNUE/FAO/OMS (1994); parfois, des données sont communiquées pour des sites précis des sous-régions. Les intervalles de variation au sein d'une même sous-région s'approchent parfois des intervalles de variation relevés entre les sous-régions, mais il convient de souligner qu'on a souvent affaire à d'importantes différences selon les analystes pour des échantillons manifestement comparables (quant au milieu et au site).

Les principales sources (primaires et secondaires) des métaux en traces les plus fréquemment rencontrés sont: les roches (minerais sulfurés avant tout); les activités extractives; le traitement des minerais; la fusion (cuivre, plomb, nickel et zinc); les déchets agricoles, domestiques et industriels; la combustion des combustibles fossiles.

Les grandes voies de cheminement dans l'environnement peuvent se résumer ainsi: roches (après dégradation par le vent et l'eau) et érosion du sol → cours d'eau → mer; ou bien ruissellement → cours d'eau → mer; ou bien émission par combustion, traitement métallurgique, activité volcanique → atmosphère → mer; ou bien ruissellement agricole/ effluents domestiques et industriels via les émissaires → mer ou cours d'eau → mer.

Si l'on envisage les niveaux, qui ne sont présentés ici que comme intervalles compris entre la valeur minimale et la valeur maximale observées, il convient de garder à l'esprit que ces valeurs proviennent d'une vaste gamme de sites d'échantillonnage.

Le cadmium a pour origine: affinage du cuivre (comme sous-produit); traitement du plomb; galvanoplastie; soudure; piles/ accumulateurs; production d'alliages, colorants et PCB; boues d'égout.

Les niveaux dans l'eau de mer couvrent une large gamme de valeurs (PNUE/FAO, 1986; PNUE/FAO/OMS, 1989; Jetic *et al.*, 1990): eaux du large: 0,004 - 0,06  $\mu\text{g/l}$  (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières: <0,002 - 0,90  $\mu\text{g/l}$ , avec une tendance à ce que les valeurs élevées soient en rapport avec des sources (estuaires, exploitations minières littorales).

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle bien plus large: 0,02 - 64  $\mu\text{g/g}$  poids sec.

Les niveaux dans les biotes couvrent pareillement de larges intervalles (selon les groupes d'organismes considérés; PNUE/FAO, 1986; PNUE/FAO/OMS, 1989): plancton 0,4 - 4,6  $\mu\text{g/g}$  p.s.; crustacés 90 - 490  $\mu\text{g/kg}$  poids humide (ou frais) (p.h.); moule méditerranéenne 5 - 1060  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; rouget-barbet 1 - 590  $\mu\text{g/kg}$  p.h.

Le mercure a pour origine: roches (minerais sulfurés avant tout), dégazage (de mercure élémentaire) de la croûte terrestre et des océans, volcans, usines de dialyse chlorosoude, industrie pétrochimique, émissaires d'eaux usées. Une étude de cas spécifique de la pollution mercurielle dans la baie de Kastela, Croatie, a été effectuée (PNUE, 1990). Dans l'ensemble les émissions anthropiques sont notablement inférieures aux émissions naturelles; on a calculé des rapports de 1:4 à 1:30 à partir de données reconnues comme très grossières. Goldberg (1976) indique un rapport de deux ordres de grandeur entre la teneur en mercure des océans mondiaux et la quantité extraite (autrement dit, potentiellement mobilisée) par l'homme.

Les niveaux (de mercure total, Hg-T) dans l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (PNUE/FAO, 1987; Jetic *et al.*

1990; Gabrielides, 1994): eaux du large 5 - 140 ng/l; eaux côtières 1,4 - 2,2 ng/l, avec une tendance à ce que les fortes valeurs soient liées à des sources (notamment l'exploitation minière littorale). Cependant, dans l'ensemble, les niveaux de mercure en mer Méditerranée ne sont pas supérieurs, en moyenne, à ceux relevés hors Méditerranée.

Les niveaux (également de Hg-T) dans les sédiments sont: 0,01 - 0,97 ng/kg p.s., mais le fait qu'en général on n'applique pas et n'interétalonne pas des techniques d'échantillonnage et d'extraction normalisées et qu'on ne prenne pas non plus en compte la répartition granulométrique dans les méthodes d'analyse ne permet pas d'interpréter valablement les résultats obtenus jusqu'ici.

Les niveaux dans les biotes couvrent de larges intervalles (selon les groupes d'organismes considérés; PNUE/FAO, 1987; Gabrielides, 1994): plancton mixte 15 - 4237  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; crustacés 10 - 3000  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; mollusques 5 - 7.000  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; poisson 1 - 7050  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; organismes benthiques 190 - 2750  $\mu\text{g/kg}$  p.h. Une proportion importante, de 10 à 100%, du mercure des organismes peut s'y trouver sous forme de méthylmercure en fonction de toute une série de facteurs tels que l'espèce, l'âge individuel et le tissu échantillonné. Il existe une certaine association entre la quantité de mercure dans les sédiments et la quantité de mercure dans les organismes benthiques locaux.

Jetic *et al.* (1994) accordent une attention toute spéciale au mercure car il fait déjà l'objet dans plusieurs pays méditerranéens d'une législation applicable aux produits de la mer. Ils soulignent qu'il est très difficile de comparer des données provenant de différents pays par suite du manque d'interétalonnage des résultats analytiques. Les niveaux de mercure dissous total, mesuré par les méthodes les plus récentes, peuvent atteindre 8  $\mu\text{g/l}$ , mais le mercure dit réactif (sous une forme sensible aux réactions chimiques) n'atteint que des valeurs moyennes de l'ordre du ng/l. Les mesures comparables effectuées ailleurs donnent généralement des valeurs plus faibles.

Le plomb a pour origine: activités extractives; fusion; industrie sidérurgique; production d'alliages; piles/accumulateurs; combustion de

l'essence au plomb (tétraéthyl de plomb). On a calculé un rapport rejet industriel/rejet domestique de 7:1.

Les niveaux dans l'eau de mer couvrent de larges intervalles de valeurs (PNUE/FAO, 1986; Jetic *et al.*, 1990): eaux du large 0,018 - 0,14  $\mu\text{g/l}$  (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières 0,016 - 20,5  $\mu\text{g/l}$ , avec une tendance à ce que les valeurs élevées soient liées à des sources (production de tétraéthyl de plomb et estuaires).

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle beaucoup plus large: 3 - 3300  $\mu\text{g/g}$  p.s.

Les niveaux dans les biotes couvrent de larges intervalles de valeurs (en fonction des groupes d'organismes considérés; PNUE/FAO, 1986): moule méditerranéenne 50 - 16100  $\mu\text{g/kg}$  p.h.; rouget-barbet 23 - 610  $\mu\text{g/kg}$  p.h.

L'étain a pour origine: additifs antisalissures des peintures marines; fongicides; acaricides; molluscicides; agents conservateurs du bois et de la pierre; désinfectants (l'étain utilisé dans ces produits s'y trouve sous forme de tributylétain/TBT et triphénylétain); antihelminthiques; stabilisateurs des PCV, catalyseurs dans la production des silicones, polyuréthanes, etc. (dibutylétain /DBT et monobutylétain/MBT). L'étain peut se rencontrer aussi sous forme de méthylétain (TMT/DMT/MMT) et d'étain inorganique (Sn-I).

La principale voie atteignant le milieu marin consiste en la lixiviation à partir des tuyaux de refroidissement et des coques de navires (yachts en particulier) dans l'eau environnante.

Les niveaux dans l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (PNUE/FAO, 1989; Gabrielides *et al.*, 1990; Jetic *et al.*, 1990), dépendant dans une large mesure du niveau de la source et de la dilution de l'eau fluviale, estuarienne ou marine (marinas, ports, etc.): le plus souvent 10-1000 ng/l; les intervalles maximaux sont: <2 - 12.150 ng/l (TBT); <1 - 484 ng/l (DBT); <0,5 - 2774 ng/l (MBT), bien que ces valeurs soient généralement bien plus élevées dans la microcouche de surface. Aizieu *et al.* (1991) ont communiqué de nouvelles données sur le

TBT, le DBT et le TPT (triphénylétain) mais elles s'inscrivent dans les intervalles précités.

Les niveaux dans les sédiments ne sont disponibles jusqu'à présent que pour le port d'Alexandrie: 35 - 975 ng/l p.s. (TBT); 10 - 305 ng/l p.s. (DBT); 0 - 330 ng/l p.s. (MBT); 310 - 4720 (Sn-I).

On ne dispose pas de données sur les niveaux dans les biotes en région méditerranéenne (Gabrielides *et al.*, 1990).

Le cuivre a pour origine: activités extractives; alliages; galvanisation; matériel électrique; bijouterie; algicides; agents conservateurs du bois.

Les niveaux dans l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (PNUE/FAO, 1986; Jetic *et al.*, 1990; PNUE/FAO/OMS, 1994; PNUE/FAO/OMS, 1995): eaux du large 0,04 - 0,70  $\mu\text{g/l}$  (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières <0,01 - 50  $\mu\text{g/l}$ , avec une tendance à ce que les plus fortes valeurs soient liées à des sources (rejets du Nil, exploitations minières littorales).

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle bien plus large: 0,6 - 1890  $\mu\text{g/g}$  p.s.

Les niveaux dans les biotes couvrent pareillement de larges intervalles de valeurs (en fonction des groupes d'organismes considérés; PNUE/FAO, 1986; PNUE/FAO/OMS, 1994; PNUE/FAO/OMS, 1995): microplancton 5,9 - 172  $\mu\text{g/g}$  p.s.; macroplancton non gélatineux 12,6 - 71,1  $\mu\text{g/g}$  p.s.; macroplancton gélatineux 2 - 22,4  $\mu\text{g/g}$  p.s.; moule méditerranéenne 2,4 - 154  $\mu\text{g/g}$  p.s.; rouget-barbet 0,0025 - 2,7  $\mu\text{g/g}$  p.h.; algues (*Ulva lactuca*) 2,4 - 154  $\mu\text{g/g}$  p.s.

Le zinc a pour origine: fusion; alliages; sidérurgie; galvanisation; peintures et colorants; piles/accumulateurs; production de produits chimiques organiques; raffinage du pétrole; engrais; pâte à papier; production de rayonne. On a calculé un rapport rejets industriels/rejets domestiques de 2,5:1.

Les niveaux dans l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (PNUE/FAO, 1986; Jetic *et al.*, 1990;



PNUE/FAO/OMS, 1994): eaux du large  $0,4 \pm 0,16 \mu\text{g/l}$ ; eaux côtières  $0,20 - 210,0 \mu\text{g/l}$ . Le rapport PNUE/FAO/OMS (1994) communique un intervalle de  $0,016 - 48 \mu\text{g/l}$  pour une grande variété d'eaux méditerranéennes.

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle bien plus large:  $1,7 - 6200 \mu\text{g/g}$  p.s.

Les niveaux dans les biotes couvrent pareillement de larges intervalles (selon les groupes d'organismes considérés; PNUE/FAO, 1986; PNUE/FAO/OMS, 1994; PNUE/FAO/OMS, 1995): microplancton  $52 - 2500 \mu\text{g/g}$  p.s.; macroplancton non gélatineux  $37 - 228 \mu\text{g/g}$  p.s.; macroplancton gélatineux  $17 - 312 \mu\text{g/g}$  p.s.; moule méditerranéenne  $12 - 644 \mu\text{g/g}$  p.s.; rouget-barbet  $0,1 - 7,1 \mu\text{g/g}$  p.h.; algues *Ulva lactuca*):  $33 - 1549 \mu\text{g/g}$  p.s.

L'arsenic est un sous-produit ou un résidu du traitement des métaux non ferreux (cuivre, zinc, plomb, or et cobalt), de la combustion des combustibles fossiles et du traitement des roches phosphatées et de la bauxite (pour l'aluminium).

Les niveaux de l'arsenic dissous total dans l'eau de mer, en Méditerranée occidentale au-dessous de la zone photique (étant donné que l'arsenic est métabolisé par le phytoplancton) sont:  $1,3 - 1,4 \mu\text{g/l}$  (Michel, 1992). Dans les estuaires et les cours d'eau, les valeurs sont beaucoup plus variables:  $1,5 - 3,75 \mu\text{g/l}$  dans le delta du Rhône.

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle bien plus large: des valeurs de  $40 \mu\text{g/g}$  p.s. et d'environ  $1400 \mu\text{g/g}$  p.s. ont été relevées dans le port du Pirée et le golfe Saronique, respectivement; mais dans les sédiments du large, les valeurs tendent vers des niveaux authigènes et l'arsenic y est probablement d'origine océanique. L'arsenic particulaire en suspension tend à décroître en fonction de la salinité.

Les niveaux dans les biotes couvrent pareillement de larges intervalles (non seulement d'une espèce à l'autre mais aussi au sein d'une même espèce) et souvent en rapport avec la proximité d'une source ponctuelle (Michel, 1992): algues  $3 - >200 \mu\text{g/g}$  p.s.;  $6 - 19 \mu\text{g/g}$  p.s. dans *Ulva lactuca*;  $34 - 40 \mu\text{g/g}$  p.s. dans *Porphyra umbilicalis*;  $9 - 59 \mu\text{g/g}$

p.s. dans la moule méditerranéenne;  $14 - 27 \mu\text{g/g}$  p.s. dans les huîtres (*Crassostrea gigas*);  $3 - 26$  dans les coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*);  $7 - 14 \mu\text{g/g}$  p.s. dans les crevettes (*Crangon crangon*). Les valeurs dans le poisson sont très variables selon l'espèce, la taille individuelle et les habitudes alimentaires.

### Organochlorés

Les principaux contaminants organohalogénés dans le milieu marin et côtier méditerranéen sont les PCB, le DDT et ses métabolites (DDE et DDD), l'hexachlorohexane (HCH), l'hexachlorobenzène (HCB), l'heptachlore et les pesticides aldrine, dieldrine (époxyde de l'aldrine) et l'endrine (un stéréoisomère de la dieldrine) (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991). La majorité des organohalogénés sont libérés de leurs sources dans l'atmosphère, et en particulier des sols par deux processus appelés "évaporation en mèche" et "déplacement par adsorption" (Goldberg, 1976). Ces mécanismes permettent d'expliquer leur vaste distribution dans l'atmosphère et dans divers milieux à distance des sources. De plus, il se produit sans aucun doute une certaine restitution de la mer à l'atmosphère par évaporation de la surface de la mer et purge par bulles crevant en surface ou par "entraînement ascendant" par les nébulisations marines. Néanmoins, ceux des organochlorés (la majorité) qui sont utilisés dans l'agriculture sont aussi lessivés du sol dans les cours d'eau, puis de là dans la mer, ou gagnent directement la mer par les émissaires ou le ruissellement.

Plus de 80% des apports totaux dans la mer s'effectuent par l'atmosphère, et moins de 20% par les cours d'eau. Les pesticides agricoles transférés par l'atmosphère à partir de sources terrestres peuvent atteindre la mer, mais sur une vaste superficie (régionale, sinon mondiale) en sorte que l'effet sur la mer côtière n'est pas aisément quantifiable et est probablement modéré (Goldberg, 1976). La plupart des organohalogénés ne semblent pas persister dans l'eau ou les sédiments marins mais suivre des filières biogéochimiques assez complexes (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991 et PNUE/AIEA/COI/FAO, 1992).

L'incertitude analytique appréciable des mesures d'organochlorés dans les échantillons marins et, dans le contexte méditerranéen, la

couverture extrêmement inégale des compartiments environnementaux (comme l'air, l'eau, les sédiments et les biotes) et des sites d'échantillonnage rendent hautement problématique l'évaluation des données et des résultats.

Il existe une gamme étendue de niveaux dans l'eau de mer, en fonction du type d'échantillon d'eau (par ex., microcouche de surface, eau de surface, phase dissoute dans l'eau de mer, eau de subsurface) et du site d'échantillonnage; seuls les PCB ont fait l'objet d'une analyse satisfaisante dans les échantillons d'eau du large en Méditerranée.

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des hydrocarbures industriels utilisés comme fluides diélectriques des transformateurs et condensateurs, comme réfrigérants et plastifiants dans certaines peintures. Ils sont ubiquistes dans l'atmosphère et sont transférés à la mer en y étant entraînés par la pluie et par le dépôt sec. Dans la mer, ce sont des composés réagissant avec les particules et se partageant entre phase lipidique et phase organique.

Les niveaux dans l'eau de mer (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991 et PNUE/AIEA/COI/FAO, 1992) atteignent 548 ng/l et même 597 ng/l dans la microcouche de surface.

Les niveaux dans les sédiments couvrent un intervalle bien plus large: jusqu'à 16.000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.s., bien que la plupart des minima observés soient inférieurs à 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.s.

Les niveaux dans les biotes couvrent pareillement de larges intervalles (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991 et PNUE/AIEA/COI/FAO 1992) et sont très variables chez la plupart des espèces, mais avec une certaine relation à la proximité d'une source spécifique: les valeurs atteignent jusqu'à 453  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.h., bien que la plupart des minima observés soient inférieurs à 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  p.s.; les plus fortes teneurs en PCB sont relevées dans les moules et le poisson.

Le DDT est un insecticide bien connu et puissant utilisé à une échelle mondiale pour lutter notamment contre la propagation du paludisme par les moustiques. Il a cependant

été incriminé dans la disparition de populations d'oiseaux par amincissement de la coquille d'oeuf et dans la parturition prématurée des phoques. Bien que son emploi soit interdit en Europe, il est encore utilisé dans certains pays riverains de la Méditerranée. Le DDT est métabolisé en DDE qui est très rémanent dans l'environnement et est considéré comme un produit métabolique terminal présentant une toxicité considérable. Le dépôt de DDT en Europe du Nord est aujourd'hui 5 à 10 fois plus important qu'à des latitudes similaires en Amérique du Nord.

Comme pour les PCB, la plus forte teneur en DDT est relevée dans les moules.

Les hexachlorohexanes (HCH) sont un mélange d'isomères dont l'un (le gamma-HCH, ou lindane) est un insecticide. L'atmosphère est la voie principale (99% de l'apport total) dans la distribution globale des HCH, mais ils sont extrêmement solubles dans l'eau si bien qu'ils peuvent être lessivés par la pluie dans l'atmosphère et s'accumuler dans les biotes aquatiques.

L'hexachlorobenzène (HCB) se rencontre avant tout comme produit industriel, bien que ses sources (comme contaminant marin) ne soient pas encore connues avec précision. Il peut servir de fumigant et fongicide dans l'entreposage des céréales. Il peut être enrichi dans les milieux aquatiques de la même manière que les PCB.

L'heptachlore est un insecticide que l'on trouve dans le chlordane technique. Il est dégradé ou métabolisé dans l'environnement et est souvent décelé sous la forme de son époxyde.

### Pesticides agricoles

Les plus répandus sont l'aldrine, la dieldrine et l'endrine, mais il y en a d'autres d'usage courant dans le bassin méditerranéen: chlordane, endosulfan ou thiodan, toxaphène ou camphechlore, mirex, captan, dicofol ou kelthane 2,4-D et dichlorophène. Le document PNUE/AIEA/COI/FAO (1992) souligne cependant qu'ils ne constituent qu'une fraction réduite de l'ensemble des pesticides agricoles utilisés.

## Herbicides agricoles polaires

Les herbicides que l'on décèle le plus couramment dans la mer Méditerranée sont l'arazine, l'alachlore, le métolachlore et le molinate, tous étant largement utilisés dans l'agriculture et l'horticulture (Readman *et al.*, 1993), de même que les triazines utilisées comme additifs biocides dans les peintures marines (Readman *et al.*, 1993a).

La principale voie de cheminement du premier groupe est le lessivage des terres agricoles jusqu'aux cours d'eau, et de là dans les estuaires et la mer. Contrairement aux pesticides et organochlorés hydrophobes comme le DDT et les PCB, ces composés se fixent médiocrement au sol, aux sédiments, aux matières organiques et aux organismes, et ils sont avant tout transportés en phase dissoute. La région méditerranéenne étant le bassin de drainage de vastes zones agricoles, comme celles des vallées de l'Ebre, du Rhône, du Pô et du Nil, a probablement d'importantes concentrations de ces composés polaires, mais peu d'études spécifiques leur ont été consacrées.

Les niveaux dans neuf cours d'eau, deux golfes de Grèce et dans la mer Adriatique Nord sont communiqués par Readman *et al.* (1993). Ils sont  $<1,5 \mu\text{g/l}$  et habituellement  $<<1,5 \mu\text{g/l}$ . Ils sont modérément rémanents dans les sédiments; les valeurs relevées dans les sédiments des golfes précités et dans les deltas de l'Ebre et du Nil sont  $<5 \mu\text{g/g p.s.}$  et habituellement  $<<5 \mu\text{g/g p.s.}$  (Readman *et al.*, 1993). Dans l'ensemble, les concentrations diminuent vers le large.

Les niveaux de triazine dans les eaux littorales de la Côte d'Azur sont en rapport étroit avec des sources (marinas, ports) et varient de  $<5$  à  $280 \text{ ng/l}$ ; les valeurs dans les ports de commerce ont tendance à être inférieures à celles des marinas (Readman *et al.*, 1993a).

## Composés organophosphorés

Ce sont des composés organiques de synthèse; quelque 58 d'entre eux sont utilisés comme pesticides et 13 autres servent à des usages non pesticides (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991a); au cours des vingt dernières années, les pesticides OP ont eu tendance à remplacer

les pesticides organochlorés rémanents. On les utilise avant tout comme agents insecticides, acaricides, nématicides, antihelminthiques, fongicides, et herbicides, et, au plan industriel, comme ignifuges, plastifiants, solvants, agents antimousse, fluides hydrauliques, lubrifiants, dispersants et détergents.

D'une manière générale, les OP sont instables dans l'eau, mais certains d'entre eux ont une très haute toxicité. Les données sur leurs niveaux dans le milieu marin méditerranéen sont très rares. La plupart des recherches menées sur les OP ont trait à leur toxicité (PNUE/FAO/OMS/AIEA, 1991a).

## Hydrocarbures de pétrole

Hydrocarbures de pétrole et pétrole brut. Les informations disponibles sur les apports en mer Méditerranée sont encore restreintes, de même que sur les principaux processus (comme la biodégradation) de leur cycle biogéochimique. Malgré cela, les données sur leurs niveaux dans l'eau (phases dispersée/dissoute et particulaire) et sur les plages (goudrons) se sont accrues considérablement ces dernières années, tandis qu'elles restent assez pauvres sur leurs niveaux dans les sédiments et les organismes (PNUE/COI, 1988).

La complexité physico-chimique du pétrole et les difficultés d'analyse qui en résultent ont rendu très problématique l'intercomparaison des échantillons (sites, compartiments de l'environnement, etc.).

Les niveaux d'hydrocarbures dissous/dispersés dans l'eau de mer varient de  $0 \mu\text{g/l}$  à  $5 \mu\text{g/l}$ , avec quelques valeurs dépassant  $10 \mu\text{g/l}$ . Le goudron, qui flotte dans la mer jusqu'à ce qu'il se dépose sur les rivages, varie dans l'eau de mer de  $0,6 \text{ g/m}^2$  à  $130 \text{ g/m}^2$  et sur les plages de  $0,2 \text{ g}$  à  $4388 \text{ g/m}$ . Il existe des indices d'une réduction de ces niveaux de goudron au cours des dernières années, notamment en Méditerranée orientale.

Il existe également des indices d'une tendance des hydrocarbures de pétrole à s'accumuler dans les sédiments. Une large gamme de niveaux est fournie par le document PNUE/COI (1988), et l'on s'efforce d'y établir un état du bilan matière. Exprimé en quantités annuelles ( $\times 1000$  tonnes), la répartition proposée est la suivante:

- microcouche de surface: 0,018
- phase dispersée/phase dissoute: 30 (eau de surface) et 72 (eau de subsurface)
- goudron: 8,8 (flottant) et 100 (plages)
- sédiment: 230 (floculeux superficiel) et 120 (combiné)
- organismes: 0,220
- atmosphère: 155

Les huiles lubrifiantes, bien qu'elles soient tirées du pétrole, sont des produits ayant subi un traitement poussé et qui offrent une vaste gamme d'utilisations industrielles et domestiques; outre leur emploi le plus patent - comme lubrifiant moteur et machine - ils sont aussi utilisés comme fluides de refroidissement (huiles et émulsions huile-eau) dans divers procédés métallurgiques, dans les transformateurs, le traitement du caoutchouc, la filature et la distribution du gaz naturel (PNUE/ONUDI/OMS, 1989). Lors de la fabrication des huiles lubrifiantes, plusieurs autres composés leur sont ajoutés selon l'usage auquel on les destine: composés de baryum, zinc, sodium et phosphore, anti-oxydants et anti-poussière. De plus, certains composés comme les PAH sont extraits par solvant lors du traitement.

Bien qu'on puisse admettre que les huiles lubrifiantes se comportent avant tout comme des hydrocarbures de pétrole, cette source de contamination marine n'a pas donné lieu à beaucoup de mesures et l'on a eu recours à des estimations reposant sur des extrapolations à partir du nombre de véhicules en circulation, des quantités traitées dans les réseaux d'élimination de déchets municipaux, etc. (PNUE/ONUDI/OMS, 1989). Les principales difficultés soulevées par les études de ce type sont la distinction entre huiles lubrifiantes et hydrocarbures dans le milieu marin et la dissémination des sources d'huiles lubrifiantes par comparaison avec celles d'hydrocarbures de pétrole.

### Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les PAH sont un groupe de substances principalement formées par la combustion incomplète de matières organiques (comme le pétrole, le charbon, les hydrocarbures). Ils sont extrêmement hydrophobes et sont transportés avant tout à la mer par des aérosols; certains sont cancérigènes et, dans ce cas, ils sont

aussi généralement mutagènes (PNUE/OMS/FAO, 1993 et OMS/PNUE, 1990).

Peu de données sont disponibles sur les niveaux de PAH dans le milieu marin. L'intervalle des valeurs dans les moules de la côte Ligure, pour huit PAH, est compris entre 0 ng/g (pour trois PAH) et 80,24 (pour le fluoranthène), apparemment sur la base du poids humide, car d'autres données communiquées dans l'évaluation PNUE/OMS/FAO (1993) pour la mer Ligure concernant *Mytilis* sp. varient de 14 à 571 ng/g p.s.. La fourchette de valeurs pour le delta de l'Ebre et la côte de Barcelone est beaucoup plus réduite, et concerne avant tout les C<sub>1</sub>-phénanthrènes.

Le niveau dans les sédiments du delta de l'Ebre varie de 0,2 à 36,5 ng/g p.s., et dans ceux de la côte de Barcelone de 0 à 797 ng/g p.s.

### Radioactivité

Il existe au moins 60 radionucléides naturels, dont 14 sont produits par radioactivation de l'atmosphère de la Terre par des réactions nucléaires ou bombardement par des particules de rayonnement cosmique. Les autres sont considérés comme ayant été présents dans les éléments constitutifs de la Terre. La vie a évolué en présence de ces nucléides, si bien que les problèmes liés à l'environnement concernent avant tout les nucléides créés ou mobilisés au cours des activités humaines (centrales nucléaires, retraitement du combustible nucléaire, essais d'armes nucléaires, médecine nucléaire, physique nucléaire, etc.). Il existe actuellement dans le bassin méditerranéen 29 centrales nucléaires, plus 4 en construction et 2 usines de retraitement, la plupart étant implantées sur les cours de l'Ebre, du Rhône et du Pô (PNUE/AIEA, 1992).

Les voies de cheminement dans l'environnement et le comportement chimique des radionucléides sont considérés a priori comme identiques à ceux de leurs homologues stables (non radioactifs), bien que, dans certains cas (ruthénium 106, césium 144) la forme chimique ou espèce du radionucléide libéré diffère de celle de son homologue stable. La radioactivité proprement dite, bien que présentant souvent un risque important pour

l'environnement, n'a pas d'effets notables sur les processus biogéochimiques.

La contamination radioactive de la mer Méditerranée, avant et après l'"injection" due aux retombées de l'accident de Tchernobyl, est donnée dans l'évaluation PNUE/AIEA (1992).

Ainsi, en Méditerranée occidentale, la réserve de  $^{137}\text{Cs}$  est aujourd'hui supérieure de 36% à ce qu'elle était avant l'accident de Tchernobyl; les quantités ajoutées proviennent de débris des retombées.

Il subsiste des concentrations de  $^{137}\text{Cs}$  supérieures aux concentrations de fond naturelles dans la masse d'eau intermédiaire du bassin du Levant. Par contre, l'élément transuranien  $^{239}\text{Pu}$  associé à cette masse d'eau reste stable. Le pic de  $^{137}\text{Cs}$  peut servir de traceur de la masse d'eau intermédiaire du Levant en Méditerranée occidentale.

Le taux actuel d'élimination de  $^{239}\text{Pu}$  des 1000 premiers mètres de profondeur de la Méditerranée occidentale jusqu'à des profondeurs plus grandes est estimé à 2-4,5% de la réserve annuelle stable. Par conséquent, la répartition verticale de  $^{239}\text{Pu}$  pourrait être un traceur précieux du transfert vertical de particules jusqu'aux eaux profondes.

### **Organismes marins pathogènes: qualité des eaux de baignade et des eaux conchylicoles**

Les risques sanitaires provenant des organismes pathogènes présents dans le milieu marin de la Méditerranée ont été récapitulés dans l'évaluation OMS/PNUE (1991) et dans l'évaluation OMS (1994). Les principaux organismes sont: des bactéries (pour la plupart des genres *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Campylobacter*, *Escherichia* et *Aeromonas*); des virus (avant tout 5 types d'entérovirus, y compris le virus de l'hépatite A, les adénovirus et les rotavirus); des champignons (avant tout des genres *Candida*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Fusarium* et *Rhizopus*); des microparasites (avant tout des genres *Entamoeba*, *Giardia*, *Balantidium* et *Naegleria*); et des algues toxiques (avant tout des genres dinoflagellés *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Dinophysis* et *Alexandrium*).

On considère que ces organismes

pénètrent dans le milieu marin le plus souvent par les rejets municipaux d'eaux usées, bien que l'atmosphère puisse être une voie importante et que l'on ne puisse écarter une contribution des eaux de baignade elles-mêmes (contamination par les estivants). Les principaux rejets préoccupants dans le contexte présent sont ceux qui sont effectués directement dans le milieu marin côtier; bien qu'ils ne doivent pas être négligés, les rejets dans les cours d'eau sont susceptibles d'atteindre la mer dans un état de grande altération (au point de vue du nombre des germes, de la toxicité, etc.).

On connaît mal le devenir dans la mer des microorganismes non marins précités, notamment des virus, champignons et microparasites. On sait toutefois que la salinité, la température de l'eau de mer et le rayonnement solaire, de même que la présence de prédateurs naturels et de contaminants dissous dans l'eau de mer affectent la survie des organismes pathogènes rencontrés. La floculation de cellules microbiennes et leur sédimentation ultérieure peuvent également être importantes et expliquer leur enrichissement dans les sédiments marins superficiels. Les streptocoques fécaux survivent plus longtemps que les coliformes fécaux.

La méthode classique de détermination de la qualité microbiologique ou sanitaire de l'eau consiste essentiellement à dénombrer les bactéries coliformes, fécales et non fécales, ce qui explique sans doute pourquoi l'on a si peu de connaissances sur les organismes pathogènes non bactériens.

On a enregistré au cours de ces dernières années une très nette amélioration des eaux de baignade côtières dans le bassin méditerranéen si l'on en juge par les données CEE communiquées pour l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce, les taux récents (1992) de qualité acceptable des eaux de baignade à des stations balnéaires étant de 74%, 87%, 92% et 97% pour ces pays respectivement (OMS/PNUE, 1994). Cependant, un certain nombre d'autres pays, notamment l'Albanie, l'Algérie, la Croatie, Chypre, l'Égypte, Israël, Malte, le Maroc, la Syrie et la Tunisie, ont également pratiqué la surveillance continue de leurs eaux de baignade ces dernières années, dans le cadre de la Phase II du programme MED POL; malgré tout, on ne dispose pas

encore de données valables et comparables. Ces améliorations résultent sans aucun doute de la demande croissante en qualité microbiologique de l'eau de la part des populations touristiques et résidentes. On prête désormais aussi davantage d'attention au sable des plages puisque celui-ci peut être contaminé par certaines organismes pathogènes et être ingéré par les personnes pratiquant la natation et le bain de soleil (notamment les enfants).

Les effets sur l'homme et sur les principaux organismes marins sont évoqués à la prochaine section, mais il se produit des effets indirects par la consommation d'organismes marins eux-mêmes "infectés" ou "pollués" par les organismes microbiens précités; c'est notamment le cas des mollusques/crustacés cultivés pour la consommation en raison de la concentration des espèces sous mariculture et du fait que ces élevages sont souvent situés à proximité de leur principal débouché commercial - les populations urbaines côtières - et donc à proximité des grandes sources de contamination comme les émissaires d'eaux usées. Ainsi s'est-on avant tout préoccupé de la qualité des mollusques/crustacés et de l'eau dans laquelle ils sont élevés (PNUE/OMS, 1987; PNUE/OMS, 1991a; PNUE/OMS, 1991b).

Les résultats d'une étude MED POL (1976-1981) indiquent que, si une majorité des sites échantillonnés (47% - 86%, toutes données réunies) présentaient une qualité d'eau satisfaisante, peu d'entre elles (0% - 21%, toutes données réunies) témoignaient d'une qualité satisfaisante des mollusques/crustacés (selon les critères retenus dans le projet et sans épuration des mollusques/crustacés dans l'eau de mer propre). Il est probable que, avec la demande en aliments de meilleure qualité de la part des populations touristiques et résidentes, la qualité de la chair des mollusques/crustacés et des eaux conchylicoles est en train de s'améliorer.

### Détergents anioniques

Les plus importantes sources de détergents anioniques en mer Méditerranée sont situées à terre. Les renseignements concernant les quantités de détergents anioniques atteignant la mer Méditerranée sont clairsemés (PNUE/OMS, 1994a). Une étude pilote de surveillance réalisée en 1992 a permis

d'obtenir quelques données sur leurs niveaux: dans l'eau de mer, ils variaient de 0,01 à 4,2 g/l, dans les effluents de 0,11 à 34,07 g/l, et dans les cours d'eau de 0,06 à 26,86 g/l. Cependant, cette étude s'est limitée à quelques zones côtières et les résultats ne peuvent être interprétés comme fournissant une indication sur la situation prévalant dans l'ensemble de la Méditerranée.

Les détergents anioniques sont souvent considérés comme une nuisance pour l'environnement; bien qu'ils soient rapidement métabolisés chez l'homme, ils ont quelques effets négatifs sur les écosystèmes.

### Détritus d'origine anthropique

Il n'est pas facile de quantifier un polluant si hétérogène dans le milieu marin; la grande préoccupation concerne d'abord les substances artificielles persistantes, à savoir les matières synthétiques et plastiques. Les sources, apports et répartition des débris sont récapitulés dans l'évaluation PNUE/COI/FAO (1991). Les résultats d'une enquête menée dans treize pays méditerranéens sont communiqués par Gabrielides *et al.* (1991).

Les principaux constituants des ordures côtières, par ordre quantitatif décroissant, sont: les plastiques (fragments, feuilles, sacs, récipients), le bois (bois dérivants, cageots), le métal (boîtes de conserve et canettes, vaporisateurs), le verre (bouteilles), le polystyrène expansé (une forme spéciale de plastique uréthane caractérisé par une flottabilité élevée dans l'eau), les engins de pêche (actuellement rares, sauf en Turquie), les matériaux de construction (également rares actuellement, sauf en Sicile), le caoutchouc (mais pas le caoutchouc mousse), et divers autres objets (tissus, papier, carton, denrées alimentaires).

La flottabilité des débris dépend non seulement de leur densité (par ex., le bois, le polystyrène) mais aussi de leur forme quand elle emprisonne de l'air (bouteilles et canettes vides, etc.).

Les débris des fonds marins sont ceux qui déposent et qui comprennent avant tout les objets en métal, en bois imprégné d'eau, en verre, les engins de pêche, certains plastiques (feuilles, sacs, récipients).

Les principales sources de ces débris sont les activités domestiques et industrielles, et les principales voies de cheminement sont le rejet direct dans la mer ou les décharges côtières; le public fréquentant les plages y abandonne aussi des quantités importantes; les navires - surtout les long-courriers - peuvent aussi immerger leurs ordures dans la mer. Il est manifestement très difficile de préciser les sources car plusieurs peuvent intervenir en même temps à un même site. On doit habituellement avoir recours à des études par déduction. Plusieurs de ces études sont signalées dans l'évaluation PNUE/COI/FAO (1991). Etant donné les fluctuations importantes de la composition des débris en fonction de l'emplacement et du moment et l'utilité d'un comptage ou d'une pesée des objets, les comparaisons intra-régionales sont d'une valeur douteuse, mais le bassin méditerranéen, étant une mer semi-fermée, semble présenter un niveau de débris marins plus élevé que la plupart des régions maritimes ouvertes.

### Charge de poussière

La poussière, bien que n'étant pas en soi un contaminant, est un facteur important de fixation des polluants; bon nombre de ces derniers s'attachent de préférence aux particules de poussière atmosphériques qui déposent à l'état sec à la surface de la mer ou sont lessivées de l'atmosphère par les pluies. Ainsi, les poussières sahariennes, bien que n'étant pas elles-mêmes notablement chargées de polluants, contribuent à véhiculer les polluants dans la mer Méditerranée ou dans sa zone côtière. Les ions calcium peuvent servir de traceurs des apports de poussières sahariennes, et le pH des précipitations en mer permet de différencier les poussières d'origine saharienne de celles qui sont d'origine industrielle. La télédétection par satellite est un outil précieux pour évaluer la charge de poussières sahariennes au-dessus de la Méditerranée (Moulin *et al.*, 1994).

### Autres contaminants/polluants éventuels

Les organosiliciés peuvent aussi constituer une nuisance pour l'environnement (PNUE, 1987a). On distingue deux groupes d'organosiliciés: les dérivés siliciés de composés organiques, qui sont potentiellement un groupe à composition non limitée dans

lequel le silicium peut remplacer un carbone ou un hydrogène; et les siloxanes. Dans le premier groupe, le silicium ne modifie pas les caractéristiques de base du composé organique parent, et les siloxanes du second groupe sont assez inertes. Les organosiliciés sont de plus en plus employés sous forme de polymères, notamment dans des applications médicales; le plus connu est le silicone, à l'inertie physiologique notoire. D'une manière générale, les organosiliciés, en raison de leur stabilité, ne présentent guère de risques; on n'a pas jusqu'à présent détecté d'effets nocifs marqués aux niveaux relevés dans l'environnement. Néanmoins, les organosiliciés chlorés peuvent produire de l'acide chlorhydrique lors de leur dégradation (sur les membranes humides, par exemple), occasionnant chez l'homme de l'irritation.

Bien que les fluorures ne soient par eux-mêmes et aux niveaux habituels des polluants importants du milieu, leur production lors du traitement de la bauxite pour la production d'aluminium est suffisamment élevée pour qu'ils aient un effet désastreux sur la végétation située à proximité de l'usine de traitement; il apparaît que ce type d'usine est rare dans la région.

Il existe d'importantes industries du cuir en Espagne, en Israël, en Turquie, en Grèce et en Egypte; deux de leurs principaux produits résiduels sont les sels de chrome et les odeurs. Elles représentent donc un certain danger pour les ressources biologiques situées à proximité et elles dégradent aussi considérablement les valeurs d'agrément des zones où elles sont implantées; elles sont généralement incompatibles avec le tourisme et les loisirs.

### 3.3.2 Effets de la pollution marine

Les effets de la pollution marine sur les organismes marins étant classiquement mis en relation avec les concentrations de contaminants dans le matériel biologique, on s'efforçait avant tout de mesurer ces niveaux. Cette démarche s'est désormais élargie de manière à y inclure la mesure de toute une série de paramètres génétiques, biochimiques, physiologiques et écologiques des changements biologiques. Ces changements biologiques, décelés par des biomarqueurs, peuvent fournir des renseignements sur

l'exposition aux contaminants et parfois sur les effets. Si des changements biologiques ne sont pas constatés dans les biomarqueurs, les organismes ou la structure des communautés, on est alors fondé à ne pas poursuivre les investigations sur une pollution potentielle (PNUE, 1993a).

Il n'existe pas toujours une relation franche entre la concentration d'un contaminant dans un organisme et l'effet produit chez cet organisme. L'effet est relevé comme un écart de l'état normal de l'organisme, en mesurant des paramètres tels que les réactions physiologiques ou biochimiques au niveau cellulaire, ou comme le rythme de croissance, la mortalité naturelle, la réduction des réactions comportementales, etc., au niveau individuel, ou l'abondance des espèces et la composition des communautés au niveau des peuplements. Comme de nombreux animaux, notamment les organismes filtreurs, accumulent des produits chimiques de leur environnement (eau de mer, sédiments, aliments), ils peuvent fournir un signal d'alarme précoce des problèmes de pollution potentiels. Ces organismes qui réagissent rapidement aux contaminants peuvent être utilisés dans les épreuves de toxicité et aider ainsi à mettre au point des normes de qualité de l'eau. Ces méthodes sont examinées en détail dans Gray *et al.* (1992).

Nous pouvons maintenant procéder à quelques observations d'ordre général sur les effets des polluants dans le milieu marin, après quoi des exemples précis seront fournis selon les mêmes rubriques que celles retenues pour l'examen des niveaux de polluants (section 3.3.1).

Comme on l'a déjà noté, une proportion importante des rejets dans la mer Méditerranée proviennent de l'agriculture par suite notamment d'un épandage excessif d'engrais, et de l'élevage intensif; dans ce dernier cas, une fraction de l'azote et du phosphore atteignant les milieux aquatiques a son origine dans des sources marines sous forme des aliments qui sont tirés du poisson et destinés à nourrir le bétail, ce qui équivaut à un petit circuit en dérivation dans le cycle des éléments nutritifs. Plusieurs des problèmes soulevés par les effets des engrais agricoles, l'accent étant mis sur l'azote, ont été étudiés par Clarholm *et al.* (1988).

Le rejet de déchets riches en éléments nutritifs dans des mers qui sont par ailleurs oligotrophes, comme l'est la Méditerranée, s'il est modéré et si l'on peut écarter une contamination par des déchets toxiques, peut même stimuler la production biologique de certaines ressources de pêche. Cependant, l'enrichissement en éléments nutritifs et le déséquilibre de ceux-ci peuvent aussi entraîner l'apparition de proliférations anormales et denses de phytoplancton, lesquelles, quand elles se décomposent, occasionnent des désagréments esthétiques à proximité des points de rejet avec des incidences fâcheuses sur des activités côtières comme le tourisme; la mer Adriatique en offre un exemple notoire (PNUE, 1994).

Les rejets de résidus d'engrais agricoles, s'ils ne sont pas maîtrisés, entraînent une eutrophisation s'accompagnant d'un appauvrissement en oxygène et de conditions d'anoxie saisonnières, comme on l'a souvent observé dans le nord de la mer Adriatique. Il se produit une adaptation de l'écosystème aux contraintes biologiques du milieu modifié, mais les constituants de ce nouvel écosystème adapté aux conditions eutrophes présentent rarement un intérêt au plan d'une exploitation par l'homme.

A la différence des composés azotés, les composés phosphorés ne se décomposent pas en l'élément gazeux inactif, et une importante fraction du phosphore présent dans le ruissellement, bien que partiellement inactivée si elle est stockée dans des sédiments oxygénés, peut plus facilement, à partir des sédiments du fond désoxygénés, se recycler dans le réseau trophique pélagique et contribuer ainsi une nouvelle fois à l'eutrophisation. Du point de vue de l'agriculture, cette déperdition à partir de systèmes terrestres n'est sûrement pas bénéfique et contribue à des budgets d'engrais inutilement élevés (autrement dit au surépandage d'engrais phosphatés pour compenser les "déperditions").

L'expérience acquise en Méditerranée - mer foncièrement oligotrophe, autrement dit caractérisée par une biomasse faible, une faible disponibilité en éléments nutritifs, métaux traces et/ou facteurs de croissance - donnent à penser que des niveaux modérés d'enrichissement des systèmes marins à



l'origine d'une teneur restreinte en éléments nutritifs pourrait favoriser la production et même la culture en suspension de certaines espèces bivalves et une production accrue de petits poissons pélagiques de faible valeur économique, mais ce faisant au détriment de poissons et crustacés habitant les fonds et d'une plus grande valeur économique. Des charges accrues d'éléments nutritifs dans le ruissellement d'eaux douces atteignant les mers semi-fermées peuvent aussi accélérer le développement du phytoplancton au point d'avoir des effets néfastes sur la végétation aquatique en réduisant la pénétration de la lumière, notamment s'il y a simultanément une charge élevée de sédiments en suspension.

Les proliférations anormales d'espèces phytoplanctoniques résultant du rejet d'éléments et autres composés nutritifs dans la mer peuvent être responsables d'une intoxication paralytique par les fruits de mer et d'autres troubles pathologiques (ICES, 1992b), nécessitant une interdiction temporaire de vente des produits contaminés. Des eaux usées non traitées peuvent créer un risque de contamination virale des mollusques/crustacés et, après consommation par l'homme, diverses affections. Il convient de signaler que, dans le cas d'un seul traitement primaire des déchets, les incidences des éléments nutritifs des déversements d'eaux usées restent les mêmes. Les phénomènes de surprolifération qui en résultent peuvent causer l'encrassement ou l'obstruction des filets et des cages utilisées en aquaculture. Une directive récente de l'Union européenne exige de ses Etats membres un traitement tertiaire (par exemple, la dénitrification et la réduction du phosphore) pour les rejets effectués dans des zones sensibles.

La Méditerranée, avec un temps élevé de renouvellement de ses eaux (de 80 à 300 ans) permet aux éléments nutritifs et aux matières toxiques de s'accumuler rapidement, ce qui doit entraîner très probablement un déclin de la diversité de l'écosystème et une prédominance, dans le système de production, des espèces à cycle de vie court, pélagiques notamment.

Le recrutement, la mortalité et la croissance d'un stock de poisson sont affectés par les impacts d'autres utilisateurs de l'habitat aquatique et de sa zone de capture; ces

impacts résultent potentiellement de toutes les activités économiques situées en amont, comme l'agriculture et l'industrie, ainsi que de la pêche.

Les effets néfastes des polluants marins peuvent être envisagés sous plusieurs angles: 1) les modifications (turbidité, déficit en oxygène, contamination chimique, etc.) provoquées dans l'eau et qui altèrent la valeur de celle-ci comme milieu de vie des animaux et milieu destiné aux loisirs et à d'autres utilisations par l'homme; ii) les modifications (floculation, déficit en oxygène, contamination chimique) provoquées dans les sédiments des fonds marins qui altèrent leur valeur comme habitat des organismes marins, notamment ceux d'intérêt économique; iii) les modifications (altération, intoxication/toxicité, inhibition de la croissance/développement) provoquées dans les organismes marins de valeur économique ou écologique pour l'homme; iv) les modifications provoquées chez l'homme par la consommation d'organismes marins altérés, par la baignade dans des eaux contaminées et l'inhalation d'air marin également contaminé.

La contamination peut aussi avoir quelques effets bénéfiques, mais ils sont rarement l'objet d'études au plan écologique.

Plusieurs des paramètres rendant compte des effets sur l'environnement ne peuvent être encore convenablement mesurés ou ne l'ont pas encore été *in situ*, et, dans certains cas on doit recourir aux épreuves de toxicité en laboratoire pour établir les niveaux auxquels se produisent des effets discernables; il n'est habituellement pas possible de pratiquer ces épreuves chez l'homme, si bien que la plupart des normes de santé publique reposent sur les effets observés chez d'autres animaux de laboratoire, physiologiquement proches de l'homme, ce qui permet de procéder à l'évaluation du risque pour ce dernier.

La très grande diversité des effets observés ne peut être que sommairement récapitulée ici; la plupart des documents cités à la section 3.3.1 ci-dessus ont précisé les effets les mieux connus des contaminants marins, pour autant qu'ils aient été nettement établis, mais cela ne signifie pas qu'ils se produisent effectivement en Méditerranée: seules des études de cas spécifiques sont en mesure de déterminer ces effets dans des

circonstances données.

Sur un plan très général, la plupart des répercussions socio-économiques de la pollution marine se manifestent par des effets immédiats ou à long terme sur la santé de l'homme. A cet égard, les deux grands types d'exposition humaine aux polluants du milieu marin consistent dans le contact direct avec l'eau de mer et/ou le sable de plage pollués, y compris l'ingestion de la première lors de la baignade, et dans la consommation de produits de la mer contaminés (PNUE/OMS, 1991a, 1991b).

Plusieurs maladies ont été, sous réserve de confirmation, associées à la baignade dans les eaux polluées et on a signalé qu'elles comprenaient des affections bactériennes. En outre, plusieurs autres troubles pathologiques intéressant la peau, les oreilles, les yeux et les voies respiratoires supérieures ont été associés à la baignade.

Hormis celles qui sont directement déclenchées par des agents pathogènes dont la dose infectante est assez faible, les maladies atteignant l'appareil gastro-intestinal le plus souvent contractées chez l'homme par la consommation d'aliments crus ou partiellement cuits, et notamment de fruits de mer. Il se pourrait que le nombre d'épidémies ou de flambées de cas de diverses maladies attribuées à la consommation de fruits de mer contaminés soit très élevé.

La pollution de la mer par les produits chimiques persistants comme le mercure et d'autres métaux, le DDT, les PCB et un certain nombre d'autres substances organiques, crée un risque tout à fait différent. Une fois qu'ils ont pénétré dans le milieu marin, ces produits chimiques s'accumulent dans les végétaux et les animaux à mesure qu'ils remontent la chaîne alimentaire, atteignant leurs niveaux les plus élevés chez des organismes filtreurs comme les mollusques bivalves et chez de gros poissons prédateurs comme le thon et l'espadon. Les effets dus chez l'homme à la consommation de produits de la mer contaminés par des substances chimiques s'exercent essentiellement à long terme, en fonction des substances chimiques en cause ainsi que du rythme et de la quantité de l'apport. Dans l'ensemble, le risque principal se limite aux personnes faisant un repas à base de produits

de la mer plus de deux à trois fois par semaine, bien que le risque varie selon le type de l'aliment marin, la concentration du polluant et des conditions propres au consommateur.

Non seulement les industries côtières dégradent le milieu marin local où elles effectuent leurs rejets, mais elles occupent aussi le milieu terrestre proche au détriment d'autres habitats d'une importance biologique cruciale pour les espèces marines et côtières. Dans la mesure où la disparition et la contamination d'habitats appauvrit la qualité et l'abondance de la faune marine, les pêcheries locales subissent un préjudice de la part de l'industrie côtière; à long terme, le volume total des rejets des industries côtières qui ne sont pas pleinement assimilés par les eaux marines réceptrices peut avoir des effets néfastes sur les pêcheries côtières en général. Certes, il n'est pas toujours certain que le poisson d'intérêt économique et halieutique subisse les incidences négatives de certaines formes de pollution chimique. Néanmoins, dans l'ensemble, l'industrie côtière (y compris la pisciculture à échelle industrielle) est potentiellement préjudiciable aux intérêts halieutiques côtiers.

L'exploitation extractive du fond de la mer, si elle prend de l'ampleur, et notamment si une partie du traitement industriel est effectué en mer, peut avoir des incidences en raison du rejet dans la mer de poussières de roche résiduelles qui occasionnent par exemple une augmentation de la turbidité ou des concentrations d'éléments qui sont normalement rares dans l'eau de mer et deviennent toxiques à ces niveaux plus élevés.

Ces activités extractives ont des effets néfastes sur les organismes benthiques en détruisant les habitats et en endommageant les nurseries des poissons démersaux et autres; elles entravent également la pêche au chalut et d'autres techniques de pêche en eau profonde; cependant, la durée des effets, une fois que l'exploitation minière du fond de la mer a cessé, est relativement brève.

Les mesures pratiques de lutte contre les effets du ruissellement sont à prendre à terre: amélioration des stratégies d'occupation du sol; encouragement à la lutte locale contre le ruissellement vers les milieux aquatiques; amélioration des pratiques d'épuration et de

rejet des effluents.

La réduction éventuelle de la biomasse marine par les effets du rejet de déchets toxiques dans la mer a suscité des préoccupations. Cette biomasse agit comme un "réservoir" de carbone et réduit ainsi le dioxyde de carbone et le méthane libres dans l'atmosphère en réduisant du même coup l'effet de serre. Un autre effet pourrait résulter de l'enrichissement si une proportion importante de matière organique produite par l'eutrophisation entre dans des "réservoirs" de carbone tels que les sédiments du fond sous-jacents à des masses d'eau anoxiques. On dispose de plus en plus d'indices selon lesquels les sédiments côtiers situés sur des fonds propres de roche, de gravier et de sable dans des zones touchées par l'enrichissement en éléments nutritifs sont convertis par l'eutrophisation en sable vaseux ou vase organique. Outre l'effet que le stockage dans les sédiments du fond de matières contenant du carbone pourrait avoir sur les ressources démersales et benthiques d'une zone, ce stockage pourrait également intervenir significativement dans le réchauffement de la planète.

Les oxydes de soufre et d'azote qui sont émis par les centrales thermiques, par une majorité d'usines et par les réseaux de chauffage urbain sont la principale cause du phénomène appelé "pluies acides" qui dégrade les constructions en pierre de taille, les forêts et les masses d'eau.

Les principaux effets des hydrocarbures sur les masses d'eau douce ou marine sont dus aux rejets directs, intentionnels ou accidentels, créant des problèmes désormais familiers comme l'engluement dans le goudron d'animaux marins - oiseaux et mammifères marins notamment - et l'encrassement des engins de pêche, la dégradation de la qualité des plages si les nappes d'hydrocarbures atteignent le rivage, et l'altération des produits comestibles de la mer. L'extraction du pétrole et de l'énergie géothermique entraîne souvent la production d'eaux sales qui, dans les conditions les plus favorables, dégradent la qualité des masses d'eau douce naturelles, et les effluents des centrales thermiques peuvent contenir des substances toxiques qui contaminent les eaux douces ou marines - recevant ces effluents.

Les déchets solides des usines de traitement du charbon ou de l'uranium peuvent ainsi être toxiques ou en tout cas dangereux, et même des déchets non toxiques, comme les cendres des centrales thermiques, peuvent être si abondants qu'ils posent un grave problème écologique d'élimination et de protection des eaux souterraines pour le cas, par exemple, où ces cendres seraient lessivées par les pluies.

Une autre forme de rejet liée à la production et à la transformation de l'énergie est la chaleur due au refroidissement des turbines et des tours de condensation; cette chaleur est immergée avec l'eau de refroidissement restituée à la masse d'eau dont elle provient, créant une nuisance pour l'environnement local ou même sous-régional, altérant habituellement - mais pas toujours - l'écosystème aquatique.

L'aquaculture ou la mariculture intensive peuvent elles-mêmes être une source de fertilisation excessive dans les mers semi-fermées qui ont des échanges d'eau limités avec l'océan, même si la situation abritée et l'accessibilité de leurs sites les rendent initialement séduisants pour ce genre d'activité. Il est déjà possible de fixer des critères pour les charges biologiques des baies et des lagunes résultant de l'élevage du poisson en cages, mais il reste très difficile de définir un niveau "favorable" d'enrichissement aquatique pour les ressources de la pêche.

Le rejet dans l'environnement, et la concentration consécutive dans la chaîne alimentaire, de contaminants comme les métaux lourds, les PCB et les dioxines, ont commencé à avoir des incidences importantes sur la qualité des produits de la mer.

Dans les zones d'exploitation pétrolière, une fois que la phase de forage est terminée et que les plates-formes de production sont en place, la pêche risque d'être sérieusement affectée si ces structures sont étroitement juxtaposées, si bien qu'une superficie importante du fond de la mer se trouve condamnée pour l'activité halieutique; cependant, ces "parcs de plates-formes" peuvent aussi constituer un refuge pour le poisson et accroître ainsi le recrutement du stock pêché. Les accidents survenant sur les plates-formes et comportant le déversement de grosses quantités d'hydrocarbures dans la mer

sont susceptibles d'avoir des effets fâcheux sur des activités humaines comme le tourisme et la pêche.

La pollution chimique peut retentir sur la production de poisson de nombreuses façons: réduction des stocks par mortalité massive; déclin progressif ou changements dans la composition de peuplements ou d'écosystèmes entiers; fréquence accrue de maladies; détérioration de la qualité des produits de la mer; baisse des taux de croissance. Les mers et les masses d'eau entourées par les terres reçoivent également une proportion importante de polluants chimiques par la voie atmosphérique, si bien qu'on ne peut écarter des effets à distance de la source. Malgré cela, bien que ces effets appellent un contrôle beaucoup plus rigoureux, des pressions s'exercent pour que le milieu serve à l'élimination des déchets du fait de la croissance démographique prévue et du fait aussi que l'on ne parvient en général pas à aménager des installations à terre suffisantes pour traiter et éliminer ces déchets dans le respect de l'environnement. Il serait plus pratique de s'employer à définir les niveaux de pollution n'occasionnant pas de risques importants ainsi que les zones où ces risques sont plus graves pour les ressources biologiques.

Le GESAMP (1986) a défini comme "capacité du milieu" la capacité que possède un composant du milieu marin à s'adapter à un niveau ou une intensité donnés d'activité humaine. Ce concept implique que: i) un certain niveau de contaminant ne produira pas d'effet inacceptable sur les ressources biologiques marines; ii) que le milieu a une capacité bien précise à s'adapter aux déchets sans en être notablement affecté; iii) que cette capacité peut être quantifiée.

L'utilisation excessive des cours d'eau et des estuaires pour le rejet des éléments nutritifs et des composés toxiques entraîne des effets très néfastes sur des habitats marins déterminants, mais l'extraction de l'eau et, plus généralement, l'aménagement des cours d'eau aux fins de la navigation et de la prévention des inondations a des effets indésirables sur les espèces diadromes (comme le saumon, l'anguille, l'alose). Les effets d'une gestion inadéquate des sols du bassin versant, avec ensablement des zones côtières et estuariennes

et des répercussions sur les habitats côtiers, est un autre facteur à mettre au compte des activités humaines du littoral.

### Métaux en traces

Lors de l'examen des effets, il convient d'avoir à l'esprit que chacun d'eux peut dépendre de plusieurs facteurs: i) la facilité de fixation d'un métal en trace par un organisme marin ou par l'homme ou de son excrétion par l'organisme avant qu'il n'ait pu produire un dommage; ii) la forme (ionique, chélatée ou liée de quelque autre façon à une molécule organique ou dans un état de valence particulier) sous laquelle l'élément est "disponible" en vue de sa fixation; (iii) l'espèce et/ou le stade du cycle vital et/ou le tissu concernés.

Le cadmium est apporté à l'organisme humain avant tout par l'alimentation (mollusques et crustacés notamment), mais seule une fraction de 5% est absorbée dans le courant sanguin, le reste étant éliminé dans les fèces; ses principaux effets s'exercent au niveau du rein et, à un degré moindre, du foie. Bien que l'évaluation PNUE/FAO/OMS (1989) ait communiqué des données sur la fixation du cadmium, on ne dispose guère d'éléments concernant ses effets réels sur les organismes marins; le principal effet à long terme de la contamination par le cadmium consiste en une inhibition de la croissance et un retard du développement.

Le mercure présente une bioaccumulation qui croît avec l'âge de l'organisme, mais avec de fortes variations entre les espèces. La valeur des données analytiques relatives au mercure dans les organismes est très restreinte du fait qu'elles ne sont pas assorties de précisions sur l'âge. Le mercure est absorbé au niveau intestinal et largement distribué dans les tissus; il est aussi excrété dans les fèces. Il se produit dans l'organisme une certaine déméthylation du méthylmercure. Les organes les plus atteints sont le cerveau et le système nerveux.

Le plomb est apporté avant tout par les aliments et l'eau, mais il se produit aussi une certaine absorption du plomb atmosphérique par la voie pulmonaire. Aux concentrations tissulaires efficaces, il provoque de l'anémie, des troubles des fonctions cérébrales et nerveuses. Les enfants sont les plus

vulnérables; l'appareil gastro-intestinal et le foie sont également atteints, et on peut noter un léger dysfonctionnement hormonal. On connaît mal les effets du plomb sur les organismes marins, mais on estime généralement qu'ils sont similaires, notamment chez les vertébrés, à ceux observés chez l'homme.

L'étain, sous forme de triéthylétain et de triméthylétain, a chez l'homme des effets neurotoxiques, avec un certain potentiel cancérigène, mutagène et tératogène, mais le nombre d'observations cliniques dont on dispose est encore insuffisant. Ces alkylétains peuvent aussi entraîner un épaissement de la coquille chez l'huître.

Le cuivre ne paraît pas comporter de risques pour l'homme ou pour les organismes marins, du moins au niveau que l'on peut rencontrer dans l'eau de mer et dans les produits de la mer.

Le zinc peut provoquer chez l'homme de la toux, de la dyspnée, des douleurs musculaires et articulaires, de l'irritation gastrique et des ulcères peptiques, mais il n'est ni cancérigène, ni mutagène ni tératogène. On connaît mal les effets du zinc sur les organismes marins.

L'arsenic ne subit qu'une bioaccumulation très lente et, quand il est présent dans les organismes marins, principalement sous forme de composés arséno-organiques, il ne présente normalement guère de risque pour les personnes consommant des produits de la mer contenant ce métal car il est excrété en totalité ou quasi totalité dans les 48 heures. L'arsenic présente une certaine toxicité pour le phytoplancton en réduisant chez certaines espèces la croissance et la productivité et en entraînant des modifications de la composition du phytoplancton qui peuvent se répercuter sur la communauté zooplanctonique.

### **Organochlorés**

Ces composés s'accumulent généralement dans les tissus adipeux de l'homme et des organismes marins. Dans les produits de la mer, les organochlorés présentent un risque mesurable de cancérogénèse.

Les PCB inhibent la croissance des végétaux.

Les invertébrés marins et le poisson sont davantage affectés au stade juvénile qu'au stade adulte. Les oiseaux sont affectés par les PCB de même que par le DDT, ce qui se traduit par l'induction d'un amaigrissement de la coquille d'oeuf et d'autres troubles pathologiques.

On estime que le DDT n'a pas d'effets sur la photosynthèse du phytoplancton mais qu'il peut altérer la dominance d'une espèce dans une communauté phytoplanctonique. Il peut avoir un effet marqué sur les crustacés. Chez le poisson, il peut passer de la femelle à ses oeufs et aggraver le taux de mortalité naturelle. Il peut aussi induire chez le phoque une parturition prématurée. Il ne paraît pas avoir d'effet sur l'homme aux niveaux couramment rencontrés dans l'alimentation ou dans l'atmosphère, et il peut envahir le tissu adipeux mais en toute inocuité.

Le HCH et les "drines" ont peu d'effet aux concentrations couramment rencontrées dans le milieu marin.

### **Herbicides**

Aux concentrations observées, ils ont peu de risques d'affecter les organismes marins, bien qu'ils puissent modifier la structure des communautés phytoplanctoniques.

### **Triazines**

Elles ont quelques effets néfastes sur la photosynthèse du phytoplancton.

### **Organophosphorés**

On ne dispose pas de renseignements concernant les effets des OP sur les organismes ou les écosystèmes marins.

### **Hydrocarbures de pétrole**

Ils n'ont guère d'effets sur les communautés phytoplanctoniques, mais peuvent en avoir d'importants sur les communautés littorales (notamment en cas de déversements massifs), ce qui dépend beaucoup, pour tout moment et tout site donnés, du brassage des eaux susceptible d'assurer la dispersion des hydrocarbures dans le milieu marin; dans certains cas, il faut plusieurs années pour que soient restaurées

les communautés de la flore et de la faune littorales, mais le plus souvent quelques semaines suffisent. Les stades larvaires et juvéniles des organismes marins ont tendance à être plus affectés que les stades adultes.

### Radioactivité

Comme on l'a déjà indiqué à la section 3.1.1, les éléments radioactifs, au plan des fonctions physiologiques, se comportent pratiquement comme leurs homologues stables (s'ils existent, ce qui n'est pas le cas pour les éléments "transuraniens" obtenus artificiellement). Comme ces éléments et leurs homologues se trouvent à des concentrations très faibles dans le milieu marin, ils n'ont pas d'effets importants sur les organismes marins ou sur l'homme, sauf dans des cas exceptionnels. Mais ils ont tendance à bioaccumuler dans les organismes marins et il se produit une accumulation notable dans les sédiments marins.

Au plan radioactif, leurs effets dépendent de la nature de la séquence de leur décroissance (émissions de particules alpha ou bêta ou de rayonnement gamma). Dans l'organisme, ces émissions peuvent avoir un effet mutagène ou cancérogène, mais on ne relève qu'une association très générale entre exposition et effet réel.

### Organismes marins pathogènes

Les organismes pathogènes causent diverses affections ou effets pathologiques chez l'homme et chez certains organismes marins.

Les principaux effets sont:

Salmonelles: elles sont les agents des fièvres typhoïde et paratyphoïdes, d'intoxications alimentaires et de gastro-entérites, mais elles n'ont qu'une durée de vie brève dans l'eau de mer; en revanche, elles s'accumulent dans les aliments et, à une concentration suffisante, elles peuvent induire des maladies.

Shigella: ce sont les agents de la dysenterie bacillaire, mais ils n'ont qu'une courte durée de vie dans l'eau de mer.

Vibrions: Vibrio cholerae est l'agent du choléra, mais d'autres vibrions sont responsables de gastro-entérite, d'autres encore d'otite, d'angine et d'infections des plaies.

Staphylocoques: ils peuvent occasionner des infections de la peau, des glandes sébacées et des muqueuses, une méningite, une furonculose, une pyémie, une ostéomyélite et une intoxication alimentaire (S. aureus). Ils ont une durée de vie relativement longue dans l'eau de mer.

Pseudomonas: ils peuvent causer des infections de l'oreille, de l'oeil, des plaies des brûlures et de l'appareil urinaire, ainsi que de l'entérite.

Aeromonas: ils peuvent causer de la diarrhée, des pneumonies, des abcès et des infections des plaies.

Entérovirus: ils sont responsables de paralysies, méningites, affections respiratoires, éruptions, diarrhée, fièvre, pharyngite vésiculeuse (herpangine), myocardite, pleurodynie, encéphalite et conjonctivite hémorragique.

### Détritus d'origine anthropique

Les effets directs des débris sont avant tout esthétiques bien que, sur les plages, ils présentent aussi un danger (blessure accidentelle) pour les estivants. Certains organismes marins, les phoques, les tortues et les oiseaux notamment, peuvent s'emmêler dans certains constituants comme les lanières ou anneaux en caoutchouc et en plastique, ainsi que dans des filets leur couvrant la tête et où ils finissent par s'étrangler. Les fragments de plastique dans la mer sont aussi confondus avec des proies; une fois ingérés, ils provoquent une obstruction du tube digestif.

### Éléments nutritifs et eutrophisation

Les principaux éléments nutritifs, comme l'azote et le phosphore, bien qu'ils ne soient pas par eux-mêmes des contaminants, peuvent avoir un effet important sur le milieu marin: l'eutrophisation. Certaines zones côtières deviennent eutrophes en raison des niveaux élevés de rejets d'éléments nutritifs provenant des activités humaines; ce phénomène peut du reste se produire naturellement, mais plus lentement et à un degré moindre, dans les zones d'upwelling. L'eutrophisation est décrite en détail dans le document UNESCO (1988) (PNUE/UNESCO/FAO, 1988 - il s'agit du même document publié dans la Série des rapports techniques du PAM; et PNUE/FAO/OMS, 1995a).

Un problème très préoccupant concerne le transfert des éléments nutritifs du milieu terrestre aux milieux dulçaquicole et marin dans un flux qui est en majeure partie à sens unique. Sous ses diverses formes, le phosphore est un élément capital d'apport potentiellement limité pour l'agriculture intensive; c'est aussi un constituant important des déchets domestiques et industriels et dont, à la différence des composés azotés, le transfert dans l'environnement s'effectue principalement par la voie aquatique. On estime que les activités humaines ont multiplié par cinq les apports fluviaux d'azote et par quatre les apports de phosphore aux océans; pour l'heure, on ne peut que se borner à admettre que ces accroissements respectifs sont également valables pour la Méditerranée. L'apport global annuel de phosphore aux océans est d'environ 0,6 Tmol (1 téramole de phosphore représente environ 31 millions de tonnes), à mettre en rapport avec la production globale de phosphore d'environ 0,4 Tmol sous forme d'engrais phosphatés et 0,03 Tmol sous forme de détergents phosphatés.

Cependant, l'intégralité du phosphore en suspension dans l'eau n'est pas disponible pour les réseaux trophiques marins; comme les métaux et de nombreux composés toxiques, une grande partie du phosphore est précipitée jusqu'aux sédiments estuariens et marins. Maintes controverses scientifiques ont porté sur le point de savoir si la production primaire dans les systèmes aquatiques est limitée par le phosphore ou par d'autres éléments nutritifs ou éléments traces. Selon le postulat le plus généralement admis, l'azote est habituellement un facteur limitant dans les eaux côtières des latitudes tempérées Nord, bien qu'une hypothèse ancienne considérant le phosphore disponible comme une mesure de la production primaire le long du réseau trophique semble désormais bien admise (Andersen et Ursin, 1977); néanmoins, d'autres éléments que le phosphore et l'azote, le silicium et le fer par exemple, mériteraient d'être mieux étudiés.

L'eutrophisation se manifeste normalement par une augmentation de l'abondance du phytoplancton, et donc par une production primaire très élevée résultant de fortes concentrations d'éléments nutritifs, avec une importante "pluie" détritique favorisant la multiplication de bactéries hétérotrophes et de flagellés et aboutissant parfois à des zones

d'anoxie saisonnière ou permanente dans les eaux du fond et les sédiments, avec des effets néfastes correspondants sur le benthos et les réseaux trophiques démersaux, mais entretenant souvent une récolte importante de petits poissons pélagiques et de zooplanctivores soutenus par de fortes densités d'herbivores planctoniques se nourrissant aux dépens du phytoplancton, si les conditions s'y prêtent dans la zone atteinte (Jeftic *et al.*, 1990; Caddy, 1993).

La surabondance du plancton peut entraîner: i) une mortalité du poisson par asphyxie due à l'obstruction des branchies et à la consommation croissante de l'oxygène dissous de l'eau de mer lors de l'oxydation (ou décomposition) de la matière organique morte dans l'eau; ii) une réduction consécutive des fécondations réussies d'oeufs de poisson ou de la survie des larves de poisson, ou l'éloignement des poissons plus âgés des zones de pêche habituelles; iii) l'encrassement des filets de pêche et l'obstruction des systèmes de refroidissement des moteurs. Il se peut que ces diverses formes d'obstruction soient dues à des polymères secrétés dans l'eau par les organismes phytoplanctoniques (dinoflagellés notamment) en cause; ces polymères peuvent également être responsables de la formation d'une vase et d'une mousse superficielle (qui amortit l'action des vagues et peut même être un mécanisme par lequel le phytoplancton crée des turbulences - des micro-habitats libres utiles à sa propre survie).

Des efflorescences algales sont dues à certaines espèces de dinoflagellés (comme *Noctulica*, *Pyrodinium*) qui produisent les phénomènes appelés "eaux rouges" qui sont, en Méditerranée, répandus, saisonniers et souvent spécifiques à un site. Plusieurs espèces de dinoflagellés secrètent des toxines susceptibles d'avoir des effets graves pour le poisson qui les ingère et, une fois qu'elles se sont accumulées dans les poissons ou dans les mollusques/crustacés, d'affecter les personnes qui consomment ces produits de la mer contaminés en y provoquant des troubles tels que l'intoxication paralytique par les fruits de mer. L'homme peut aussi être atteint en inhalant certains dinoflagellés toxiques en aérosols.

L'excès d'éléments nutritifs à proximité

de la source, causant éventuellement une eutrophisation observable, peut être dispersé à distance et avoir des effets bénéfiques sur la chaîne alimentaire pélagique; ainsi, dans l'Adriatique, une abondance accrue de petites espèces pélagiques, notamment de sardines, a été observée et persiste même si l'effort de pêche concernant ces espèces tend à s'intensifier (Jeftic *et al.*, 1990; Caddy, 1993). Jeftic *et al.* (1990) signalent aussi des récoltes plus importantes de moules et d'huîtres sur la péninsule istrienne. Selon plusieurs indices, la baie de Kastela (Croatie) et le golfe de Saronique (Grèce) pourraient connaître la même évolution, à condition que les rejets de substances toxiques avec les éléments nutritifs soient maîtrisés.

On a quelques raisons de supposer que les conditions favorisant l'eutrophisation, si elles sont suivies de la dispersion et de la dilution de l'excès d'éléments nutritifs, peuvent aussi entraîner une hausse de la productivité, laquelle, en augmentant la quantité d'aliments disponibles, peut occasionner des "invasions" de méduses, notamment de l'espèce commune *Pelagia noctulica* (PNUE, 1991a). Cependant, il peut y avoir à ce phénomène d'autres causes comme les fluctuations naturelles, des changements dans l'abondance des prédateurs, des modifications importantes des courants marins provoquant l'apparition soudaine et l'accumulation de méduses dans une zone donnée à un moment donné, ou de grandes variations hydroclimatiques retentissant sur les facteurs habituels de régulation des populations de méduses.

Il peut aussi exister une relation avec les eaux venant de l'Atlantique dans la mesure où celles-ci sont pauvres en éléments nutritifs mais relativement bien oxygénées; si un brassage intervient rapidement avec les eaux côtières eutrophisées de la Méditerranée, il peut en résulter une eau assez productive, et cela pourrait être parfois le cas en mer d'Alboran.

### **3.4 Ressources naturelles, espèces menacées et aires protégées**

#### **3.4.1 Ressources naturelles**

La majeure partie des ressources biologiques (invertébrés et poissons marins, forêts) de la Méditerranée, et leur situation

actuelle, ont été brièvement évoquées à la section 2.2.5 ci-dessus. Les effets de la pêche sont désormais assez bien connus mais encore loin de l'être parfaitement; les effets de la dégradation et de la pollution du milieu marin sur les ressources de poisson et de mollusques/crustacés ne commencent que tout juste à être connus et compris. Quant à l'état des forêts, il est désormais suffisamment connu.

Bien que le statut de plupart des oiseaux des zones côtières et marines de la Méditerranée ne soit pas encore jugé préoccupant, la région recoupe plusieurs voies de migration des oiseaux, dont certains appartiennent à des espèces menacées d'extinction (voir sections 3.4.2, 3.4.3 et 4.3 ci-dessous). La chasse aux oiseaux migrateurs s'est développée ces dernières années; ce sont au total près de 20 millions d'oiseaux qui sont tués chaque année dans le cadre de la chasse (Ramade *et al.*, 1990). En outre, l'assèchement des zones humides pour les convertir en zones agricoles ou en terrains à bâtir prive les oiseaux migrateurs d'aires de repos et les oiseaux palmipèdes et échassiers d'un habitat, si bien que leurs effectifs s'amenuisent encore. L'utilisation croissante des pesticides a aussi réduit gravement le nombre des oiseaux servant de proie en perturbant leur physiologie et, partant, le nombre des oiseaux prédateurs (Ramade *et al.*, 1990).

La situation des mammifères marins et des tortues marines est traitée aux sections 3.4.3 et 4.3 ci-dessous.

A côté des diverses ressources biologiques, il y a dans la région nombre de paysages naturels qui sont soumis à des pressions. On observe un déclin de la beauté naturelle et une perte de valeurs d'agrément dus à la construction de réseaux électriques au-dessus du sol. Les routes, bien que censées accroître les valeurs d'agrément, compromettent aussi la beauté de la nature par leur existence même et par la hausse de fréquentation qu'elles impliquent; les débris publics, s'ils ne sont pas aussitôt et continuellement ramassés, sont une conséquence directe de cette fréquentation rendue plus facile, tout comme le sont les gaz d'échappement des véhicules. C'est cette constatation qui, plus que toute autre chose, a conduit à l'essor régulier des activités de



marche et de randonnée dans lesquelles une partie du plaisir est de gagner des sites naturels aussi vierges que possible. L'agriculture - directement en empiétant sur les sols, ou indirectement par les effets nocifs des pesticides et des engrais -, l'utilisation de l'eau (construction de barrages, canalisations, réservoirs notamment), l'industrie et les activités extractives (également par occupation du sol et rejet de déchets) défigurent inévitablement les paysages naturels; de même, à l'évidence, l'expansion urbaine échappe à tout contrôle. La création d'aires protégées (voir section 3.4.4 ci-dessous) est un premier pas, mais encore insuffisant, vers la protection des sites de beautés naturelles ou d'intérêt écologique.

### 3.4.2 Biodiversité

La diversité biologique (biodiversité) est une mesure de la variété des genres, espèces et groupements d'espèces (écosystèmes); elle est précieuse car nous ne pouvons connaître avec certitude les incidences de la disparition d'un élément quelconque (variété, espèce ou groupe d'espèces) d'un écosystème donné ou de la Terre elle-même du fait que nous saisissons encore mal les modalités de fonctionnement de ces écosystèmes. Néanmoins, nous devrions prendre conscience que la vie elle-même est le plus grand destructeur de la biodiversité, notamment au niveau des gènes et des espèces, mais que la responsabilité de l'homme n'en est que plus grande pour le maintien de cette biodiversité.

En détruisant les habitats naturels, en polluant le milieu, en exploitant les ressources biologiques naturelles, les activités humaines diminuent le nombre des animaux et des espèces sauvages; autrement dit, elles compromettent peu à peu la biodiversité de la planète. En outre, l'obtention de souches spécialisées et leur création par génie génétique aux fins d'agriculture, d'élevage, de produits pharmaceutiques ou chimiques très spécifiques, ont tendance à réduire la variété génétique des espèces cultivées. Les efforts visant à établir et entretenir des dépôts spécialisés de matériel génétique végétal et animal (riz, blé, maïs, banques microbiologiques, par exemple) ne suivent pas actuellement le rythme des pertes de combinaisons génétiques potentiellement ou effectivement précieuses pouvant être

nécessités pour faire face aux modifications de l'environnement et à la résistance croissante des nuisibles aux pesticides dans les zones où poussent actuellement les espèces cultivées, ou pour fournir des variétés à cultiver dans de nouvelles zones afin de satisfaire la demande des populations humaines. Bien que le génie génétique, en accélérant la création de variétés nouvelles et mieux adaptées, puisse apparaître comme un moyen possible de cultiver la biodiversité, il dépend aussi de la disponibilité d'un niveau élevé de diversité génétique.

L'introduction de nouveaux organismes sous forme d'espèces exotiques de souches hautement cultivées d'espèces endémiques comporte presque toujours un risque pour l'environnement/écosystème où intervient cette introduction et réclame la plus grande circonspection possible. Cependant, Ramade *et al.* (1990) remarquent que plus de 250 espèces végétales exotiques ont été introduites dans le bassin méditerranéen, ce qui ne représente qu'environ 1% du nombre total des espèces du bassin.

La conservation de la biodiversité des organismes aquatiques vise à contrebalancer la disparition d'espèces et de races locales due à des pratiques nuisibles telles que la surpêche, la destruction des habitats et la pollution. Bien que la surpêche n'ait entraîné que relativement peu d'extinctions d'espèces, il n'en va pas de même pour quelques populations et races, et les activités humaines ont eu d'autres incidences graves sur les habitats d'espèces.

Le nombre d'espèces étrangères à un milieu marin particulier qui ont été introduites délibérément ou accidentellement par l'homme (*Caulerpa taxifolia*, mentionnée à la section 1.3, en est un exemple en Méditerranée, PNUE, 1995a) s'est considérablement accru, et il s'avère que des modifications de l'environnement résultant d'activités humaines peuvent faciliter ce processus. L'introduction d'espèces exotiques a causé, au plan mondial, des modifications d'une grande portée dans la composition de la faune de bon nombre des mers fermées et semi-fermées, des estuaires et des eaux marines côtières. Un grand nombre de ces espèces pénètrent par le canal de Suez et sont dites, d'après le nom du constructeur du canal, espèces "lessepsiennes". Spanier et Galil (1991) étudient la migration lessepsienne en ce qui concerne notamment la méduse de

l'océan Indien *Rhopilema nomadica* dont la présence a été relevée pour la première fois au sud-est de la Méditerranée en 1977 et qui forme désormais, de temps à autre, d'énormes essaims pendant l'été. Ce phénomène peut traduire le succès écologique qui échoit aux envahisseurs dans un premier temps plutôt que des anomalies eutrophes ou autres; puis il finit toujours par s'instaurer un équilibre avec les espèces indigènes.

Les effets de ces introductions comprennent: des impacts écologiques immédiats au niveau des communautés en modifiant la compétition et la prédation entre espèces; des modifications de la nature de l'environnement lui-même par l'influence de certains organismes et une possible dégradation génétique de stocks indigènes. L'introduction simultanée d'organismes pathogènes a souvent eu des effets nocifs sur les espèces indigènes tout comme sur les espèces introduites, notamment les mollusques/crustacés d'élevage.

La conservation de la biodiversité des organismes aquatiques pose des problèmes à deux grands niveaux: premièrement, pour les stocks de poisson sauvage, la disparition d'espèces et, plus spécifiquement, de races locales, en raison des modifications de l'environnement, de la surpêche ou de la compétition née de l'introduction d'espèces, constitue un danger réel et persistant. La tendance à développer de nouvelles souches uniformes adaptées à l'élevage en captivité augmente les dangers que ces traits innés font courir aux populations sauvages du fait que des souches élevées en cages s'évadent et qu'il se produit alors un croisement entre souches d'élevage et souches sauvages. Ces "accidents" génétiques pourraient réduire la variabilité des stocks indispensable pour assurer la résilience et l'adaptabilité dans un environnement en transformation.

L'un des effets possibles de la pêche intensive sur la biodiversité tient au recours à des engins destinés à des tailles de poisson précises selon la méthode de pêche. Ces pressions peuvent conduire à la sélection d'individus à maturité précoce ou à croissance retardée, avec des effets vraisemblablement mesurables sur un nombre limité de générations. Ce type d'effet peut être réduit ou inversé grâce à d'autres stratégies de pêche.

Un problème spécial touchant la biodiversité a trait à l'influence des canaux artificiels faisant communiquer la faune de régions différentes, et à l'influence du trafic maritime favorisant le transport par mégarde d'espèces exotiques. La migration de quelque 500 espèces indo-pacifiques en Méditerranée orientale depuis la construction du canal de Suez offre un exemple concret de ces effets (Por, 1968). Cette migration et sa propagation à l'ouest et au nord ont été facilitées par les conditions de salinité plus élevée créées par la construction du barrage d'Assouan et par la suppression consécutive de la barrière de faible salinité que créait le déversement du Nil en mer Méditerranée orientale.

Dans l'ensemble, on peut conclure que, s'agissant des écosystèmes terrestres, l'exploitation intensive par l'homme de tous les habitats et écosystèmes réduit leur complexité et favorise des écosystèmes simples et des espèces généralistes pionnières spécialisées dans une croissance et une reproduction rapides.

Les cultures commerciales de riz, poisson et autres produits compenseront presque inévitablement les profits moindres qui pourront découler à l'avenir d'un maintien de la diversité génétique des habitats complexes (en dépit, par exemple, des possibilités qu'offre celle-ci pour la production de nouveaux produits pharmaceutiques) et les avantages moins tangibles aussi d'une préservation de la végétation côtière menée au titre de la lutte contre les inondations et de la création de réserves et nurseries pour les stocks côtiers et continentaux de poissons et crevettes.

Il est patent, en tout cas, que le développement durable doit inclure le maintien du plus haut niveau possible de biodiversité.

Les problèmes soulevés par la biodiversité n'ont pas encore fait directement l'objet en Méditerranée d'une grande attention. L'UICN a organisé un Atelier sur la diversité biologique en Afrique du Nord, qui s'est tenu à Tunis en novembre 1993 (UICN, 1993) et qui a donné lieu à l'examen de rapports sur la situation au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Libye et en Egypte.

La Convention sur la diversité biologique, établie à Rio de Janeiro lors de la

Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement est entrée en vigueur à la fin 1993. Elle exige des signataires qu'ils réglementent l'accès aux ressources génétiques, qu'ils contrôlent l'origine, le transfert (à des fins commerciales ou de recherche) et la destination du matériel génétique. Les inventaires des espèces (taxinomie, répartition, abondance) sont encore très loin d'être complets pour la plupart des régions du monde, sans compter que les transformations dues aux activités humaines appellent une tenue à jour régulière des inventaires, même quand ils sont relativement complets. Etant donné les lacunes étendues de nos connaissances, il est manifestement nécessaire d'appliquer le "principe de précaution", lequel prescrit que des mesures de protection et de conservation soient prises sans attendre que nous disposions des connaissances et des interprétations scientifiques suffisantes, et interdit donc la destruction inutile de la flore et de la faune. En d'autres termes, un niveau élevé de gestion des ressources biologiques, que ce soit à des fins d'exploitation ou de conservation, sera essentiel.

### 3.4.3 Espèces menacées

Les principales espèces menacées dans le milieu marin et côtier de la Méditerranée ont été recensées par Ramade *et al.* (1990) et, au plan de la législation, par De Klemm (1993). Le Livre rouge européen sur les espèces menacées est une liste officielle de toutes les espèces concernées dans la région européenne (ECE, 1991). Les plus importantes, du moins pour celles qui sont menacées d'extinction immédiate, sont:

#### Végétaux marins

- L'herbe marine (*Posidonia oceanica*) qui non seulement contribue à la production primaire mais fournit également des viviers ou nurseries pour de nombreuses espèces de poisson et de mollusques/crustacés de valeur commerciale ou écologique; les herbiers marins sont, dans certaines zones, gravement endommagés par le chalutage et le dragage (pêche du poisson et des mollusques/crustacés benthiques; extraction de sable pour la construction) ainsi que par le mouillage

de nombreux bateaux de plaisance en dehors des marinas et des ports aménagés.

- L'algue brune (*Cystoseira stricta*) qui fournit également un écotope à plusieurs espèces de poisson et mollusques/crustacés mais qui est extrêmement vulnérable aux rejets d'émissaires d'eaux usées.

#### Mammifères marins

- Le phoque moine (*Monachus monachus*), le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) et le dauphin commun (*Delphinus delphis*), les deux derniers faisant aussi l'objet de nombreuses captures en dehors de la Méditerranée.

Le phoque moine est particulièrement affecté par la perte de l'habitat côtier (détruit par le développement, comme il est exposé à la section 3.1.3) qui lui est nécessaire pour se reposer, s'accoupler et élever ses petits; il est aussi exposé aux risques suivants: capture accidentelle (voire délibérée, les pêcheurs le considérant comme un prédateur concurrent et vraisemblablement recherchant encore sa fourrure) dans la pêche à grande échelle recourant principalement aux filets fixes ou dérivants, au chalut et à la senne tournante; les détritiques marins sous forme de sacs plastiques et fragments de polystyrène expansé (qui sont souvent pris pour des organismes marins et ingérés, avec obstruction de l'oesophage et de l'estomac), les filins de polyéthylène ou de nylon, les lanières et anneaux en plastique des emballages qui peuvent facilement étrangler l'animal ou entraver ses mouvements.

Le statut actuel du phoque moine en Méditerranée, d'après les observations et les estimations des effectifs ainsi que des principaux préjudices auxquels il est soumis, est résumé par pays dans le document PNUE (1994b). Le PNUE a adopté un plan d'action pour le phoque moine (PNUE, 1990a).

Le dauphin et le rorqual subissent avant tout les préjudices de la pêche délibérée (rorqual) ou de la pêche accidentelle (dauphin, très vulnérable à la capture par de grandes sennes tournantes utilisées pour la pêche au thon avec lequel il est fréquemment associé);

ils subissent également les préjudices de la pêche commerciale à grande échelle de leurs proies (petits poissons pélagiques, encornets et petits crustacés); ils sont enfin affectés par l'ingestion de matières plastiques et par l'emmêlement dans les débris de filets et d'emballages. On ignore quels effets les polluants chimiques peuvent avoir sur ces animaux, mais on estime que les bruits de la navigation (bateaux de plaisance et de commerce) perturbent leurs systèmes de communication acoustique.

Le statut actuel des cétacés en Méditerranée, dressé d'après les observations et les estimations des effectifs, est résumé par pays dans le document PNUE/Greenpeace/UICN (1994). Le PNUE a également adopté un plan d'action pour les cétacés de Méditerranée (PNUE, 1991b).

### Oiseaux marins

Les seules espèces qui soient pour l'heure sérieusement menacées en Méditerranée sont le goéland d'Audouin (*Larus audouinii*), mais on considère que d'autres oiseaux marins sont menacés dans leur aire européenne de répartition; la région méditerranéenne n'est donc pas dégagée de toute responsabilité pour assurer leur survie. Ce sont entre autres le pélican blanc et le pélican de Dalmatie (*P. onocrotalus* et *P. crispus*, respectivement). La Méditerranée se trouve également au carrefour des grandes voies de migration d'oiseaux entre l'Afrique et l'Europe; comme un grand nombre de ces oiseaux comprennent des échassiers, des canards et des oies, la disparition des zones humides, évoquée plus haut, fait courir un risque à beaucoup de ces espèces.

### Reptiles marins

Les principales espèces menacées sont la tortue verte (*Chelonia mydas*) et la tortue caouanne (*Caretta caretta*) qui nidifient en Méditerranée. Elles sont menacées parce qu'elles ont besoin de plages parfaitement tranquilles pour y déposer leurs oeufs et les laisser couvrir. La tortue verte ne nidifie aujourd'hui que sur des plages du sud de la Turquie et du nord de Chypre; les tortues caouannes nidifient sur des plages grecques, turques, chypriotes, israéliennes, égyptiennes, libyennes et tunisiennes.

Ces deux espèces, ainsi que le caret (*Eretmochelys i. imbricata*) sont extrêmement vulnérables à la pêche commerciale du fait qu'elles sont capturées incidemment ou font elles-mêmes l'objet de pêche pour leur chair et leur carapace (écaille de tortue). Quelles que soient leurs habitudes de nidification, ces espèces sont connues pour migrer sur une grande partie de la mer Méditerranée (et jusqu'à l'Atlantique Est). Groombridge (1990) a fait le point sur la répartition et les effectifs des cinq principales espèces de tortue marine et sur les mesures de protection dont elles bénéficient présentement. Les populations résidentes et reproductrices présentent toutes des effectifs sévèrement réduits. Le PNUE a adopté un plan d'action pour les tortues marines (PNUE, 1990b).

### Poissons de mer

Seules deux espèces sont assez menacées en Méditerranée: le mérrou noir (*Epinephelus guaza*) et le maigre brun (*Sciaena umbra*). Bien qu'ils ne relèvent pas des espèces "en voie d'extinction", ils méritent une surveillance soignée car ils sont l'un et l'autre la cible principale de la pêche sous-marine.

Deux genres de poisson des lagunes côtières, *Aphanus* et *Valencia*, de la famille des cyprinodontidés, sont également gravement menacés dans les lagunes de la façade méditerranéenne du littoral français et espagnol, car les pressions anthropiques sur ces biotopes n'ont cessé de croître.

On ne connaît pas d'espèces d'un rang taxinomique inférieur qui soient en voie d'extinction, mais les populations de bon nombre des principales espèces de pêche commerciale et des étages littoral/sublittoral ont régressé par suite de l'exploitation et de la dégradation du milieu. Il est cependant douteux que la pêche commerciale de ces espèces les réduise à des niveaux critiques avant que cette pêche soit elle-même durablement condamnée au plan économique. La situation est moins claire en ce qui concerne la dégradation de l'environnement, et c'est pourquoi la surveillance de routine, en dépit de ses points faibles, reste essentielle.

Ramade *et al.* (1990) énumèrent également un certain nombre d'espèces des

principaux taxons qui ne sont pas exclusivement, voire pas du tout, associées à la zone côtière mais qui font partie des écosystèmes méditerranéens et sont présentement menacées d'extinction.

#### 3.4.4 Aires protégées

Le PAM/PNUE, par le biais du Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées et avec la collaboration de l'UICN, a établi un répertoire des aires protégées marines et côtières de la région méditerranéenne (PNUE, 1994c), qui recense, à la partie 1, 233 sites de valeur biologique et écologique bénéficiant tous d'un certain degré de protection. L'Alliance mondiale pour la nature (UICN) a aussi compilé un répertoire des aires protégées du monde, d'un champ plus large que celui établi par le PNUE (1994c), celui-ci ne portant que sur la zone côtière.

Ramade *et al.* examinent les écosystèmes et les espèces de Méditerranée qui sont considérés comme gravement menacés par les activités humaines. La zone la plus exposée est le littoral.

A terre, les biotopes littoraux sont touchés par des altérations physiques, comme les travaux de remblayage pour l'aménagement de marinas, d'aéroports, etc, ou la création de plages artificielles. Les réseaux de dunes de sable sont également détruits par une surfréquentation des plages ou par la construction de résidences sur le bord de mer. Les lagunes côtières, les étangs salés et autres zones humides sont particulièrement menacés par le drainage effectué à des fins agricoles, par l'affectation à l'aquaculture ou à diverses autres activités, ou par le ruissellement des eaux charriant des pesticides ou autres produits chimiques utilisés dans les zones voisines d'agriculture et d'élevage, voire par le rejet direct de déchets industriels et urbains.

En mer, les biotopes benthiques et pélagiques (espaces biologiques) tout proches du rivage ainsi que l'étage supralittoral sont fortement exposés au rejet de polluants d'origine tellurique. L'abondance de ces polluants est naturellement en rapport avec les grandes agglomérations urbaines et industrielles et avec les principaux centres touristiques. Les polluants rejetés en mer (hydrocarbures notamment) exercent

également leurs effets les plus graves sur la zone littorale.

Ramade *et al.* (1990) estiment que le réseau actuel d'aires protégées (voir section 4.3 ci-dessous) est loin d'être suffisant pour préserver ne serait-ce qu'un exemple de chaque type d'écosystème. De nombreuses aires protégées sont menacées par l'utilisation de l'eau "en amont" (notamment la construction de barrages) et par les incendies de forêt.

#### 3.5 Sites historiques et paysages

Le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires a émis des lignes directrices détaillées pour la réhabilitation des établissements historiques de la Méditerranée (PNUE, 1994d, volume I), appuyées par cinq études de cas (PNUE, 1994e, volume II).

Certaines des périodes les plus brillantes de l'évolution culturelle et artistique de l'humanité ont eu pour foyer la région méditerranéenne. Elles y ont légué des exemples remarquables d'architecture d'habitations privées et d'édifices publics. Dans le cadre de la Convention internationale sur la protection du patrimoine culturel et naturel de l'humanité de l'UNESCO, 1972, les sites et monuments les plus importants de la Méditerranée ont été identifiés et recensés; ils représentent à eux seuls une majorité de tous les sites mondiaux de la liste. Cent sites méditerranéens (fig 3), dont bon nombre - mais pas tous - figurent également sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, ont été sélectionnés pour faire l'objet d'une vigilance particulière dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, avec le concours de l'Atelier du Patrimoine de Marseille (PNUE, 1995b).

Outre ces 100 sites officiellement adoptés, il existe bien d'autres établissements de valeur historiques dont le statut suscite des préoccupations comme les villes et bourgs - ou certains de leurs quartiers - datant de plusieurs siècles, témoignages exceptionnels d'un style de vie ou d'une culture à dominante urbaine ou rurale; ii) des sites d'intérêt archéologique représentatifs de civilisations antiques, que ces sites aient déjà ou non fait l'objet de fouilles systématiques; iii) des édifices ou groupes d'édifices d'intérêt historique à vocation religieuse (temples, églises, mosquées,

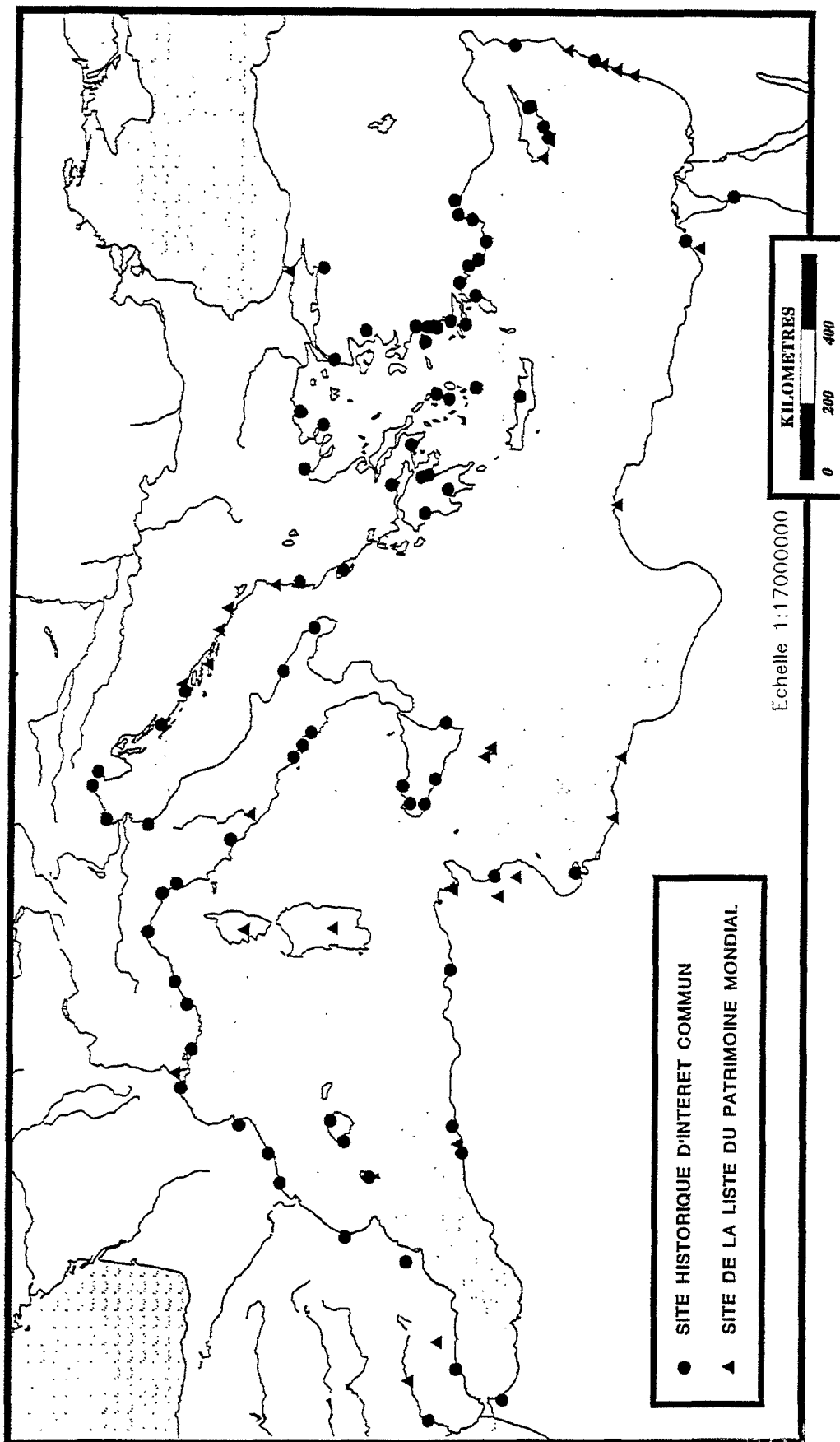


Fig. 3 Emplacement des sites historiques de la Méditerranée

synagogues, monastères, etc.), militaire (forteresses, remparts, casernes), publique (hôtels de ville et autres bâtiments de l'administration, hôpitaux, musées, théâtres, fontaines etc.); des monuments d'intérêt architectural ou sculptural, monuments aux morts; maisons; magasins; édifices commerciaux; infrastructures civiles (ponts, routes, canaux, ouvrages hydrauliques, ports, etc.); et iv) des sites de nature complexe, combinant habituellement un intérêt naturel et architectural comme les parcs historiques et commémoratifs, les jardins, etc.

Les édifices sont sujets à la détérioration ou à la destruction en raison de phénomènes naturels ou d'activités humaines; cela peut se produire sur une longue période (vieillesse normale) ou sous l'effet de catastrophes (incendies, inondations, glissements de terrain, avalanches, tremblements de terre, volcanisme).

Le vieillesse naturelle dépend de facteurs comme l'emplacement, l'orientation géographique, le climat local (variations de température et ensoleillement, pluviométrie et degré hygrométrique, force et durée des vents), l'action lente et pernicieuse de divers organismes à l'extérieur et l'intérieur des édifices (moisissures, plantes grimpantes, vers xylophages ou autres, insectes, oiseaux, rongeurs).

Les catastrophes naturelles sont, pour la plupart, inévitables et d'une date et d'une ampleur impossibles à prédire, mais sans être totalement imprévisibles au plan de la prévention. Depuis l'Antiquité on s'efforce d'en limiter les dégâts. Désormais, on s'emploie activement à améliorer la prédiction de ces phénomènes à partir de certaines variables environnementales et de leur évolution. Même dans ce cas, la disparité entre la rareté de survenue à un lieu et un moment donnés et les dommages généralement considérables mais localisés qui sont occasionnés font que ce domaine de recherche n'est pas tenu pour prioritaire dans l'affectation des crédits.

Les causes humaines résultent en général de décisions socio-politiques irréflechies ou d'une mauvaise gestion. Elles peuvent dépendre des forces politiques à l'oeuvre au plan local, régional ou même mondial, des mutations économiques, voire de

la mode architecturale, et elles peuvent aussi traduire une forme de totalitarisme politique ou idéologique. Les mutations économiques peuvent concerner le système de production ou d'échange, entraînant une régression ou une importante reconversion d'activités comme l'agriculture, les professions artisanales, l'industrie, la pêche, l'exploitation minière, etc. La disparition d'activités socio-économiques aboutit presque toujours au délabrement des édifices qui les abritaient et même, dans certains cas, à l'abandon total de bourgs ou de villes. Le tourisme vient parfois à la rescousse de ces zones désertées en incitant à leur rénovation et en les réintégrant dans la vie économique.

Les transformations économiques peuvent aussi surcharger les centres historiques des cités de fonctions commerciales, administratives ou autres pour lesquelles ils n'étaient pas conçus à l'origine. Les moyens de transport modernes, les voies à grande circulation et les parcs de stationnement, malgré tous les problèmes d'aménagement qu'ils posent, finissent habituellement par s'imposer aux dépens d'ouvrages historiques majeurs. Les incidences qui en résultent pour les édifices, sous forme de gaz d'échappement et d'autres polluants (pluies acides, "smog") sont mentionnées à la section 3 du présent document. La vibration due au trafic souterrain et de surface est un facteur supplémentaire de détérioration des bâtiments.

La solution réside dans une gestion judicieuse (y compris l'entretien) des édifices existants et une planification rationnelle des nouvelles constructions dont l'emplacement et l'architecture ne doivent pas attenter aux ensembles historiques. Cette gestion doit englober la préparation à l'intervention en cas de catastrophe et la limitation des dommages dus à des accidents ou sinistres inévitables. Si les conflits armés ne peuvent être prévus dans cette planification, force est malheureusement de constater qu'ils ont souvent entraîné une destruction délibérée du patrimoine historique et culturel.

Le document (PNUE, 1994d et PNUE, 1994e) poursuit en fournissant un ensemble d'instructions assez détaillées sur des questions comme la réhabilitation des édifices, les études architecturales et l'analyse du statut

actuel d'un site de valeur.

Le volume II présente cinq études de cas où la méthodologie proposée dans les lignes directrices a été appliquée. Elles concernent: i) le quartier de Plaka, à Athènes, le plus ancien faubourg de la ville situé au pied de l'Acropole; ii) le centre historique de Gênes (mais qui n'est plus vraiment aujourd'hui le centre de la vie sociale qu'il était autrefois); iii) Marseille, qui possède une longue expérience de l'application d'une méthodologie efficace de documentation et de recherche aux sites d'intérêt archéologique/historique; iv) Split, dont le centre historique abrite le palais de Dioclétien (vieux de près de 2.300 ans) ainsi que des édifices des périodes préromane, romane, gothique, Renaissance et baroque; et v) le quartier de Hafsia de Tunis, qui occupe la partie inférieure de la médina (fort), qui est désavantagé par sa topographie et était, dans le passé, réservé à des minorités étrangères; la méthodologie du CAR/PAP a été suivie pour tenter de réhabiliter ce quartier.

Les travaux menés à Marseille l'ont été sous l'égide de l'Atelier du Patrimoine de la Ville de Marseille, et ils comprennent un éventail plus large d'activités, à commencer par la protection du patrimoine archéologique sous-marin en Méditerranée (PNUE, 1995b). Ce patrimoine n'a été pleinement reconnu que depuis l'introduction du scaphandre autonome voici quarante ans. Le document cité examine la situation de ces sites en Albanie, Espagne, France, Israël, Italie, Tunisie et Turquie, ainsi qu'à Malte. La très grande majorité de ces sites comprend des épaves remontant jusqu'à 3.600 ans; les sites restants sont des ports de l'antiquité (notamment en Israël et en Tunisie), des établissements humains (Albanie, Malte, Tunisie), des remparts (Malte) et des carrières (Albanie). Rien qu'en France, plus de 600 sites sous-marins d'intérêt historique, artistique ou archéologique ont été recensés, mais ils ne concernent qu'en partie la façade méditerranéenne du pays.

Les principaux problèmes auxquels sont confrontés ces sites sous-marins sont l'envasement (progressif ou résultant de glissements sous-marins), la destruction du bois des vestiges par les vers, l'incrustation due au coraux, serpules (vers vivant dans des tubes calcaires), etc., les dommages provoqués par les chaluts et les plongeurs sous-marins.

### 3.6 Implications des changements climatiques

Les implications des changements climatiques pour le bassin méditerranéen ont été exposées en détail par Jeftic *et al.* (1992) et résumées par les mêmes auteurs (1995).

Il est essentiel d'évaluer dans le long terme les impacts des changements climatiques sur les divers échanges air-mer évoqués à la section 3.2 (pollution atmosphérique), notamment en raison des modifications critiques de ces échanges et de l'"effet de serre" dû aux biogaz de l'atmosphère.

On peut s'attendre à ce que les changements climatiques dus à l'effet de serre aient au cours des prochaines décennies des incidences marquées, notamment sur le milieu marin et la zone côtière attenante.

L'effet de serre primaire consiste en une hausse de la température moyenne de la Terre, en particulier celle de l'atmosphère. Cette hausse a pour principales conséquences de modifier: i) les modalités du transport atmosphérique (système des vents à l'interface terre-mer); ii) les interactions air-mer (évaporation, précipitation, échanges gazeux et salins); iii) le volume de la mer (et donc le niveau moyen de celle-ci); et iv) la répartition de sa densité (et donc la configuration de la circulation océanique). De ces modifications découleront ensuite des modifications de l'humidité relative, des pluies et des régimes des vents, entraînant par exemple des changements des écosystèmes (pour les caractéristiques de la végétation, l'état du sol, la répartition de la faune, etc.).

Ces répercussions ont été évaluées par une Equipe de travail régionale PNUE sur les implications des changements climatiques pour la région méditerranéenne (Jeftic *et al.*, 1992). L'Equipe de travail était invitée à examiner les effets possibles: i) de modifications du niveau de la mer sur les écosystèmes côtiers (deltas, estuaires, zones humides, plaines côtières, lagunes, etc.); ii) de hausses de la température sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, notamment pour les espèces d'importance économique; et iii) des changements climatiques, géophysiques et écologiques sur les activités et structures socio-économiques.



L'Equipe devait aussi déterminer les zones ou systèmes paraissant les plus vulnérables à ces changements.

L'Equipe de travail méditerranéenne a, dans un premier temps, identifié huit thèmes pour lesquels des évaluations régionales étaient entreprises: i) changement climatique; ii) modification du niveau de la mer; iii) océanographie; iv) hydrologie; v) terres basses côtières; vi) dégradation du sol; vii) végétation; et viii) activités socio-économiques. Elle a également réalisé six études de cas spécifiques concernant: i) le delta de l'Ebre; ii) le delta du Rhône; iii) le delta du Pô; iv) le delta du Nil; v) le golfe Thermaïque; et vi) les lacs d'Ichkeul/Bizerte. Les résultats ont été publiés dans un livre intitulé "Climatic Change and the Mediterranean" (Jeftic *et al.* 1992).

Par la suite, cinq nouvelles études spécifiques de sites ont été entreprises sur: i) l'île de Rhodes; ii) la baie de Kastela; iii) le littoral syrien; iv) Malte; et vi) les îles de Cres/Losinj. Ces cinq études de cas ont permis de définir et d'évaluer les implications éventuelles des changements climatiques attendus sur les écosystèmes terrestre, aquatique et marin, sur les populations, sur l'occupation des sols et les pratiques d'utilisation de la mer et d'autres activités menées à ces sites; elles ont aussi permis de déterminer les zones ou systèmes paraissant les plus vulnérables aux changements climatiques attendus, et de cerner des options pour la planification et la conception des grands travaux d'infrastructure et autres dispositifs.

Les résultats ont été examinés à la réunion sur les implications des changements climatiques sur les zones côtières de la Méditerranée (La Valette, 1992). Cet examen a mis en lumière certaines faiblesses des évaluations: i) une simplification excessive des processus (par ex., dynamique des plages, adaptabilité des écosystèmes) qui pourrait fausser ou sous-estimer un impact prévu donné; ii) des données insuffisantes ou une exploitation insuffisante des données disponibles pour permettre une évaluation fiable; et iii) une attention insuffisante aux événements exceptionnels (houle de tempêtes, action des vagues) qui pourraient aggraver les impacts.

Certaines modifications des conditions régissant les écosystèmes marins pourraient dès maintenant être imputables à l'évolution du climat de la planète et devraient s'aggraver à l'avenir. Ces changements s'ajouteront aux variations naturelles auxquelles les écosystèmes ont toujours été soumis. Leurs effets sur la pêche et l'aquaculture sont difficiles à prévoir.

Le Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat PNUE/OMS (IPCC) a réuni les vues de la communauté scientifique internationale sur l'ampleur des changements attendus au plan mondial en rapport avec le climat (IPCC, 1992), et le Conseil international des unions scientifiques (CIUS) a lancé un Programme international concernant la géosphère et la biosphère (PIGB) pour évaluer le rythme de toutes les grandes modifications terrestres observables (Williamson, 1992). En ce qui concerne les océans, la COI a commencé à mettre en place un Système mondial d'observation des océans (GOOS) (Kullenberg *et al.*, 1993).

Les études préparatoires menées à ces fins autorisent à penser que le dioxyde de carbone (gaz "à effet de serre") de l'atmosphère pourrait doubler d'ici 2025-20 si les activités se poursuivent dans les conditions actuelles, entraînant vraisemblablement une hausse de la température moyenne globale de 1,5° - 5,5° C (IPCC, 1992). Cette hausse devrait provoquer un relèvement moyen du niveau de la mer d'environ 20 cm d'ici 2030, et d'environ 60 cm d'ici 2100, et une hausse de la température à la surface de la mer comprise entre 0,2 et 2,5° C. Bakun (1992) prévoit certains effets probables de ces changements sur les écosystèmes côtiers et continentaux marins, en mentionnant notamment un creusement de l'écart des températures entre la terre et la mer dans la zone côtière qui pourrait augmenter l'upwelling en modifiant le régime des pressions atmosphériques et des vents (voir aussi Bartzokas et Metaxas).

Le méthane (CH<sub>4</sub>) est un gaz à effet de serre qui peut être produit naturellement au niveau du sol (élevage, exploitation forestière), dans certains procédés industriels (comme l'extraction et le raffinage du pétrole), dans les masses d'eau douce et les estuaires, et dans la mer, soit par des bactéries productrices de méthane, soit sous des conditions réductrices,

soit par le métabolisme des algues. Il est probable que l'eutrophisation joue un rôle dans ce flux du méthane entre la mer et l'atmosphère. Une partie de ce méthane, qui est relativement stable dans le milieu marin, est libérée dans l'atmosphère marine (Liss, 1989).

Bien qu'on sache peu de choses sur la production biologique de méthane dans la mer et sur sa contribution aux niveaux de méthane atmosphérique, des résultats obtenus pour d'autres mers (mer d'Oman, par ex.) donnent à penser qu'elle est plus importante qu'on ne le pensait jusqu'ici, du moins dans des zones précises de la Méditerranée et notamment aux profondeurs du bassin où pourraient prévaloir des conditions oxydo-réductrices.

En dehors du dioxyde de carbone et du méthane, plusieurs autres gaz sont connus ou supposés être des gaz à effet de serre ou jouer un rôle dans l'évolution du climat. Le sulfure de diméthyle (DMS) est partout présent dans les eaux de surface marines. Son principal précurseur biologique, le diméthylsulfonium propionate (DMSP), est produit par de nombreuses algues marines (Holligan et Kirst, 1989) ainsi que par des herbes marines et des herbes de marais salants (Andreae, 1989). Le DMS est aussi formé par méthylation du soufre effectuée par certaines espèces de phytoplancton. Bien que la production soit variable selon la région et la saison d'échantillonnage, l'eutrophisation, en favorisant le développement des algues, pourrait stimuler la production de DMS, lequel peut être émis dans l'atmosphère où il est oxydé en des produits tels que le méthane sulfonate, le dioxyde de soufre et le sulfate de soufre. Le sulfate se trouve sous forme de particules d'aérosols submicroniques (et ne provient donc pas du sel marin) qui agissent comme noyaux de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, influant ainsi sur le bilan radiatif atmosphérique à court terme et éventuellement sur le climat à long terme.

L'oxysulfure de carbone (COS) est produit par la dégradation photochimique de composés organosoufrés dissous. Le COS est transféré de la mer à l'atmosphère où il est oxydé en sulfate, avec des effets similaires à ceux du DMS.

L'oxyde nitreux ( $N_2O$ ) est un gaz à effet de serre potentiel provenant du métabolisme

des nitrates et de la combustion industrielle; il peut aussi affecter la couche d'ozone. La contribution marine de ce gaz à l'atmosphère reste inconnue.

On ne s'attend pas à ce que les changements du climat de la planète mentionnés ci-dessus modifient de façon importante la production globale de poisson, encore que certains stocks pourront subir des préjudices et que les changements de la pluviométrie et du débit fluvial retentiront sur les pêcheries et les nurseries du littoral. L'aquaculture côtière sera aussi affectée. Des zones d'upwelling tropicales, qui produisent de grosses quantités de ressources de poisson, pourraient se déplacer vers les pôles et croître en intensité. La variabilité interannuelle qu'elles occasionnent dans les ressources pourrait augmenter; cependant, la hausse de la productivité planctonique pourrait réduire les teneurs en oxygène et conduire à des situations d'anoxie.

Ces impacts des changements climatiques se produiront toutefois sur une longue durée, permettant dans une certaine mesure une adaptation progressive à des facteurs qui ne peuvent être aisément, voire pas du tout, modifiés par l'intervention de l'homme; ils auront donc une portée bien moindre pour l'avenir de la Méditerranée que les impacts de la plupart des activités humaines actuelles et toujours croissantes menées dans la zone côtière de la Méditerranée et dans son arrière-pays.

Au cours des toutes prochaines décennies, l'impact de facteurs non climatiques - comme la dynamique de population et les plans actuels de développement - sur les systèmes naturels, sociaux et économiques de la Méditerranée, dépasseront probablement de loin les impacts directs des changements climatiques. Néanmoins, des changements à long terme du climat peuvent contribuer dans une assez large mesure à la vulnérabilité des communautés côtières aux conditions défavorables de l'environnement et compromettre le développement durable de ces zones. Les secteurs économiques les plus affectés pourraient être le tourisme et l'agriculture. Les pêcheries traditionnelles surexploitent déjà la capacité de production de la mer Méditerranée, si bien que l'évolution du climat n'ajoutera guère à ces pressions.

L'aquaculture pourrait bénéficier des modifications à venir de l'environnement. Les zones humides côtières, les zones de basse

altitude et les deltas pourraient en pâtir, avec des effets directs sur l'agriculture et les oiseaux migrateurs (Jeffic, 1993).

## 4. Les politiques et le cadre législatif

### 4.1 Les politiques de l'environnement

#### 4.1.1 Les pays méditerranéens

Les pays méditerranéens alignent progressivement leur politique de l'environnement sur les prescriptions de la Convention de Barcelone - dont ils sont tous signataires -, de ses Protocoles et des diverses mesures qu'ils ont adoptées en commun pour les appliquer. Ce sont également ces instruments juridiques qui tracent le cadre où s'inscrivent les orientations et les activités du Plan d'action pour la Méditerranée du PNUE (voir section 4.2 ci-dessous).

La Convention de Barcelone est entrée en vigueur en 1978; ses quatre Protocoles actuellement en vigueur sont: i) le Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs (1978); ii) le Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique (1978); iii) Le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique (1983); et iv) Le Protocole relatif aux aires spécialement protégées (1986). Le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau continental, du fond de la mer et de son sous-sol a été adopté en 1994.

Les Parties contractantes ont adopté treize mesures communes en application du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique: critères provisoires de qualité du milieu pour les eaux de baignade (1985); critères provisoires de qualité du milieu pour le

mercure (1985); mesures pour prévenir la pollution par le mercure (1987); critères de qualité du milieu pour les eaux conchylicoles (1987); mesures antipollution pour les huiles lubrifiantes usées (1989); mesures antipollution pour le cadmium et les composés de cadmium (1989); mesures antipollution pour les composés organostanniques (1989); mesures antipollution pour les composés organohalogénés (1989); ; mesures antipollution pour les composés organophosphorés (1991); mesures antipollution pour les matières synthétiques persistantes (1991); mesures antipollution pour les substances radioactives (1991); mesures antipollution pour les microorganismes pathogènes (1991); mesures de lutte contre la pollution par les substances cancérigènes, tératogènes et mutagènes (1993); d'autres mesures sont en cours d'élaboration pour le zinc, le cuivre et les détergents anioniques.

Lorsqu'une Partie contractante quelconque à la Convention de Barcelone a ratifié la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (Nations Unies, 1993), entrée en vigueur en novembre 1994, la Convention de 1973/1978 sur la prévention de la pollution marine par les navires (MARPOL) et la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution marine par les opérations d'immersion de déchets et autres matières, sa législation nationale ne devrait pas aller à l'encontre des dispositions de ces conventions.

Toutefois, l'application de ces instruments ne peut être que lente et progressive: si l'on prend l'exemple de la Convention MARPOL, celle-ci prescrit la mise en place d'installations portuaires de réception qui exigent des crédits importants, et le Protocole tellurique, qui stipule des actions concrètes de maîtrise et de réduction de la pollution d'origine tellurique, appelle des décisions majeures sur des questions telles

que la politique urbaine, les stations d'épuration et les pratiques agricoles améliorées (Chircop, 1992). En outre, comme il est noté à la section 4.4 ci-dessous, la politique d'aires protégées, telle qu'elle se traduit dans chaque législation nationale, s'applique souverainement à la zone côtière et aux eaux territoriales de chaque pays, et son harmonisation avec la législation internationale pertinente demande du temps, même après ratification des conventions internationales pertinentes.

La politique nationale de l'environnement se reflète aussi dans des plans et programmes d'action concrets. Des documents exposant cette politique d'ensemble et fournissant "un état des lieux" ont été reçus récemment de 16 pays méditerranéens, ce qui démontre qu'ils sont bien plus nombreux que par le passé à établir de pareils bilans. Pour certains pays, on a également eu recours aux réponses qu'ils ont retournées à un questionnaire émis par le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires.

Les rouages de mise en oeuvre de cette politique sont souvent complexes car les attributions sont éparpillées entre un assez grand nombre d'autorités et organismes nationaux et, dans certains cas, d'organisations non gouvernementales. Par conséquent se fait jour, dans la plupart des pays, un besoin général d'améliorer la coordination et la coopération entre ces diverses instances. Notons aussi que, presque toujours, les lois et décrets d'une portée générale qui sont adoptés par les Etats ne tiennent pas suffisamment compte des aspects écologiques des sujets traités et que bon nombre de ces textes appelleraient des modifications dans ce sens. Les rouages institutionnels et les principaux problèmes d'environnement se posant dans chacun des pays riverains de la Méditerranée sont exposés à la section 4.1.3 ci-dessous sur la base des renseignements disponibles.

#### **4.1.2 Le Plan d'action pour la Méditerranée**

Les pays méditerranéens et la CEE ont adopté en 1975 le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) et en 1976 la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution (Convention de Barcelone). Le PAM avait pour principaux objectifs d'aider les gouvernements méditerranéens à évaluer et

maîtriser la pollution marine, à formuler leurs politiques nationales de l'environnement, à améliorer leur capacité à mieux identifier les diverses options de développement et à procéder à de meilleurs choix budgétaires (Jeftic, 1993a).

Bien que le PAM ait été centré au départ sur la lutte contre la pollution marine, l'expérience a vite confirmé que les tendances socio-économiques, combinées à une gestion et une planification médiocres du développement étaient à l'origine de la plupart des problèmes de l'environnement et qu'une protection valable et durable de celui-ci était indissolublement liée au développement économique et social. C'est pourquoi le PAM s'est réorienté progressivement d'une approche sectorielle de la lutte antipollution vers la planification et la gestion intégrées de la zone côtière conçues comme l'outil déterminant pour rechercher les solutions.

Bien qu'il soit malaisé d'évaluer les progrès accomplis, on dispose de preuves directes et indirectes établissant qu'un grand nombre d'actions concrètes ont été prises par de nombreux pays conformément aux prescriptions et dispositions du PAM, lequel a donc ainsi marqué de son empreinte les politiques et pratiques environnementales des pays riverains. Le PAM a été un instrument important de changement et de progrès pour les questions de l'environnement en Méditerranée. Parmi les réussites les plus marquantes, on relèvera une prise de conscience nouvelle de l'importance d'un environnement salubre pour le présent et l'avenir de la Méditerranée et de ses habitants, une nette évolution de l'attitude des décideurs à l'égard de la protection de l'environnement et un sens plus aigu de la solidarité et du besoin d'agir collectivement dans la région.

La politique de l'environnement du PAM est définie par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles, ainsi qu'il est exposé à la section 4.1.1.

La politique de l'environnement menée dans le cadre du PAM s'aligne aussi sur la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, sur la Convention de 1973/1978 sur la prévention de la pollution marine par les navires (MARPOL) et sur la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution marine

par les opérations d'immersion de déchets et autres matières.

#### 4.1.3 Aspects institutionnels

##### L'Unité de coordination du PAM

L'Unité de coordination du PAM a été créée pour coordonner les activités menées dans le cadre du programme, et elle est installée à Athènes, Grèce, depuis 1982. Cette Unité remplit les fonctions de Secrétariat au nom du PNUE, ainsi que le prévoit la Convention. Elle prépare les réunions, avec la documentation nécessaire, communique les notifications, examine les demandes de renseignements, accomplit "toutes autres fonctions qui lui sont confiées, le cas échéant, par les Parties contractantes", ce qui comporte par-dessus tout la coordination de l'ensemble des activités du PAM.

L'Unité de coordination coordonne et supervise les travaux des Centres d'activités régionales du PAM ci-après:

- Centre d'activités régionales du Plan Bleu (CAR/PB), sis à Sophia Antipolis, France;
- Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP), sis à Split, Croatie;
- Centre régional méditerranéen d'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC), sis à l'île Manoel, Malte;
- Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées (CAR/ASP), sis à Tunis, Tunisie;
- Centre d'activités régionales de télédétection de l'environnement (CAR/TDE), sis à Palerme, Italie; et
- Secrétariat pour la protection des sites historiques côtiers, sis à Marseille, France.

##### Les Centres d'activités régionales

Les Centres d'activités régionales (CAR) sont chargés de la mise en oeuvre des volets respectifs du Plan d'action pour la Méditerranée. Les CAR (hormis le REMPEC) sont considérés comme des centres nationaux s'acquittant de fonctions régionales pour le compte de la communauté méditerranéenne. Ces fonctions sont financées par le biais d'un

Fonds d'affectation spéciale pour la Méditerranée. Les Centres accomplissent leurs tâches sous l'orientation et la supervision de l'Unité de coordination et conformément aux décisions des réunions des Parties contractantes.

Le Centre d'activités régionales du Plan Bleu (CAR/PB) a progressivement mieux cerné sa mission principale qui consiste à prévoir les développements du bassin méditerranéen sur la base de plusieurs hypothèses de croissance probable concernant des paramètres comme la population, l'urbanisation, l'industrie, l'agriculture, les forêts, les échanges commerciaux, etc, y compris des questions connexes comme les demandes en eau, en énergie, en transport et en communications, et aussi dans la perspective de l'évolution possible du climat. Toutes ces transformations de la Méditerranée sont activement explorées par l'Observatoire méditerranéen pour l'environnement et le développement en vue d'actualiser les scénarios prospectifs mis au point par le CAR/PB (PNUE, 1994f).

Le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP) s'efforce d'aborder des problèmes d'actualité en matière de développement et les effets des pressions sur les milieux et les ressources côtières à des sites précis en vue d'introduire des pratiques de gestion écologiquement rationnelle requises pour un développement socio-économique durable. L'un des principaux outils utilisés à cet effet est la gestion intégrée des zones marines et côtières. Des projets sont exécutés dans certaines zones côtières comme le littoral albanais, Fuka-Matrouh (Egypte), Izmir (Turquie), l'île de Rhodes (Grèce), le littoral syrien, etc. Les autres domaines d'activité comprennent l'aquaculture, la réhabilitation et la reconstruction des sites historiques, la gestion des ressources en eau pour les îles et les zones côtières isolées, la gestion des déchets liquides et solides, et l'aménagement des zones sismiques.

Le Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC, anciennement appelé ROCC) a joué, dès l'adoption du Protocole relatif aux situations critiques, un rôle fondamental de coordination dans l'application de celui-ci par les pays méditerranéens. En outre, le rôle initial du REMPEC a été élargi de

manière à englober la pollution par les substances dangereuses. Le REMPEC s'emploie à la mise en place d'un Système d'informations régionales, d'un Système de préparation à la lutte et de lutte contre la pollution marine accidentelle, ainsi qu'à l'élaboration et au lancement de plans d'urgence sous-régionaux. Le REMPEC a également aidé considérablement les pays en développement à organiser des programmes importants de formation régionale et nationale aux aspects scientifiques et gestionnels de la pollution marine accidentelle.

Le Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées (CAR/ASP) a joué un rôle essentiel dans l'application du Protocole relatif aux aires spécialement protégées de Méditerranée. Le Centre a aidé plusieurs pays en leur fournissant la formation et les conseils nécessaires pour la création et la gestion d'aires protégées, et il oeuvre avec succès à la formulation et à l'exécution de plans d'action spécifiques pour la protection d'espèces menacées comme le phoque moine, la tortue marine *Caretta caretta* et les cétacés de Méditerranée. Le Centre est appelé à jouer un rôle important de coordination pour les activités liées à la préservation de la biodiversité en Méditerranée.

Le Centre d'activités régionales de télédétection de l'environnement (CAR/TDE) a introduit l'application des techniques de télédétection au Plan d'action pour la Méditerranée. Ces techniques complètent utilement les données recueillies sur le terrain dans le cadre des diverses activités par des données satellite qui renseignent sur la dynamique des modifications des régions côtières de la Méditerranée. Le Centre a été particulièrement actif dans plusieurs Programmes d'aménagement côtier (PAC) en fournissant des séries d'images chronologiques des transformations du littoral. C'est là un outil important de gestion des zones côtières, notamment en ce qui concerne la désertification, l'érosion du sol, l'urbanisation, la gestion des aires protégées, etc.

Le Secrétariat pour la protection des sites historiques côtiers (100 sites historiques côtiers) s'emploie à protéger les sites historiques d'intérêt commun à la Méditerranée déjà identifiés par les Parties contractantes sur la base de critères de sélection convenus. Le

Programme s'attache principalement à des activités d'identification et d'évaluation pour la protection et la conservation de sites figurant sur la liste des 100 sites historiques dans divers Etats côtiers méditerranéens. Des programmes de formation et des ateliers permettent de se familiariser avec les instruments et méthodes de gestion des sites historiques. Les domaines prioritaires sont la dégradation de la pierre et les sites archéologiques sous-marins, notamment les épaves.

### Les pays méditerranéens

Les dispositions institutionnelles prises dans les pays de la région méditerranéenne et les principales questions d'environnement dont elles ont à traiter peuvent se résumer comme suit, sur la base des renseignements disponibles:

En Albanie, la principale instance gouvernementale est le Comité de préservation et de protection de l'environnement, Ministère de la Santé et de la Protection de l'environnement (Albanie, 1993). Le Comité définit la stratégie du gouvernement, coordonne les fonctions de surveillance des ministères concernés, des autres institutions centrales et des autorités locales. Il organise la surveillance de la pollution au niveau national et propose des mesures concrètes pour la protection de la salubrité de l'atmosphère, de l'eau et du sol ainsi que de la biodiversité du territoire. Il fixe les politiques fondamentales et les priorités des investissements effectués pour la protection de l'environnement. Il fixe également des limites admissibles pour les polluants gazeux, liquides, solides et radioactifs, les niveaux de substances toxiques des déchets dangereux. Il est assisté dans ces domaines, au plan scientifique et technique, par l'Institut d'hydro-météorologie (de l'Académie des sciences), le Comité de la science et de la technologie, l'Institut d'hygiène et d'épidémiologie, l'Institut de recherche et de technologie chimiques, et l'Université de Tirana.

Les principaux problèmes d'environnement de l'Albanie sont: le déboisement; l'érosion du sol; la contamination des eaux de surface par les rejets sauvages d'eaux usées domestiques et industrielles; l'épuration des eaux usées qui manque totalement; et la pollution atmosphérique due

aux centrales thermiques et aux usines.

En Algérie, le service consacré à l'environnement fait partie du Secrétariat d'Etat à la Recherche qui fixe les règlements régissant la prévention et la lutte contre toutes les formes de pollution de l'environnement et de nuisance; il s'acquitte de ces fonctions par le biais de la Direction générale de l'Environnement. Le service consacré à l'agriculture fait partie du ministère de l'Agriculture qui fixe les règlements régissant la prévention et la lutte contre toutes les formes de dégradation des forêts et des espaces naturels du littoral; il s'acquitte de ces fonctions par le biais de l'Agence nationale des forêts, de l'Agence nationale de la conservation de la nature et de l'Agence nationale de la recherche forestière. Le service consacré aux ressources en eau fait partie du ministère de l'Équipement qui fixe les règlements régissant l'approvisionnement en eau et l'administration des zones côtières; il s'acquitte de ses fonctions par le biais de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Le service consacré au tourisme fait partie du ministère de l'Intérieur qui est chargé de promouvoir le développement des zones touristiques; il s'acquitte de ces fonctions par le biais de l'Office national du tourisme. Le service consacré aux travaux publics fait partie du ministère de l'Équipement qui est chargé de l'aménagement des infrastructures portuaires et du contrôle du trafic maritime; il s'acquitte de ces fonctions par le biais d'une Direction générale et de ses bureaux locaux. Le service de la garde maritime fait partie du ministère de la Défense; il est chargé de faire respecter les lois et règlements maritimes. Le Conseil de planification nationale fixe les règlements régissant l'aménagement du territoire; il s'acquitte de ces fonctions par le biais de l'Agence nationale d'aménagement du territoire.

Les principaux problèmes d'environnement de l'Algérie sont: les pêches, le tourisme, l'utilisation de l'eau à des fins industrielles et urbaines, et les ports. Toutes ces activités sont grandement affectées par la pollution, les ports souffrent d'envasement en raison des rejets d'eaux usées ou de l'érosion côtière.

En Croatie, bien qu'une dizaine de ministères soient chargés de problèmes concrets d'environnement, la principale

instance récemment créée est la Direction nationale pour l'environnement. En dehors des ministères précités, une vingtaine d'institutions publiques ou non gouvernementales traitent de tel ou tel aspect de l'environnement.

Les principaux problèmes d'environnement de la Croatie sont: les efflorescences algales dans le nord de l'Adriatique, bien que causant moins de problèmes que sur la rive ouest de cette mer; de graves problèmes de pollution dans plusieurs baies côtières (Bakar, Sibenik et Kastela) et ports fortement peuplés (Pula, Rijeka, Zadar, Sibenik, Split et Dubrovnik), dus surtout au rejets d'eaux usées urbaines et industrielles non traitées (Croatie, 1993 et 1993a).

En Égypte, l'Agence égyptienne des questions d'environnement, relevant de la présidence du Conseil des ministres, est chargée de fixer la politique nationale de salubrité de l'environnement et des ressources naturelles; elle adopte les plans et programmes, promulgue la législation pertinente; elle opère par le biais de services d'amélioration de l'environnement dans chaque gouvernorat. L'Académie de la recherche scientifique et de la technologie fixe le programme national de recherche sur les relations entre la société et son environnement. Plusieurs associations écologiques non gouvernementales et bénévoles s'occupent de l'information et de la sensibilisation du public, de la législation et du meilleur rendement des systèmes environnementaux. Dans le cadre de cette structure assez simple, un programme d'action complexe a été élaboré.

Les principaux problèmes d'environnement de l'Égypte sont: l'emprise urbaine sur des terres agricoles précieuses en dépit de la demande de plus en plus forte de produits agricoles; l'absence de prise en compte de l'environnement dans l'implantation de certaines installations industrielles qui, conjointement à la croissance urbaine, ont exposé le Nil à la pollution de déchets industriels gazeux, liquides et solides; l'absence de traitement et réutilisation des eaux usées agricoles; les niveaux critiques de pollution dans le lac Mariout et dans l'atmosphère des grandes villes; l'utilisation croissante de produits chimiques dans l'agriculture; la pollution des réseaux de



drainage et d'irrigation ainsi que du cours du Nil; la pollution par les hydrocarbures des eaux marines et des rivages en raison du trafic maritime intense (canal de Suez); la pénurie croissante de sources énergétiques traditionnelles; l'accumulation de volumes importants de déchets solides et liquides associée à l'insuffisance de traitement, gestion, réutilisation et recyclage; la nécessité de protéger plusieurs espèces rares; la pollution et la dégradation de nombreux sites archéologiques des époques pharaonique, chrétienne et islamique et de plusieurs sites touristiques; la nécessité d'une meilleure sensibilisation du public au moyen de l'éducation et des médias (Egypte, 1992).

S'agissant de l'Espagne, le rapport national sur l'environnement (Espagne, 1992) souligne que l'ensemble des instances administratives disposent de plus ou moins d'attributions en matière d'environnement, ce qui complique beaucoup leur intégration dans un cadre cohérent. Les responsabilités s'établissent à trois niveaux: l'Etat, les Communautés autonomes et les collectivités locales (Corporations locales et municipalités). Au niveau de l'Etat, à l'issue de plus de trente années d'évolution (depuis 1960), l'organe central est le Secrétariat d'Etat à la politique de l'eau et à l'environnement, chargé des attributions suivantes: normes du milieu; coordination avec les services ministériels concernés, avec les Communautés autonomes, avec l'Union européenne et d'autres organisations internationales qualifiées; études d'impact sur l'environnement au niveau national; conduite de la politique des ressources en eau; protection et gestion des biens de l'Etat dans le domaine public maritime et terrestre; climatologie; cartographie. Au niveau des Communautés autonomes, certaines de celles-ci sont habilitées à se doter d'une législation de l'environnement conformément à leurs statuts respectifs d'autonomie, bien que toujours en accord avec des critères de base fixés par l'Etat. Pour d'autres Communautés, seul est accordé le pouvoir d'application des lois de l'Etat. Au niveau local, les Corporations locales sont habilitées à émettre des normes, et les municipalités ont des compétences importantes concernant les activités insalubres, nocives et dangereuses. La politique espagnole de l'environnement est fortement influencée par les directives émises par l'Union européenne

en matière d'environnement.

Les principaux problèmes d'environnement de l'Espagne sont: l'érosion et la désertification (efforts de reboisement, réhabilitation des biotopes à la flore dégradée); gestion des ressources en eau; eaux usées et boues industrielles, émissions atmosphériques; élimination des déchets urbains).

En France, la structure administrative est complexe et ne l'est pas moins dans le domaine de l'environnement (IFEN, 1994).

Au niveau de l'administration centrale, le ministère de l'Environnement comprend désormais quatre grands services: Direction de l'eau; Direction de la prévention de la pollution et des risques; Direction générale de l'administration et du développement; Direction de la nature et des paysages. Il existe également deux organismes publics: l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, et l'Institut français de l'environnement. La maîtrise de la consommation d'énergie contribue à améliorer la qualité de l'air, à moderniser l'industrie et à réduire les déchets industriels. L'Institut constitue essentiellement la branche "Statistique et information" du ministère de l'Environnement.

Au niveau régional opèrent les Directions régionales de l'environnement, les régions étant des entités socio-politiques propres à la France. Les rôles de chaque Direction régionale sont définis par des dispositions réglementaires nationales, mais une loi fixant le partage des attributions entre l'Etat et les collectivités locales est en voie d'adoption.

Les principaux problèmes d'environnement de la France, du moins au niveau national, sont: la réhabilitation des zones polluées; la restauration des cours d'eau et la protection contre les inondations; la gestion et la protection de la nature; la lutte contre le bruit; la construction de stations d'épuration. Au niveau local et dans le bassin méditerranéen, les responsables sont confrontés à un développement excessif et incontrôlé des aménagements touristiques et des résidences secondaires, à la pollution côtière, à l'érosion côtière (dans certaines zones) et à la nécessité de créer des aires

protégées marines et côtières.

En Grèce, Le Conseil national de l'aménagement du territoire et de l'environnement est chargé de la politique de l'environnement, de l'approbation et de la supervision de tous les plans et programmes urbains/régionaux de protection de l'environnement (Grèce, 1995). Le ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du territoire et des Travaux publics est chargé de l'élaboration des politiques de l'aménagement et de l'environnement, et de la supervision de leur mise en oeuvre; il est appuyé par des services régionaux et préfectoraux. Le ministère de l'Economie nationale établit les grandes orientations politiques de la planification et du développement économiques, mais les divers ministères élaborent et mettent en oeuvre les politiques sectorielles de leurs domaines respectifs; les principaux ministères concernés par les questions de l'environnement sont, outre les ministères précités, ceux de l'Agriculture, de la Santé, de la Marine marchande et de l'Intérieur. Plusieurs autres instances nationales sont également concernées par des aspects plus particuliers de l'environnement: l'Office national du tourisme hellénique, la Compagnie publique d'électricité, le Secrétariat général à la recherche et à la technologie, et divers centres nationaux de recherche.

Les principaux problèmes de la gestion de l'environnement et du littoral en Grèce sont: la gestion des ressources en eau (rendue difficile par le relief cloisonné et l'inégale répartition de la population); la pollution atmosphérique des grandes agglomérations (Athènes-Le Pirée, Thessalonique, Patras, Volos) et la pollution marine des golfes bordant ces agglomérations (golfs Saronique, Thermaïque, de Patras, Pagasitique); l'érosion du sol (dont le déboisement, les incendies de forêt et le surpâturage sont les principaux facteurs); les résidus agricoles de pesticides et d'engrais entraînés par le ruissellement et les cours d'eau; l'impact des grandes exploitations minières à ciel ouvert (lignite, bauxite, magnésite, pierre à chaux et marbre) sur les terres agricoles et forestières.

En Israël, la responsabilité incombe au ministère de l'Environnement qui a remplacé et absorbé l'ancien Service de protection de l'environnement et a depuis assumé certaines

attributions environnementales des ministères de la Défense, de l'Industrie, du Commerce, de l'Intérieur, de l'Agriculture et de la Santé; toutefois, ces ministères gardent certaines compétences pour la gestion des substances dangereuses relevant de leurs champs d'action respectifs (Gabbay, 1994). Le ministère de l'Environnement a pour attributions de formuler une politique nationale de l'environnement et d'élaborer les instruments de sa mise en oeuvre en se fondant sur le principe d'une intégration complète des considérations écologiques dans la planification et la prise de décisions. Il vise également à mettre en oeuvre des programmes de lutte, de surveillance continue et de recherche en matière de pollution, à établir et actualiser la législation et les normes concernant l'environnement, à assurer une application effective et la supervision, à promouvoir l'éducation et la sensibilisation du public et à développer la coopération régionale et internationale dans ce domaine.

Les principaux problèmes d'environnement d'Israël sont: la gestion des ressources en eau, notamment en ce qui concerne l'irrigation et la qualité de l'eau des nappes aquifères du littoral; le traitement et le recyclage des eaux usées; la pollution atmosphérique des grandes villes, favorisée par les conditions météorologiques locales; l'élimination des déchets solides, vu la superficie du territoire au regard du degré assez élevé d'activité industrielle, commerciale et urbaine; l'occupation et l'utilisation de la frange côtière et les pressions concurrentes de l'industrie, du tourisme et de l'agriculture sur les terres les plus fertiles du pays.

En Italie, la gestion des zones côtières est organisée à quatre niveaux: ministériel, régional, provincial et municipal (Italie, 1993). Le ministère de la Défense gère toutes les zones côtières placées sous juridiction militaire ainsi que le Service d'hydrographie maritime qui est chargé de la bathymétrie marine et de la sécurité en mer. Le ministère de la Marine marchande gère le domaine public, y compris les permis d'utilisation; il est en charge de la navigation dans les eaux territoriales, de la pêche et d'un réseau de surveillance permanente des eaux côtières. Par le biais de ses offices portuaires, il collabore avec le ministère de la Défense pour toutes les questions relatives au domaine public, pour les

activités portuaires, la pêche, le trafic maritime, la navigation de plaisance, les secours en mer et le service des garde-côte, et il coopère à l'établissement de cartes marines; il collabore avec les autorités régionales dans le domaine du tourisme. Le ministère de l'Environnement a une fonction de coordination dans les affaires du littoral et il fixe les normes pertinentes; en collaboration avec le ministère de la Marine marchande, il définit et crée des réserves naturelles, fixe des valeurs minimales acceptables pour les paramètres microbiologiques de l'eau et autorise l'immersion de déchets industriels. Les fonctions de l'Agence nationale pour la protection de l'environnement, de création très récente, restent encore à définir. Le ministère des Travaux publics est chargé de la construction et de l'entretien des grands ports et de l'aménagement des ouvrages de protection du littoral. Son organe d'exécution est l'Autorité de l'eau qui est chargée de la gestion des eaux intérieures, y compris les lagunes côtières. Le ministère de la Santé, par le biais de l'Institut supérieur de la Santé, contrôle les rejets industriels et la qualité des eaux de baignade. Ses services locaux effectuent un échantillonnage de routine ou d'urgence et contrôlent les rejets urbains. Le ministère du Patrimoine culturel est l'autorité compétente pour le respect des paysages côtiers et il délivre les permis pour les activités archéologiques sous-marines. Le ministère de l'Industrie délivre, entre autres, les permis d'exploration et d'exploitation.

Les régions sont chargées de la planification et du développement et, dans les zones côtières, elles sont habilitées à gérer le domaine public servant aux loisirs et au tourisme; elles sont responsables des petits ports, de la coordination de la protection de l'environnement et de la surveillance des eaux usées, ainsi que de l'établissement des plans de réhabilitation des ressources en eau régionales.

Les provinces réalisent les enquêtes sur les eaux usées, tandis que les municipalités ont compétence pour l'entretien des ouvrages de protection du littoral, le contrôle des eaux usées, la gestion des aqueducs, des réseaux d'égouts, des stations d'épuration, la délivrance des permis de construction et de rejet des eaux usées, et la perception des taxes et charges pour l'environnement.

Les problèmes les plus importants du littoral en Italie sont: l'impact du tourisme et des aménagements connexes (y compris la construction incontrôlée de résidences secondaires); le transport maritime de substances dangereuses (hydrocarbures et produits chimiques); le développement des installations commerciales, industrielles et des ports de plaisance, l'aggravation de l'érosion, la pollution du milieu et la dégradation des paysages; les difficultés techniques et politiques de la maîtrise des déchets urbains et industriels (législation rigoureuse mais peu respectée) et l'implantation peu rationnelle des gros complexes industriels; les incidences des utilisations militaires (perte d'espaces à vocation halieutique et touristique, effets des explosifs); les parcs marins et réserves (auxquels la population est souvent hostile), les épisodes d'eutrophisation et production de mucilages (notamment dans le nord de l'Adriatique avec des répercussions fâcheuses sur le tourisme et la pêche); et l'érosion du littoral due principalement aux activités humaines (barrages, réseaux d'irrigation de l'arrière-pays, ouvrages du littoral modifiant l'action des vagues).

En Libye, la principale instance gouvernementale est le Centre technique pour la protection de l'Environnement du Secrétariat à l'intérêt général et au logement. Le Centre définit la stratégie gouvernementale, coordonne les fonctions pertinentes de surveillance des autres secrétariats et institutions nationales.

Le Centre organise et conduit la surveillance de la pollution au niveau national et il propose les mesures concrètes de protection de la qualité de l'air, de l'eau et du sol et de la biodiversité du territoire. Il est assisté à cet effet, au plan technique et scientifique, d'un Centre de recherche en biologie marine, d'un Centre de recherche industrielle et d'un Centre de recherches pétrolières.

Les principaux problèmes d'environnement de la Libye sont: la contamination des eaux de surface par les rejets sauvages d'eaux usées industrielles et domestiques, l'épuration insuffisante des eaux usées, la désertification et l'érosion du sol, la gestion et protection de la nature.

En ce qui concerne le Liban, Fawaz et

*al.* (1992), dans un rapport du PNUD, Beyrouth, indiquent que la structure gouvernementale chargée des problèmes d'environnement commence à prendre forme dans la présente période de reconstruction de l'après-guerre qui s'est ouverte en 1991 à l'issue du conflit de 1975 - 1990; les attributions sont encore éparpillées entre plusieurs ministères (comme dans bon nombre d'autres pays de la région). Paradoxalement, la reconstruction facilite à bien des égards la mise en oeuvre d'une politique rationnelle d'aménagement face à la situation écologique catastrophique qu'ont léguée de longues années de conflit. La responsabilité de l'élaboration d'une politique de l'environnement incombe au ministère d'Etat pour l'Environnement. Fawaz *et al.* (1992) ont proposé un programme de travail pour 1993-1993 et un programme-cadre devant permettre au Liban de répondre aux orientations d'Action 21 de la CNUED.

A Malte, petite île où la structure administrative est relativement simple, la plupart des questions d'environnement sont traitées par les Départements gouvernementaux (Malte, 1995). Le Département de l'assainissement est chargé de l'évacuation des eaux usées et envisage la mise en oeuvre d'un traitement tertiaire complet à l'horizon 2000, avec recyclage aux fins d'irrigation et suppression complète des rejets en mer pendant l'été. Le Département de la santé publique et le Département de protection de l'environnement sont conjointement chargés de la surveillance sanitaire des plages de baignade. L'Autorité de planification est responsable du milieu urbain, notamment près du littoral (la quasi totalité du littoral est un domaine public dont le gouvernement contrôle rigoureusement le développement). L'Université de Malte réalise les recherches requises sur l'environnement pour appuyer les Départements concernés.

Les principaux problèmes d'environnement de Malte sont: l'érosion du sol; la gestion des ressources en eau (y compris le dessalement); et les incidences du tourisme et du développement côtier (notamment les résidences secondaires estivales).

A certains égards, Monaco s'apparente à Malte par la simplicité de sa structure administrative (Monaco, 1992). Le Service de

l'environnement a pour attributions: l'élaboration, la supervision et l'application des réglementations concernant l'environnement; la promotion de la protection de l'environnement et de l'information du public; et la surveillance de la qualité du milieu et des sources de pollution. Ce Service relève du Département des Travaux publics et des Affaires sociales.

Les principaux problèmes d'environnement de Monaco sont les ressources en eau, les incidences du tourisme et la pollution marine.

Au Maroc, plusieurs ministères sont chargés des questions de l'environnement: ministères des Travaux publics, de l'Agriculture et de la Réforme agraire, de la Santé publique, de l'Energie et des Mines, de la Pêche, etc. Cependant, un service spécial pour l'environnement créé en 1976 et rattaché au ministère de l'Intérieur depuis 1985 est responsable de la coordination de toutes les activités. En 1995, ce service ministériel est devenu autonome. Au niveau régional, il existe des services chargés de l'aménagement foncier et de l'environnement (Maroc, 1994).

Un Conseil national de l'environnement, présidé par le ministre en charge de l'environnement (présentement le ministre de l'Intérieur) a été créé en 1980 pour conseiller le gouvernement sur les grands projets de développement et établir un rapport annuel sur l'état de l'environnement.

Les principales préoccupations du Maroc en matière d'environnement sont les établissements humains, la gestion des ressources en eau et du sol, la désertification, la gestion des déchets toxiques, la protection de la santé, etc.

En Slovénie, l'Administration de protection de la nature du ministère de l'Environnement et de l'Aménagement régional est la principale instance gouvernementale chargée des questions de l'environnement (Slovénie, 1995).

Les principaux problèmes d'environnement de la Slovénie sont: les efflorescences algales nocives dans le nord de l'Adriatique, occasionnant la formation d'énormes quantités de mucilages dans l'eau de mer et une mortalité massive du poisson

due à grave déficit en oxygène des eaux du fond; les incendies de forêt; les ressources en eau; les incidences du tourisme; et une pollution atmosphérique récurrente dans les grandes villes.

En Syrie, plusieurs ministères et départements s'occupent d'un aspect ou l'autre de la gestion des ressources côtières et de la protection de l'environnement (Syrie, 1995).

La Direction générale des ports du ministère des Transports est chargée de la protection du milieu marin et du domaine public de la frange côtière, de la supervision du trafic maritime commercial, des ports et des eaux territoriales. Le ministère de l'Agriculture s'occupe des forêts ainsi que des aspects écologiques agricoles (notamment des zones d'établissement rural). Le ministère de la Culture et sa Direction générale des antiquités et des musées sont chargés des sites archéologiques et des monuments historiques. Le ministère de l'Administration locale a surtout compétences pour l'aménagement des villes et du territoire et les équipements publics. Le ministère de l'Environnement est chargé de la salubrité de l'environnement et de la lutte contre toutes les sources de pollution; à cet effet, un nouveau laboratoire a été créé récemment à Damas pour s'occuper de la pollution chimique. Le ministère coopère avec des organismes du littoral, notamment à Tartous et Lattaquié.

L'Université de Tishrine, à Lattaquié, gère un Centre de recherches marines.

Les plus gros problèmes de la zone littorale syrienne sont: la gestion de l'occupation des sols, en particulier pour l'agriculture, le logement, le tourisme, les ports, les entrepôts, les routes, les silos, les usines, et la construction en général; l'accroissement de la population urbaine (aucune politique démographique d'ensemble n'a encore été adoptée); l'extraction du sable des dunes; les méthodes de pêche illégales (comme l'utilisation de la dynamite); la contamination de l'eau de mer par les déversements d'hydrocarbures, les rejets d'eaux usées, les déchets solides et liquides industriels et agricoles; les sites d'implantation de l'industrie lourde (raffinage du pétrole, cimenteries, centrales hydro-électriques); la protection du milieu forestier et des petites zones boisées,

des estuaires et de certains écosystèmes particuliers; le renforcement du rôle du ministère de l'Environnement dans la supervision et l'application effective des règlements, normes et conventions internationales.

En Tunisie, la coordination des divers ministères concernés est assumée au niveau de la Présidence du conseil, habituellement dans le cadre d'un conseil des ministres (Tunisie, 1992). L'utilisation des ressources marines est du ressort de l'Office des ports maritimes chargé de la supervision et de l'exploitation rationnelle des ports. Le Commissariat général des pêches est chargé de la préservation des fonds marins et de la notification des infractions commises par les pêcheurs; si nécessaire, il peut faire appel: à la marine (Service de la marine nationale), à l'Agence nationale de protection de l'environnement, à un laboratoire régional de contrôle et d'analyse des rejets illégaux, et au ministère de l'Economie pour la délivrance de permis de recherche concernant les fonds marins. En ce qui concerne l'aménagement urbain, le ministère de l'Équipement et de l'Habitat planifie la répartition des zones industrielles, commerciales et urbaines; cependant, l'Agence foncière de l'Habitat est chargée de l'aménagement des nouvelles zones touristiques. Pour certaines zones réclamant un double aménagement, terrestre et marin, et mettant en jeu plus d'un ministère, la coordination est confiée à un conseil du développement régional.

Les principaux problèmes d'environnement de la Tunisie sont: le développement industriel sauvage et un développement urbain connexe mais tout aussi sauvage opéré souvent avant que les infrastructures indispensables n'aient été mises en place; la surexploitation des ressources marines (poisson et mollusques/crustacés), d'où la nécessité de protéger les stocks; les résidus et déchets agricoles responsables d'une importante dégradation de l'environnement; certaines zones touristiques appelant encore une amélioration des infrastructures (transports).

En Turquie, la principale instance gouvernementale est le ministère de l'Environnement (Turquie, 1993). Plusieurs autres organismes sont rattachés à ce

ministère, mais leurs attributions ne sont pas parfaitement définies: le Conseil suprême de l'environnement et les Conseils locaux de l'environnement; une Autorité pour les aires spécialement protégées y a été récemment rattachée. Le ministère proprement dit est conçu pour mettre en oeuvre les politiques de protection et de conservation de l'environnement, de développement durable et de gestion des ressources naturelles. Le ministère des Travaux publics et des Etablissements possède une Direction générale des ouvrages hydrauliques de l'Etat qui a pour attributions le développement des ressources en eau destinées à l'irrigation et à la production d'énergie hydro-électrique, ainsi que la prévention des dommages occasionnés aux eaux superficielles et souterraines et le contrôle de leur qualité. La Banque des Provinces, également rattachée à ce ministère, est chargée de la planification des réseaux de collecteurs et des stations d'épuration des petites villes (de moins de 100.000 habitants). Le ministère de l'Energie et des Ressources naturelles a dans ses attributions la production, l'utilisation et le contrôle de ces ressources. Le ministère de l'Industrie et du Commerce s'occupe de la définition de la politique industrielle en tenant compte des impacts sur l'environnement. La Direction générale de la protection et du contrôle du ministère de l'Agriculture et des Travaux ruraux, et la Direction générale des services ruraux de la Présidence du conseil administrent aussi des projets de gestion de l'environnement concernant les réseaux d'assainissement et d'irrigation. La Direction générale des forêts gère des projets sur la lutte contre la pollution de l'eau, l'identification, la protection et la gestion des parcs nationaux, des réserves naturelles, etc. Le service de l'environnement du ministère de la Santé s'occupe des réseaux sanitaires, de la surveillance de la qualité de l'atmosphère et des eaux de baignade.

Les principaux problèmes d'environnement de la Turquie sont: la dégradation des forêts par les établissements illégaux, les impacts du tourisme et de l'agriculture, les incendies de forêt et les nuisibles; l'assèchement des zones humides (la Turquie est une importante voie de migration de la sauvagine); la protection des plages de nidification des tortues marines et des habitats du phoque moine; la dégradation de précieux sites archéologiques et architecturaux par la

pollution atmosphérique; l'emprise urbaine sur les sols, le trafic d'antiquités; la pollution de l'eau; l'élimination des déchets solides dans la zone côtière; la pollution atmosphérique due à la combustion de lignite et de charbon à haute teneur en soufre; et l'érosion du sol.

### **Organisations coopérantes des Nations Unies**

Plusieurs organisations des Nations Unies qualifiées dans le domaine de l'environnement ont étroitement coopéré avec l'Unité de coordination du PAM à la mise en oeuvre du programme, chacune selon son mandat et ses compétences propres.

#### Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

La FAO a quatre grands départements chargés des ressources et de l'environnement: Agriculture; Forêts; Pêches; et Développement durable.

Le Département des pêches, qui s'attache à l'utilisation rationnelle des ressources halieutiques, accorde de plus en plus d'attention à la relation de chaque ressource à son environnement, à sa réponse à la pêche, à la demande de poisson et de produits de transformation du poisson, au rôle socio-économique de la pêche et aux contraintes juridiques et administratives concernant la capture, le traitement et la commercialisation du poisson.

Pour que l'expérience, les connaissances et l'information soient davantage en prise directe sur les problèmes de pêche régionaux, la FAO a créé plusieurs organes subsidiaires; dans le cas de la Méditerranée, il s'agit du Conseil général des pêches pour la Méditerranée (CGPM, créé en 1952).

Le Département des pêches a donc coopéré principalement avec le programme MED POL pour les effets de la pollution sur les organismes marins. La FAO a aussi pris part à des activités relatives à la qualité de l'alimentation de l'homme.

La FAO a été l'organisation de premier plan pour un certain nombre d'évaluations des polluants, notamment pour l'état de la pollution

de la mer Méditerranée par le mercure, le cadmium, le cuivre et le zinc. les composés organohalogénés, organostanniques et organophosphorés, et pour l'état de l'eutrophisation.

La FAO a également collaboré avec le Programme des Nations Unies pour l'environnement à l'élaboration d'un Plan d'action pour les mammifères marins, mais en dehors du cadre du PAM.

#### Commission océanographique intergouvernementale (COI)

La Commission océanographique intergouvernementale (de l'UNESCO) joue un rôle déterminant dans la définition des facteurs physiques, chimiques et biologiques qui sous-tendent l'utilisation des ressources marines et dans la promotion de la coopération internationale pour l'investigation et la collecte de données sur les ressources et le milieu marins. Elle offre aussi un cadre permettant d'améliorer la connaissance des rapports entre les océans et le climat, ainsi qu'entre le milieu océanique et les constituants biologiques concourant aux chaînes alimentaires qui aboutissent à la pêche. L'Etude mondiale de la pollution dans le milieu marin (GIPME) de la COI, à laquelle participent également le PNUE, l'OMI et l'AIEA, est centrée sur la pollution chimique, mais elle concerne aussi les activités du PAM traitant des effets des polluants sur les organismes marins.

La COI a également pris part à plusieurs évaluations menées au titre du PAM et concernant notamment l'applicabilité de la télédétection pour l'étude des paramètres de qualité de l'eau, les matières synthétiques persistantes et les composés organohalogénés.

#### Organisation maritime internationale (OMI)

L'OMI s'occupe avant tout des transports maritimes: sécurité de la navigation; sécurité (des gens de mer et autres) en mer; protection du milieu marin contre les rejets de déchets, polluants et substances dangereuses effectués par les navires.

L'OMI fait fonction de dépositaire et de secrétariat de la Convention mondiale de Londres qui régit les opérations d'immersion des déchets en mer, ainsi que de la

Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78).

Grâce aux travaux de son Comité de protection du milieu marin. l'OMI s'est aussi attachée à définir les zones marines vulnérables.

Elle a étroitement collaboré avec le PAM, avant tout en assumant l'appui et la supervision du Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC).

#### Organisation météorologique mondiale (OMM)

Les activités de l'OMM portant sur la surveillance de la pollution du milieu marin s'inscrivent en premier lieu dans le cadre de Veille de l'Atmosphère globale (VAG). Ce programme de surveillance de routine comprend la mesure des principaux paramètres et agents chimiques présents dans les précipitations et l'air.

L'OMM, à travers le Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC) OMM/CIUS/COI, s'occupe directement de l'évolution du climat de la planète, ce qui fournit une base pour l'évaluation des éventuels changements à long terme du milieu marin et du littoral. Le PNUE prend aussi une part directe au programme PMRC.

#### Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)

L'UNESCO favorise les sciences marines en général (notamment, mais pas exclusivement, par l'entremise de la COI). Le Programme sur l'homme et la biosphère (MAB), en autres activités d'une portée beaucoup plus large, vise à mettre en évidence les relations au sein de l'écosystème global et à promouvoir la création de réserves de la lithosphère et de l'hydrosphère.

L'UNESCO a notamment coopéré avec le PAM à l'organisation d'importantes Journées d'étude scientifiques sur "l'eutrophisation en Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance des effets à long terme" qui se sont tenues à Bologne en 1987 et qui étaient coparrainées par la FAO.

### Organisation mondiale de la santé (OMS)

L'OMS travaille étroitement avec le PNUE à la planification, la mise en oeuvre et l'évaluation globales des aspects d'ordre sanitaire du Plan d'action pour la Méditerranée. Dans le cadre du PAM, elle participe à la mise en place et/ou au développement progressif des aspects sanitaires des programmes nationaux de surveillance continue de la pollution marine (sources de pollution, zones à usage récréatif et conchylicole), et notamment au recensement des besoins, à la mise au point de méthodes normalisées d'échantillonnage et d'analyse, à l'organisation d'une formation individuelle et collective, au contrôle qualité des données microbiologiques, à l'évaluation des données par pays et à l'analyse des tendances.

L'OMS coordonne les projets de recherche exécutés par des institutions méditerranéennes dans le cadre du programme MED POL - Phase II, et procède donc notamment à l'évaluation technique des propositions de recherche, au recensement des besoins, à la formulation de projets multinationaux, à la mise en place de réseaux et à l'évaluation des résultats dans le vaste domaine des risques sanitaires en rapport avec la pollution du milieu.

L'OMS prend part aussi à l'élaboration des lignes directrices concernant divers aspects du traitement des déchets et de leur élimination en application du Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique, et elle a pareillement pris part à l'élaboration des sections se rapportant à la santé dans les évaluations d'ensemble régionales de l'état de pollution de la mer Méditerranée par des substances spécifiques, assorties de mesures de prévention et de lutte proposées aux gouvernements pour adoption.

### Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'AIEA s'occupe tout particulièrement de la contamination du milieu et des organismes marins par les substances radioactives présentes en mer, mais, depuis dix ans, grâce à son Laboratoire du milieu marin (MEL) de Monaco, elle procède à l'analyse de composés spécifiques non radioactifs du milieu

marin. Elle s'emploie activement à la préparation et à la fourniture d'échantillons de référence normalisés (de sédiments et de tissus d'organismes marins) pour l'analyse des principaux polluants, et à la réalisation d'exercices d'interétalonnage, dont bon nombre s'inscrivent dans le cadre du PAM.

Le MEL/AIEA a collaboré à plusieurs évaluations du PAM portant sur les substances radioactives, les composés organostanniques, organohalogénés et organophosphorés.

En dehors des exemples de coopération interorganisations déjà donnés aux sections qui précèdent, il existe un mécanisme d'une nature plus générale dont la contribution scientifique et technique au PAM s'est avérée précieuse: il s'agit du Groupe d'experts OMI / FAO/ UNESCO/ OMM/ OMS/ AIEA/ PNUE sur les aspects scientifiques de la pollution marine (GESAMP) qui publie régulièrement des rapports sur l'état du milieu marin.

### **Banque internationale pour la reconstruction et le développement (Banque mondiale)**

Le Programme pour l'environnement dans la Méditerranée de la Banque mondiale/Banque européenne d'investissement a été lancé en 1988 pour aborder la politique de l'environnement, les besoins institutionnels et en investissements de la région (BM/BEI, 1990). Il vise à influencer sur la formulation des politiques économiques et des projets d'investissement. La Phase II, venant après une Phase I consacrée au "diagnostic", a été lancée en 1990 et comprend le Programme d'assistance technique pour l'environnement méditerranéen (METAP) destiné à identifier des projets, à aider à leur élaboration, à renforcer les institutions nationales de gestion de l'environnement et à conseiller sur les politiques et la législation (Kudat *et al.*, 1994). Les grands domaines prioritaires sont: la gestion des ressources en eau; la gestion des déchets solides et dangereux; la prévention et la lutte contre la pollution par les hydrocarbures et les produits chimiques; et la gestion des zones côtières. La Phase II sera celle de la mise en oeuvre proprement dite. La coopération avec le PAM a été officialisée.



## Organisations non gouvernementales internationales

Les organisations non gouvernementales (ONG) ont joué un rôle capital dans la prise de conscience croissante des problèmes de l'environnement et des ressources marines. Elles sont trop nombreuses pour qu'on les énumère ici mais, vu les compétences techniques, l'expérience et les capacités qui sont les leurs dans leurs domaines respectifs, elles devraient être reconnues comme des partenaires pour promouvoir le concept de développement durable et la mise en oeuvre d'Action 21.

### 4.1.4 La législation et son application effective

Les règles de droit développées dans le cadre du PAM ne visent qu'exceptionnellement le développement de la frange terrestre côtière.

La position des signatures et ratifications de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles figure sur le tableau X. Les principaux instruments internationaux régissant le milieu marin et le littoral de la région méditerranéenne sont récapitulés à la section 4.3 ci-dessous.

Etant donné que les règles élaborées au sein du PAM prennent progressivement en compte les dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer ainsi que de la Convention sur la prévention de la pollution marine par les navires (MARPOL) et de la Convention sur la prévention de la pollution par les opérations d'immersion de déchets et autres matières, il convient de noter que les pays méditerranéens ci-après n'ont pas encore ratifié ces conventions: Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Espagne, Israël, Liban, Libye, Malte, Maroc, Slovénie, Syrie, Turquie, ainsi que l'Union européenne (MARPOL); Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Israël, Liban, Syrie, Turquie, ainsi que l'Union européenne (Immersion); Albanie, Croatie, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Liban, Libye, Maroc, Monaco, Slovénie, Syrie, Turquie, ainsi que l'Union européenne (Droit de la mer).

Les deux grands domaines auxquels peut largement s'appliquer la législation

internationale sont:

L'exploitation des fonds marins: en Méditerranée, ces activités concernent avant tout l'extraction de pétrole et de gaz, et l'extraction de sable et de gravier. La plupart de ces opérations sont effectuées dans les eaux territoriales et elles ne relèvent donc que de la législation nationale. La législation internationale pertinente est le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau continental, du fond de la mer et de son sous-sol, adopté en 1994, de même que, dans certains cas (navires réalisant des activités d'exploitation), la Convention de Barcelone (1976) et le Protocole relatif aux opérations d'immersion (1976).

Les pêches: Cette partie sera élaborée ultérieurement.

### 4.1.5 Sensibilisation et participation du public

En dépit du fait que le grand public - et notamment l'ensemble des touristes fréquentant la Méditerranée - devient de plus en plus conscient des problèmes du milieu marin et du littoral, comme en témoigne la demande croissante des formules dites "éco-tourisme" et "éco-loisirs" (voir section 3.2.7), il apparaît que le PAM ne bénéficie pas encore d'un large écho auprès des résidents et des visiteurs de la région. Il faut l'imputer en partie au fait que le programme s'est avant tout adressé aux décideurs nationaux et internationaux. Il se peut que les touristes soient disposés à acquitter une "taxe pour l'environnement", notamment si l'éco-tourisme se développe et que les agressions telles que les plages envahies de débris ou de goudron ou les difficultés de transport (engorgement des routes du littoral) se multiplient et finissent par retentir sur la qualité du séjour en Méditerranée. Cependant, les touristes devraient être mieux informés de la teneur du PAM et de ce qu'il fait pour améliorer l'environnement.

Une écotaxe au sens large implique la nécessité de fixer le prix de l'utilisation des ressources d'une manière plus réaliste qu'aujourd'hui (Chircop, 1992). La possibilité qu'une taxe de cette nature soit versée au

Table X: Position des signatures et ratifications de la Convention de Barcelone et de ses protocoles (UNEP, 1995c)

	Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution	Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs	Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique	Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique	Protocole relatif aux aires spécialement protégées de la Méditerranée	Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau continental, du fond de la mer et de son sous-sol
Lieu/date d'adoption	Barcelone 16. 2. 1976	Barcelone 16. 2. 1976	Barcelone 16. 2. 1976	Athènes 17. 5. 1980	Genève 3. 4. 1982	Madrid 14. 10. 1994
Entrée en vigueur	12. 02. 1978	12. 2. 1978	12. 2. 1978	17. 6. 1983	23. 3. 1986	
Albanie	30. 05. 1990(AC)	30. 5. 1990(AC)	30. 5. 1990(AC)	30. 5. 1990(AC)	30. 5. 1990(AC)	
Algérie	16. 02. 1981(AC)	16. 3. 1981(AC)	16. 3. 1981(AC)	2. 5. 1983(AC)	16. 5. 1985(AC)	
Bosnie-Herzégovine	22. 10. 1994(AC)*	22. 10. 1994(AC)*	22. 10. 1994(AC)*	22. 10. 1994(AC)*	22. 10. 1994(AC)*	
Chypre	19. 11. 1979 (R)	19. 11. 1979 (R)	19. 11. 1979 (R)	28. 6. 1988(AC)	28. 6. 1988(AC)	14. 10. 1994 (S)
Communauté Européenne	16. 3. 1978(AP)	16. 3. 1978(AP)	12. 8. 1981(AP)	7. 10. 1983(AP)	30. 6. 1984(AP)	
Croatie	12. 10. 1993(AC)*	12. 10. 1993(AC)*	12. 10. 1993(AC)*	12. 10. 1993(AC)*	12. 10. 1993(AC)*	14. 10. 1994 (S)
Egypte	24. 8. 1978(AP)	24. 8. 1978(AP)	24. 8. 1978(AP)	18. 5. 1983(AC)	8. 7. 1983(R)	
Espagne	17. 12. 1976 (R)	17. 12. 1976 (R)	17. 12. 1976 (R)	6. 6. 1984 (R)	22. 12. 1987 (R)	14. 10. 1994 (S)
France	11. 3. 1978(AP)	11. 3. 1978(AP)	11. 3. 1978(AP)	13. 7. 1982(AP)	2. 9. 1986(AP)	
Grèce	3. 1. 1979 (R)	3. 1. 1979 (R)	3. 1. 1979 (R)	26. 1. 1987 (R)	26. 1. 1987 (R)	14. 10. 1994 (S)
Israël	3. 3. 1978 (R)	1. 3. 1984 (R)	3. 3. 1978 (R)	21. 2. 1991 (R)	28. 10. 1987 (R)	14. 10. 1994 (S)
Italie	3. 2. 1979 (R)	3. 2. 1979 (R)	3. 2. 1979 (R)	4. 7. 1985 (R)	4. 7. 1985 (R)	14. 10. 1994 (S)
Liban	8. 11. 1977(AC)	8. 11. 1977(AC)	8. 11. 1977(AC)	1994 (AC)*	1994 (AC)*	
Libye	31. 1. 1979 (R)	31. 1. 1979 (R)	31. 1. 1979 (R)	6. 6. 1989(AP)	6. 6. 1989(AP)	
Malte	30. 12. 1977 (R)	30. 12. 1977 (R)	30. 12. 1977 (R)	2. 3. 1989 (R)	11. 1. 1988 (R)	14. 10. 1994 (S)
Maroc	15. 1. 1980 (R)	15. 1. 1980 (R)	15. 1. 1980 (R)	9. 2. 1987 (R)	22. 6. 1990 (R)	
Monaco	20. 9. 1977 (R)	20. 9. 1977 (R)	20. 9. 1977 (R)	12. 1. 1983 (R)	29. 5. 1989 (R)	14. 10. 1994 (S)
Slovénie	15. 3. 1994 (AC)	15. 3. 1994 (AC)	15. 3. 1994 (AC)	15. 3. 1994 (AC)	15. 3. 1994 (AC)	
Syrie	26. 12. 1978(AC)	26. 12. 1978(AC)	26. 12. 1978(AC)	1. 12. 1993 (AC)	11. 9. 1992 (AC)	
Tunisie	30. 7. 1977 (R)	30. 7. 1977 (R)	30. 7. 1977 (R)	29. 10. 1981 (R)	26. 5. 1983 (R)	14. 10. 1994 (S)
Turquie	6. 4. 1981 (R)	6. 4. 1981 (R)	6. 4. 1981 (R)	21. 2. 1983(AC)	6. 11. 1986(AC)	

S = Signatures R = Ratification AC = Accession AP = Approbation \* En attendant confirmation par l'Etat dépositaire (Espagne)

Fonds d'affectation spéciale du PAM n'est pas à écarter.

#### **4.2 Prévention et lutte contre la pollution marine**

Diverses définitions de la pollution doivent être prises en considération lors de l'évaluation des effets des activités humaines sur les ressources marines.

La définition de base a été donnée par le GESAMP: "On entend par pollution l'introduction directe ou indirecte par l'homme, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) entraînant des effets nuisibles tels que des dommages aux ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes y compris la pêche, une altération de la qualité de l'eau de mer et une dégradation des valeurs d'agrément".

La Convention des Nations Unies sur le droit de la mer de 1982, à l'article 1, paragraphe 1(4), a largement repris la définition du GESAMP en décrivant la pollution du milieu marin comme "...l'introduction directe ou indirecte, par l'homme, de substances ou d'énergie dans le milieu marin, y compris les estuaires, lorsqu'elle a ou peut avoir des effets nuisibles tels que dommages aux ressources biologiques et à la faune et la flore marines, risques pour la santé de l'homme, entrave aux activités maritimes, y compris la pêche et les autres utilisations légitimes de la mer, altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément".

Aux termes de l'article 1 de la Convention de Londres sur les immersions, les Parties contractantes s'engagent "à prendre toutes les mesures possibles pour prévenir la pollution de la mer par l'immersion de déchets et autres matières susceptibles de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire aux ressources biologiques et à la faune et flore marines, de porter atteinte aux valeurs d'agrément ou de gêner d'autres utilisations légitimes de la mer".

La légère modification apportée à la définition du GESAMP dans le texte de la Convention sur le droit de la mer est très significative car elle introduit le principe de

précaution. C'est pourquoi il a été proposé de reprendre cette définition modifiée dans la Convention de Barcelone. Il convient de remarquer que l'introduction dans le milieu marin des substances visées qui n'aurait pas les effets nuisibles indiqués ne serait pas considérée comme une pollution.

La prévention et la lutte contre la pollution marine incombent en premier lieu aux Parties contractantes; elles agissent principalement par l'entremise de l'Unité de coordination dans le cadre du programme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL). Les orientations politiques découlent avant tout des Protocoles i)-iii) et v) mentionnés ci-dessus à la section 4.1.1 et des mesures communes adoptées en application du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique. Une évaluation détaillée du MED POL a été réalisée par un groupe d'experts et elle figure dans le document PNUE (1993a). Procédant à un bilan d'ensemble du programme, elle attire l'attention sur un certain nombre de déficiences dans l'orientation et la mise en oeuvre des Phases I (1976-1980) et II (1982-1995) du MED POL; il devrait progressivement être remédié à ces déficiences à la Phase III (1996-2005).

La recherche scientifique concernant les problèmes de pollution marine est perçue comme un moyen de réduire les incertitudes actuelles pour faire face aux décisions de gestion et établir solidement les relations entre les apports, les concentrations et les effets des contaminants et autres nuisances. Cette évaluation scientifiquement fondée des risques des contaminants est essentielle pour corriger les décisions de gestion (Jeftic, 1992).

#### **4.3 Aires protégées et espèces menacées**

Il existe 75 aires spécialement protégées (ASP) sous l'égide du PAM, mais seulement 23 sont des aires marines, dont 8 sont exclusivement et 15 sont des aires mixtes associant domaines terrestre et marin. Les aires restantes sont purement terrestres, avec des limites à distance de la côte ou atteignant la ligne de marée haute, autrement dit sont des aires côtières/terrestres.

La législation nationale des Parties

contractantes relative aux aires protégées - englobant parcs nationaux, réserves de faune et flore sauvages et ASP - a été examinée et récapitulée par De Klemm (1994); ses conclusions peuvent se résumer comme suit:

Pour la majeure partie de cette législation, on relève une très nette séparation, au plan du pouvoir de réglementation, entre les services administratifs chargés du domaine terrestre et ceux chargés du domaine maritime, ce qui rend très difficile la création d'aires protégées dans la zone côtière (autrement dit de régime mixte terre + mer). Dans certains pays, il existe un risque de conflit juridique entre l'administration centrale et les administrations régionales, la première étant généralement chargée des parcs nationaux, des mers territoriales et autres entités de dimension nationale, tandis que les secondes le sont de l'espace bien défini occupé par une aire protégée et de la gestion de cette aire.

Par ailleurs, il n'existe guère de législations autorisant ou régissant la création complètement nouvelle d'aires protégées marines; la plupart des aires protégées marines créées le sont par extension du domaine d'aires protégées côtières/terrestres existantes.

Autre problème majeur, les aires protégées créées en vertu d'une législation non spécifique ne peuvent non plus posséder une réglementation fixée par ladite législation; elles ne bénéficient donc que d'une protection restreinte, contre certaines activités bien précises et pas contre d'autres. En règle générale aussi, la législation régissant les parcs nationaux et les réserves est souvent la seule qui soit applicable - au prix d'une adaptation boiteuse - à des aires côtières particulières comme les zones humides et les marais salants.

En ce qui concerne les activités spécifiques des aires protégées, elles sont généralement assujetties aux restrictions suivantes:

- i) la pêche peut y être totalement interdite ou seulement autorisée sur délivrance d'un permis spécial et limité;
- ii) la récolte de produits de la mer est souvent assujettie à des restrictions analogues;

- iii) la chasse est généralement interdite, avec des dérogations sous certaines conditions;
- iv) la navigation est soumise à toute une série de restrictions comme le parcours, la vitesse et le mouillage du bateau, mais elle fait rarement l'objet d'une interdiction totale;
- v) la natation et la plongée sont généralement soumises à restrictions et réglementation, notamment pour interdire la chasse (au fusil sous-marin, etc.);
- vi) l'extraction de roches et de minéraux est également soumise à restrictions et réglementation, notamment pour prévenir une perturbation du substrat (fond marin);
- vii) l'introduction d'espèces exotiques est généralement soumise à restrictions ou interdiction, mais les règlements ne s'appliquent parfois qu'à la flore; et
- viii) le rejet de polluants est généralement soumis à restrictions ou interdiction, mais parfois limité à des sites et/ou des types de polluants précis.

L'interdiction générale de toute activité susceptible de perturber ou de modifier la faune, la flore, l'eau ou le substrat est très fréquente dans la législation en vigueur au niveau national. Un zonage des aires protégées est souvent adopté pour permettre d'y ménager certains droits d'exploitation admis de longue date au plan local au sein ou à proximité immédiate d'une aire protégée.

La législation en vertu de laquelle sont créées les aires protégées n'en fixe habituellement pas la gestion. Les règlements sont souvent édictés par une instance locale dans le cadre de statuts particuliers, ou bien même aucun règlement n'est édicté. Parfois, des comités de gestion sont créés, et leur action est plus ou moins efficace. Ou encore des arrangements spéciaux sont conclus entre les parties concernées.

Les critères de déclassement (radiation d'une aire protégée) sont rarement plus rigoureux que ceux de sa création, si bien que

la durée d'une aire protégée n'est guère garantie.

Le PNUE, par le biais du Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, et avec la collaboration de l'Union internationale pour la protection de la nature et de ses ressources (UICN), a établi un répertoire des aires protégées marines et côtières de la région méditerranéenne (PNUE, 1994c) qui, à sa partie I, recense 233 sites de valeur biologique et écologique bénéficiant tous d'un certain degré de protection. L'UICN a également compilé un répertoire des aires protégées du monde (UICN, 1990) d'un champ plus étendu que celui établi par le PNUE (1994c) qui ne recense que les aires littorales.

Les aires protégées, y compris les ASP du PAM, ont toutes été créées jusqu'ici dans des zones sous juridiction nationale, et il existe donc peu d'instruments juridiques internationaux régissant leur création, réglementation et gestion; le Protocole ASP de la Convention de Barcelone est le principal instrument de ce type en Méditerranée.

Un certain nombre de conventions internationales s'appliquent à la région méditerranéenne pour autant que les Etats côtiers les aient signées et ratifiées. Elles ont été récapitulées par De Klemm (1993). Ce sont, avec leur lieu et date de signature entre parenthèses (1995c):

- La Convention africaine pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (Alger, 1968). Les parties contractantes sont tenues de protéger pleinement les espèces de la classe A (de l'annexe) contre la chasse, le massacre, la capture ou collecte. Les principales espèces marines de cette classe prioritaire qui intéressent la Méditerranée (voir section 3.3.1) sont le phoque moine, toutes les tortues marines, les cigognes, les grues, les flamants, et les pélicans. En Méditerranée, l'Algérie, l'Egypte, le Maroc et la Tunisie sont signataires de cette Convention.
- La Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Bonn, 1979). Les

espèces figurant à l'annexe I (protection totale) étant ou pouvant devenir problématiques en Méditerranée sont le rorqual (*Balaenoptera musculus*), le phoque moine (figurant également à l'annexe II qui exige des signataires qu'ils fassent tout leur possible pour conclure des accords entre eux afin de protéger et de gérer les effectifs des animaux figurant sur la liste), le pélican blanc, le goéland d'Audouin et deux autres espèces : le pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*) et le courlis à bec grêle (*Numenius tenuirostris*). Les Etats côtiers signataires de cette Convention sont l'Espagne, la France, Monaco, l'Italie, Israël, l'Egypte, la Tunisie et le Maroc, et l'Union européenne.

- La Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 1979). Les espèces figurant à l'annexe II (protection totale) étant ou pouvant devenir problématiques en Méditerranée sont le rorqual (*Balaenoptera musculus*), l'orgue (*Orcinus orca*), le faux orgue (*Pseudorca crassidens*), le dauphin de Risso (*Grampus griseus*), le globicéphale noir (*Globicephalus melaena*), le dauphin commun (*Delphinus delphis*), le grand dauphin (*Turpsiops truncatus*), le dauphin à bec étroit (*Steno bredanensis*), le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), le marsouin (*Phocoena phocoena*), la baleine bécune (*Mesoplodon densirostris*), la baleine bécune de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), l'hyperoodon (*Hyperoodon rostratus*), (tous les autres cétacés figurent à l'annexe III - protection et gestion), le phoque moine, la tortue verte, la tortue caouanne, le caret, la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), la tortue-luth (*Dermochelys c. coriacea*), et la très grande majorité des oiseaux. Les Etats côtiers du bassin signataires de cette Convention sont l'Espagne, la France, Monaco, l'Italie, Malte, la Grèce, Chypre et la Turquie, et l'Union européenne.

- La Convention internationale pour la réglementation de la chasse à la

baleine (Washington, DC, 1946). Les espèces de baleine qui sont visées par cette convention et peuvent se rencontrer en Méditerranée sont la baleine bleue, le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), le rorqual de Rudolp (*B. borealis*), le petit rorqual (*B. acutorostrata*) et le cachalot (*Physeter macrocephalus*). Ce sont toutes des espèces protégées ou faisant l'objet d'un moratoire sur la chasse à la baleine. Les Etats côtiers du bassin signataires de cette Convention sont l'Espagne, la France et Monaco.

La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Washington, DC, 1973). Cette convention vise la protection des espèces en restreignant ou interdisant le circuit de l'offre (d'espèces indigènes) et de la demande (d'espèces non indigènes), favorisant en cela la création d'aires protégées. Les Etats côtiers du bassin signataires de cette convention sont l'Espagne, la France, Monaco, Israël, l'Italie, Malte, la Grèce, Chypre, l'Egypte, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc.

Le Conseil des ministres de l'Union européenne a également adopté deux directives qui s'appliquent uniquement aux Etats membres et donc pour le moment, en Méditerranée, à l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce, et qui ont pour objet principal la protection des espèces menacées: directive 79/409 sur la conservation des oiseaux sauvages; directive 92/43 sur la conservation des habitats naturels et de la faune et flore sauvages.

De Klemm (1994) a également procédé à l'examen de la législation relative à la protection des espèces marines et côtières.

Le PNUE (1993b) a organisé une réunion d'experts sur la législation de l'environnement relative aux aires spécialement protégées et aux espèces menacées en Méditerranée. Il a examiné l'état d'élaboration de la législation nationale dans ce domaine et, en particulier, il a soumis aux Parties contractantes une proposition visant à modifier le titre du Protocole ASP pour y ajouter la notion de "vie sauvage" et les modifications qui

devraient éventuellement être apportées au texte dans ce sens.

Les Parties contractantes, par leur Déclaration de Gênes (1985), ont également adopté dix objectifs à atteindre avant 1995. Ils comprenaient notamment la protection des espèces marines menacées comme le phoque moine et les tortues marines, et la création d'un réseau méditerranéen de cinquante aires protégées.

Huit Etats côtiers méditerranéens ont créé 31 réserves de la biosphère au titre du Programme sur l'homme et la biosphère de l'UNESCO. Ces réserves sont destinées à préserver les ressources génétiques (voir section 3.4.2 ci-dessus) et des écosystèmes représentatifs tout en permettant le développement durable des populations humaines voisines. Ces réserves sont originales et sont adaptées aux conditions écologiques et socio-économiques locales; elles comprennent une zone centrale de protection rigoureuse, entourée d'une zone tampon avec des restrictions sévères imposées aux activités humaines, laquelle est elle-même entourée d'une zone de transition où les activités humaines sont permises sous certaines conditions.

Si la protection d'aires naturelles bien définies est efficace, elle s'étend aussi aux espèces menacées qu'elles abritent, mais il n'est pour autant nécessaire de créer de telles aires pour sauver la plupart des espèces en voie d'extinction.

Les Parties contractantes ont adopté des Plans d'action pour la gestion du phoque moine de Méditerranée (1987), pour la conservation des tortues marines de Méditerranée (1989) et pour la conservation des cétacés de Méditerranée (1991). Il convient aussi de noter que le PNUE a adopté un Plan d'action mondial pour la conservation des mammifères marins (1984).

Une réunion d'experts sur l'évaluation du Plan d'action pour la gestion du phoque moine de Méditerranée (Rabat, octobre 1994) a examiné les progrès accomplis dans ce domaine depuis 1987 en formulant un certain nombre de recommandations visant à généraliser l'application du Plan d'action par les Parties contractantes (PNUE, 1994b).

#### 4.4 Protection et développement de la zone côtière

Dès sa création, le PAM a perçu la nécessité d'appliquer la planification et la gestion intégrées aux zones côtières. Au cours de sa première décennie d'existence, les activités du programme ont été centrées sur la surveillance de l'état de la mer et sur les interventions visant à améliorer l'état du milieu marin et du littoral. Ce faisant, il est devenu de plus en plus manifeste que la grande majorité des problèmes de pollution avaient leur origine dans la zone terrestre et qu'il était nécessaire, au plan mondial et régional, d'ajuster le développement à la capacité réceptrice du milieu, ce qui réclamait un processus ininterrompu de planification intégrée et de gestion rationnelle des ressources limitées de la région, en mettant l'accent sur l'interface entre la terre, la principale source, et la mer le principal réceptacle - autrement dit sur la zone côtière.

Les politiques de gestion de l'environnement et des ressources et de développement de la zone côtière, laquelle contribue largement à la pollution d'origine tellurique, doivent par conséquent reposer sur des objectifs qui se complètent mutuellement et être mises en oeuvre au moyen d'instruments compatibles et efficaces.

Les objectifs d'un plan de gestion intégrée de la zone côtière à un site, à un moment et dans un contexte socio-économique donnés, sont multiples et souvent conflictuels; ces objectifs doivent donc être nettement définis et trouver leur place parmi les objectifs politiques, écologiques et socio-économiques du pouvoir central et des autorités locales en vue d'optimiser le bien commun. Le public peut ne pas toujours être conscient de ce bien, aussi faut-il intégrer ce dernier dans la perspective à long terme où évolue toute société humaine: l'échelle de temps ici est la décennie. Ce bien commun doit, dans le contexte des préoccupations actuelles, avoir pour principal objectif le développement durable.

La réduction des conflits d'utilisation devrait généralement appeler l'attribution d'une valeur (exprimée sous forme d'un loyer d'usage) à la zone côtière qui imposerait une limitation de l'accès, soit par le montant même

du loyer versé soit par des limites prescrites au plan social, et qui nécessiterait aussi un zonage par lequel des utilisations différentes seraient, dans la mesure des possibilités et des opportunités, maintenues bien séparées en vue d'éviter des incidences fâcheuses sur d'autres utilisateurs et utilisations et avant tout sur l'environnement et les ressources naturelles.

Il n'est généralement pas possible de faire coexister toutes ces utilisations dans une même zone. Les aménagements du littoral destinés au logement, au tourisme et aux loisirs d'une part, les installations industrielles et extractives de l'autre, ont tendance à s'exclure mutuellement si la zone côtière en question est relativement restreinte; et toutes ces utilisations ont tendance à compromettre la poursuite de la pêche et de la mariculture. Le choix d'un plan de gestion intégrée de la zone côtière est donc important au plan spatial. La maîtrise du développement côtier et la protection des habitats exigent donc de meilleures procédures de planification et impliquent souvent des choix sociaux et politiques douloureux.

Compte tenu de ces considérations, le PAM s'est employé à identifier les rouages institutionnels, techniques ou politiques appropriés pour permettre aux politiques de l'environnement et du développement de la zone côtière de s'aider et de se renforcer mutuellement, il s'est efforcé d'évaluer l'efficacité de ces rouages et de concourir à leur mise en place.

Dans la majorité des pays méditerranéens, le concept de planification intégrée de la zone côtière n'est pas encore pleinement adopté et les outils modernes de cette approche restent encore peu connus. Les plans de développement qui ont été élaborés jusqu'ici négligent le plus souvent certains aspects essentiels de l'environnement, comme la qualité de l'air, le sort des zones attenantes au littoral, l'importance des processus naturels, les incidences des activités menées dans l'arrière-pays.

Dans ce domaine, les Programmes d'aménagement côtier (PAC) constituent la principale forme d'assistance que le PAM procure aux Parties contractantes. Les PAC représentent une nouvelle forme de coopération entre le PAM et les institutions et

experts nationaux. La somme des connaissances et de l'expérience du PAM est désormais appliquée à l'élaboration et à l'exécution de ces projets. Les détails de cet exercice sont fournis par Brachya *et al.* (1994) et résumés par Jeftic (1993b).

Les PAC ont pour finalité d'introduire ou de développer le processus de la planification et de la gestion intégrées dans des zones côtières de la Méditerranée et de contribuer ainsi au développement durable et à la protection de l'environnement.

Chaque PAC se compose des éléments suivants:

- application des instruments juridiques (Protocole tellurique, surveillance continue, enquêtes sur la pollution, mesures antipollution communes, Protocole situations critiques, Protocole immersions, Convention MARPOL);
- évaluation, protection et gestion des ressources (eau, sols, forêts, littoral, écosystèmes marins, aires protégées);
- activités (évaluation et tendances);
- risques et phénomènes naturels (risque sismique, implications des changements climatiques);
- outils de planification et de gestion (base de données, Système d'informations géographiques (SIG), étude d'impact sur l'environnement (EIE), capacité d'accueil);
- scénarios environnement-développement et
- planification et gestion intégrées (études de planification intégrée, protection des ressources et plans de gestion).

Les responsables de chaque PAC s'efforcent de créer des conditions se prêtant au processus de gestion intégrée des zones marines et côtières concernées et d'y introduire les outils d'analyse pertinents. C'est une activité spécifique à chaque site, que l'on réalise dans des zones sélectionnées et relativement restreintes de la région et qui repose sur l'intégration des connaissances et de l'expérience acquises par toutes les composantes du PAM (Jeftic, 1993a).

Pour faciliter ces activités, des "Lignes directrices pour la gestion intégrée des zones

marines et côtières" (PNUE, 1994g) ont été établies.

Jusqu'à présent des PAC ont été réalisés pour la baie d'Izmir (achevé en 1993), le littoral syrien (achevé en 1994), l'île de Rhodes (en cours), la baie de Kastela (Croatie, achevé en 1994), le littoral albanais (en cours), Fuka-Matrouh (Egypte, en cours) et Sfax (Tunisie, en cours), tandis qu'un PAC est en préparation au Maroc et un autre prévu en Algérie. Deux autres projets ont été approuvés pour Israël et le Liban (fig. 4).

## 4.5 Développement durable

### 4.5.1 Objectifs

Le concept de développement durable s'est trouvé au cœur des débats de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est tenue à Rio de Janeiro en juin 1992. La nécessité d'améliorer les conditions de vie de l'homme tout en poursuivant des politiques compatibles avec la capacité de l'environnement mondial à tolérer durablement ces améliorations a conduit au cours des dernières années à forger le modèle du développement durable. Ce concept intègre l'idée de "progrès" - force motrice de toutes les transformations technologiques intervenues depuis le milieu du siècle dernier - et l'idée de "stabilité" ou aptitude de l'humanité à tirer un profit constant d'un écosystème sur une période illimitée. C'est toujours la notion d'exploitation des ressources naturelles, mais cette fois l'exploitation doit être modulée en fonction de la capacité des ressources exploitées et de leur milieu naturel à en supporter les répercussions si l'on vise un développement durable. Force est de constater en effet que la poursuite du "progrès" sans frein a eu des effets négatifs sur les milieux marins et terrestres (BM/BEI, 1989).

La définition du développement durable adoptée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement en 1987 (rapport Brundtland) est peut-être la plus concise:

"Le développement durable consiste en la gestion et la conservation de la base des ressources naturelles et en l'orientation des transformations technologiques et



FINALISE (3)  
  EN COURS (4)  
  DOIT ETRE AMORCE (2)  
  APPROUVE (3)

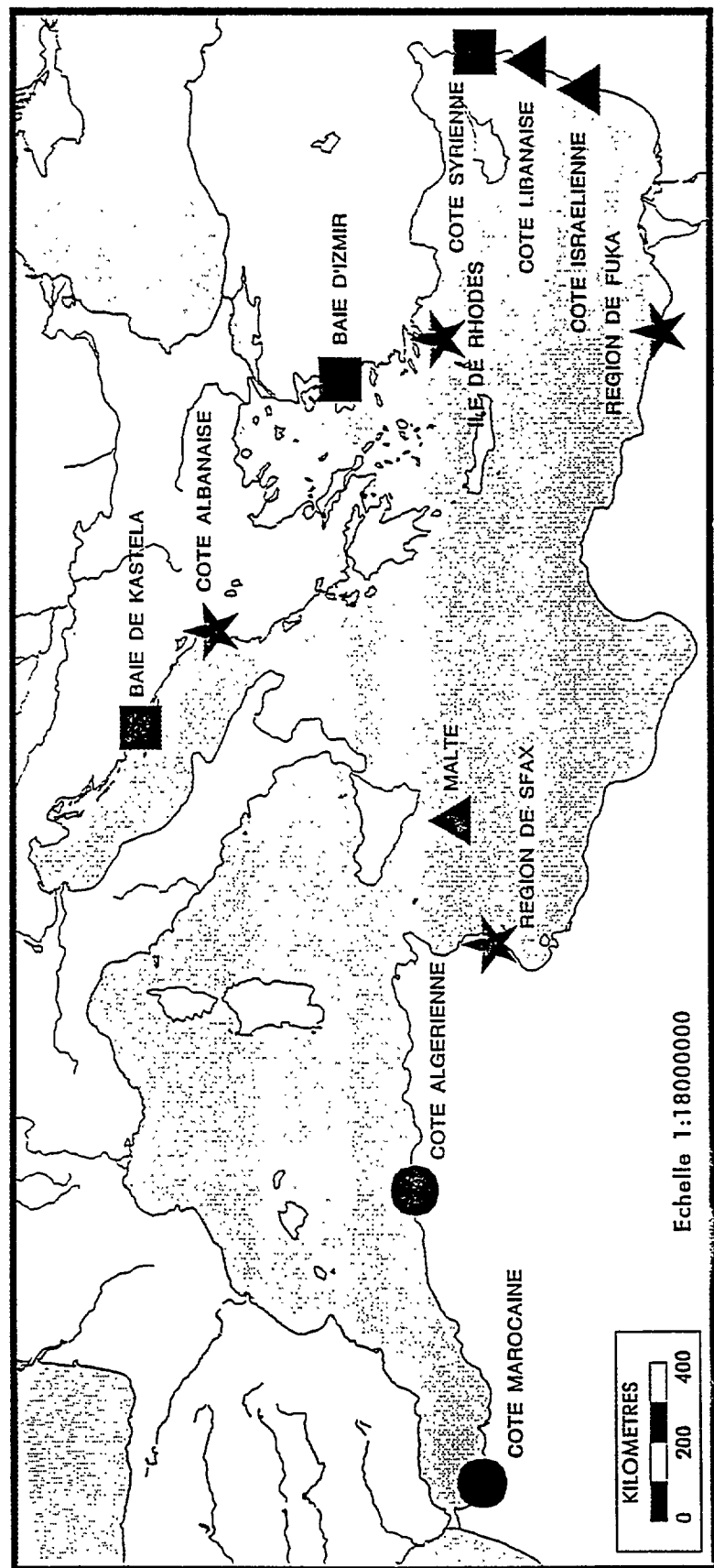


Fig. 4 Programme d'aménagement côtier du PAM

institutionnelles de manière à assurer la réalisation et la satisfaction permanente des besoins des générations présentes et futures. Un développement de ce type conserve les ressources en sol et en eau, les ressources végétales et génétiques. Il est écologiquement inoffensif, technologiquement approprié, économiquement viable et socialement acceptable."

Les principaux objectifs de la réalisation du développement durable dans le contexte de la Méditerranée sont soulignés dans les documents "Plan d'action pour la Méditerranée Phase II" (PNUE, 1995d) et CEE(ONU) (1993) pour tous les grands secteurs d'activité socio-économiques. En voici un résumé.

S'agissant des activités économiques, les grands secteurs en jeu sont l'agriculture, l'industrie, la production et consommation d'énergie, le tourisme, les transports et les pêches.

On s'attend à ce que la production agricole augmente, notamment dans les pays des rives Sud et Est de la Méditerranée. Le maintien ou l'extension de systèmes d'irrigation inefficaces aggravera les incidences néfastes sur le sol en modifiant la composition, la teneur en éléments nutritifs et la texture de celui-ci, et sur la qualité de l'eau puisque le volume de l'eau rejetée sera réduit et aura à véhiculer une charge plus élevée de produits chimiques (sel y compris), engrais et pesticides excédentaires. Cette diminution du volume d'eau circulante aggravera l'érosion du sol et par voie de conséquence la désertification.

Les principaux objectifs agricoles du développement durable devraient comporter:

- adoption de pratiques d'exploitation agricole bien adaptées aux conditions physiques et écologiques, notamment en veillant à la préservation des ressources en sol et en eau;
- adoption de techniques respectueuses de l'environnement pour accroître la production et le rendement agricoles et conserver la biodiversité;
- adoption de systèmes d'irrigation et d'évacuation beaucoup plus efficaces;
- maîtrise renforcée et utilisation plus restreinte des produits chimiques qui

- polluent le sol et l'eau: et utilisation accrue d'engrais naturels.

En ce qui concerne l'industrie, un gros problème est la persistance d'usines obsolètes utilisant des procédés dont la conception remonte à une époque où l'on ne se souciait pas des impacts sur l'environnement et où il n'y avait pas une pression assez forte pour obliger à valoriser les déchets par le recyclage. Les principaux objectifs industriels du développement durable devraient comporter notamment:

- la promotion du recours à des procédés et techniques industrielles "propres", et le transfert, l'adaptation et la maîtrise de cette technologie parmi les pays méditerranéens;
- la limitation des déchets industriels et l'amélioration de leur gestion et de leur maîtrise de manière à réduire au minimum leur impact sur l'environnement, ou bien, si possible, l'intégration de procédés permettant de valoriser ces déchets.

En ce qui concerne la production et la consommation d'énergie, la croissance de la demande et de l'approvisionnement, surtout en combustibles fossiles, est un gros facteur de pollution de l'environnement et de dégradation du milieu. Les principaux objectifs énergétiques du développement durable devraient comporter:

- l'utilisation accrue de sources d'énergie nouvelles (c'est-à-dire actuellement non conventionnelles) et renouvelables, qui sont plus respectueuses de l'environnement, à des fins domestiques, industrielles, privées et publiques;
- la mise au point et l'application de techniques, comme l'isolement et la ventilation, qui permettent de mieux maîtriser et économiser l'énergie;
- la modernisation des centrales existantes dans le bassin méditerranéen et la conception écologiquement rationnelle des nouvelles centrales.

Le tourisme, bien qu'ayant dans l'ensemble des incidences favorables sur les économies des pays "importateurs de

touristes", a des effets pervers sur l'environnement en raison des pressions qu'il exerce sur le sol (complexes, marinas, etc.), les ressources vivrières, les moyens de transport, les eaux marines côtières, les sites historiques et naturels et sur les traditions culturelles de la population résidente.

Les principaux objectifs touristiques du développement durable devraient comporter:

- une meilleure évaluation de la capacité d'accueil touristique dans chaque zone concernée;
- une coopération accrue entre pays "exportateurs" et pays "importateurs" de touristes de manière à sensibiliser le public aux conditions et au coût, au sens large, d'une réduction au minimum des impacts sur l'environnement;
- la surveillance des ressources touristiques naturelles, culturelles et humaines et l'évaluation régulière de la réaction de chaque touriste face aux impacts du tourisme;
- la promotion d'un tourisme fondé sur un environnement naturel, vierge et, autant que possible, pratiqué "hors saison" (étalement des congés).

Les transports sont une activité économique infrastructurelle. Les transports aériens et terrestres continueront à se développer et auront un impact croissant sur les ressources, notamment en termes de sol et de combustible, en raison du nombre et de la taille accrues des routes (et du parc automobile), des aéroports (et des flottes aériennes).

Les principaux objectifs de la réalisation d'un développement durable de ce secteur sont:

- développer de nouvelles formes de transport présentant toutes les conditions voulues de confort pour les passagers et de rendement pour les marchandises, réduire la quantité de combustible et d'espace pour chaque personne ou produit unitaire transportés;
- améliorer les systèmes de transport des personnes et des biens en favorisant le recours à des formes mixtes de transport à diverses fins;

- harmoniser, au moins sur une base régionale, les systèmes de transport qui sont plus appropriés au bassin méditerranéen.

Les pêches ont probablement atteint un plafond si l'on prend en compte ce que l'on peut prélever de la mer sans compromettre la rentabilité économique des stocks, à moins que l'ajustement du marché n'impose des prix inversement proportionnels à la disponibilité des prises; cet épuisement des stocks intervient déjà (thon rouge, par ex.), compromettant gravement le développement durable.

Les principaux objectifs halieutiques du développement durable devraient comporter:

- maîtrise de la taille des flottes de pêche, progrès techniques des engins, bateaux et équipements de navigation et de détection du poisson de manière à adapter rapidement l'effort de pêche aux modifications de la taille et du rendement biologique des stocks;
- mise en place d'une base de données très améliorée de manière à permettre une évaluation précise de l'état des stocks et du rendement biologique optimal à en tirer;
- attribution rationnelle et équitable des zones et ressources de pêche de manière à ce que le maintien des stocks incombe à ceux auxquels les ressources ont été allouées;
- protection spéciale des estuaires et des zones littorales attenantes contre des utilisations préjudiciables aux ressources de pêche en raison de l'importance biologique de ces interfaces terre-eau qui sont des nurseries pour de nombreuses espèces de valeur. des zones où les systèmes marins côtiers sont enrichis à partir de la terre et dont dépend la récolte de produits de la mer plus au large;
- réhabilitation des écosystèmes côtiers où les ressources halieutiques étaient jadis florissantes;
- élaboration des mécanismes juridiques de gestion et de conservation requis pour la gestion de l'interface eau douce/eau de mer et les ressources qui y sont associées;
- application du Code de conduite FAO

pour une pêche responsable, de l'Accord visant à promouvoir le respect en haute mer par les bateaux de pêche des mesures internationales de conservation et de gestion et, en temps voulu, des décisions pertinentes attendues de la Conférence des Nations Unies sur les stocks chevauchants et stocks de poissons grands migrants.

Les mesures de renforcement de l'aquaculture et des habitats marins, comme la construction de récifs artificiels, sont centrées sur les eaux côtières, les estuaires et les lagunes. L'attribution de droits exclusifs aux utilisateurs sur la zone d'exploitation, la promotion d'une aquaculture écologiquement rationnelle et la protection des exploitations aquicoles contre les effets nocifs d'autres utilisateurs du milieu sont essentielles à un développement durable de l'aquaculture marine.

Il y a plusieurs activités socio-économiques qui demandent à être développées pour contribuer efficacement à la réalisation d'un développement durable dans le bassin méditerranéen. Ce sont: la gestion des villes, la gestion des ressources naturelles, qu'elles soient ou non exploitées, la préservation des paysages et des sites naturels d'intérêt écologique, social ou culturel particulier. Eu égard à la grande complexité du littoral, les activités précitées peuvent s'insérer dans le cadre de la gestion intégrée des zones côtières.

Gestion urbaine: analyse plus poussée du milieu urbain et application des résultats obtenus à l'aménagement ou réaménagement urbain en tenant compte des questions écologiques: création et développement, si nécessaire, d'une politique de gestion urbaine, mise en place du cadre institutionnel et financier de cette gestion; développement des capacités techniques et institutionnelles requises; développement de la coopération régionale, si possible dans le cadre d'un "programme de jumelages de villes" pour promouvoir l'échange d'expérience en matière de gestion urbaine dans l'ensemble de la Méditerranée.

Gestion des ressources naturelles: elle couvre quatre grands domaines - ressources

en eau; en sol: en forêt et autre végétation naturelle; ressources biologiques marines.

Les actions portant directement sur le développement durable des ressources en eau sont: meilleure surveillance de la demande d'eau et de l'approvisionnement destiné à y répondre; élaboration de plans nationaux de ressources en eau, par bassin versant, et mise en oeuvre des programmes de gestion issus de ces plans en s'attachant aux problèmes particuliers de la zone littorale et des petites îles; développement et amélioration de la réutilisation des eaux usées; développement de la coopération régionale pour assurer un échange suffisant d'expérience entre les pays dans ce domaine.

Les actions portant directement sur le sol et son développement durable sont: développement et amélioration de la surveillance de l'état du sol et relevé cartographique des types de sol, de préférence par bassin versant; élaboration et mise en oeuvre des politiques et programmes pour combattre et, si possible prévenir, la dégradation (jusqu'à la désertification) et la perte des sols; application, s'il y a lieu, de la Convention pour combattre la désertification.

Les actions portant directement sur le développement durable des forêts et autres types de végétation naturelle peuvent opportunément s'inspirer du Programme d'action pour les forêts méditerranéennes qui prescrit: évaluation de l'état des forêts dans chaque pays et identification des problèmes appelant une attention prioritaire; préparation puis application de plans directeurs forestiers dans chaque pays pour la protection, le développement durable des forêts et leur utilisation à diverses fins; développement de la coopération entre les pays de la région pour l'échange d'informations et d'expériences.

Les actions portant directement sur le développement durable des ressources biologiques marines, autres que celles examinées pour les pêches, sont: amélioration de la base de données (données biologiques, biogéographiques, statistiques de consommation, etc.) requises pour déterminer l'état des stocks en raison de l'importance des relations entre espèces (prédation, compétition pour les micro-habitats écologiques, apport d'aliments, etc.), et pour déterminer les effets

de la dégradation du milieu et de la pression de la pêche sur les stocks naturels (même d'espèces qui ne sont pas des cibles de pêche); élaboration de politiques et de mécanismes régionaux de gestion des ressources s'inspirant du "principe de précaution".

Préservation des paysages et des sites naturels d'intérêt écologique, social ou culturel particulier - cette préservation est un aspect essentiel du développement durable en raison des très fortes pressions exercées sur ces ressources par le développement urbain, industriel et touristique incontrôlé et par les déchets qu'il génère et rejette dans le milieu marin. On enregistre non seulement une emprise croissante des autres utilisations s'accompagnant d'une destruction ou grave détérioration des sites historiques mais aussi une dégradation, une transformation incessante, voire la disparition d'écosystèmes complexes et d'espèces uniques. La Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED, 1992) a fourni une assise à la promotion du développement durable avec la formulation d'Action 21 et à la conservation de la biodiversité de la planète avec l'adoption de la Convention sur la diversité biologique. Les principales actions qui s'imposent sont: évaluation périodique de l'état des ressources naturelles; élaboration et application de mesures juridiques de protection; meilleure gestion des ressources naturelles; promotion d'une plus vive sensibilisation du public à ces questions; et échange d'expériences entre les pays en matière de conservation des ressources naturelles et de leur biodiversité.

Le tout premier principe de la Déclaration de Rio énonce toutefois que "les être humains sont au centre des préoccupations pour un développement durable. Il ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature". En tant que question "en filigrane" de tous les aspects de l'environnement, la santé est partout

présente dans Action 21, notamment dans le chapitre sur la "promotion et protection de la santé" où l'un des cinq domaines prioritaires consiste à réduire les risques sanitaires résultant de la pollution et des nuisances diverses. D'autres chapitres, comme ceux consacrés aux produits chimiques toxiques, déchets dangereux et solides, eaux douces et établissements humains, ont une orientation sanitaire marquée.

#### 4.5.2 Activités prévues et en cours

La réalisation d'un développement durable (CEE(ONU), 1993; PNUE, 1995e) reste encore une vision, bien que celle-ci conditionne la réussite de l'espèce humaine et peut-être même sa survie, et elle n'en est encore qu'à ses balbutiements. Bon nombre des concepts et des mécanismes possibles qui sont sous-jacents à ce type de développement ont "cristallisé" lors de la CNUED, mais celle-ci ne les a pas inventés. Néanmoins, bien des activités ont été déjà réalisées ou sont prévues pour les dix ans ou plus à venir et, si elles sont poursuivies assidûment, elles contribueront à la réalisation du développement durable. Dans la région méditerranéenne, le MED POL et les Centres d'activités régionales procèdent, depuis bien des années, à l'identification et à l'analyse des obstacles à cette réalisation en appliquant à cet effet des méthodes neuves ou d'autres plus anciennes mais ayant fait leurs preuves. La FAO et son CGPM a, pareillement, toujours fait du développement durable - et sans lui donner encore ce nom - la pierre angulaire de la gestion des pêches. L'élimination et notamment la prévention de la maladie chez l'homme, qui sont à la base de l'oeuvre accomplie par l'OMS depuis des dizaines d'années, sont également essentielles au développement durable. On pourrait en dire autant de toutes les organisations coopérantes des Nations Unies (voir section 4.1.3 ci-dessus) et de maintes ONG. Ces dernières jouent un rôle important, tantôt d'appui, tantôt de stimulation. La coopération du PAM avec les ONG est esquissée dans le document PNUE (1995f).

## Références

Albanie (1993). Report on the Environmental Situation in Albania: National Environmental Action Plan (draft). Ministry of Health and Environmental Protection. Tirana, Albania. 71p.

Alzieu, C. *et al.* (1991). Organotin compounds in the Mediterranean: a continuing cause for concern. *Marine Environmental Research*, 32:261-270.

Andersen, K.P. and E. Ursin. (1977). A multispecies extension to the Beverton and Holt theory of fishing, with accounts of phosphorus circulation and primary production - *Meddr Danm. Fisk. - og Havunders.*, N.S. 7:319-435.

Andreae, M.O. (1989). Flux of volatile sulphur species across the air/sea interface. pp70-76. In: *The Ocean as a Source and Sink for Atmospheric Constituents. Final Report of SCOR Working Group 72. UNESCO Technical Papers in Marine Science 56:102p. UNESCO, Paris, France.*

Bakun, A. (1992). Mechanisms of physical-biological interaction in coastal marine ecosystems in relation to projected trends of global change. Paper submitted to the Bremen Marine Training Centre's International Workshop on Marine Environmental Protection and Coastal Living Resources Monitoring: Training and Implementation. 29 September-3 October 1992, Bremerhaven, Germany. 10p.

Bartzokas, A. and Metaxas, D.A. Climatic fluctuation of temperature and air circulation in the Mediterranean. pp279-293 in: Duplessy, J.C., Pons, A. and Fantechi, R. (eds.) *Climate and Global Change. Commission of the European Communities. Report EUR 13149 EN.*

BM/BEI (1989). Environmental Priorities for Sustainable Development: Managing a Shared Heritage and a Common Resource. (Draft) World Bank-European Investment Bank Environmental Program for the Mediterranean. 78p + 10 Figures.

BM/BEI (1990). Programme pour l'environnement dans la Méditerranée: La gestion d'un patrimoine collectif et d'une ressource commune. 105p.

Brachya, V., Juhasz, F., Pavasovic, A. and Trumbic, I. (1994). Guidelines for Integrated Management of Coastal and Marine Areas, with Special Reference to the Mediterranean Basin. Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia and Programme Activity Centre for Ocean and Coastal Areas, Nairobi, Kenya. 80p.

Caddy, J.F. (1993). Towards a Comparative Evaluation of Human Impacts on Fishery Ecosystems of Enclosed and Semi-Enclosed Seas. *Reviews in Fisheries Science* 1(1):57-95.

Caddy, J.F. and Griffiths, R.C. (1995). Living Marine Resources and Their Sustainable Development: Some Practical and Institutional Aspects. (manuscript).

Campbell, J.A. (1993). Guidelines for Assessing Marine Aggregate Extraction. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft Laboratory. Laboratory Leaflet 73:12p. MAFF, Lowestoft, United Kingdom.

CCE (1993). La qualité des eaux de baignade 1992. Commission des Communautés européennes, Direction générale Environnement, sécurité nucléaire et protection civile. Document EUR 15031. 63p. + 11 National Charts.

CCE (1994). The Common Fisheries Policy. Fact Sheets of the Commission of the European Communities, Directorate-General for Fisheries. Brussels, Belgium.

Charbonnier, D. *et al.* (1990). Pêche et Aquaculture en Méditerranée: État Actuel et Perspectives. Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Plan d'Action pour la Méditerranée. Les Fascicules du Plan Bleu, 1:94p. Economica, Paris.

Chircop, A.E. (1992). The Mediterranean Sea and the quest for sustainable development. *Ocean Development and International Law*, 23:17-30.

Clarholm, M. *et al.* (1988). Does agriculture kill fish? Possible ways to decrease nitrogen reaching from land to water. *Ecological Bulletin* 39:139-140.

Croatie (1993). National Report on Environment and Development. Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Housing. 52p.

Croatie (1993a). National Report on the Implementation of the Barcelona Convention - for the Period from the Middle of 1991 to the Middle of 1993. Ministry of Civil Engineering and Environmental Protection. 16p. + 2 Annexes.

CEE (ONU) (1991). European Red List of Globally Threatened Animals and Plants. United Nations, New York.

CEE (ONU) (1993). Towards Sustainability: A European Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development. Commission of the European Communities, Directorate-General XI (Environment, Nuclear Safety and Civil Protection). Brussels, Belgium. 162p.

CNUED (1992). Agenda 21 Chapitre 17: Protection des océans et de toutes les mers. Y compris les mers fermées et semi-fermées - et des zones côtières et protection, utilisation rationnelle et mise en valeur de leurs ressources biologiques. (Rio Conférence, 1992). Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement. Conches, Suisse. 44p.

Egypt (1992). National Report on Environment and Development in Egypt. Cairo, Egypt. 225p

Espagne (1992). Medio Ambiente en España '91. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid, Espagne. 311p.

FAO (1993). FAO Yearbook: Fishery Statistics - Catches and Landings. FAO Fisheries Series, 43:677p.

Fawaz, M., Mallat, H. and Khawlie, M. (1992). Environment and Development in Lebanon: National Report on Environmental Status of Lebanon in View of UNCED - Agenda 21: Concept of Sustainability. UNDP, Beirut, Lebanon. 81p.

Fischer, W., Bauchot, M.-L. and Schneider, M. (eds.) (1987). Fiches FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37. Volume I. Invertébrés. pp1-760. Volume II (Fischer, W., Schneider, M. and Bauchot, M.-L., eds.). Vertébrés. pp761-1530. FAO, Rome, Italy. (Also available in English).

Gabbay, S. (1994). The Environment in Israel. Ministry of the Environment. Jerusalem, Israel. 255p.

- Gabrielides, G.P. (1994). Pollution of the Mediterranean Sea. pp7-16 in: Proceedings of the International Symposium on the Pollution of the Mediterranean Sea. Nicosia, Cyprus, 2-4 November 1994. 710p.
- Gabrielides, G.P., Alzieu, C., Readman, J.W., Bacci, E., Abouldahab, O. and Salihogiu, I. (1990). MED POL survey of organotins in the Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 21(5):233-237.
- Gabrielides, G.P., Golik, A., Loizides, L., Marino, M.G., Bingel, F. and Torregrossa, M.V. (1991). Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline. *Marine Pollution Bulletin*, 23:437-441.
- GESAMP (1986). Environmental Capacity: An Approach to Marine Pollution Prevention. IMO-FAO-UNESCO-WMO-WHO-IAEA-UN-UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution, Reports and Studies 30:xx.
- GESAMP (1989). The Atmospheric Input of Trace Species to the World Ocean. IMO-FAO-UNESCO-WMO-WHO-IAEA-UN-UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), Reports and Studies, 38:111p. WMO, Geneva.
- GESAMP (1991). Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture. IMO-FAO-UNESCO-WMO-WHO-IAEA-UN-UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Pollution, Reports and Studies 47:35p. FAO, Rome, Italy.
- GESAMP (1993). Anthropogenic Influences on Sediment Discharge to the Coastal Zone and Environmental Consequences. IMO-FAO-UNESCO-WMO-WHO-IAEA-UN-UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, Reports and Studies 52:67p. IOC, UNESCO, Paris, France.
- Giri, J. *et al.* (1991). Industrie et Environnement en Méditerranée. Les Fascicules du Plan Bleu, 4:115p. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France.
- Goldberg, E. (1976). The Health of the Oceans. UNESCO, Paris, France. 172p.
- Gray, J.S., McIntyre, A.D. and Stirn, J. (1992). Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part II - Biological Assessment of Marine Pollution - with Particular Reference to Benthos. FAO Fisheries Technical Paper, 324:49p. Prepared in co-operation with the United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan.
- Grèce (1995). Report of Greece on the State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region. Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, Athens, Greece. 54p.
- Grenon, M. and Batisse, M. (eds.) (1989). Futures for the Mediterranean Basin: The Blue Plan. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 279p.
- Grenon, M. *et al.* (1993). Energie et Environnement en Méditerranée. Les Fascicules du Plan Bleu, 7:168p. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France.
- Groombridge, B. (1990). Les Tortues Marines en Méditerranée: Distribution, Populations, Protection. Council of Europe, Collection Sauvegarde de la Nature, 48p.
- Holligan, P.M. and Kirst G.-O. (1989). Marine algae as a source of dimethylsulphide emissions to the atmosphere. pp64-69. In: The Ocean as a Source and Sink for Atmospheric Constituents. Final Report of SCOR Working Group 72. UNESCO Technical Papers in Marine Science 56:102p. UNESCO, Paris, France.



- ICES (1992). Effects of Extraction of Marine Sediments on Fisheries. International Council for the Exploration of the Sea, Cooperative Research Report 182:78p. ICES, Copenhagen, Denmark.
- ICES (1992a). Effects of Harmful Algal Blooms on Mariculture and Marine Fisheries. International Council for the Exploration of the Sea, Cooperative Research Report 181:38p. ICES, Copenhagen, Denmark.
- IFEN (1994). L'Environnement en France. Edition 1994-1995. Institut Français de l'Environnement. Paris, France; DUNOD, Paris, France. 399p.
- IPCC (1992). Scientific Assessment of Climate Change. 1992 IPCC Supplement, WMO-UNEP Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO, Geneva, Switzerland. 24p.
- Italie (1993). Report on the State of the Environment in Italy. Ministère de l'Environnement. Rome, Italie. 487p.
- Jeftic, L. (1991). Long-Term Programme for Pollution Monitoring and Research in the Mediterranean (MED POL). Second International Symposium "Integrated Global Ocean Monitoring" (IGOM-II), Leningrad, 14-21 April 1991. 18p.
- Jeftic, L. (1992). The role of science in marine environmental protection of regional seas and their coastal areas: the experience of the Mediterranean Action Plan. Marine Pollution Bulletin, 25(1-4):66-69.
- Jeftic, L. (1993). Implications of expected climate change in the in the Mediterranean region. pp539-560 in: Proceedings of the International Workshop on Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea, Isla Margarita, Venezuela, 9-13 March 1992. US National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington DC.
- Jeftic, L. (1993a). The Mediterranean Action Plan of the United Nations Environment Programme. UNEP/ First International Exhibition and Conference on Environmental Technology for the Mediterranean Region, Athens, 1-4 April 1993. 13p.
- Jeftic, L. (1993b). Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean Action Plan of UNEP. pp465-482 in: Proceedings of the First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST '93, 2-5 November 1993, Antalya, Turkey.
- Jeftic, L. (1994). Experience of the Mediterranean Action Plan on the Control of Land-Based Sources of Pollution. Document UNEP(OCA)/CAR WG.14/Inf.9. UNEP, Athens. 64p.
- Jeftic, L., Bernhard, M., Demetropoulous, A., Fernex, F., Gabrielides, G.P., Gasparovic, F., Halim, Y., Orhon, D. and Saliba, L. (1990). State of the Marine Environment in the Mediterranean Region. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 132. UNEP, 1990; and MAP Technical Reports Series, No. 28. 225p. UNEP, Athens.
- Jeftic, L., Keckes, S. and Pernetta, J. (1995). Implications of Future Climatic Changes on the Mediterranean Coastal Region. (sous presse)
- Jeftic, L., Milliman, J.D. and Sestini, G. (Eds.) (1992). Climatic Change and the Mediterranean. Edward Arnold. London. 673p.
- Klemm, C. de (1993). La Protection des Cétacés, du Phoque Moine, des Tortues Marines, des Plantes Marines et des Oiseaux. Document UNEP(OCA)/MED/WG.73/5. UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. Tunis. 25p.

- Klemm, C. de (1994). Les Aires Protégées en Méditerranée: Essai d'Etudes Analytique de la Législation Pertinente. MAP Technical Report Series, No. 83:42p.
- Kudat, A., Peabody, S. and Ozmen, N. (1994). METAP Capacity Building: a Renewed Commitment to Participation. 28p. (Mediterranean Technical Assistance Programme, co-sponsored by CEC, EIB, UNDP and WB)
- Kullenberg, G., Andersen, N. and Colme, M. (1993). Global Ocean Observing System. In: Coastal Zone '93. Proceedings, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management. pp.2986-3000. New Orleans, Louisiana, USA, July 1993.
- Liss, P.S. (1989). Methane and light non-methane hydrocarbons. pp77-80. In: The Ocean as a Source and Sink for Atmospheric Constituents. Final Report of SCOR Working Group 72. UNESCO Technical Papers in Marine Science 56:102p. UNESCO, Paris, France.
- Liss, P.S. and Stinn, W.G.N. (eds.) (1983). Air-Sea Exchange of Gases and Particles. D. Reidel, Dordrecht, Holland. pp299-405.
- Loye-Pilot, M. D., Martin, J.-M. and Morelli, J. (1990). Atmospheric input of inorganic nitrogen to the western Mediterranean. Biogeochemistry, 9:117-134.
- Malte (1995). State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region.
- Marchand, H. *et al.* (1990). Les Forêts Méditerranéennes. Les Fascicules du Plan Bleu, 2:108p. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France.
- Margat, J. (1994). L'Eau dans le Bassin Méditerranéen. Les Fascicules du Plan Bleu, 6:96p. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France.
- Martin, J.-M., Elbaz-Poulichet, F., Gulev, C., Loye-Pilot, M.D. and Gengchen, H. (1989). River versus atmospheric input of material to the Mediterranean Sea: an overview. Marine Chemistry, 28:159-182.
- Masclé, J. and Renault, J.-P. (1991). Le destin de la Méditerranée. La Recherche, 22:188-196.
- Mensing, H.G. (1986). Desertification in Europe. Proceedings of the Information Symposium in the EEC Programme on Climatology, Mytilene, Greece, 15-18 April 1984. Fantechi, R. and Margaris, N.S. (eds.). Reidel Publishing Company, Dordrecht. 231p.
- Michel, P. (1992). L'Arsenic en Milieu Marin: Biogéochimie et Ecotoxicologie. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Nantes, France. 59p.
- Monaco (1992). Rapport National pour la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement. Principauté de Monaco. 40p.
- Morocco (1994). Rapport National. Conseil National de l'environnement. Commission Nationale du développement durable.
- Moulin, C. *et al.* (1994). Remote sensing of airborne desert dust mass over oceans using Meteosat and CZCS imagery. Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco, 18:35-43.
- Nations Unies (1983). Le Droit de la Mer. Convention des Nations Unies sur le droit de la mer avec index et acte final de la troisième Conférence des Nations Unies sur le droit de la mer. Nations Unies, New York, USA.

OMS (1994). Assessment of Health Risks from Marine Pollution in the Mediterranean. Document EUR/ICP/CEH 127, 246p. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. In co-operation with UNEP.

OMS (1994a). Guidelines for Health-Related Monitoring of Coastal Recreational and Shellfish Areas. Part I: General Guidelines. Document EUR/ICP/CEH 041(2), 55p. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. In cooperation with UNEP.

OMS/PNUE (1990). Carcinogenetic, Mutagenic, and Teratogenic Marine Pollutants: Impact on Human Health and the Environment. Portfolio Publishing Company, Texas, USA, Advances in Applied Biotechnology Series, 5:284p.

PNUE (1984). Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean. UNEP Regional Seas Reports and Studies, 32:94p. UNEP, Nairobi, Kenya, in co-operation with UN/ECE, UNIDO, FAO, UNESCO, WHO and IAEA.

PNUE (1987). Environmental Aspects of Aquaculture Development in the Mediterranean Region/Aspects Environnementaux du Développement de l'Aquaculture dans la Région Méditerranéenne. Documents Produced in the Period 1985-1987/Documents Établis pendant la Période 1985-1987. MAP Technical Reports Series, 15. 101p. UNEP, Priority Actions Programme Regional Activity Centre, Split.

PNUE (1987a). Evaluation des composés organosiliciés en tant que polluants du milieu marin, assortie d'une référence toute spéciale à leur statut dans les protocoles relatifs à l'immersion et à la pollution d'origine tellurique. Document UNEP/WG.160/12. UNEP, Athens. 26p.

PNUE (1990). An Analysis of Mercury Levels in the Kastela Bay: Case Study. Document CPP/1988-1989/YU/Doc.3C, Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 46p.

PNUE (1990a). Plan d'Action pour la Gestion du Phoque Moine de Méditerranée (*Monachus monachus*). UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis. 6p.

PNUE (1990b). Plan d'Action pour la Conservation des Tortues Marines de Méditerranée. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis. 8p.

PNUE (1991). A Practical Guide for the Management of Urban Solid Waste in Coastal Mediterranean Countries. Document PAP-7/COP.1, Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 66p.

PNUE (1991a). Les proliférations de méduses en Méditerranée. Actes des 11èmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée. MAP Technical Reports Series, No. 47. UNEP, Athens. 320p.

PNUE (1991b). Plan d'Action pour la Conservation des Cétacés en Mer Méditerranée. 7p.

PNUE (1993). United Nations Environment Programme Environmental Data Report, 1993-94. Blackwell Publishers, Oxford. 408p.

PNUE (1993a). Rapport d'évaluation du programme MED POL. Document UNEP(OCA)MED IG.3/Inf.6. UNEP, Athens. 66p.

PNUE (1993b). Rapport de la réunion d'experts sur les législations environnementales relatives aux aires spécialement protégées et aux espèces menacées en Méditerranée. Document UNEP(OCA)MED/WG.73/6. UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis. 13p.

PNUE (1994). Analysis of the Application of Economic Instruments in Coastal Management in the Mediterranean Region. Document PAP-4/1994/W.1/1, Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 30p.

PNUE (1994a). Report of the Workshop on the Application of Economic Instruments in Coastal Zone Management in the Mediterranean Region. Split, Croatia, 12-14 December 1994. Document PAP-4/1994/W.1/4, Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 9p. + four Annexes.

PNUE (1994b). Present Status and Trend of the Mediterranean Monk Seal (*Monachus monachus*) Populations. Document UNEP(OCA)/MED/WG.87/3. UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. Tunis. 44p.

PNUE (1994c). Directory of Marine and Coastal Protected Areas of the Mediterranean Region. Part I, Sites of Biological and Ecological Value. UNEP Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. Tunis. 271p.

PNUE (1994d). Guidelines for the Rehabilitation of Mediterranean Historic Settlements. Document PAP-5/1994/G vol. I (draft), Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 58p.

PNUE (1994e). Guidelines for the Rehabilitation of Mediterranean Historic Settlements. Document PAP-5/1994/G vol. II, Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 69p.

PNUE (1994f). L'Observatoire Méditerranéen pour l'Environnement et le Développement (OMED) du Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France. 69p.

PNUE (1994g). Guidelines for Integrated Management of Coastal and Marine Areas with Special Reference to the Mediterranean Basin. Mediterranean Action Plan/Priority Actions Programme and Ocean and Coastal Areas Programme Activity Centre of UNEP. 80p.

PNUE (1995). Remote Sensing for the Mediterranean Environment: Objectives and Activities of the Regional Activity Centre for Environment Remote Sensing. Regional Activity Centre for Environment Remote Sensing, Palermo, Sicily. 38p.

PNUE (1995a). La présence de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en mer Méditerranée. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/Inf.9. 25p. UNEP, Athens.

PNUE (1995b). Protection du Patrimoine Archéologique Sous-marin en Méditerranée. 100 Sites Historiques d'Intérêt Commun Méditerranéen. Documents Techniques V, 88p. AMPHI, Atelier du Patrimoine, Marseilles, France.

PNUE (1995c). Multilateral Treaties in the Field of Environment to which Mediterranean Countries are Parties. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/Inf.8. UNEP, Athens. 13p.

PNUE (1995d). Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée (PAM Phase II). Annexe IV dans: Rapport de la réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 3-8 avril 1995. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/12. UNEP, Athens.

PNUE (1995e). Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/6. UNEP, Athens. 25p.

PNUE (1995f). Coopération du PAM avec les Organisation Non-gouvernementales (ONG). Document UNEP(OCA)/MED WG.89/8. 7p. UNEP, Athens.

PNUE/AIEA (1992). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Radioactive Substances./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par les Substances Radioactives. MAP Technical Reports Series, No. 62. UNEP, Athens. 133p.

PNUE/AIEA (1994). Data Quality Review for MED POL: Nineteen Years of Progress. MAP Technical Reports Series, No. 81. 79p. UNEP, Athens.

PNUE/AIEA/COI/FAO (1992). Organohalogen compounds in the Marine Environment: A Review. MAP Technical Reports Series, No. 70. 49p. UNEP, Athens.

PNUE/COI (1988). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Petrol- and Hydrocarbons./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par les Hydrocarbures de Pétrole. MAP Technical Reports Series, No. 19. UNEP, Athens. 130p.

PNUE/COI/FAO (1991). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Persistent Synthetic Materials which May Float, Sink or Remain in Suspension./Evaluation de l'Etat de la pollution de la mer Méditerranée par les matières synthétiques persistantes qui peuvent flotter, couler ou rester en suspension. MAP Technical Reports Series, No. 56. UNEP, Athens. 113p.

PNUE/FAO (1986). Evaluation de l'état actuel de la pollution en mer Méditerranée par le cadmium, le cuivre, le zinc et le plomb. Document UNEP/WG.144/11. UNEP, Athens. 43p.

PNUE/FAO (1987). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Mercury and Mercury Compounds./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par le Mercure et les Composés Mercuriels. MAP Technical Reports Series, No. 18. 353p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO (1989). Assessment of Organotin Compounds as Pollutants in the Mediterranean./Evaluation des composées organostanniques en tant que polluants du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series, No. 33. 185p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO/OMS (1989). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Cadmium and Cadmium Compounds./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par le Cadmium et les Composés de Cadmium. MAP Technical Reports Series, 34. 175p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO/OMS (1995). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le zinc, le cuivre et leur composés. Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.3. 129p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO/OMS (1995a). Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée (premier projet). Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.5. 218 p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO/OMS/AIEA (1991). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Organohalogen Compounds./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par les Composés Organohalogènes. MAP Technical Reports Series, No. 39. 224p. UNEP, Athens.

PNUE/FAO/OMS/AIEA (1991a). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Organophosphorus Compounds./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par les Composés Organophosphores. MAP Technical Reports Series, No. 58. 122p. UNEP, Athens.

PNUE/Greenpeace/UICN (1994). Technical Report on the State of Cetaceans in the Mediterranean. MAP Technical Report Series, No. 82:23p.

PNUE/OMM (1994). Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991. MAP Technical Reports Series, No. 85. 305p. UNEP, Athens.

PNUE/OMS (1987). Evaluation de l'état de la pollution microbienne des eaux conchylicoles de la mer Méditerranée et mesures proposées. Document UNEP/WG.160/10. UNEP, Athens. 32p.

PNUE/OMS (1991). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les micro-organismes pathogènes. Document UNEP(OCA)/MED WG.25/Inf.7. UNEP, Athens. 40p.

PNUE/OMS (1991a). Epidemiological Studies Related to Environmental Quality Criteria for Bathing Waters, Shellfish Growing Waters and Edible Marine Organisms (Activity D). Final Report on Project on Relationship between Microbial Quality of Coastal Sea Water and Rotavirus-induced Gastroenteritis among Bathers (1986-1988). MAP Technical Reports Series, No. 46. 64p. UNEP, Athens.

PNUE/OMS (1991b). Epidemiological Studies Related to Environmental Quality Criteria for Bathing Waters, Shellfish Growing Waters and Edible Marine Organisms (Activity D). Final Report on Epidemiological Study on Bathers from Selected Beaches in Malaga, Spain (1988-1989). MAP Technical Reports Series, No. 53. 127p. UNEP, Athens.

PNUE/OMS (1994). Analysis of the results of the survey of land-based sources of pollution. Report of the consultant. UNEP, Athens. 131p.

PNUE/OMS (1994a). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les détergents anioniques. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/Inf.4. UNEP, Athens. 119p.

PNUE/OMS/FAO (1993). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances cancérigènes, tératogènes et mutagènes. Document UNEP(OCA)/MED/WG.66/Inf.4. UNEP, Athens. 113p.

PNUE/ONUDI/OMS (1989). Evaluation de la situation concernant les huiles lubrifiantes usées dans le bassin méditerranéen et mesures progressives suggérées pour leur élimination comme polluants marins. Document UNEP(OCA)/MED WG.3/Inf.4. UNEP, Athens. 53p.

PNUE/UNESCO/FAO (1988). Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving Capacity and Monitoring of Long-Term Effects./Eutrophisation dans la Mer Méditerranée: Capacité Réceptrice et Surveillance Continue des Effets à Long Terme. MAP Technical Reports Series, No. 21. 200p. UNEP, Athens.

Por, F.D. (1968). Lessepsian migration. Ecological Studies 23:228p. Springer-Verlag.

Ramade, F. *et al.* (1990). Conservation des Ecosystèmes Méditerranéens. Les Fascicules du Plan Bleu, 3:144p. Centre d'Activités Régionales du Plan Bleu, Sophia Antipolis, Valbonne, France.

Readman, J.W. *et al.* (1993). Coastal water contamination from a triazine herbicide used in antifouling paints. American Chemical Society Environmental Science and Technology, 27:1940-1942.

Readman, J.W. *et al.* (1993a). Herbicide contamination of Mediterranean estuarine waters: results from a MED POL pilot survey. Marine Pollution Bulletin, 26(11):613-619.

REMPEC (1992). Report on Major Accidents in the Mediterranean. Document REMPEC/WG.5/INF.21. REMPEC. 2p.

REMPEC (1992a). Review of the Implementation of the Regional System Regarding International Assistance in Cases of Emergency. Document REMPEC/WG.5/INF.22. REMPEC. 5p.

REMPEC (1994). An Overview of Maritime Transport in the Mediterranean. Document REMPEC/WG.10/INF.25. REMPEC. 21p.

- REMPEC (1994a). Report on Major Accidents in the Mediterranean (July 1992-June 1994). Document REMPEC/WG.10/INF.9. REMPEC. 2p.
- REMPEC (1994b). Accidents in the Mediterranean Region and Implementation of the Regional System in Case of Emergency. Document REMPEC/WG.10/7/1/1. 2p.
- REMPEC (1994c). Review of the Implementation of the Regional System Regarding International Assistance in Cases of Emergency. Document REMPEC/WG.10/INF.10. REMPEC. 9p.
- Slovénie (1995). The Conditions of the Marine and Coastal Areas of the Mediterranean : the Territory of Slovenia. Slovenian Ministry of Environment and Regional Planning. 32p.
- Soudine, A. (1992). The WMO Global Atmosphere Watch System and the airborne pollution of the Mediterranean Sea. *Bollettino Geofisico*, Anno XV 5:1-15. Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Rome, Italy.
- Soudine, A. (1993). MED POL Airborne Pollution Monitoring Programme. pp197-200 in: *Extended Extracts of Papers Presented the WMO Region VI Conference on the Measurement and Modeling of Atmospheric Composition Changes Including Pollution Transport*, Sofia, Bulgaria, 4-8 October 1993. WMO, Geneva.
- Spanier, E. and Galil, B.S. (1991). Lessepsian migration: a continuous biogeographical process. *Endeavour*, New Series, 15(3):102-106.
- Stamatopoulos, C. (1993). Trends in Catches and Landings - Mediterranean and Black Sea Fisheries: 1972-1991. *FAO Fisheries Circular*, 855.4:177p. FAO, Rome, Italy.
- Syrie (1995). Environmental Policies for the General Committee on Environmental Affairs of Syria. 10p.
- Tunisia (1992). Rapport National sur l'Etat de l'Environnement 1993. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire. Tunis, Tunisia. 138p.
- Turquie (1993). Turkey and the Mediterranean Action Plan. Ministry of the Environment. Ankara, Turquie. 145p.
- UICN (1990). Protected Areas of the World: a Review of National Systems. Volume 2, Palæarctic. *Environmental Status Reports: 1990. Volume Two: Albania, Bulgaria, Romania, Yugoslavia. Reports on Albania (pp3-36) and Yugoslavia (pp 134-165)*. The World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland.
- UICN (1993). Biological Diversity Workshop in North Africa. Tunis, 1-3 November 1993. Annexes 5 (Country Reports for Algeria, Egypt, Libya, Morocco and Tunisia) and 6 (Critical Issues in the Implementation of the Convention on Biological Diversity: Background Document for the Biological Diversity Workshop in North Africa). IUCN, Gland, Switzerland.
- UNESCO (1988). Eutrophication in the Mediterranean Sea: Receiving Capacity and Monitoring of Long-Term Effects. Report and Proceedings of a Scientific Workshop, Bologna, Italy, 2-6 March 1987. *UNESCO Reports in Marine Science*, 49:195p.
- Williamson, P. (1992). Global change: reducing uncertainties. In: *International Geosphere-Biosphere Programme (of the International Council of Scientific Unions)*. IGBP Secretariat, Royal Swedish Academy, Stockholm, Sweden. 40p.
- WRI (1994). *World Resources 1994-1995*. World Resources Institute. Oxford University Press. New York, Oxford.

## Liste des acronymes et abréviations

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ASP	Aires spécialement protégées
BEI	Banque européenne d'investissement
BM	Banque mondiale
CAR	Centres d'activités régionales
CCE	Commission des Communautés européennes
CEE (ONU)	Commission économique pour l'Europe (ONU)
CEE	Communauté économique européenne
CGPM	Conseil général des pêches pour la Méditerranée
CICTA	Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique
CIEM	Conseil international pour l'exploration de la mer
CIUS	Conseil international des unions scientifiques
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
COI	Commission océanographique intergouvernementale (de l'UNESCO)
COS	Oxysulfure de carbone
DBT	Dibutylétain
DDD	Dichlorodiphényldichloroéthane
DDE	Dichlorophényldichloroéthane
DDT	Dichlorophényltrichloroéthane
DMS	Sulfure de diméthyle
DMSP	Diméthylsulfonium propionate
DYFAMED	Dynamique et flux atmosphériques en Méditerranée occidentale
EIE	Etude d'impact sur l'environnement
EROS	European River-Ocean System
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GESAMP	Groupe d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution marine
GIPME	Etude mondiale de la pollution dans le milieu marin
HCB	Hexachlorobenzène
HCH	Hexachlorohexane
HOC	Produits chimiques organiques hydrophobes
HP	Hydrocarbures de pétrole
IFEN	Institut français de l'environnement
IPCC	Groupe intergouvernemental de l'évolution du climat
MAB	Programme sur l'homme et la biosphère (de l'UNESCO)
MARPOL	Convention sur la prévention de la pollution marine par les navires
MAU	Unité d'assistance méditerranéenne (REMPEC)
MBT	Monobutylétain
MED 21	Action 21 pour la Méditerranée
MED POL	Programme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée
MEL	Laboratoire du milieu marin
METAP	Programme d'assistance technique pour l'environnement méditerranéen
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMI	Organisation maritime internationale
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation mondiale de la santé



ONG	Organisation non gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
OP	Composés organophosphorés
PAC	Programme d'aménagement côtier
PAH	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
PAM	Plan d'action pour la Méditerranée
PAP	Programme d'actions prioritaires
PB	Plan Bleu
PCB	Polychlorobiphényles
PIGB	Programme international concernant la géosphère et la biosphère
PMRC	Programme mondial de recherche sur le climat
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PVC	Chlorure de polyvinyle
REMPEC	Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle
ROCC	Ancien nom du REMPEC
SIG	Système d'informations géographiques
SMOO	Système mondial d'observation des océans
TBT	Tributylétain
TDE	Téledétection de l'environnement
Tjb	Tonneaux de jauge brut
TPE	Equivalent pétrole
TPT	Triphénylétain
UE	Union européenne
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources
UNESCO	Programme des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
VAG	Veille de l'atmosphère globale
ZEE	Zone économique exclusive