



PLAN D'ACTION POUR LA MEDITERRANEE  
PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT

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

**MAP Technical Reports Series No. 101**

**PNUE – Athènes, 1996**

Remarques: Les désignations employées et les présentations de données faites dans le présent document 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.

Bien que le présent rapport ait été finalisé au début 1996, 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.

Le texte de ce rapport a été rédigé par Ray C. Griffiths, sur la base de la documentation du Plan d'action pour la Méditerranée et d'autres documents techniques, avec le concours des experts de l'Unité de coordination et des Centres d'activités régionales du PAM; les encadrés ont été établis par les experts de l'Unité de coordination, les CAR concernés et deux consultants. L'ensemble du texte, y compris les observations sur le projet de document reçues des pays participant au Plan d'action pour la Méditerranée, a été revu au plan technique et mis en forme par M. Griffiths.

La photo de la couverture est de Marilena Stafilydou, Office national du tourisme hellénique, Grèce 1990.

© 1996 Programme des Nations Unies pour l'environnement  
P.O.Box 18019, Athènes, Grèce

ISBN 92-807-1578-X

Le texte de la présente publication peut être reproduit en tout ou en partie, et sous une forme quelconque, sans qu'il soit nécessaire de demander une autorisation spéciale au détenteur du copyright, à condition de faire mention de la source.

Il n'est pas possible d'utiliser la présente publication pour la revente ou à toutes autres fins commerciales sans en demander au préalable par écrit la permission au PNUE.

Le présent document est publié en anglais au titre de No. 100 de la Série des rapports techniques du PAM.

A des fins bibliographiques, le volume peut être cité comme:

PNUE: Etat du milieu marin et littoral de la région méditerranéenne, No 101 de la Série des rapports techniques du PAM, PNUE, Athènes, 1996.

---

# *Table des matières*

## **Résumé**    i

### **1. Introduction**    1

#### **1.1 Rappel des faits**    1

#### **1.2 Objectifs**    1

#### **1.3 Cadre géographique et écologique**    3

### **2. Pressions humaines et activités économiques**    7

#### **2.1 Croissance et répartition de la population**    7

#### **2.2 Activités économiques et développement du littoral**    8

##### 2.2.1    Urbanisation    9

##### 2.2.2    Industrie    12

##### 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    23

##### 2.2.8    Ressources en eau et leur gestion    24

##### 2.2.9    Pétrole et gaz naturel    25

##### 2.2.10    Activités extractives    26

##### 2.2.11    Production et consommation d'énergie    26

### **3. Etat du milieu marin et littoral**    29

#### **3.1 Littoral**    29

##### 3.1.1    Milieu urbain    30

##### 3.1.2    Elimination des déchets industriels et domestiques    30

##### 3.1.3    Dégradation du sol, désertification et incendies de forêt    36

#### **3.2 Pollution transférée par voie atmosphérique**    37

<b>3.3</b>	<b>Milieu marin</b>	<b>40</b>
3.3.1	Niveaux de pollution marine	41
3.3.2	Effets de la pollution marine	56
<b>3.4</b>	<b>Ressources naturelles, espèces et aires protégées</b>	<b>65</b>
3.4.1	Ressources naturelles	65
3.4.2	Biodiversité	65
3.4.3	Espèces en voie d'extinction et espèces menacées	69
<b>3.5</b>	<b>Sites historiques et paysages</b>	<b>73</b>
<b>3.6</b>	<b>Implications des changements climatiques</b>	<b>76</b>
<b>4.</b>	<b>La politique et le cadre législatif</b>	<b>81</b>
<b>4.1</b>	<b>La politique de l'environnement</b>	<b>81</b>
4.1.1	Les pays méditerranéens	81
4.1.2	Le Plan d'action pour la Méditerranée	83
4.1.3	Aspects institutionnels	83
4.1.4	La législation et son application effective	100
4.1.5	Sensibilisation et participation du public	102
<b>4.2</b>	<b>Prévention et lutte contre la pollution marine</b>	<b>102</b>
<b>4.3</b>	<b>Aires protégées et espèces menacées</b>	<b>103</b>
<b>4.4</b>	<b>Protection et développement du littoral</b>	<b>106</b>
<b>4.5</b>	<b>Développement durable</b>	<b>109</b>
4.5.1	Objectifs	109
4.5.2	Activités prévues et en cours	115
<b>5.</b>	<b>Evaluation de l'état du milieu marin et littoral: conclusions</b>	<b>116</b>
	<b>Références</b>	<b>124</b>
	<b>Liste des acronymes et abréviations</b>	<b>138</b>
	<b>Publications de la Série des rapports techniques du PAM</b>	<b>140</b>

---

## Résumé

*Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone demandent à l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée d'établir des examens périodiques de l'état du milieu marin et littoral de la Méditerranée dont elles peuvent alors s'inspirer pour décider de l'évolution du Plan d'action et éventuellement de la Convention, de ses Protocoles et des mesures communes déjà adoptées.*

*Le présent document est la deuxième synthèse de ce type, la première ayant été établie en 1989. On s'y efforce, dans toute la mesure du possible, d'évaluer les tendances de l'état du milieu marin et littoral pour permettre de s'attaquer aux nouveaux problèmes d'environnement lorsque leur émergence est confirmée par les résultats des investigations scientifiques.*

*Le document comprend trois grandes parties: i) une introduction (section 1) exposant brièvement la genèse et les objectifs du document, et traçant le cadre géographique et écologique; ii) le corps du document (sections 2 et 3) qui recense les principaux facteurs (comme les pressions anthropiques et les activités économiques) intervenant dans la genèse des principaux polluants ainsi que les grands facteurs de dégradation de l'environnement; et iii) une évaluation globale de la situation avec ses conclusions.*

*La Méditerranée, mer semi-fermée qui occupe la majeure partie de la superficie du bassin, présente un certain nombre de traits physiques et géographiques qui, à leur tour, conditionnent les facteurs environnementaux jouant un rôle important dans la dégradation du milieu marin*

*et littoral composant la quasi totalité de ce bassin.*

*La présence d'un relief côtier montagneux sur la plus grande partie du pourtour du bassin - expliquant que les populations aient, de tout temps, été portées à s'établir autour des zones formant des ports naturels et qui sont isolées les unes des autres - a favorisé les échanges maritimes mutuels, l'écoulement rapide des eaux douces et des cours d'eau, de ce fait une forte érosion du sol et parfois de graves inondations dans les plaines des quelques grands bassins versants (Ebre, Rhône, Pô et Nil, notamment), tout en privant l'ensemble du bassin de la possibilité de stocker de grosses quantités d'eau douce.*

*La clémence du climat (hormis des étés parfois torrides), conjuguée à l'isolement relatif des communautés côtières, a favorisé l'éclosion de plusieurs des grandes civilisations de l'Histoire. Ainsi, le climat, le paysage souvent admirable et des sites d'un grand intérêt historique, architectural et archéologique ont conféré à la Méditerranée le plus fort indice de fréquentation du tourisme mondial et fait du littoral le lieu d'établissement privilégié d'une grande majorité de la population résidente.*

*Bien que la population résidente et saisonnière (touristes internationaux) continue à augmenter, on s'attend au cours du prochain millénaire à une baisse progressive du rythme de la croissance démographique qui finirait par s'établir en l'an 2010 à environ 0,2% sur la rive nord développée, 1,5% dans les pays arabes et la Turquie, et 1,2% dans le reste du bassin. Mais on ne saurait escompter de ce seul*

*relâchement de la pression démographique une atténuation des graves problèmes écologiques de la région.*

*Parmi les activités économiques et connexes qui ont le plus d'impact aujourd'hui et continueront à en avoir dans un avenir prévisible, il convient de mentionner:*

- *L'urbanisation:* intensive autour des grandes villes portuaires et extensive le long de la majeure partie du littoral, notamment sur la rive nord du bassin, elle répond à la demande élevée de logements résidentiels et d'aménagements de loisir. Quelque 70% de la frange littorale comprise entre Barcelone et Naples sont occupés, et certaines sections des côtes de la Grèce et de la Turquie deviennent à leur tour des "murs de béton". Cette occupation réduit l'espace nécessaire à la survie de la faune et de la flore, et donc au maintien de la diversité biologique. Elle confisque également des terres à l'agriculture. L'urbanisation est, après l'industrie, la principale cause et le principal foyer de pollution atmosphérique en raison d'un parc automobile dont la progression, stable dans les pays développés de la rive nord, est rapide dans le reste du bassin. Cette forme de pollution est notamment responsable - mais pas à elle seule - de la dégradation de sites historiques ou de richesses architecturales. Les vibrations dues au trafic terrestre et aérien sont un autre facteur important de dégradation imputable à l'urbanisation. L'urbanisation intensive modifie également les modalités du drainage et de la sédimentation dans la zone côtière, avec des effets parfois marqués sur les ressources halieutiques. Elle accroît en outre la demande en eau de boisson et de lavage domestique aux dépens d'une ressource relativement précaire.

*Le traitement et l'élimination des déchets solides et liquides urbains restent un des gros problèmes d'environnement, notamment pendant l'été quand la population de nombreuses stations balnéaires s'accroît de plusieurs fois par rapport à la population résidente stable.*

- *L'industrie:* elle est généralement implantée

*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 le littoral ou le long des grands fleuves. Bien que le bassin ne soit pas une région fortement industrialisée, l'essor des activités industrielles, notamment sur les rives sud et est, est considérable et se poursuivra dans un avenir prévisible. Néanmoins, l'Italie, la France et l'Espagne représentent encore à elles trois quelque 87% de la production industrielle totale du bassin méditerranéen. Au plan de l'environnement, l'élimination par des moyens écologiquement rationnels des déchets industriels solides et liquides occupe d'importantes superficies du littoral et des zones marines attenantes. Elle contribue aussi dans une large mesure à la pollution atmosphérique et a des effets nocifs sur la flore et la faune du bassin. Très souvent, ces risques pour l'environnement sont aggravés par une mauvaise implantation des installations industrielles.*

*Le projet de protocole relatif à la prévention de la pollution de la zone de la mer Méditerranée par les mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination stipule 21 catégories de substances dangereuses, 27 éléments ou composés susceptibles de rendre dangereux des déchets, et 14 caractéristiques susceptibles de rendre physiquement dangereuse toute substance ou matière.*

- *La production et la consommation d'énergie:* conséquences naturelles de l'essor démographique et industriel, elles contribuent avant tout à la pollution atmosphérique de la région, notamment du fait de l'utilisation de combustibles fossiles par les véhicules et les appareils de chauffage domestique, et à la dégradation des écosystèmes aquatiques en raison des rejets d'eau chaude provenant des circuits de refroidissement. Les centrales et génératrices hydroélectriques, en particulier, ont de fortes incidences sur les écosystèmes situés à proximité. Les pays

développés de la rive nord ne produisent que 38% de l'énergie qu'ils consomment (et dont la France et l'Italie représentent à elles seules 70%), tandis que les autres pays du bassin produisent 1,8 fois plus d'énergie qu'ils n'en consomment. Des quantités importantes de lignite sont utilisées en Méditerranée orientale, notamment en Grèce et en Turquie. Pour des raisons écologiques, la tendance est à la réduction de l'utilisation du charbon, des hydrocarbures et du lignite pour les remplacer par des combustibles "plus propres" comme le gaz naturel. L'énergie nucléaire est assez utilisée en Méditerranée. On s'emploie également à développer les sources d'énergie alternatives comme le rayonnement solaire, l'énergie éolienne et géothermique, ainsi que l'énergie tirée de la biomasse (comme celle des résidus importants de culture). La production et la consommation d'énergie sont responsables de 90% de l'ensemble des émissions d'oxydes de soufre et de plomb dans l'atmosphère, et d'une importante fraction des oxydes d'azote, de carbone et des composés organiques volatiles. Les centrales et génératrices hydroélectriques ont des retombées néfastes sur les écosystèmes situés à proximité. L'exploitation du pétrole dégrade le milieu environnant au stade du forage et aussi du transport maritime des hydrocarbures quand les navires-citernes rejettent leurs eaux de ballast sales et vidangent leurs citernes dans la Méditerranée. La quantité croissante de pétrole raffinée dans le pays d'origine, bien que n'aggravant pas forcément le risque global, essaime ce risque au plan géographique (extension des raffineries) et multiplie ainsi les sources potentielles de pollution du milieu (atmosphérique notamment).

- Les systèmes de transport: tout comme la production et la consommation d'énergie, ils répondent à l'essor et aux demandes de la population, notamment pour le tourisme, et ils ne cessent de se développer en occupant des terres et en donnant naissance à des polluants atmosphériques et autres nuisances comme le bruit. Là encore, il en résulte d'importantes et fâcheuses incidences sur les édifices historiques. Voici longtemps que la nécessité d'accroître les communications entre les nombreuses vallées côtières a conduit à percer de plus en plus de tunnels pour aménager des

autoroutes dont le tracé court parallèlement au littoral ou relie ce dernier à l'arrière-pays. Ces grands travaux ont sans doute atteint un plafond dans les pays de la rive nord, mais ils se prêtent encore à un développement considérable dans le reste du bassin. Le parc automobile va continuer à croître: jusqu'à l'an 2005 d'environ 12% dans les pays de la rive nord, de 200% dans les pays arabes de la région et de 80% ailleurs. Les grands axes routiers sont tracés et aménagés aux dépens de précieuses terres agricoles et horticoles, et cette extension de la superficie qui leur est allouée devrait se poursuivre à un rythme de 25% d'ici à 2005. La conformation physique du bassin n'y permet guère l'essor des chemins de fer. En ce qui concerne le transport maritime, le canal de Suez continue à assurer un trafic élevé, avec un risque croissant d'accidents impliquant des substances dangereuses. On recense en Méditerranée quelque 2000 lignes de ferry-boat; 1500 cargos et 2000 navires marchands y croisent en permanence, et ce sont au total 200.000 navires qui transitent chaque année par cette mer. La région possède 305 ports de taille et vocations diverses et dont l'activité est associée à une urbanisation plus ou moins importante. L'essor de l'industrie et du raffinage pétrolier dans la région vont accroître les quantités de substances dangereuses qui y sont transportées par les navires. Ce sont les hydrocarbures, le gaz naturel et les dérivés pétroliers qui représentent encore la grande majorité de ces substances et des risques d'accidents de navigation qui leur sont associés. Le transport aérien va croître parallèlement à l'essor du tourisme, mais aussi comme moyen de transport rapide des denrées périssables. Ce développement s'accompagnera donc, inévitablement, d'une regain de la pollution atmosphérique et acoustique et aussi de son extension géographique du fait que les lignes aériennes empruntant les grandes "plaques tournantes" vont de plus en plus céder le pas à des lignes de plus grande proximité desservant directement des centres touristiques et

commerciaux. Les effectifs des parcs automobile, maritime et aérien opérant dans la région ne cessent d'augmenter, et ce à un rythme plus élevé que celui de la croissance démographique.

- Le tourisme et les loisirs: s'ils sont source d'importants bénéfices économiques pour les pays "importateurs de touristes" (soit la plupart de ceux de la région), ils entraînent aussi des coûts sociaux et environnementaux. On prévoit environ 200 millions de touristes pour l'an 2000. Au cours de la saison estivale, de nombreuses stations balnéaires doivent gérer une population accrue de plusieurs fois (3 à 5, ou plus) par rapport au reste de l'année et, en dépit d'améliorations importantes, l'élimination des déchets solides et liquides posent alors des problèmes souvent insurmontables. Des municipalités ont alors recours à l'expédient consistant à déplacer ces déchets sans les traiter en des sites moins "voyants" (décharges à l'écart des secteurs touristiques). Néanmoins, dans l'ensemble, la capacité d'épuration des eaux usées s'est accrue dans la région et la qualité des eaux de baignade s'est améliorée, bien que certaines plages soient encore jonchées des débris laissés par les estivants ou rejetés par la mer.
- L'agriculture: bien qu'elle occupe environ 60% des ressources disponibles en terres fertiles et en eau, elle ne contribue que pour 20% au PNB de la région et sert avant tout à nourrir la population résidente et touristique. Sa croissance est très en retard sur celle de l'industrie et plus généralement de l'économie. Cette situation se traduit par des pertes en superficie de terre agricole. Par contre, la demande de produits agricoles s'accroît, avant tout pour satisfaire les besoins de la région. Pour y répondre, l'agriculture devient intensive, d'où des pressions accrues sur les ressources en eau aux fins d'irrigation et une forte hausse de l'utilisation des pesticides, herbicides et engrais. La réorientation vers la production horticole se poursuit et pourrait s'accroître afin de satisfaire une demande très forte lors de la saison touristique. En raison du relief accidenté d'une grande partie de la zone

littorale du bassin, l'élevage à flanc de coteau (ovins, caprins) y est un élément important de l'agriculture, tandis que les légumineuses (petits pois, haricots, lentilles, pois chiches), les céréales, la betterave à sucre, la tomate et les fruits sont cultivés dans les grandes plaines alluviales (Ebre, Rhône, Pô et Nil notamment) avec l'élevage bovin et porcin. Sur les pentes côtières relativement arides, ce sont l'olivier, l'amandier, le pistachier et le vignoble qui dominent. Cependant, l'agriculture des pentes côtières n'a cessé de régresser parallèlement à l'extension de l'urbanisation et aux aménagements routiers, ce qui a aggravé l'érosion du sol, laquelle dépasse 50% de la superficie érodable dans nombre de pays de la région. On estime qu'un type d'exploitation agricole plus efficace et mieux adapté est nécessaire et possible. Dans le même temps, l'agriculture, intensive ou non, a entraîné une disparition de la flore adaptée (garrigue, herbages, forêts) qui limitait l'érosion du sol. La demande de viande et, parfois, la pénurie de terres adaptées entraînent le surpâturage et la destruction ou dégradation de surfaces importantes de campagne et de forêt. Le lessivage des polluants (pesticides et herbicides) et l'excédent d'engrais gagnant la mer directement par le ruissellement ou indirectement par les cours d'eau, créent un important impact négatif sur les écosystèmes marins côtiers. Dans le cas des engrais (principalement à base de composés azotés et phosphorés), de graves perturbations de l'écosystème marin, sous forme d'eutrophisation, se produisent dans les eaux littorales. L'agriculture porte également préjudice à la flore et la faune endémiques, ne serait-ce qu'en favorisant l'érosion du sol par suite de techniques agricoles inadaptées.

- La pêche: elle est autant, voire plus compromise par son excès - ou surpêche - que par la pollution de l'environnement. La conjugaison de ces deux facteurs crée un risque grave pour les ressources halieutiques du bassin, notamment parce que

le principal habitat de ces ressources occupe la mer côtière et le plateau continental, lequel est relativement étroit dans la plupart des zones en raison de la forte pente du relief côtier montagneux. L'essor de la mariculture (elle représente déjà près de 10% de la production de poisson de la région) permet de répondre à une demande de poisson en hausse et à une baisse prévisible de la pêche de capture. La mariculture est à la fois victime de la dégradation de l'environnement (envasement, par exemple) et de la pollution, partout où des déchets toxiques sont rejetés dans les baies et les lagunes côtières, et cause de cette dégradation dans son voisinage dans la mesure où l'épuration ou lessivage rapide des sites de mariculture libère un excédent de produits nutritifs et, dans certains cas, des produits chimiques (fongicides notamment) utilisés dans ce type d'exploitation.

- Les forêts: dans la région, elles ont traditionnellement servi de matière première à de nombreux produits et activités: construction navale, échafaudages et bâtiment, chauffage domestique et industriel (verrière, métallurgie), pâte à papier, ameublement, charbon de bois, artisanat, tannage, et ont constitué une source directe de liège (bouchon), semis et résine. Elles s'opposent à l'érosion du sol et, de plus en plus, se prêtent à des activités de loisir ou tourisme (camping, randonnée, ornithologie amateur). En maintes régions, elles souffrent du pâturage et sont sujettes à la multiplication des incendies (soit aujourd'hui une hausse d'environ 250% par rapport à la période 1970-75). Le reboisement n'apparaît 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 leur disparition aggrave donc une importante cause de dégradation. On estime, dans l'ensemble, que la gestion des forêts est inadéquate dans le bassin méditerranéen.
- Les activités extractives: elles concernent principalement les hydrocarbures, le gaz naturel et les minerais (bauxite, chrome, bore, ciment, roches phosphorifères, uranium, charbon et lignite, etc.). Elles offrent souvent le triste spectacle d'une

surface qui est dévastée (dans les exploitations à ciel ouvert de pierre à chaux, bentonite, lignite et amiante) ou qui sert à l'élimination des résidus et déchets d'extraction. Les résidus et eaux usées sont aussi directement rejetés dans la mer ou dans les cours d'eau se jetant dans la mer, ce qui entraîne généralement la destruction de l'écosystème local. L'effet néfaste du dragage du fond de la mer pour l'extraction du sable et du gravier destinés à la construction ne se prolonge guère au delà de quelques semaines une fois que l'exploitation a cessé; dans certaines zones, le fort envasement contribue à la restauration du fond de la mer et à la réinstallation des communautés benthiques.

Dans une région qui n'est pas en mesure de stocker d'importantes quantités d'eau douce en raison du volume élevé de la mer par rapport au volume du bassin versant, la plupart des activités économiques susmentionnées sont fortement influencées par la gestion des ressources en eau, et elles influent en retour sur cette dernière. Les principaux apports (pluie et eau de fonte, représentant plus de 1000 km<sup>3</sup>) se limitent pour la plupart à la rive nord et, d'une manière générale, l'évaporation et l'évapotranspiration sont élevées et sont responsables chacune pour moitié des pertes d'eau. Le relief assure un écoulement rapide à la mer. Seuls six bassins hydrographiques déversent plus de 10 km<sup>3</sup> par an dans la mer; le Nil possède le plus fort potentiel de déversement à hauteur du barrage d'Assouan (environ 89 km<sup>3</sup>) mais ne déverse qu'environ 5 km<sup>3</sup> dans la Méditerranée par suite des prélèvements effectués pour l'irrigation, les usages domestiques et la pisciculture. Bon nombre des cours d'eau abrupts et des roches karstiques aquifères sont difficiles à gérer et à exploiter en raison des énormes fluctuations de leur débit au long de l'année. La qualité de l'eau, bien que dans l'ensemble élevée dans la région, pâtit à l'occasion d'une forte turbidité et d'une dureté due aux formations rocheuses à dominance calcaire. La surexploitation de certains aquifères côtiers a entraîné, surtout sur la rive sud, une aggravation d'un phénomène de salinisation résultant déjà d'une évaporation élevée et d'une faible pluviométrie.

*En ce qui concerne l'état du milieu littoral, les principaux facteurs qui le conditionnent sont: i) le rapport entre l'apport de déchets et la vitesse de renouvellement des eaux côtières et de l'ensemble de la Méditerranée; ii) la stratification de la mer - en fonction de la densité de l'eau - qui empêche le flux descendant des polluants; iii) la taille de la population, les utilisations du sol et les activités générant des déchets. La vitesse de renouvellement de la Méditerranée est comparativement lente dans l'ensemble, d'environ 80 à 300 ans (pour les deux grands bassins) et il existe dans la mer une stratification appréciable en profondeur mais non en surface (de 0 à 100 m). La population des pays méditerranéens avoisine les 400 millions, dont environ 130 millions (35%) vivent dans la frange littorale; ce pourcentage va croître considérablement jusqu'en 2025. Il est difficile d'évaluer l'état du milieu urbain car des facteurs comme la pollution atmosphérique, le volume de déchets domestiques ou la superficie allouée aux espaces verts varient notablement selon le lieu et l'époque. L'élimination des déchets industriels et urbains est une utilisation importante de la mer dans la région et elle s'y produit avant tout par rejet direct, ou indirect via les cours d'eau, ou via l'atmosphère. Plus de 90% des habitants du bassin sont desservis par des réseaux de collecte des eaux usées (principalement municipaux), tandis que 46% ne bénéficient pas d'un traitement primaire des eaux usées municipales; 41% bénéficient d'installations de traitement secondaire, le reste de la population disposant tout au plus d'un traitement préliminaire ou primaire. Environ 5% des eaux usées sont réutilisées, dont près de 95% aux fins d'irrigation. On ignore ce qu'il advient de la plupart des déchets urbains; environ un tiers des boues d'épuration municipales sont rejetées dans les cours d'eau, dans le sol ou en mer; 10% servent à des fins agricoles. Environ 21% des déchets solides sont éliminés par compostage et 7% par incinération.*

*Les déchets présentant des risques chimiques sont avant tout d'origine industrielle, alors que ceux qui présentent des risques microbiologiques sont avant tout d'origine domestique; quant aux détergents et aux huiles lubrifiantes, ils peuvent avoir l'une ou l'autre origine. Les risques pour l'environnement et la santé sont en grande partie fonction de la*

*nature de la substance en jeu, des méthodes de manipulation et traitement auxquelles on la soumet et de la manière dont celles-ci sont appliquées.*

*La dégradation du sol, la désertification et les incendies de forêt sont des processus associés dans la détérioration du milieu littoral; la désertification résulte des deux autres (et aussi, en pratique, du déboisement effectué à des fins commerciales) et elle revêt des dimensions inquiétantes dans la région. L'accroissement de la charge en sédiments des cours d'eau (et par voie de conséquence des mers côtières) a des impacts sur les poissons diadromes ainsi que sur les coquillages et crustacés sauvages et d'élevage.*

*La pollution atmosphérique comprend trois aspects dans la région: la pollution de l'air proprement dite, avec des conséquences potentielles graves pour la santé publique, les conditions météorologiques et le climat; l'atmosphère comme véhicule de polluants de leur source à la mer; et le rôle de la mer elle-même comme source de polluants atmosphériques. On s'est employé, dans le cadre de plusieurs projets régionaux et du programme Veille de l'atmosphère globale (VAG) de l'OMM à déterminer les niveaux des principaux polluants dans l'air et leurs apports à la mer. La charge de polluants atmosphériques est très variable et les apports à la mer sont soumis à plusieurs processus (comme l'adsorption sur la poussière et les particules de suie, le dépôt sec et humide de particules ou d'aérosols). Les principaux polluants transférés de l'air à la mer sont certains métaux lourds (comme le plomb, le mercure, le zinc, le manganèse, le cadmium et le cuivre), la plupart des organochlorés (comme le lindane, les PCB, les DDT/DDE/DDD) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les oxydes d'azote et de soufre sont avant tout apportés à la mer par la voie atmosphérique. Ils proviennent habituellement de la production et de la consommation d'énergie et ils entrent dans la composition des pluies acides qui attaquent les bâtiments et la végétation. L'apport d'azote a des incidences favorables et très importantes sur la productivité primaire de la mer. La mer elle-même peut être une source de sulfure de diméthyle et d'oxysulfure de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux dans l'atmosphère, mais nos connaissances sont encore très limitées*

à ce sujet. L'atmosphère constitue également la principale voie de transfert à la mer pour la suie (émanant des usines, du chauffage domestique et des véhicules à moteur) et pour la poussière saharienne, l'une et l'autre jouant un rôle très important dans le transfert des polluants de l'air à la mer et de la mer aux sédiments du fond. 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, des appareils de chauffage domestique, de la plupart des procédés industriels (notamment la fusion et l'affinage des métaux) et est propagée et renforcée par la suie, la poussière saharienne et d'autres particules solides de l'atmosphère servant de vecteurs à de nombreux polluants: métaux, organohalogènes et hydrocarbures notamment. On sait que des polluants émis à l'intérieur du continent européen peuvent atteindre la Méditerranée dans les 24 à 48 heures.

Les sources des principaux polluants marins et leurs concentrations minimales et maximales relevées dans l'eau de mer, les biotes et les sédiments marins sont, pour autant qu'on dispose de données fiables, récapitulées à la section 3 avec leurs principaux effets observés sur les biotes marins, sur les espèces d'intérêt commercial et sur les êtres humains qui y sont exposés par contact ou par consommation d'aliments contaminés. Les données indiquent que les concentrations en question n'ont guère varié - en plus ou en moins - depuis la précédente évaluation.

Dans le cadre du Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée (MED POL), huit pays de la région mesurent les concentrations de polluants à des centaines de stations de prélèvement. Les principaux polluants mesurés sont les métaux lourds, les organochlorés, les pesticides, les herbicides, les composés organophosphorés, les hydrocarbures et les microorganismes pathogènes. Les concentrations varient considérablement d'un site, d'une époque et d'une espèce à l'autre (même au sein d'un même groupe taxinomique) et il faut l'attribuer aux facteurs suivants: variations naturelles intrinsèques et variations

dues à des problèmes d'assurance qualité des données; rôle très important joué par la mobilisation de certains éléments naturels; proximité de certaines stations de prélèvement de sources ponctuelles de polluants; variations de la forme physico-chimique sous laquelle certains polluants, notamment les métaux, sont présents dans l'environnement et adsorption de certains polluants sur les particules de poussière et de suie ou leur chélation par des particules organiques. En général, les niveaux relevés dans l'eau de mer diminuent en fonction de la distance à la côte et ils sont aussi, dans l'ensemble, plus élevés dans les sédiments et les organismes que dans l'eau de mer.

L'occupation du sol et la pollution de la mer influent sur la répartition, l'importance et la survie de la flore et de la faune et des écosystèmes au sein desquels elles sont organisées; or, la population humaine dépend directement ou indirectement de la survie et du bon développement de nombre de ces espèces et écosystèmes. Dans certaines zones, cette occupation des sols entrave fortement la migration saisonnière des oiseaux, et les pressions touristiques peuvent également compromettre la reproduction des tortues marines et du phoque moine.

Dans les conditions de la Méditerranée, les principaux risques pour la santé humaine sont dus: à la consommation de produits de la mer contaminés par les métaux lourds (par ex., mercure dans le thon et les espèces apparentées, plomb dans les moules), la concentration et la toxicité de ceux-ci étant les facteurs déterminants; à la consommation de produits de la mer contaminés par certaines bactéries (salmonelles, shigelles, etc.), par des virus (comme celui de l'hépatite A), par des champignons (mucor de la phycomycose) et par des toxines du phytoplancton (proliférations de dinoflagellés constituant des épisodes d'"eaux rouges"); à la contamination par des organismes pathogènes (streptocoques, coliformes fécaux) présents dans l'eau de mer ou le sable de plage.

Les principaux risques pour la structure des communautés marines et pour la reproduction et la croissance des organismes marins sont dus à des contaminants chimiques mais aussi à des

eaux usées et autres effluents qui perturbent l'équilibre écologique.

La surpêche porte très fortement atteinte aux stocks de poisson commercial. Par ailleurs, la présence de contaminants et leur bioaccumulation par les organismes marins peuvent aussi entraîner des risques.

Les détritiques qui s'amoncellent dans la mer et sur les plages posent également un grave problème au développement durable du tourisme dans la région.

Les rejets dans les eaux marines du littoral d'azote et de phosphore, principalement sous forme d'un excédent d'engrais, créent des conditions d'eutrophisation qui s'accompagnent de proliférations locales massives de phytoplancton dont les toxines peuvent avoir des effets nocifs sur la santé de l'homme. Les épisodes d'"eaux rouges" sont devenus fréquents dans certains secteurs sensibles de la Méditerranée, avec des effets pervers sur la fréquentation et l'économie des stations balnéaires concernées. Par contre, si le phosphore et l'azote sont assez rapidement dispersés sans entraîner d'eaux rouges, on note alors un effet favorable sur la productivité primaire de la mer plus au large.

Au point 3.6, on exposera brièvement les implications des changements climatiques pour la région; bon nombre de ces changements sont imputables à la pollution atmosphérique par les gaz dits à "effet de serre" responsables du réchauffement de la planète: dioxyde de carbone, oxyde nitreux et méthane par exemple, ainsi qu'à la vapeur d'eau.

Les conséquences les plus probables du réchauffement de la planète consisteront en modifications: du champ de vent, notamment à l'interface terre-mer; des interactions air-mer (échanges d'énergie, de gaz, de vapeur d'eau et de sel); du volume de l'océan et, partant, du niveau de la mer; de la répartition de la densité de l'océan et, partant, des modalités de la circulation. Ces modifications entraîneront à leur tour des modifications des écosystèmes (par ex., caractéristiques de la végétation, état du sol, répartition des espèces animales). L'évolution du climat pourra également accroître la vulnérabilité des communautés

côtières et elle retentira sur la réalisation du développement durable.

Face à la pollution croissante de l'environnement et à la détérioration concomitante de la diversité biologique et de ses composantes, on s'est employé à créer des aires protégées et à préserver des espèces menacées et en voie d'extinction de la flore et de la faune sauvages. Certaines de ces aires protégées, qui présentent un intérêt biologique, écologique, scientifique, esthétique ou éducatif ne recueillent pas l'adhésion des populations locales pour diverses raisons, sans compter que diverses activités qu'on y organise ont parfois des incidences néfastes sur ces aires elles-mêmes. Il existe aujourd'hui 123 aires spécialement protégées désignées en vertu du Protocole ASP, mais seules 47 d'entre elles comprennent un secteur maritime. Ce nombre n'est pas encore assez représentatif pour illustrer les principaux types d'écosystèmes de la région. Les biotopes particulièrement exposés à une dégradation et qui appellent donc des mesures de protection sont: les dunes de sable (menacées par la surfréquentation d'estivants, par l'érosion côtière, etc); les lagunes côtières, les marais salants et les zones humides, qui sont des sites vitaux pour de nombreuses espèces, d'oiseaux notamment, et que l'on comble à des fins de construction immobilière, que l'on draine pour le remembrement, ou dont on se sert parfois simplement comme décharges; et la zone littorale (y compris les plages de nidification des tortues marines et les herbiers de posidonies directement menacés par les rejets d'émissaires ou détruits lors de travaux d'aménagements touristiques et récréatifs). Une centaine de sites d'intérêt historique, architectural ou culturel ont été recensés comme nécessitant une protection (contre la fréquentation touristique, le trafic routier, la pollution atmosphérique, etc.) ou une réhabilitation afin de les mettre en valeur au titre de patrimoine touristique et culturel et d'assurer leur sauvegarde au sein du développement urbain et côtier.

Le cadre juridique et institutionnel dans lequel s'inscrivent les aires protégées reste insuffisant ou très complexe, avec des recoupements des responsabilités entre les instances nationales et locales, gouvernementales et non gouvernementales.

*Cela est moins vrai de la gestion d'ensemble de l'environnement et du développement de la frange littorale, car tous les pays de la région ont désormais mis en place une instance gouvernementale plus ou moins spécifiquement chargée de ces questions et de la lutte antipollution. Si l'on constate encore une trop grande dispersion des responsabilités, la situation s'est beaucoup améliorée à cet égard au cours des dernières années. D'après les renseignements actuellement disponibles, l'Albanie, l'Algérie, Chypre, la Croatie, l'Égypte, l'Espagne, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, le Maroc, la Slovénie, la Syrie, la Tunisie et la Turquie ont ainsi établi des administrations spécialement chargées des questions de l'environnement national. Plusieurs de ces pays ont ratifié les grandes conventions internationales sur la protection de l'environnement et de la flore et de la faune sauvages.*

*La Convention de Barcelone, ses quatre Protocoles et les treize mesures communes qui ont été adoptées dans ce cadre fournissent les principales lignes directrices et la base des politiques nationales; aussi le Plan d'action pour la Méditerranée est-il lui-même guidé par ces dispositions.*

*Les rouages régionaux créés dans le cadre du Plan d'action - les six Centres d'activités régionales et le Programme de surveillance*

*continue et de recherche en matière de pollution de la Méditerranée (MED POL) - ainsi que le Secrétariat pour la protection des sites historiques côtiers - avec l'appui permanent des organisations qualifiées des Nations Unies (FAO, UNESCO, OMS, OMM, OMI, AIEA, COI, BM/BIRD), et avec le concours de nombreuses organisations non gouvernementales, répondent à certaines des conditions exigées par la mise en place dans la région d'une assise au développement durable. Le principal dispositif instauré dans le cadre du PAM pour cet objectif est celui des "Programmes d'aménagement côtier" (PAC) dont cinq ont été achevés (baie d'Izmir, baie de Kastela, littoral syrien, littoral albanais et île de Rhodes ), deux sont en cours d'exécution (Fuka-Matrouh et Sfax) et cinq en voie de lancement (littoral algérien, littoral israélien, littoral libanais, île de Malte et littoral marocain). Le Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement des zones côtières de la Méditerranée (PAM II), qui a été approuvé par les Parties contractantes en juin 1995, énonce les grandes orientations nécessaires au développement durable du littoral de la Méditerranée.*

*Bien des indices autorisent à penser que le grand public, et notamment les touristes nationaux et internationaux qui affluent chaque année en Méditerranée, sont de plus en plus conscients des grands enjeux écologiques de la région.*

---

# 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 littoral de la région méditerranéenne. Un premier rapport de ce type a été publié en 1990. Ces synthèses contribuent à apporter une information de base dont peuvent alors se servir les Parties contractantes pour décider de l'évolution du Plan d'action et éventuellement de la Convention de Barcelone, de ses Protocoles et des mesures communes qui s'y rattachent. L'évolution que les Parties contractantes se sont récemment assignée est tracée dans la Résolution de Barcelone, adoptée à la Conférence de plénipotentiaires pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution qui s'est tenue à Barcelone les 9 et 10 juin 1995, ainsi que dans les documents "PAM -Phase II" et "Domaines prioritaires d'activité pour l'environnement et le développement dans le bassin méditerranéen 1996-2005", adoptés sous forme d'appendices à la Résolution.

Le document précédent (Jeftic *et al.*, 1990) et le présent document sur l'état du milieu marin et littoral en Méditerranée reposent avant tout sur les informations et/ou 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 sont essentiellement celles obtenues dans le cadre des projets du PAM exécutés par les institutions susmentionnées; 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. Le présent document se fonde sur des informations recueillies jusqu'en mars 1995. Sur quelques points, il contient également des informations obtenues après cette date.

Pour aider l'Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée à établir le présent rapport, et à toutes autres fins éventuelles, les pays ont été invités à soumettre des rapports nationaux sur leurs activités se rapportant au Plan d'action. Israël, Malte, Monaco et la Slovénie ont soumis des réponses en suivant l'agencement proposé pour ces rapports, tandis que l'Albanie, la Croatie, l'Égypte, l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie, le Liban, la Syrie, la Tunisie et la Turquie ont soumis des documents nationaux qui répondaient bien aux fins prescrites, mais dans une optique plus large.

## 1.2 Objectifs

Un examen périodique a pour but principal de permettre aux Parties contractantes d'évaluer, autant que faire se peut, les grandes tendances de l'état du milieu marin et littoral pour leur permettre de s'attaquer aux nouveaux problèmes d'environnement dont l'émergence est confirmée par les résultats des investigations scientifiques, de la surveillance continue et des études d'impact sur l'environnement.

Pour établir l'existence de tendances et identifier de nouveaux problèmes environnementaux dès leur apparition, il est nécessaire de mettre en place un dispositif efficace et fiable de surveillance continue: c'est précisément là un autre objectif important du Plan d'action pour la Méditerranée. Un pareil dispositif a non seulement pour but de déterminer les niveaux de polluants mais aussi de

fournir une base permettant de préciser leurs effets. Il vise en outre à promouvoir la recherche nécessaire dans ce domaine.

L'objet, le moment et le lieu des mesures possibles (puisque, comme il est normal pour une région aussi vaste que la Méditerranée, les capacités d'intervention et d'analyse y sont très diverses) font qu'il est extrêmement difficile de surveiller en permanence sur une longue période et sur une vaste superficie les nombreux polluants préoccupants 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, la mesure ou l'évaluation des effets, plus ou moins nocifs, des divers polluants, en est encore à un stade que l'on peut au mieux qualifier de très expérimental et au pire de très anthropocentrique. Au demeurant, les spécialistes en sciences de la mer sont beaucoup moins intéressés - quand ils le sont - par la surveillance de routine que par ce qu'on peut appeler en gros "la chimie du milieu marin".

Enfin, il est encore un important objectif subsidiaire du Plan d'action: promouvoir la mise en place de mécanismes visant à assurer une surveillance continue de routine mais fiable sur une base scientifique solide.

Il n'a été possible, pour la présente évaluation, que de procéder à une revue hâtive de la bibliographie scientifique, mis à part les cas où la documentation du PAM comprend elle-même des synthèses sur des domaines ou des thèmes bien précis.

Dans le même temps, on ne peut parler ici d'une simple actualisation du rapport de Jeftic *et al.* (1990), ne serait-ce que parce que l'agencement du document est quelque peu différent. On s'est employé dans le cas présent à résumer les principales activités économiques de la région, en insistant sur celles qui ont des incidences marquées - et généralement défavorables - sur le milieu marin et littoral ainsi que sur les ressources qui lui sont associées. On y indique aussi les niveaux des polluants ou contaminants majeurs dans les grands compartiments de l'environnement (eau, sédiments, biotes et atmosphère) et leurs principaux effets sur les ressources et sur l'homme.

Ces dernières années, l'observation et l'étude des conditions et modifications de l'environnement dans le bassin méditerranéen ont bénéficié du renfort de technologies de pointe qui se sont avérées

hautement performantes pour obtenir des informations nouvelles et fiables sur bon nombre des aspects explorés. A cet égard, il est à prévoir que le Système d'informations géographiques (SIG), tout comme les techniques et méthodes de télédétection par aéronef ou par satellite, seront de plus en plus utilisés dans les prochaines années et qu'ils permettront de mieux appréhender et surveiller l'environnement de la Méditerranée et son équilibre.

On s'est attaché notamment dans le présent document à relier les pressions démographiques et les activités économiques: i) à l'environnement dans lequel elles s'exercent (et doivent continuer à le faire, mais de préférence sur une base durable si l'on tient à sauver la région d'une dégradation profonde et prolongée); ii) et aux effets de la pollution que ces activités engendrent. Ces effets s'exercent sur les populations humaines, sur les animaux, sur les végétaux ainsi que sur les écosystèmes au sein desquels ceux-ci sont organisés pour leur survie et dont dépend si étroitement l'homme lui-même pour sa propre survie.

Les aspects politiques, institutionnels et juridiques généraux sont traités de manière à tracer le cadre où s'inscrit le Plan d'action pour la Méditerranée; puis on expose les principales conclusions tirées du bilan global de l'état du milieu marin et littoral de la Méditerranée.

L'immense complexité du bassin méditerranéen rend aussi pratiquement impossible de procéder à un exposé simple et direct de l'état du milieu marin et littoral. Plutôt que de livrer en vrac une masse de données très diverses, on s'est efforcé de présenter un tableau d'ensemble des problèmes, même si la plupart de ceux-ci sont déjà familiers à tous ceux qui sont aux prises avec les réalités de la Méditerranée. Les autres sont moins connus ou rentrent dans la catégorie de ceux qui sont susceptibles de se poser à l'avenir. En tout cas, il eût été inopportun ne pas aborder ces problèmes sous prétexte qu'ils sont trop complexes ou trop variables d'une sous-région à l'autre, voire d'un site à l'autre.

Les diverses parties du bassin ont été rassemblées pour la dernière fois dans ensemble politique cohérent sous l'empire romain. La coordination que cet ensemble impliquait servait évidemment les intérêts mêmes de cet empire. La

coordination que vise à instaurer aujourd'hui le Plan d'action pour la Méditerranée est d'une nature radicalement différente: elle inaugure une ère nouvelle de coopération régionale qui sert avant tout les intérêts bien compris du genre humain à ce tournant critique de son histoire.

### 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 Jeftic *et al.* (1990), qui ont puisé dans l'impressionnante bibliographie sur le sujet. On se bornera donc à rappeler quelques données de base, celles notamment qui permettent de mieux expliquer l'état du milieu marin et littoral tel qu'il se présente aujourd'hui et tel qu'il évolue sous les effets qu'y exercent les activités humaines dans la frange littorale et son 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 - occidental et oriental - qui communiquent principalement par le détroit de Sicile d'une largeur de 150 km et d'une profondeur maximale de 400 m. Le bassin occidental, occupant une superficie (à la surface de la mer) de quelque 0,85 million de km<sup>2</sup>, comporte 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 (Çanakkale Bogazi) dont la largeur varie de 450 m à 7,4 km, avec une profondeur maximale de 55 m. Et depuis la fin du XIXe siècle, elle communique aussi avec la mer Rouge par 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 constituait à l'origine, il y a de cela quelque 200 millions d'années, la grande mer de Tethys qui séparait la plaque tectonique européenne (continent), au nord, de la plaque africaine

(continent) au sud et à l'ouest. 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).

Voici environ 50 millions d'années, avec la poursuite du glissement vers le nord de la plaque africaine à la rencontre de la plaque eurasiennne, l'embryon de mer Méditerranée s'est séparé complètement de l'océan Indien, le "scellé" correspondant à l'actuelle région du Levant. Cette séparation a eu naturellement pour conséquence une évolution indépendante, dans la mer Méditerranée et dans l'océan Indien, des espèces qui habitaient auparavant en commun la mer de Tethys.

Cependant, à l'extrémité occidentale de la Méditerranée, il a presque toujours existé, à l'emplacement actuel du détroit de Gibraltar, une communication entre Méditerranée et Atlantique Nord, sauf au cours d'une brève période géologique remontant à 5-6 millions d'années qui semble avoir permis l'évolution d'espèces méditerranéennes endémiques. La réouverture de ce passage a permis à certaines espèces, notamment les espèces naturellement migratrices, de devenir communes à la Méditerranée et à l'Atlantique Est.

La collision de la plaque croûtale africaine et de la plaque eurasiennne a provoqué la surrection de massifs montagneux le long de la partie nord, à savoir: 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, mais entre la Tunisie et le Proche-Orient il existe un vaste désert dépourvu de relief. Les principaux résultats de cette activité tectonique (subduction de la plaque africaine sous la plaque eurasiennne) qui revêtent une importance considérable pour le milieu marin et littoral actuel sont: i) la création d'une mer pratiquement fermée; ii) la superficie élevée de la mer Méditerranée par rapport à celle de son bassin hydrographique; iii) des bassins marins d'une profondeur maximale considérable (>4000 m); iv) une multitude de petites et grandes îles; v) le niveau élevé d'activité volcanique et sismique; vi) un régime de marées très amorties; et vii) un régime

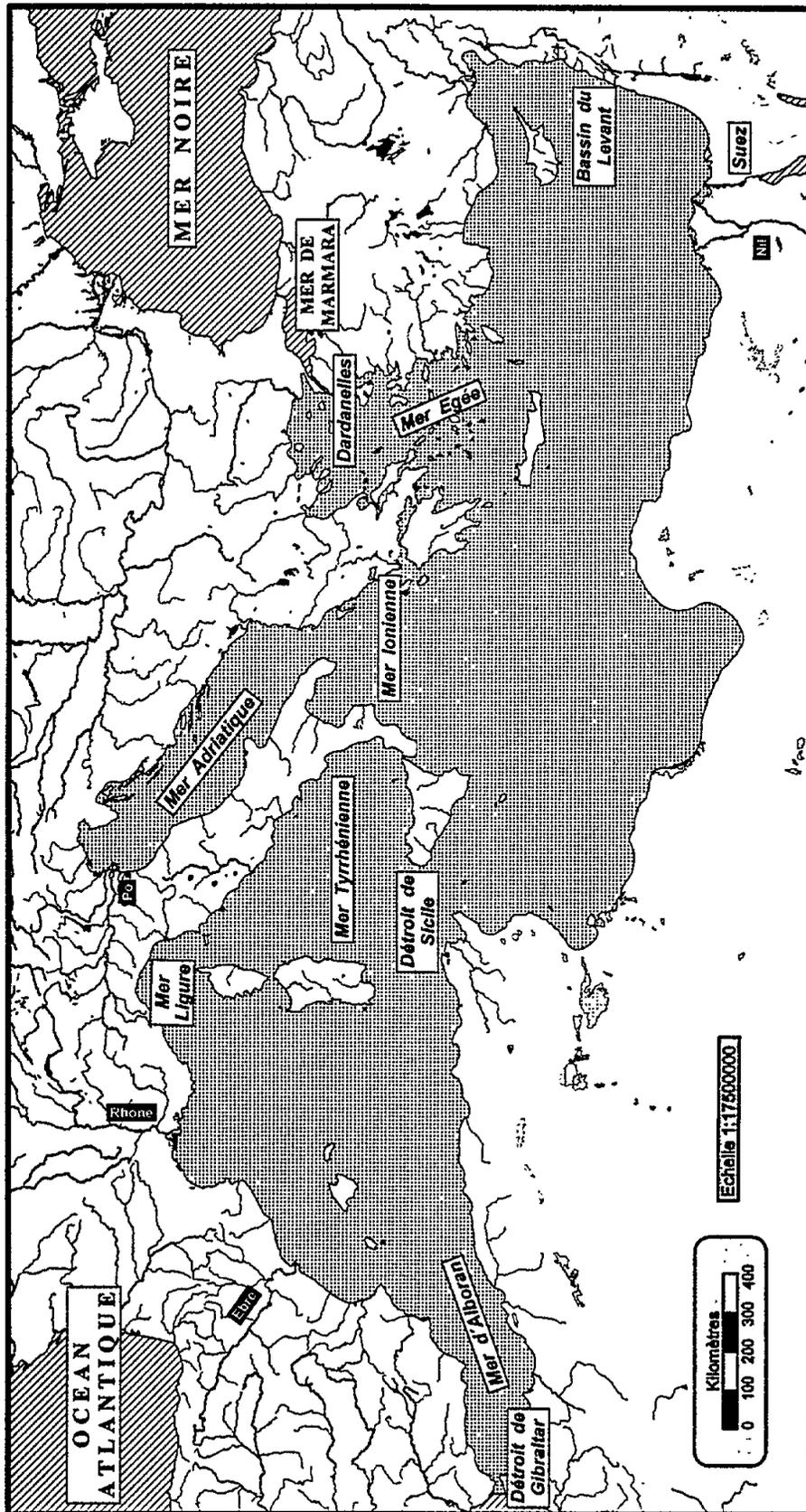


Fig. 1 La mer Méditerranée

des vents spécifique.

Le facteur i) - mer fermée - signifie qu'il se produit un lent renouvellement des eaux à partir de l'Atlantique et, à un moindre degré, de la mer Noire, si bien que la région méditerranéenne confère à ses eaux marines une "empreinte" très marquée (telle que sa salinité élevée due à une forte évaporation) que l'on peut retrouver en profondeur (500 m environ) dans tout le centre de l'océan Atlantique après la sortie de ces eaux au seuil de Gibraltar en dessous de l'afflux d'eaux superficielles de l'Atlantique.

Le facteur ii) - bassin hydrographique réduit - signifie que les montagnes côtières tombent le plus souvent à pic dans la mer, d'où les effets suivants: apport généralement réduit d'eaux douces naturelles; frange littorale très étroite (caractère encore renforcé par le facteur vi)); plateau continental étroit et, partant, faible volume d'eaux marines continentales et quantité limitée de ressources marines, biologiques et non biologiques, à portée des populations humaines du littoral; et, jusqu'à une date assez récente, un certain isolement des populations côtières autour des ports, eux-mêmes cloisonnés par les mêmes montagnes. Ce cloisonnement a disparu, à première vue du moins, du fait des moyens de transport et de communications modernes, du tourisme, etc., mais il reste enraciné dans la culture des habitants qui ont, au fil des siècles, témoigné d'une vive indépendance, et donc d'une résistance à toute tentative d'hégémonie régionale, mais aussi d'une aptitude à commercer dans l'ensemble du bassin.

Le facteur iii) - grande profondeur du bassin - est avant tout un obstacle naturel au renouvellement de l'eau de mer et pour l'homme une entrave à l'exploitation des ressources qui s'y trouvent, un milieu aussi vaste l'incitant aussi à s'en servir comme réceptacle de ses déchets: c'est le problème tristement actuel des détritiques, un processus de dégradation des eaux profondes qui est probablement en train de se produire et de progresser, en cela comparable à celui qui s'exerce en mer Noire mais potentiellement beaucoup plus dévastateur.

Le facteur iv) - multitude de petites et grandes îles -, résultant de la géologie complexe du bassin, caractérise la mer Méditerranée, en particulier sur sa rive nord. Ces îles posent un problème particulier pour les communications et le commerce, tout en

offrant des atouts considérables au tourisme (Brigand, 1991).

Le facteur v) - activité volcanique et sismique élevée - parle de lui-même: il représente, notamment en Méditerranée orientale, un risque permanent pour les habitants et pour les ressources naturelles de la région; 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 vi) - régime de marées amorties - favorise dans l'ensemble la stabilité côtière, mais réduit la diversité de la faune et de la flore littorales; il favorise aussi les échanges maritimes et la pêche, mais ralentit la dégradation (et la dispersion) des polluants marins flottants ou en suspension comme les hydrocarbures.

Le facteur vii) - régime des vents spécifique - tend à s'opposer au facteur vi), notamment en ce qui concerne les échanges maritimes, la pêche et les polluants flottants.

Les chaînes de montagnes septentrionales dressent d'importantes barrières aux mouvements des masses d'air qui sont canalisés le long des versants, ce qui donne un système de vents violents dont les plus remarquables sont: la tramontane ou cers, vent à direction sud-est soufflant sur le Languedoc, région du sud-ouest de la France, au nord des Pyrénées; 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 se disputant le ciel du continent européen; ces vents violents sont de durée relativement courte, tout en étant saisonniers - printemps et été surtout.

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

Les mêmes massifs montagneux jouent un rôle majeur dans le régime pluviométrique de la mer Méditerranée, la partie nord de la région étant sujette à de fortes précipitations au printemps et en

automne, et la partie sud à une pluviométrie annuelle inférieure à 200 mm dans certaines régions, se limitant principalement à l'hiver. Les montagnes entraînent également un ruissellement rapide et parfois dévastateur lorsqu'il occasionne de graves inondations dans les plaines et les deltas de grands fleuves comme le Rhône et le Pô.

Le bilan hydrologique, et donc 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 ou Çannakale Bogazi), des cours d'eau et du ruissellement direct sur le sol, et des pluies, pour compenser les pertes dues à l'évaporation. Les contributions estimatives sont résumées en 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 "vidée" avec l'apport des sources précitées), mais on est fondé à admettre qu'une partie de l'arrivée 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 celles qui sont en rapport avec la présence de certains polluants, et d'autres qui permettraient aux eaux entrant dans la région d'en ressortir beaucoup moins altérées. Les configurations locales ou sous-régionales de la circulation sont par conséquent d'une importance considérable pour déterminer l'état du milieu marin en un lieu donné.

Des espèces allogènes s'infiltrent avant tout en Méditerranée par le canal de Suez. On estime ainsi

à quelque 350 espèces le capital importé en Méditerranée à partir de la mer Rouge. Même si la plupart de ces espèces restent confinées au bassin Levantin, certaines se retrouvent plus à l'ouest. Nombre de ces espèces, des poissons et crevettes herbivores notamment, modifient la composition des communautés benthiques de la Méditerranée orientale et remplacent les espèces endémiques dans les prises de pêche. L'une des espèces immigrantes les plus récentes de la région est *Caulerpa racemosa* que l'on a signalée à Chypre.

Des espèces peuvent également être introduites en Méditerranée par l'eau de ballast des navires-citernes, par les aquariums, l'aquaculture, etc. Ce sont probablement des aquariums qui ont été responsables de l'introduction de l'algue verte tropicale *Caulerpa taxifolia* dont l'envahissement a suscité de vives alarmes dans le nord-ouest de la Méditerranée.

Plusieurs des grandes civilisations du passé se sont établies ou épanouies en Méditerranée: égyptienne, minoenne, grecque (mycénienne, hellénique), étrusque, phénicienne, romaine, arabe, ottomane, par exemple. Il en va de même pour les grandes religions monothéistes: judaïsme, christianisme, islam. Ces civilisations si diverses, bâties le plus souvent dans le cadre d'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 de l'eau, industrie, loisirs - voire même 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, ainsi qu'une histoire dont l'influence marque l'humanité et continuera de le faire aussi longtemps que celle-ci vivra.

---

## 2. Pressions humaines 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 en fonction des tendances différentes de leurs indicateurs, à savoir: 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 à 2010; et 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.

Les tendances déclinantes de la croissance démographique prise isolément donnent à penser que la pression due à la population (dans un ensemble donné de conditions socio-économiques) diminuera, mais il convient d'ajouter à cette pression démographique l'important accroissement saisonnier - encore qu'il se manifeste sur toute l'année - de la population touristique.

Cependant, vu l'étroite relation existant entre la croissance démographique (qu'elle soit permanente ou saisonnière) et le développement du littoral - notamment son urbanisation avec les graves problèmes qui y sont associés et concernent, entre autres, le traitement des déchets, l'approvisionnement en énergie, les transports -, il existe un risque important de retournement à la

baisse du chiffre des touristes internationaux en Méditerranée à mesure que les "ressources" - paysages, longues plages de sable propre, eaux de baignade limpides et salubres, etc. - se dégraderont en raison même du développement dont le tourisme est en grande partie responsable.

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", impliquant éventuellement un nombre plus réduit de visiteurs, lesquels acquitteront toutefois des sommes plus élevées pour les satisfactions recherchées (voir 2.2.4 ci-dessous).

Il convient sans doute d'opérer une distinction entre d'une part les touristes allant simplement en vacances du pays méditerranéen où ils résident dans un autre pays méditerranéen, et d'autre part les touristes provenant de pays hors Méditerranée (ou peut-être de régions éloignées de pays eux-mêmes méditerranéens, comme la France et l'Espagne); il se pourrait alors que la pression sur l'ensemble du milieu marin et littoral du bassin méditerranéen s'accroisse moins du fait de simples déplacements temporaires de population au sein du bassin que du fait de l'"importation" massive de touristes en provenance de pays "exportateurs de touristes". Les données ne facilitent guère ce genre de distinction, et l'on se contente donc d'examiner les problèmes sur la base des afflux temporaires, saisonniers, de non résidents aux stations et sites touristiques. Grenon et Batisse (1989) distinguent entre touristes nationaux et touristes internationaux et ils prévoient un accroissement du nombre de touristes internationaux qui passerait du chiffre de

base d'environ 120 millions en 1985 à un chiffre compris entre 150 et 225 millions à l'orée du millénaire; ce chiffre est à rapporter à un chiffre estimatif total (internationaux + nationaux) de 308 à 409 millions.

En ce qui concerne la répartition ou redistribution de la population dans le bassin, les principaux caractères en ont été ou restent: 1) l'exode rural, qui atteint habituellement un maximum au delà duquel la source "se tarit", comme c'est le cas dans les pays du nord du bassin; ii) dans certains cas, une autre sorte d'exode, la migration intrarégionale, avec une composante clandestine qui tend à être associée au "port d'entrée", se superpose à l'exode rural; iii) 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 favorisant les suppressions d'emploi dans les sociétés rurales); toutefois, l'industrialisation ne s'est pas entièrement produite dans la seule frange littorale (voir 2.2.5).

## **2.2 Activités économiques et développement du littoral**

Il existe une relation très étroite entre l'activité économique et le développement du littoral. La première, même en admettant qu'elle soit menée sur une base durable optimale, 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 les habitants qui en sont les agents et sur les ressources naturelles et les écosystèmes au sein desquels ces ressources sont normalement organisées. Le littoral est soumis à de multiples utilisations par la population; dans l'ensemble, la majeure partie de celle-ci vit près ou à côté de la mer, la raison principale en étant l'eau du fait de son pouvoir thermique très élevé (elle emmagasine la chaleur, refroidissant ainsi l'air ambiant ou le réchauffant alternativement par évaporation, ce qui à son tour refroidit la mer) et de son intérêt comme solvant et comme source assurée de sel.

Les principales utilisations de l'espace littoral sont (sans les classer par ordre d'importance): la construction d'habitations et d'infrastructures connexes; le rejet des déchets domestiques; le rejet des déchets industriels et le refroidissement des

usines; les activités extractives marines; le tourisme et les loisirs; la pêche; la mariculture; le trafic maritime. Parfois, des zones particulières peuvent être déclarées aires protégées ou réservées à des fins militaires. Les plaisirs esthétiques de la mer le long des rivages (vagues, surf, bateaux à voile et de pêche, odeurs de la mer, oiseaux marins, etc.) sont aussi à classer parmi les "utilisations" de la mer.

L'agriculture de l'arrière-pays, bien que ne pouvant figurer parmi les "utilisations" du littoral, a des incidences importantes sur l'environnement par la libération de pesticides et d'engrais et, sur l'économie en concurrençant certains produits de la pêche (Caddy et Griffiths, 1995); cet aspect est examiné en 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 explicitée mais l'aspect déterminant en est la valeur insuffisante encore attachée aux ressources naturelles et à leur exploitation. Ce point a été soulevé dans le rapport BM/BEI (1990) auquel on emprunte largement ce qui suit en en résumant les idées-force.

Dans les domaines de l'industrie et de l'énergie (voir 2.2.2 et 2.2.11 ci-dessous), si l'on prend le cas des subventions accordées à l'énergie, on constate qu'elles détournent d'une 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 coût total. Les subventions à l'énergie ont aussi tendance à détourner de l'utilisation des déchets pour la fabrication de produits secondaires ou la récupération (prévention de la perte de produits). Par exemple, les effluents des usines d'engrais ont une teneur élevée en ammoniacque et en nitrate d'ammonium qui pourraient être utilement récupérés 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 simultanément de l'argent lorsque le prix du ciment est maintenu artificiellement bas "pour stimuler 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 en dépend, favorise la pollution atmosphérique. Toute forme de tarification forfaitaire (autrement dit, de fixation de prix inférieurs à ceux correspondant à leur valeur réelle) revenant à livrer un produit au consommateur à un prix artificiellement bas, décourage la récupération de rejets industriels utiles

Les ressources en eau (voir 2.2.8 ci-dessous) étaient, traditionnellement, considérées comme un bien gratuit pour le consommateur, et cette notion est tenace dans l'esprit du public, incitant ou obligeant les gouvernements ou les autorités 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 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.

La terre s'inscrit dans un contexte comparable dans de nombreux pays de la région; la pâture et le ramassage du bois de feu sont souvent des pratiques concédées gracieusement, tout comme la chasse ou la cueillette en forêt, ce qui réduit 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 réduite, peut-être parce que les pouvoirs publics ne sont pas en mesure de surveiller le débitage du bois et de récupérer la valeur initiale (prix) du bois d'oeuvre provenant des forêts qui sont domaine public.

Il existe par contre d'autres instruments qui sont appliqués aux activités économiques et à la gestion des ressources des pays de la région en vue de limiter les impacts sur l'environnement, bien que, comme on l'a noté plus haut, les résultats ne soient pas toujours à la hauteur des espérances. Ces instruments sont analysés dans un document du PAM (UNEP 1994a,b) et comprennent: les taxes, la création de marchés artificiels, les systèmes de caution/remboursement et les incitations financières à l'observance des réglementations.

L'application des instruments économiques se heurte à des difficultés telles qu'un manque de coopération entre les pollueurs potentiels ou effectifs et les autorités compétentes dû surtout à une organisation et application déficientes du

système (incapacité à percevoir les redevances, à surveiller l'exécution, montants trop faibles des amendes, etc.) et des formalités administratives excessives.

Au niveau régional, peu de mesures sont prises au plan de la politique économique. La Politique agricole commune (PAC) de la Commission européenne ne s'applique évidemment qu'aux quatre pays méditerranéens membres. La Politique commune de la pêche (PCP) n'est pas, en pratique, contraignante pour ces mêmes pays en Méditerranée. Le Conseil général des pêches pour la Méditerranée de la FAO n'a qu'un pouvoir consultatif, bien qu'il ait une certaine influence sur l'élaboration des politiques nationales de la pêche.

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

On s'emploie, aux subdivisions qui suivent, de souligner la relation existant entre l'activité économique et l'impact sur l'environnement, bien que ce dernier, sous l'angle des effets des polluants, soit abordé de manière plus détaillée à la section 3 consacrée à l'état du milieu marin et littoral.

### **2.2.1 Urbanisation**

Comme on l'a déjà noté, la population méditerranéenne a toujours été freinée dans son expansion spatiale par le cloisonnement du relief montagneux - exception faite de quelques grands bassins versants -, si bien que, de tout temps, les établissements humains se sont concentrés dans les ports, soit par difficulté à exploiter les territoires montagneux proches soit par nécessité de transporter (pour les échanger) les produits de l'arrière-pays (bassin versant) vers les autres pays ou vers les autres villes et agglomérations, pratiquement isolées, du littoral. Les grands centres urbains se sont donc développés autour des établissements côtiers et ports originels. Ce facteur sous-jacent, et la tendance, qu'on observe dans toutes les économies industrielles et post-industrielles, à un déclin persistant de la population rurale (jusqu'à un niveau représentant 3 à 5% de la main d'oeuvre nationale) ainsi que la tendance correspondante à l'accroissement de la population

urbaine, ont contribué à entretenir l'urbanisation du littoral avec son cortège d'incidences: construction et travaux publics, production et consommation d'énergie, besoins de transport, gestion des déchets, etc., examinés à d'autres sections du présent document, et qui constituent autant de pressions sur les ressources biologiques et non biologiques naturelles de la frange côtière.

Il va de soi que ces tendances ne s'exercent pas au même degré 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 au point 2.1 précédent.

L'urbanisation implique, essentiellement, la construction de logements, édifices publics, hôpitaux, routes, garages, stations service, aménagements sportifs, marinas, avec les services publics associés (radiodiffusion/télévision et communications, approvisionnement en eau et en énergie, traitement et élimination des déchets, transports); la création ou la préservation d'espaces verts et d'autres aménagements conçus pour l'agrément des habitants vont de pair avec une urbanisation réussie.

En Méditerranée, on peut considérer que l'urbanisation ne comprend pas seulement l'extension des villes mais aussi l'occupation de la frange côtière comprise entre les villes, principalement sous forme de logements touristiques ou, dans certains pays, de résidences secondaires pour les habitants demeurant sur place ou à distance dans l'arrière-pays, ainsi que d'installations de loisir. On note par exemple une forte occupation (> 70%) du front de mer s'étendant de Barcelone à Naples, avec relativement peu de sites épargnés, tandis que d'autres régions de la Méditerranée, comme la Grèce et la Turquie, empruntent la même voie.

Les principales pressions de l'urbanisation sur l'environnement, comme celles imputables à la croissance démographique et par voie de conséquence à l'activité économique, comprennent avant tout:

Primo, l'occupation horizontale de sols à vocation rurale et/ou agricole, compromettant dans certains cas la disponibilité de ressources vivrières pour une population en hausse, ou, dans la zone littorale, de

sols indispensables à la conservation d'espèces et ressources côtières d'intérêt écologique, économique ou social, ou l'occupation effectuée pour aménager des installations sportives ou autres à l'intention des touristes. Il y aussi l'occupation à dominance verticale de sols pour y construire des tours et immeubles de plus en plus élevés, ce qui complique les problèmes d'adduction d'eau et d'assainissement, et peut même finir par créer des micro-climats dans les grandes villes.

L'urbanisation, y compris les aménagements touristiques et récréatifs, occupe une superficie considérable du territoire du bassin méditerranéen. Il n'est cependant pas possible actuellement de fournir un chiffre, en raison surtout de l'absence d'une définition précise de ce qu'on entend par urbanisation; celle-ci n'est que pour partie l'occupation de sols auparavant inexploités ou consacrés à l'agriculture intensive et que pour partie l'expansion et le remembrement de zones préexistantes à faible densité d'habitat: elle comprend aussi des zones qui n'ont pas été foncièrement modifiées (comme les stades, les cimetières, etc.) mais qui finissent par se fondre dans le tissu urbain.

Secundo, la gestion de l'eau (voir 2.2.8) soulève le problème d'un approvisionnement en eau suffisant pour l'utilisation et la consommation de la population, avec des difficultés d'aménagement du réseau horizontal (pour répondre à l'expansion urbaine) ou du réseau vertical (pour assurer la distribution aux étages des tours et grands immeubles), autrement dit de la pose de canalisations. L'urbanisation pose aussi le grave problème de vastes surfaces revêtues de béton et autres matériaux imperméables (pour les routes, les soubassements, etc.) qui empêchent l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol (et d'y recharger la nappe phréatique), amplifient et accélèrent le ruissellement jusqu'aux cours d'eau (eux mêmes parfois revêtus de béton pour les canaliser) et occasionnent ainsi une fréquence accrue des inondations. Il ne semble pas qu'on dispose de données sur l'ampleur de cette imperméabilisation artificielle du sol.

Tertio, l'évacuation des eaux usées et autres eaux résiduaires, qui soulève des problèmes similaires à ceux de la distribution d'eau aux foyers, est rendue de plus en plus difficile quand l'urbanisation s'effectue hors de toute planification rationnelle (voir 3.1.1 & 3.1.2).

Quarto, l'augmentation de la pollution atmosphérique et du bruit associée à l'urbanisation est due principalement aux véhicules privés et aux transports en commun, mais aussi à l'industrie qui tend à s'installer dans le voisinage des grandes agglomérations. Mais la qualité de l'air dépend aussi, naturellement, des conditions météorologiques locales (vents, pluies) (voir 3.2).

Dans l'ensemble, l'urbanisation et le développement du littoral se poursuivent à un rythme accéléré dans le bassin méditerranéen. L'ampleur prise par un développement sauvage ou insuffisamment maîtrisé du littoral, notamment sous forme de logements et aménagements touristiques, en créant une pression excessive sur les ressources en eau potable et en sol, appelle impérativement une politique de développement durable dans la plupart des pays riverains. On notera que l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce prêtent désormais une attention considérable à l'amélioration de la qualité de leurs eaux de baignade et de leurs plages, et ce à l'instigation et sous la vigilance de la Commission européenne.

Quant aux effets de l'urbanisation - notamment de la construction - du littoral, en modifiant gravement ce littoral lui-même, ils sont en général néfastes pour la flore et la faune locales qui sont refoulées sur un espace naturel qui rétrécit comme une peau de chagrin.

Etant donné la concentration de la population et de l'urbanisation autour des ports naturels ou aménagés de longue date, ainsi que le développement des ouvrages du génie civil qui s'y poursuit, leur patrimoine historique et naturel est particulièrement menacé. Les efforts actuellement déployés pour améliorer et moderniser les ports européens entraîneront, au plan des richesses historiques et écologiques, de graves préjudices pour ces sites que l'homme occupe souvent depuis la plus haute antiquité. Il est donc plus que jamais nécessaire de poursuivre le travail, amorcé depuis peu, de compilation d'inventaires systématiques de la flore, de la faune ainsi que des ouvrages urbains et portuaires d'importance historique.

L'urbanisation et la construction du littoral ne paraissent pas à première vue affecter directement les pêcheurs qui peuvent même, dans un premier temps du moins, tirer parti d'une demande plus forte

de leurs prises de la part d'une population en augmentation, mais elles ont des incidences importantes sur les écosystèmes marins locaux, en altérant notamment les modalités de l'écoulement des eaux et de la sédimentation, et elles obligent souvent les pêcheurs à changer de méthodes et d'engins de pêche et à se tourner vers d'autres espèces cibles. Il est à prévoir que, de plus en plus, dans de nombreux pays riverains, la pratique traditionnelle qui consistait à débarquer la prise sur la plage et à la vendre directement aux habitants et aux restaurateurs va être abandonnée et que les pêcheurs devront gagner le port le plus proche, moderniser et mécaniser leurs bateaux et leurs systèmes de commercialisation, avec des coûts bien plus élevés qui les obligeront à redoubler l'effort de pêche.

Les travaux d'aménagement du littoral peuvent améliorer la capacité d'accueil des nouveaux visiteurs et résidents des stations balnéaires, mais ils compromettent dans le même temps en partie des activités de pêche qui auraient permis de satisfaire la demande en produits de la mer de cette nouvelle population.

La post-industrialisation - ou passage à une économie de services et de communications -, exigeant un niveau élevé de formation et des compétences spécialisées, recrute le plus souvent ses agents au sein de la population industrialisée/urbanisée. De plus, elle n'est pas géographiquement liée à tel ou tel emplacement qui s'y prêterait mieux. C'est pourquoi, avec l'essor des moyens de transport (voir 2.2.3), elle a entraîné une extension en rayon (ou du moins une suburbanisation) des agglomérations en privilégiant une frange littorale qui offre des conditions de vie plus séduisantes à cette nouvelle classe de cadres. Mais ce sont souvent les petites villes qui se développent alors le plus rapidement, les grands centres ne possédant que des possibilités limitées d'expansion spatiale et administrative. Plusieurs indices donnent à penser que, dans certains pays, les perspectives d'industrialisation, voire de post-industrialisation du littoral, ont entraîné des déplacements de population des campagnes vers ces nouvelles agglomérations, en anticipation d'un phénomène qui a été ailleurs, historiquement, à l'origine de l'exode rural.

La migration en masse des populations vers les grands centres urbains a, à un degré plus ou moins marqué selon les pays, conduit à une demande exacerbée d'emplois, de logements et de services publics connexes (eau, routes, assainissement, transports) et elle a compromis les efforts de conservation du patrimoine historique, culturel et architectural (voir 3.5). Dans les pays au relief côtier très montagneux dont les possibilités d'expansion sont de ce fait plus limitées, le problème se pose alors dans toute son acuité.

### 2.2.2 Industrie

Les usines qui choisissent de s'implanter sur le littoral le font généralement en raison de leurs besoins élevés en eau de refroidissement ou parce que la mer offre aux déchets qu'elles génèrent un réceptacle que leur refuse dans l'arrière-pays des cours et plans d'eau qui sont déjà surexploités, ou protégés pour leur faune et leur flore, ou dotés d'une capacité trop faible de dilution et d'élimination rapide à distance. C'est souvent pour les mêmes raisons que les centrales s'implantent le long des cours d'eau ou sur le littoral. Quant aux usines de dessalement, leur activité implique évidemment leur aménagement au bord de mer; en dehors de leurs rejets thermiques, elles peuvent évacuer aussi des eaux salées chaudes qui altèrent l'écosystème local.

Le développement et le niveau actuel d'industrialisation en Méditerranée font l'objet d'un examen dans le fascicule 4 du Plan Bleu (Giri *et al.*, 1991). Il s'est produit un essor exceptionnel de l'industrie entre 1950 et 1980: il a concerné d'abord la rive nord - la France et l'Italie essentiellement -, puis il a touché, successivement, bien qu'à une échelle plus modeste, l'Espagne et la Turquie, et la Syrie et l'Égypte; dans les pays du Maghreb, un développement industriel marqué s'est produit dans les années 1970, au moment où la récession frappait les principaux pays de la rive nord.

A partir des années 80, l'industrie, en particulier sur la rive nord, a subi d'importantes mutations. Ainsi, la sidérurgie, d'implantation ancienne dans le bassin méditerranéen, la cimenterie, le raffinage du pétrole et les activités pétrochimiques qui lui sont associées sont entrés dans une phase de récession stable et durable. Sur les rives sud et est, le développement industriel a connu un ralentissement moindre, mais il est néanmoins devenu irrégulier et variable d'un pays à l'autre en dépendant, dans une

large mesure, de la capacité locale d'adaptation à l'évolution industrielle de cette période et à une diminution considérable des revenus provenant des exportations pétrolières à mesure que l'Europe se remettait du choc pétrolier du milieu des années 70.

A la fin des années 80, le fossé séparant la rive nord des rives sud et est du bassin en matière de développement industriel restait considérable, bien qu'il eût rétréci depuis 1950. Sur un total de 506 milliards de valeur ajoutée des industries manufacturière (qui sont beaucoup plus importantes que les industries extractives), la France et l'Italie en représentent à elles deux 72%, suivies par l'Espagne (15%), l'ex-Yougoslavie et la Turquie (3,6% chacune) et les pays restants (6%). Au niveau de la planète, alors qu'il héberge 7,3% de sa population, le bassin représente 16% de sa production.

Si l'on s'en tient aux limites strictes du bassin méditerranéen, ces chiffres sont à revoir notablement puisque la majeure partie de la capacité manufacturière de pays riverains comme l'Espagne, la France et la Turquie se situe en dehors de l'espace ainsi défini. On obtient alors les valeurs correspondantes ci-après, toujours par ordre décroissant: 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%. Ce taux n'est ramené qu'à une valeur légèrement inférieure de 82% si les calculs sont strictement limités aux provinces côtières de chaque pays; dans ce cas, les contributions respectives des trois pays dominants deviennent: Italie (52%), Espagne (19%), France (8%), suivies par l'ex-Yougoslavie, la Grèce et l'Algérie (environ 4% chacune), et les pays restants (9%).

En dehors du fait que ses installations occupent une superficie du sol donnée, l'industrie peut également confisquer des terrains pour y déposer ses déchets - sous forme de décharges par exemple; c'est notamment le cas des activités extractives (voir 2.2.10 ci-dessous), mais aussi des procédés engendrant des cendres, comme dans la sidérurgie. L'industrie rejette également des 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; ces derniers

constituent une utilisation importante de la mer (voir plus bas). Les polluants émanant des procédés industriels sont examinés en 3.3.1.

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

Au plan de l'environnement, les principaux constats qui s'imposent sont les suivants: l'importante contribution de l'industrie manufacturière au phénomène dit de littoralisation (autrement dit de concentration de la population dans la zone littorale); les problèmes posés par l'industrie comme principale source terrestre de polluants, notamment les problèmes de gestion et de réduction des déchets industriels en général, et des déchets dangereux en particulier; et enfin le choix souvent malencontreux des sites d'implantation des usines.

### 2.2.3 Transports

Les transports sont un corollaire de l'urbanisation et de l'industrialisation du littoral; on en distingue trois types: terrestres, maritimes et aériens, et ils ont deux finalités: transport des personnes et des animaux; transport des matières premières de l'industrie et des marchandises. On abordera ensuite le transport des substances dangereuses.

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

La Méditerranée n'a jamais permis un grand essor du transport ferroviaire, là encore en raison du relief montagneux. L'évolution technologique la plus marquante de ces dernières années tient au développement des trains à grande vitesse reliant les grandes villes de l'intérieur au littoral, en France et en Espagne.

Transport maritime: le transport des personnes et

du bétail s'effectue surtout par les liaisons de ferry-boats entre le continent et les îles, ou entre des pays voisins. Selon le REMPEC (1994), quelque 200 ferry-boats et navires à passagers croisent en permanence en Méditerranée; on ne dispose pas de chiffres sur le nombre de passagers. De même, y croisent 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 croisent en Méditerranée, et la grande majorité ne fait qu'y transiter (sans y faire relâche).

En termes d'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 - d'entrée ou de sortie - soit environ 1 port tous les 150 km de linéaire côtier. Les ports relèvent de trois catégories: i) petits ports qui n'en contribuent pas moins à l'économie nationale; ii) ports à vocation unique détenus et exploités par une grande entreprise industrielle (publique ou privée); iii) ports à vocation multiple.

La plupart des ports méditerranéens sont les foyers d'une urbanisation intense (on citera 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 de résidence et celui de leur destination méditerranéenne, ainsi que le trafic intrarégional, bien qu'on observe une tendance croissante à recourir au fret aérien, notamment pour les produits de la mer et les produits agricoles périssables. Ce transport est encore le plus souvent assujéti à l'obligation d'emprunter les grands aéroports "plaques tournantes" comme Madrid, Paris, Francfort, Genève et Zurich, ou les grands aéroports régionaux comme Barcelone, Marseille, Nice, Rome, Athènes, Istanbul, Le Caire et Tel-

Aviv, mais on assiste désormais à l'essor d'un réseau de nouvelles lignes directes de plus grande proximité. Les nouvelles tendances du transport favorisent le développement des systèmes intermodaux combinant notamment le transport "mer-terre" le long du littoral (Reynaud, 1996).

En ce qui concerne les effets du développement des réseaux de transport, le transport de personnes continuera à se traduire par une extension du parc automobile privé et public, ce qui signifie une extension des routes, une multiplication des stations-service, parkings et garages, une augmentation de la pollution atmosphérique due à l'émission de gaz d'échappement et de la pollution terrestre et marine due au rejet incontrôlé d'huiles lubrifiantes usées. Le réseau routier inclut les autoroutes, notamment celles dont le tracé est parallèle et proche du littoral, ainsi que celles menant aux principaux centres urbains de l'arrière-pays. On prévoit que le parc automobile augmentera considérablement d'ici à 2025: d'environ 12% en Espagne, France, Italie et Grèce, 80% en ex-Yougoslavie, Turquie, Chypre, Malte et Israël, et 200% en Syrie, au Liban, en Egypte, Libye, Tunisie, Algérie et au Maroc, selon le scénario intermédiaire de Grenon et Batisse (1989).

L'aménagement des grands axes routiers se fait aux dépens de précieuses terres agricoles ou horticoles et il perturbe sur de longues périodes, sinon toute l'année, la flore et la faune locales; il s'accompagne aussi, inévitablement, d'une multiplication des établissements hôteliers, magasins, stations-service, etc. Selon les hypothèses de croissance les plus plausibles, on peut s'attendre d'ici à 2025 à une augmentation d'au moins 25% du domaine foncier alloué à l'aménagement de routes (Grenon et Batisse, 1989).

Les chemins de fer ont sur l'environnement des effets comparables à ceux des routes en occupant et morcelant de précieuses terres agricoles/horticoles. Néanmoins, au plan écologique, le transport ferroviaire pollue moins et consomme moins 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, à l'occasion,

de substances dangereuses; les navires-citernes peuvent vidanger leurs citernes (là aussi illégalement) en occasionnant une pollution par les hydrocarbures qui dégrade le milieu marin, compromet les usages récréatifs du bord de mer, altère la chair de poisson, encrasse les engins de pêche, notamment les filets. Les marées noires peuvent constituer des catastrophes locales pour l'économie du tourisme, des loisirs et de la pêche; cependant, tout bien considéré, le transport des hydrocarbures et du gaz n'est pas en soi une menace si grave pour la pêche que l'on serait amené à soutenir que l'importance économique de cette dernière doit l'emporter sur celle de l'exploitation et du transport du pétrole et du gaz.

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, 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 combustible qui est raffinée dans le pays d'origine. D'où aussi sans doute une augmentation du volume de dérivés pétroliers. On peut donc prévoir que, à l'exception du pétrole brut, la quantité de substances potentiellement dangereuses transportées va croître en multipliant les risques de dommages écologiques par fuites, rejets et accidents. Cette évolution appelle la mise en place de nouvelles installations portuaires pour la gestion des cargaisons dangereuses, y compris des installations de déballastage, mais cette mise en place s'effectue à un rythme encore trop lent.

Le REMPEC (1994a) fournit des détails sur le transport des substances dangereuses dans le bassin méditerranéen. En 1990, environ  $130 \times 10^7$  tonnes métriques de marchandises 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 (ces chiffres sont des surestimations car ils englobent également des marchandises manipulées en dehors de la région).

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 assez dangereuses dans certains cas), comme le sont également les minerais (alumine, bauxite, bentonite, magnésite, potasse, pyrites), sans parler du charbon et des céréales (lesquelles sont des denrées importées dans la région). L'annexe II de la Convention MARPOL (voir 4.1.1 et 4.1.4) vise le transport des liquides dangereux et nocifs en vrac et énumère les substances qui rentrent dans ces deux catégories.

Entre janvier 1990 et décembre 1993, sur un total de 145 accidents maritimes notifiés par le Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle (REMPEC, 1992; 1994b), 29 revêtaient un caractère grave, dont 9 par naufrage, 9 par collision, 8 par défaillance opérationnelle (rupture des tuyaux de pompage lors du déchargement ou du lavage des citernes, ou fuites du navire ou du pipeline), 2 par incendie ou explosion et 1 par échouement. Les cargaisons concernées étaient le plus souvent des hydrocarbures (pétrole brut, fioul ou gazole), tandis que les accidents occasionnant ou susceptibles d'occasionner une autre forme de pollution mettaient en jeu des substances dangereuses comme l'acétylonitrile, la baryte, le dichloroéthane, le potassium, le propylène, l'acide sulfurique, l'acide téréphtalique.

Il y a dans la structure et le fonctionnement de l'industrie de transformation et du commerce mondiaux des tendances de plus en plus accusées qui donnent à penser qu'il se produira 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 de transformation (concurrence entre de faibles coûts salariaux et faibles coûts de livraison de matières premières, de transport et distribution des produits); 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 au site de production); l'intégration des marchés régionaux (entraînant des courants accrus de biens, même si la masse reste stable); une valeur ajoutée à la source (par ex., augmentation du raffinage du pétrole au site de production). 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 a fourni une assistance de nature diverse en prélevant sur ses ressources propres et restreintes, il a facilité l'aide internationale ou mobilisé son Unité d'assistance méditerranéenne (MAU), autant d'activités qui sont récapitulées dans les rapports du Centre (REMPEC 1992b; 1994c). Il a publié également un compte rendu de mission détaillé de la MAU (REMPEC 1994c); ces rapports, qui comportent des recommandations motivées tirées de l'expérience de chaque mission sont d'une grande portée pour aider les autorités nationales à mieux faire face à des accidents similaires à l'avenir.

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

Les loisirs des résidents et des touristes constituent une activité économique majeure dans de nombreux pays, riches ou pauvres. En ce qui concerne le littoral, pour autant qu'il assure des plages propres, une mer calme, des niveaux élevés d'ensoleillement et toutes les infrastructures locales souhaitables (hôtels, lieux de distraction, installations sanitaires modernes, banques, bureaux de poste, magasins, courts de tennis, clubs de golf, etc), il a vocation à attirer une clientèle aisée et prête à y mettre le prix.

Le bassin méditerranéen offre une vaste gamme de possibilités de loisir, depuis le ski (notamment dans les Alpes et les Pyrénées), en passant par l'alpinisme et la randonnée, le tennis, le golf, jusqu'aux sports "aquatiques": natation/bain de soleil, surf, ski nautique, plongée sous-marine (pêche au fusil ou archéologie amateur), yachting/navigation à voile, pêche à la ligne (de la côte ou au large à bord d'un bateau de plaisance).

Le tourisme et les loisirs sont un élément déterminant du développement du littoral car ils

impulsent certains aspects de l'urbanisation, notamment l'aménagement d'hôtels, restaurants, centres commerciaux, installations sportives, marinas, services publics et logements résidentiels. Il est fréquent que la population résidente d'une station balnéaire voit ses effectifs croître de plusieurs fois (3 à 5, ou plus) pendant la période estivale. Cette situation est une lourde responsabilité pour les autorités locales qui sont confrontées à un dilemme: soit mettre en place une capacité de traitement des déchets et des eaux usées pour la population de la période de pointe, en sachant que cette capacité ne sera plus employée qu'à moitié (ou même moins) en dehors de cette période, soit traiter cette production record de déchets et d'eau usées sur une base conjoncturelle au risque de créer des catastrophes écologiques locales en cas de saturation. Quand les responsables locaux s'abstiennent d'aménager les installations et les services requis, notamment pour traiter le surplus de déchets, ils s'en remettent alors à la mer littorale pour éliminer ce surplus. Certes, la capacité réceptrice de la mer peut être considérable, mais elle est aussi largement fonction des conditions locales de circulation et renouvellement des eaux. Des rejets de déchets non traités viennent augmenter le volume de débris flottants ou déposant au fond de la mer ainsi que la fréquence des microorganismes potentiellement dangereux (comme les virus et bactéries; voir 3.1.1).

Les formules dites "écotourisme" ou "écoloisirs", dont la vogue ne cesse de s'affirmer, mettent l'accent sur le maintien d'écosystèmes intacts et inexploités (autrement dit préservés); on citera comme exemple l'ornithologie amateur, ou plus généralement l'observation de la faune et de la flore sauvages, la prise de vues sous toutes ses formes (photo, vidéo, cinéma), l'enregistrement des cris d'oiseaux, l'observation et la collecte des papillons, le paysagisme, l'exploration sous-marine. Toutefois, ces activités elles-mêmes n'iront pas sans soulever, avec le temps, un problème de surfréquentation, d'autant que le public est de plus en plus soucieux d'associer la conservation des habitats à la conservation de la complexité et de la biodiversité des écosystèmes, et d'éviter toutes incidences fâcheuses sur la flore et la faune sauvages.

Une réévaluation à la hausse de ces utilisations dénuées de tout caractère d'exploitation est à

prévoir. En outre, certains habitats, correctement conservés, jouent un rôle naturel dans la réduction de la pollution et l'atténuation des impacts écologiques habituels sur les systèmes côtiers.

Du fait des tendances actuelles à l'accroissement de la taille et de la densité des populations de résidents et de la probabilité de tendances similaires dans les populations de non résidents (touristes), l'accès à des services modernes d'assainissement s'est considérablement amélioré. Et comme la demande d'une qualité accrue, en particulier pour la restauration et l'hébergement, s'est accrue dans les pays "exportateurs" de touristes, les pays "importateurs" se sont progressivement attachés à mieux la satisfaire.

En ce qui concerne les effets, l'emprise sur le sol du tourisme et des loisirs se traduit avant tout par une disparition d'habitats de la flore et de la faune sauvages, même s'il apparaît que certaines espèces (notamment les oiseaux) s'adaptent à ces changements et établissent une forme de "cohabitation" avec les estivants. Cette emprise implique aussi une multiplication des sources de déchets (notamment de débris) et par conséquent des frais pour éliminer, à des fins esthétiques, écologiques et sanitaires, ces déchets des plages, pistes de ski, terrains de golf, courts de tennis et sentiers de montagne.

Le tourisme est un secteur très sensible aux répercussions d'une instabilité économique ou politique. Cependant, comme il repose dans la région sur des atouts naturels et culturels exceptionnels et qu'il constitue pour la plupart des pays riverains la principale source de rentrée de devises, il est appelé à connaître un essor considérable à long terme (Grenon et Batisse, 1989; Lanquar, 1995).

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 au large, excepté pour le yachting, la navigation à voile ou la pêche en mer. Néanmoins, il est pratiquement certain que l'effet sur les espèces locales, même s'il n'est pas encore bien connu, est considérable. Le principal impact est dû aux débris abandonnés sur les plages ou jetés du rivage directement dans la mer. Il se pourrait que certains objets en plastique ou en métal (bouteilles, boîtes de conserve, récipients, etc.) échoués sur le

fond de la mer servent de niches à divers organismes marins jusqu'à un degré donné d'accumulation, mais qu'au delà ils deviennent une entrave pour ces mêmes organismes. On ne connaît guère cet aspect du rôle joué par les détritiques du fond de la mer, mais vu l'importance de la zone littorale pour la flore et la faune sauvages, on ne saurait en sous-estimer l'impact (voir aussi 3.3).

### 2.2.5 Agriculture

Comme le présent document est consacré à l'environnement marin et littoral, il convient d'abord de noter que l'agriculture ne constitue pas dans cette frange étroite une activité économique majeure. Le rapport du Plan Bleu (Grenon et Batisse, 1989) expose succinctement la situation de l'agriculture dans le bassin méditerranéen, avec ses perspectives.

La principale visée économique de l'agriculture dans le bassin versant de la Méditerranée est de répondre à la demande alimentaire des populations de résidents et, le cas échéant, des populations de touristes. A cet égard, elle rejoint la visée de 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 provenant de l'agriculture locale ne permet pas de répondre à la croissance démographique; en outre, l'essor de l'agriculture est en retard sur celui de l'industrie et sur celui de l'économie en général. La productivité agricole est également très variable d'une région à l'autre du bassin (tableau I).

L'agriculture du bassin est fortement conditionnée par son relief: les montagnes se prêtent à un élevage extensif sur les pentes (moutons, chèvres); 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 de porc et de boeuf, aux produits laitiers et à d'autres produits de l'élevage comme la charcuterie, les oeufs, etc. Ailleurs, souvent dans des vallées côtières relativement étroites et sur les pentes en général assez arides du littoral, les principales cultures sont l'olivier, l'amandier, le pistachier, le vignoble.

Dans l'ensemble, l'agriculture - au sens large - de

la zone côtière a décliné en raison avant tout de l'urbanisation et de l'implantation de certaines formes d'industrie. Ainsi la pratique traditionnelle consistant à prévenir le recul des versants côtiers face à la mer par la culture en terrasses et par l'amenée de terre de la couche sommitale de régions situées en altitude a fortement régressé; et comme l'industrie agroalimentaire s'est développée dans les principales vallées et plaines en s'accompagnant d'une recrudescence de l'urbanisation, l'agriculture des versants côtiers a constamment régressé et cette évolution, qui se poursuit, aggrave l'érosion du sol.

Dans le bassin méditerranéen, la part du sol érodable représente plus de la moitié de la superficie totale dans la plupart des pays riverains; les valeurs correspondantes sont récapitulées dans un document du PAM (UNEP, 1987a).

On assiste également à une croissance constante de l'horticulture couverte ou semi-couverte qui occupe de l'espace (agricole et périurbain) mais, étant un système intensif plus ou moins clos, ne contribue pas à l'érosion du sol. Cette activité nécessite toutefois un apport d'eau douce, d'engrais et de pesticides.

L'agriculture et l'horticulture occupent de loin la majeure partie des terres et sont, parmi les utilisations actuelles du sol, celles qui exercent la pression la plus forte en consommant 60% ou plus des ressources disponibles en eau douce (UNEP, 1994c).

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 est aussi un obstacle à la mécanisation de l'agriculture, comme l'est l'attachement traditionnel à la petite propriété. Néanmoins, Grenon et Batisse (1989) indiquent qu'il est possible de multiplier par 2 à 5 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 largement adoptées dans l'ensemble du bassin.

**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)	(% du 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
Espagne	1.132	2.041	55,0	100,3	-	20.345	-	2.376	3.358	11,6	16,5
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
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-Yugoslavie	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 UNEP, 1993b)

En ce qui concerne ses effets, l'agriculture a elle-même (conjointement à l'urbanisation et à l'industrie) contribué à la disparition d'une flore spécifique (comme la garrigue, les herbages et les forêts) qui avait permis pendant des siècles de prévenir l'érosion du sol: en effet, de nombreuses cultures (comme la betterave à sucre) sont à cycle annuel et ne maintiennent donc pas une texture du sol capable de résister à l'érosion éolienne et pluviale.

Le tapis végétal protecteur (contre l'érosion) n'a pas seulement été progressivement et parfois fortement réduit par la demande croissante de bois, et ainsi livré à l'agriculture et au surpâturage intensifs, mais aussi par la parcellisation progressive des terres pour de nombreuses utilisations déjà évoquées. Cette parcellisation compromet toutefois de plus en plus la conservation du sol sur une base écosystémique, 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 petit nombre d'entre eux. De plus, même dans le cas où un pouvoir centralisé et l'acquisition de domaines par l'Etat permettraient d'assurer une telle coordination, les moyens voulus et l'indispensable adhésion de l'opinion pour la réussite d'un plan de gestion sous-régional font souvent défaut, a fortiori si l'on estime que des études d'impact sur l'environnement s'imposent en préalable à ce plan.

L'agriculture de l'arrière-pays, tout comme celle de la frange littorale, peut avoir sur cette dernière des répercussions néfastes par un apport excessif de pesticides et d'engrais. Elle peut aussi retentir sur l'économie de la frange en raison de la concurrence de ses produits avec ceux tirés du littoral même comme le poisson et les fruits de mer.

Les pesticides, qui font souvent l'objet d'un surépandage, peuvent être lessivés par la pluie sur la superficie cultivée et être entraînés directement dans la mer, ou indirectement par les cours d'eau se jetant dans la mer, avec parfois des effets préjudiciables sur la faune marine côtière et ses espèces d'intérêt commercial. Les pesticides peuvent également contaminer l'eau potable et les eaux conchylicoles au delà des normes sanitaires prescrites (voir 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 en 3.3.2.

Les produits de l'agriculture concurrencent ceux de la pêche dans l'économie nationale, si bien qu'à long terme les pêcheurs, tout comme les professionnels de la transformation et de la commercialisation du poisson dans une moindre mesure, ne peuvent rester indifférents à ce problème. 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 remporte la partie auprès du consommateur.

### 2.2.6 Pêche 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 en 1.3 ci-dessus.

Au plan purement halieutique, les deux grands bassins de la Méditerranée (oriental et occidental) étant relativement profonds (profondeur maximale de plus de 4.000 m) ne sont pas exploités et ont peu de chances de l'être, et ce pour trois grandes raisons: i) le coût matériel 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 des ressources biologiques recherchées en profondeur; iii) l'accumulation continue de détritus non biodégradables dans ces bassins, si au départ elle peut être avantageuse (en fournissant des microniches pour diverses espèces) va finir par rendre le fond de la mer inhabitable pour les espèces d'intérêt halieutique ou écologique, même si les conditions i) et ii) n'entrent pas en jeu.

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 Annuaires de la pêche (FAO, 1993) et faisant l'objet d'une pêche commerciale ou artisanale extensive sont recensés sur le tableau II.

Les données communiquées par Stamatopoulos (1993) pour 1972, 1982 et 1991 indiquent également que, en Méditerranée tout comme en mer Noire, on enregistre une augmentation constante (approximativement un doublement) des prises totales au cours de la première de ces deux décennies, suivie d'un déclin prononcé (d'environ 28% en Méditerranée et 70% en mer Noire) au cours de la deuxième. On peut estimer que ces données traduisent l'expansion des pêches (correspondant à la croissance démographique - de résidents et touristes/non résidents - et à l'amélioration du niveau de vie), suivie d'un déclin dû principalement à la surpêche et à la pollution croissante de l'environnement. Cette évolution s'est accompagnée d'un accroissement de la mariculture, laquelle, en 1990, a produit près de 120.000 tonnes métriques (Stamatopoulos, 1993).

Les principales espèces de poisson et de mollusques/crustacés exploitées par la pêche de capture marine en Méditerranée sont données (par groupes d'espèces FAO) par 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 de la Méditerranée sont l'Italie, l'Espagne, la Tunisie, la France, la Grèce 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 en mer, ne serait-ce que parce qu'un tel accroissement devrait provenir des petites espèces pélagiques qui ne suscitent pas, pour l'heure, une forte demande, que ce soit pour la consommation directe ou pour les produits de transformation du poisson (conserves, poisson fumé, surgelé, etc.).

Les zones de pêche de capture sont limitées le plus souvent par la relative étroitesse du plateau continental, par la surpêche générale et persistante des stocks naturels et l'absence complète de coordination entre les pays pour la gestion des stocks (la plupart) qui relèvent de plusieurs

juridictions nationales à la fois.

Etant donné la grande variété des espèces de poisson (et de mollusques/crustacés) capturées en Méditerranée, des espèces similaires sont parfois confondues dans les statistiques ou attribuées à l'une ou l'autre espèce seulement. Cette grande variété rend également difficile de procéder à des évaluations fiables de l'état des stocks, notamment du fait que la plupart de ceux-ci relèvent de plusieurs juridictions nationales et que la coopération internationale dans la collecte et l'analyse des données pertinentes n'est pas encore suffisante pour permettre des évaluations de l'état réel de chaque stock en ce qui concerne notamment la pêche à saturation ou la surpêche biologique.

Si l'on en juge par la taille moyenne du poisson capturé par rapport à la taille "maximale" de chaque espèce cible, la plupart des stocks de poisson démersal sont surexploités, et dans ces conditions aucune pêcherie ne peut couvrir ses investissements (ni même parfois ses frais) sur ses propres ressources financières.

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, déjà mentionné, que la pêche de fond au chalut se limite en grande partie au plateau continental assez étroit, mais ici aussi on a enregistré ces dernières années une tendance à ce que les chalutiers de haute mer pêchent 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 côtier. En 1991, la sardine commune et l'anchois commun représentaient à eux deux, parmi les 28 premières espèces de poisson et de mollusques/crustacés, près de 30% des quantités débarquées totales (Stamatopoulos, 1993), encore qu'on enregistre une proportion aussi élevée depuis 1972 au moins.

Il convient de noter que, dans ces conditions, le recours à des mesures techniques (comme une ouverture de maille obligatoire) et l'imposition de "totaux admissibles de capture" (TAC) pour un stock de poissons donné, dans le cadre d'une politique de réduction des pressions sur la pêche,

**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 et 1992 (FAO, 1993) avec une estimation des prises globales en Méditerranée \***

Code du groupe FAO	Désignation des groupes des prises nominales	Prises nominales 1989	Prises nominales 1992
11	Eaux douces: carpes, barbeaux et autres cyprinidés	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	Aloses	40.750	9.514
31	Flets, flétans, soles	14.939	13.901
32	Morues, merlus, églefins	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, pélamides, marlins	61.474	56.064
37	Maquereaux, thyrsites, trichiures	43.999	42.101
38	Squales, raies, chimères	20.011	20.713
39	Poissons marins divers	107.675	83.542
42	Araignées de mer, crabes	2.003	1.777
43	Homards, langoustes	7.727	8.605
45	Crevettes	31.545	31.358
47	Crustacés marins divers	8.538	9.986
52	Ormeaux, bigorneaux, strombes	0	14
53	Huîtres	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 tunicers	35	164
76	Oursins et autres échinodermes	237	390
	Prises nominales totales	1.721.217	1.570.302
	Estimation des prises nominales totales pour la Méditerranée*	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.

ne permet pas de réglementer les capacités de capture et encourage un accroissement de celles-ci par le biais d'investissements excessifs dans des bateaux et engins de pêche toujours plus performants (CEC, 1994). De plus, tant que les consommateurs seront prêts à en acquitter le prix, les pêcheurs seront incités à capturer le poisson, serait-ce contre 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 de capture traditionnelle.

Les principales espèces produites par la mariculture sont la daurade royale (*Sparus aurata*), le bar (*Dicentrarchus labrax*), la moule méditerranéenne (*Mytilus galloprovincialis*), le mullet à grosse tête (*Mugil cephalus*), la clovisse (ou praire) (genre *Tapes*), l'huître plate européenne (*Ostrea edulis*), mais d'autres espèces suscitent un intérêt croissant: l'anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*), la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et, à l'occasion, la truite de mer (*Salmo trutta*), le saumon (*Salmo trutta*) et 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 (genre *Oreochromis*) dans le cadre d'une culture dulçaquicole plus traditionnelle (aquaculture).

L'élevage intensif de la dorade royale a multiplié sa production par cinq au cours des cinq dernières années pour atteindre 29.000 tonnes en 1994. Pour 1996, les prévisions portaient sur un chiffre proche de 40.000 tonnes (CIHEAM, 1995). La production d'alevins a été tout aussi impressionnante à raison d'une augmentation annuelle d'environ 25% au cours de la période 1991-1994. Cette production ne sert pas uniquement à la restauration et au marché locaux mais elle est aussi exportée au sein de la région.

La culture d'espèces recherchées repose parfois sur un stock naturel qui est retenu dans une lagune ou une baie puis élevé dans des enceintes jusqu'à ce qu'il acquière une taille commerciale (notamment pour 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 des déchets (nocifs ou non) d'origine tellurique. Il est légitime de penser que les éléments nutritifs (nitrates et phosphates notamment) 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 il s'agit avant tout d'une question de "dose". Une fois l'eutrophisation déclenchée (voir 3.3.2), il se peut qu'elle ait des effets délétères très graves sur certains poissons; toutefois, les effets délétères occasionnés dans les eaux littorales à proximité des rejets peuvent être atténués puis supprimés à mesure que les niveaux d'éléments nutritifs sont réduits par le brassage turbulent dans les eaux plus profondes du large où les concentrations finissent par avoir un effet bénéfique sur la productivité primaire. Mais l'estimation des relations en jeu n'est pas une tâche facile (Caddy et Griffiths, 1995). Les effets des principaux polluants marins sont également examinés en 3.3.2.

Par ailleurs, la mariculture intensive (en cages ou en bassins) a recours à des quantités substantielles de produits chimiques pour lutter contre les infections parasitaires et fongiques chez les espèces cultivées, ce qui peut provoquer des perturbations localisées mais graves du milieu, parfois au détriment de la pêche qui pâtit d'une perte ou d'une dispersion de stocks sauvages.

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 fâcheux imprévus du croisement de ces espèces d'élevage avec leurs homologues sauvages dans le cas d'évasion (souvent accidentelle lors d'intempéries côtières, éventuellement intentionnelle aussi) (voir 3.4.2).

Il va sans dire que la pêche et la mariculture en zone côtière sont surtout en conflit avec les sports aquatiques et les marinas qui ont tendance à privilégier comme elles les baies et les lagunes; en outre, les stocks qui font l'objet de pêche ou de mariculture sont affectés par des rejets bruts/non traités de déchets. Dans le même temps, la mariculture utilise une quantité supplémentaire d'aliments pour poisson afin d'accélérer

l'"engraissement" (ou croissance) des espèces cultivées et elle contribue ainsi, par suite des fuites de ces aliments dans le milieu environnant, à une eutrophie locale susceptible de donner naissance à des proliférations de plancton (voir 3.3.2).

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 deux rapports PNUÉ (UNEP 1987b; 1994d) dont le dernier porte plus particulièrement sur la conchyliculture.

### 2.2.7 Forêts

L'état des forêts méditerranéennes et leur évolution prévisible 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 qui a prévalu jusqu'à une époque remontant à environ 14.000 ans était dense et étendue. Au cours de la révolution néolithique, il y a de cela quelque 6.000 ans, à l'extrémité orientale puis occidentale du bassin méditerranéen, l'homme a connu une rapide croissance démographique, et une économie agricole a remplacé l'économie de la cueillette, d'où un besoin de terres arables. Puis les débuts de l'activité industrielle ont créé une demande de bois comme combustible. Quand le trafic maritime se développe, il crée une nouvelle demande de bois pour la construction navale. Mais dès les époques grecque et romaine, on assiste à une crise de la forêt marquée par des initiatives de conservation et même de reboisement.

Jusqu'au milieu du XIXe siècle, la population du bassin n'a guère progressé; cette stagnation due aux guerres et aux épidémies a permis aux forêts de se reconstituer, même si elles ont continué à être mises à rude contribution pour les besoins de la construction navale, de bois de mine, de la fabrication du verre, de la métallurgie, du bois de feu et de la fabrication de charbon de bois.

Par conséquent, les problèmes actuels - disparition et dégradation des ressources forestières du bassin - ont des origines très lointaines. Mais ces deux aspects ne sont pas les seuls en jeu.

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 donné naissance à 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 laissé en friche les terres marginales, un reboisement s'est opéré. Mais avec l'essor du tourisme et des loisirs, les incendies de forêt se sont multipliés (voir 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) des arbres oléifères de petite à moyenne taille dont les plus connus sont l'olivier (*Olea europaea*), le caroubier (*Ceratonia siliqua*) et le lentisque (*Pistacia lentiscus*), 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) sur 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) sur les contreforts, le pin noir (*Pinus nigra*) et parfois le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*); iii) sur les hautes terres, les forêts de sapins (genre *Abies*) et de cèdres (genre *Cedrus*), habituellement séparées et parfois mélangées; iv) en haute montagne, les genévriers (*Juniperus thurifera* et *J. excelsa*, entre autres).
- Les forêts décidues, dans les zones d'altitude moyenne et de pluviométrie 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.

La classification de l'ensemble de la végétation et de la forêt de la Méditerranée a été récemment entreprise en recourant aux techniques de télédétection. La base de données d'un système permanent de surveillance a été établie en vue d'observer et d'étudier leur état et leur évolution dans le temps et l'espace. Ce projet a été assumé par le Centre d'activités régionales pour la télédétection de l'environnement fonctionnant dans le cadre du PAM.

### 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, 1992).

L'apport naturel d'eau douce au bassin méditerranéen s'effectue directement par les pluies (et indirectement sous forme de neige). On distingue à cet égard deux grandes saisons: le printemps à faible et l'automne à forte pluviométrie, séparées 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 couches aquifères. Les cours d'eau et certains aquifères se déversent dans la mer après que l'homme y ait opéré des prélèvements.

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 prise en compte ici). 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 occupées 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 relativement rapide.

Les débits moyens annuels les plus importants (>5 km<sup>3</sup>/an) s'établissent comme suit selon les fleuves: Rhône (54), Pô (47), Ebre (17), Neretva (12), Drin (11), Meric-Evros/Ergene (10), Seyhan (8), Tibre (7), Ceyhan (7) et Adige (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 km<sup>3</sup>/an) est fortement réduit par le volume important des ponctions (effectuées avant tout aux fins d'irrigation, d'usage domestique et de pisciculture).

Les aquifères, ou nappes souterraines, 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'Egypte, nord de la Libye, massif de l'Atlas); et les aquifères alluviaux (vallées du Rhône, du Pô, du Nil). Il existe cependant d'étroites interconnexions entre ces deux types d'aquifères. 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% du débit moyen global (sur l'année), bien qu'il s'établisse aux alentours de 20% dans l'ensemble du bassin.

Il se produit certains apports d'eau douce provenant de l'extérieur du bassin au nord (environ 29 km<sup>3</sup>/an) et au sud (environ 56 km<sup>3</sup>/an, provenant du haut-Nil par le barrage d'Assouan).

Le bilan hydrologique du bassin méditerranéen peut se résumer brièvement par la "fiche bilan" ci-dessous (établie en km<sup>3</sup>/an).

"Profits"		"Pertes"	
Pluies et fonte des neiges	1100	Evapotranspiration	580
Apport extérieur: du Nil	56	Evaporation	20
du nord	29	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	1271		1270

Ce bilan simplifié occulte les différences considérables existant entre les rives nord et sud et qui 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 succédées et ont prospéré sur ses bords. Le bassin, tel que nous le connaissons aujourd'hui, et notamment son cycle de l'eau, a donc été façonné par l'homme.

Les principaux facteurs en jeu 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 introduisant un caractère d'irrégularité dans le système de ruissellement naturel. Le déboisement (opéré pour obtenir du bois de feu, du bois d'oeuvre pour bateaux et ponts, pour défricher des espaces réservés à la construction de logements, d'usines et autres installations, et pour permettre l'extension de l'élevage et de l'agriculture) a eu aussi des incidences marquées sur la végétation désormais 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 du système de dégradation.

La qualité de l'eau varie considérablement selon les sites, mais elle convient généralement aux principales utilisations; elle est cependant altérée 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 due au 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'importante superficie de sol calcaire, et un manque de pureté dû souvent à la filtration médiocre à travers les sols de type karstique, lesquels reçoivent souvent des eaux superficielles.

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.

### 2.2.9 Pétrole et gaz naturel

A l'heure actuelle, l'extraction de pétrole et de gaz pour les transformer en énergie ou en dérivés chimiques constitue l'activité la plus importante au niveau des fonds marins. Elle a lieu sur la côte espagnole orientale, sur la côte italienne orientale, dans le golfe de Tarente, au large de la côte 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, du littoral est de la Tunisie, et au large de la façade est du littoral algérien.

Même réalisé dans les meilleures conditions, le forage pétrolier produit des eaux résiduaires sales et de l'huile qui sont rejetées dans le sol, les cours

d'eau et la mer. Selon les responsables de l'industrie pétrolière, il s'agit là d'un inconvénient que l'on peut difficilement éviter. Cependant, sitôt que le forage est achevé et que les puits sont 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 grave (qui sont relativement rares à terre; voir aussi 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), le fer (Espagne), le chrome (Turquie), le boron (Turquie); du ciment (Italie, Espagne, Grèce et Egypte), des formations rocheuses phosphatées (Tunisie et Jordanie), des minerais 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 au niveau des fonds marins 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 beaucoup plus coûteuse que l'exploitation à terre, si bien que ce type d'activité en est encore à son début. Comme on l'a déjà noté, la relative étroitesse du plateau continental en Méditerranée restreint les possibilités d'exploitation du fond de la mer. Une forme spéciale d'extraction marine concerne le sel obtenu par évaporation dans les salines côtières.

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 représente souvent une activité importante (ICES, 1992a; Campbell, 1993). Quand elles dépassent un certain niveau, ces opérations de dragage portent gravement atteinte à des écosystèmes vulnérables.

### 2.2.11 Production et consommation d'énergie

Le rôle que jouent la production et la consommation d'énergie dans la qualité du milieu est examiné en détail dans le fascicule 7 du Plan Bleu (Grenon *et al.*, 1993).

La production d'énergie (tableau III) ne peut être examinée dans le seul cadre global du bassin et il en va de même pour la plupart des données disponibles sur la consommation d'énergie: le fascicule en question aborde donc ces aspects en fonction des pays. Une distinction y est faite entre les pays 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 elles seules 70%, et elle portait sur les formes suivantes (par ordre quantitatif décroissant): pétrole, énergie nucléaire (France essentiellement), 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 quantitatif décroissant): pétrole, gaz naturel, charbon, énergie hydroélectrique (pas d'énergie nucléaire). Les plus gros consommateurs étaient la Turquie, l'Egypte et l'Algérie. Mais l'écart entre les deux groupes de pays se resserre régulièrement.

En ce qui concerne la production d'énergie primaire (données 1990), le groupe des pays du nord n'a produit que 208 Mtep (soit environ 38% de ses besoins, la France occupant le 1er rang); les principales sources (par ordre décroissant) étaient: énergie nucléaire (la France venant à nouveau au 1er rang), charbon, énergie hydroélectrique, 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 la place prépondérante); les principales sources (par ordre décroissant) étaient: pétrole, gaz naturel, charbon, énergie hydroélectrique (pas d'énergie nucléaire).

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

Pays	Production d'énergie primaire ( <sup>15</sup> J)					Consommation d'énergie ( <sup>16</sup> J et 10 <sup>9</sup> J par habitant)						Rapport <sup>a</sup> P/C
	Totale	Solides	Liquides	Gaz	Electricité	Totale	Solides	Liquides	Gaz	Electricité	Par habitant	
Albanie	44	5	23	4	12	43	12	18	4	10	13	1.02
Algérie	4 584	1	2 481	2 102	1	1 183	42	411	734	3	44	3.87
Bosnie and Herzégovine	14	-	-	-	14	29	-	-	15	15	8	0.48
Chypre	-	-	-	-	-	63	1	62	-	-	87	-
Croatie	179	3	90	70	16	965	330	316	159	160	109	0.19
Egypte	2 435	-	2 028	376	31	1 226	37	783	376	31	20	1.99
Espagne	1 204	427	47	27	703	3 359	764	1 621	267	708	85	0.36
France <sup>b</sup>	4 746	263	136	94	4 253	9 153	610	3 204	1 307	4 032	159	0.52
Grèce	352	315	24	4	9	989	357	616	4	12	95	0.36
Israël	1	-	-	1	0	505	166	340	1	1	96	0.00
Italie <sup>c</sup>	1 126	11	194	730	292	6 749	452	3 912	1 952	434	118	0.17
Liban	1	-	-	-	1	12	0	119	-	1	43	0.08
Libye	3 054	-	2 806	248	-	457	0	271	186	-	91	6.68
Malte	-	0	-	-	-	24	8	16	-	-	66	-
Maroc	21	18	0	1	2	297	49	243	1	5	11	0.07
Slovénie	86	31	0	0	54	194	37	84	25	49	100	0.44
Syrie	1 234	-	1 134	76	24	565	0	465	76	24	41	2.18
Tunisie	209	-	196	13	0	218	3	165	50	0	25	0.96
Turquie	779	484	163	7	125	1 979	680	998	178	124	33	0.39

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

(Annuaire statistique annuel des Nations Unies sur l'énergie, )

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 à condition que les problèmes d'une élimination sans danger des déchets de combustible nucléaire soient résolus, 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 (dépendant plus ou moins directement de l'apport assez constant d'énergie solaire à la Terre).

Un accroissement de la production d'énergie hydroélectrique 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 assimilés (les effets du barrage d'Assouan en fournissent un exemple éloquent). Au titre d'une réglementation édictée par la Turquie, les études d'impact sur l'environnement sont obligatoires pour les gros barrages et, dans les comptes rendus de ces études, les incidences néfastes prévisibles sont examinées et des mesures alors préconisées pour les réduire au minimum.

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, à savoir notamment la France (vents de l'Atlantique et mistral), la Grèce (vents méltémiens) 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 ne paraît en mesure de répondre qu'aux seuls besoins locaux en électricité, mais elle pourrait être

importante sur les îles (comme la Crète) où les vents sont assez forts et persistants; un usage courant 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) dans les pays des rives sud et est du bassin qui ont un niveau élevé d'ensoleillement.

L'énergie tirée de la biomasse a pour sources principales le bois de feu, les déchets agricoles (cultures) et, en partie, les déchets urbains. Cependant, les possibilités d'exploitation varient considérablement d'un pays à l'autre en fonction de facteurs comme le volume réel 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 l'ampleur de sa consommation qui conditionnent le volume et la nature des 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 oxydes d'azote (85%, dont 60 à 75% pour le seul oxyde nitreux), le dioxyde de carbone (55-80%), les composés organiques volatiles (55%), les particules (40%), le monoxyde de carbone (30 à 40%) et le méthane résultant des activités humaines (15 à 40%).

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 des opérations de traitement du pétrole brut; des métaux lourds comme le plomb provenant de la combustion de l'essence au plomb (bien qu'on enregistre une tendance à en limiter la consommation); et même des substances radioactives provenant de la combustion du charbon et des carburants lourds.

---

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

### 3.1 Littoral

Caddy et Griffiths (1995) ont recensé les principaux impacts des activités humaines sur les mers fermées et semi-fermées. La vulnérabilité de ces mers aux activités humaines peut se résumer à quatre rubriques (d'après Caddy, 1993): i) l'ampleur des apports fluviaux, atmosphériques et côtiers (ruissellement terrestre direct) en rapport avec la vitesse d'entraînement jusqu'à l'océan (l'Atlantique, en l'occurrence) et la superficie du bassin hydrographique avec sa pluviométrie en rapport avec la superficie de la mer semi-fermée; ii) la mesure dans laquelle 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 large mesure, la température et la stratification de la masse d'eau; et iv) la taille des populations résidant le long du littoral et dans les limites du bassin hydrographique, le niveau d'activités humaines et les pratiques d'utilisation des sols. 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 s'accompagnant souvent de charges accrues d'éléments nutritifs et autres matières dans le rejet des eaux résiduaires, ce qui modifie la nature des systèmes aquatiques en général, et singulièrement des systèmes estuariens.

Depuis sa création, le Plan d'action pour la Méditerranée n'a cessé de souligner la nécessité d'appliquer les méthodes de gestion intégrée à la zone côtière et de planification intégrée à la protection de son environnement. Au cours de sa première décennie, 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 appelait une planification intégrée et une gestion rationnelle des ressources de la région sur une base permanente. C'est pourquoi le PAM a centré ses activités sur le littoral et l'application 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 les sources terrestres de pollution a été r é a l i s é e e n 1 9 8 4 (UNEP/ECE)/UNIDO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA, 1984); par ailleurs, dix-huit évaluations concernant des polluants majeurs (parmi ceux qui sont énumérés à l'annexe I au Protocole) ont été établies et ont été utilisées dans la rédaction du présent rapport.

L'intégration des politiques de l'environnement et de gestion des ressources avec celles de développement du littoral doit par conséquent reposer sur l'identification d'objectifs complémentaires et le recours à des instruments politiques qui soient à la fois compatibles et efficaces (rentables). En matière de développement de la zone littorale, les politiques macro-économiques doivent prendre en compte, dès leur conception, leur impact sur la planification et la gestion du développement, du tourisme, etc, de ladite zone.

La contribution du PAM à cet objectif a été axée sur l'identification, l'évaluation et la mise en place de mécanismes institutionnels, techniques

ou décisionnels appropriés. L'expérience acquise en ce domaine montre qu'une telle planification intégrée est encore loin d'être pleinement mise en oeuvre dans la zone littorale. Les méthodes modernes qui le permettraient n'ont pas encore rallié une large adhésion parmi les responsables et la plupart des plans déjà établis ne prennent pas en compte les rôles de l'atmosphère, des utilisations de la mer près de la côte et au large ainsi que des activités menées dans l'arrière-pays. Pour ce faire, il faut s'attacher sans relâche à obtenir une documentation complète sur tout un éventail d'activités dans chaque zone côtière concernée. Des données 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 soit beaucoup fonction des limites que l'on assigne à la zone côtière. Grenon et Batisse (1989) ont eu recours, "faute de mieux", 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 d'exploiter des statistiques qui sont disponibles le plus souvent à ce niveau administratif.

Quarante pour cent de la population méditerranéenne sont concentrés sur la côte, et on s'attend à ce que son chiffre double d'ici à 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'approvisionnement en eau (2.2.8) et en énergie (2.2.11). Ces pressions se reflètent aussi dans les demandes accrues d'aliments (2.2.5 et 2.2.6), de transports (2.2.3), d'aménagements de loisir (2.2.4) et même de santé et de qualité de vie - emploi compris -, 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 très difficile de quantifier la qualité du

milieu urbain. Par exemple, la mesure de la pollution atmosphérique (3.2) ou du volume de déchets domestiques générés (3.1.2) ou même du taux de la superficie affectée aux espaces verts dans le milieu urbain ne sont que de simples indices de la qualité globale.

### 3.1.2 Elimination des déchets industriels et domestiques

La quantité de déchets générée par une société humaine est en général directement fonction de la taille de sa population et de son développement industriel, encore que la nature de cette société et de son industrie puisse conditionner le type et la quantité de déchets produits.

Dans toutes les grandes villes du bassin, le rejet des eaux usées a lieu dans leur voisinage et a gravement modifié l'écosystème concerné. Les rejets thermiques dans la mer (eau des systèmes de refroidissement) des usines et centrales du littoral de la Méditerranée peuvent avoir contribué aussi à 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 jetant eux-mêmes dans la mer, et la voie atmosphérique à partir de laquelle des déchets, notamment sous forme particulaire, atteignent la surface de la mer en dépôts secs ou après lessivage par les pluies (voir 3.2). Le dépôt atmosphérique est le principal responsable de la pollution de la mer par certains métaux, organochlorés et hydrocarbures de pétrole.

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 d' à peine quelques dizaines de kilomètres du point de rejet. Néanmoins, la flore et la faune sont habituellement gravement atteintes au sein de cette zone (que l'on appelle "panache fluvial" ou "panache de 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 atteinte d'autant plus forte et prolongée. En outre,

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

Pays	Longueur des côtes * (kilomètres)	Population * (Milliers d'habitants)		Volume moyen annuel de marchandises chargées et déchargées 1988-1990 (milliers de tonnes métriques)			Ressources "offshore" en pétrole et en gaz					
							Production annuelle				Réserves confirmées	
				Pétrole		Cargaison sèche	Pétrole (milliers de tonnes métriques)		Gaz (millions de tonnes métriques)		Pétrole (milliers de tonnes métriques)	Gaz (millions de tonnes métriques)
				Total	Méditerranée		Brut	Dérivés	1982	1992	1982	1992
Albanie	418	3 256	1 325	X	71	1 673	0	0	0	0	67	0
Algérie	1 200	23 039	10 105	29 110	24 409	15 266	0	0	0	0	0	0
Bosnie-Herzégovine *	20	4 470	300	X	X	X	0	0	0	0	0	0
Croatie *	5 790	4 900	1 520	X	X	X	0	0	0	0	0	0
Chypre	782	503	503	545 <sup>b</sup>	502	4 586	0	0	0	0	0	0
Egypte	950	58 978	24 004	146 855	4 204	25 351	28 386	0	755	0	367	142
Espagne	2 580	39 434	15 926	47 932	22 958	89 71	1 413	697	0	920	1	7
France	1 703	56 556	5 839	68 135	40 443	110 786	0	0	0	0	0	0
Grèce	15 000	10 269	9 209	15 407	4 590	26 680	0	299	0	0	4	11
Israël	160	5 472	3 041	6 463 <sup>b</sup>	1 412	15 593	0	0	0	0	0	0
Italie	7 953	57 104	32 621	88 893	46 074	100 510	498	3 685	10 523	3 618	8	227
Liban	225	3 000	2 700	23 <sup>b</sup>	205 <sup>b</sup>	1 058	0	0	0	0	0	0
Libye	1 770	4 900	3 920	48 241 <sup>a</sup>	4 545	7 242	0	6 972	0	0	109	3
Malte	180	362	362	X	564	1 546	0	0	0	0	0	0
Maroc	512	26 074	3 670	4 910	140	28 990	0	0	0	0	0	0
Monaco *	4	30	30	X	X	X	0	0	0	0	0	0
Slovénie *	32	2 020	250	X	X	X	0	0	0	0	0	0
Syrie	183	14 186	1 362	16 233	3 287	6 070	0	0	0	0	0	0
Tunisie	1 300	8 785	6 164	4 330 <sup>a</sup>	937	13 762	1 520	1 245	0	0	34	0
Turquie	5 191	56 473	11 336	87 729	57 969	64 083	0	0	0	0	0	0

a. Marchandises chargées; b. Marchandises déchargées; 0 = zéro ou moins de la moitié de l'unité de mesure; X = données non disponibles.

(Adapté d'après WRIL, 1994), \*Données communiquées par le Plan Bleu.

les estuaires et les deltas servent souvent de sites de reproduction et de nourriceries pour maintes espèces d'invertébrés et de poisson, si bien que les premiers stades de la vie peuvent en subir un lourd préjudice.

Les déchets gazeux sont avant tout les gaz de combustion (vapeur d'eau, monoxyde et dioxyde de carbone, dioxydes d'azote et de soufre), le méthane, les chlorofluorocarbures, les composés organiques volatiles - solvants y compris -, 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, bien qu'ils se recoupent sensiblement au plan qualitatif.

L'OMS et le PAM/PNUE ont réalisé une enquête par questionnaire sur les sources terrestres de polluants et, sur la base des résultats, ils ont examiné la gestion des déchets industriels et domestiques concernés. Des réponses aux questionnaires ont été reçues des pays suivants: Albanie, Algérie, Croatie, Chypre, Egypte, Espagne, France, Grèce, Monaco, Slovénie, Syrie et Turquie. Il convient toutefois de préciser que certaines des réponses aux questionnaires manquaient ou étaient incomplètes. Néanmoins, un certain nombre de tableaux essentiels ont été établis et les principaux résultats sont mentionnés aux subdivisions suivantes. Bien que les résultats aient été aussi ventilés par grande agglomération urbaine ou même par emplacement précis de rejet, on n'a retenu ici que la situation existant au niveau national et régional.

### **Eaux usées**

Les déchets liquides urbains se composent principalement d'eaux sales (provenant du lavage domestique et industriel), de détergents (habituellement avec les eaux sales) et d'huiles lubrifiantes; certains solvants peuvent également en faire partie, mais ils s'évaporent généralement au début du processus d'élimination. La quantité des déchets urbains, solides ou liquides, croît très rapidement, notamment dans les pays présentant une valeur intermédiaire du revenu par habitant (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 précitée 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 de collecteurs bénéficie d'un système d'égouts municipal. Bien que dans l'ensemble, durant l'été, la population de résidents permanents l'emporte encore de beaucoup sur celle des visiteurs ou touristes, en France et en Espagne (figurant parmi les pays ayant répondu au questionnaire) elle ne représente que 50 à 60%, autrement dit on a affaire en gros à un doublement de la population du littoral); on peut en inférer que l'Italie doit connaître une situation voisine, et que la Grèce et la Turquie sont vraisemblablement en voie de le faire.

Quelque 33% de la population (entendue comme au paragraphe précédent) ne bénéficie d'aucun traitement secondaire; environ 41% bénéficie d'un traitement secondaire; quant à la fraction des 26% restants, elle dispose tout au plus d'un traitement préliminaire et primaire; voir tableau V).

Environ 5% des eaux usées sont réutilisées, dont 95% pour l'irrigation et 5% pour des zones à usage récréatif. Sur les eaux usées qui sont rejetées, environ 85% gagnent la mer, directement ou indirectement; seuls 15% sont éliminés dans le sol ou à nouveau utilisés (UNEP/WHO, 1996). Le tableau VI indique les modalités d'élimination des eaux usées municipales dans 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 (UNEP, 1991a). Les déchets solides (détritus principalement) des habitations et des activités socio-économiques sont soit éliminés dans des décharges soit immergés dans la mer, bien qu'on assiste à un essor de l'industrie de recyclage pour la production de papier et de matériaux

**Tableau V. Estimations des quantités annuelles d'eaux usées municipales et niveaux correspondants de traitement (UNEP/WHO, 1996)**

No.	Pays	Eaux usées totales (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	Eaux usées non traitées (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	%	Eaux usées traitées					
					Prelim.	%	Prim.	%	Sec.	%
1.	Albanie	8,52	8,52	100	0	0	0	0	0	0
2.	Croatie	71,44	61,78	86	9,51	13	0	0	0,15	0,2
3.	Chypre	16,66	14,75	88	0	0	0	0	2,05	12
4.	Espagne	589,29	180,62	31	45,22	8	17,30	3	346,15	59
5.	France	361,00	47,70	13	0	0	0	0	313,20	87
6.	Grèce	520,26	226,36	43,46	0	0	220,74	42,43	72,39	13,92
7.	Monaco	7,50	0	0	0	0	0	0	7,5	100
8.	Slovénie	6,13	1,09	18	0	0	5,04	82	0	0
9.	Syrie	24,80	24,51	99	0	0	0	0	0,29	1
10.	Turquie	404,87	103,23	25,5	216,26	53,42	-	-	85,37	21,09
TOTAL		2.010,47	668,56	33,25	270,99	13,50	243,08	12,10	827,10	41,15

**Tableau VI. Elimination des eaux usées municipales (UNEP/WHO, 1996)**

No.	Pays	Eaux usées urbaines totales (million m <sup>3</sup> /an)	Rejet annuel estimé (million m <sup>3</sup> /an)							Quantité annuelle estimée d'eaux usées réutilisées (million m <sup>3</sup> /an)					
			Dans la mer ou les cour d'eau			Dans le sol	Dans le sous-sol	Autre	Total partiel	Dans les bassins d'irrigation	Dans les bassins piscicoles	Dans l'industrie	Dans les zones récréatives	Dans aliment. nappes	Total partiel
			Par égouts municip.	Par autre système de collecteurs	total partiel										
1.	Albanie	8,52	7,92	-	7,92	-	0,60	-	0,60	-	-	-	-	-	-
2.	Croatie	71,44	50,23	9,58	59,81	-	-	11,60	11,60	-	-	-	-	-	-
3.	Chypre	16,66	-	-	-	0,36	14,38	0,84	15,58	-	-	-	1,11	-	1,11
4.	Espagne	589,29	489,08	5,68	494,76	0,33	-	-	0,33	91,24	-	0,05	3,69	-	94,98
5.	France	361,00	359,52	-	359,52	-	1,50	-	1,50	-	-	-	-	-	-
6.	Grèce	520,26	373,76	0	373,76	0,29	136,33	1,53	136,63	1,53	0	0	0	0	1,53
7.	Monaco	7,50	7,50	0	7,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	Slovénie	6,13	5,08	-	5,08	-	0,94	0,11	1,05	0	0	0	0	0	0-
9.	Syrie	24,80	24,45	0,35	24,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
10.	Turquie	404,87	358,48	0,30	358,78	42,20	0	0	42,00	4,08	0	0	0,12	0	4,18
TOTAL		2 010,47	1 676,02	15,91	1 691,93	42,91	153,75	12,40	209,29	96,85	0	0,05	4,92	0	101

Les chiffres ci-dessus ont trait à des sources terrestres de polluants dans la zone littorale de la Méditerranée

d'emballage, de matériaux d'isolement composites (lanières de papier dans une matrice de résine), de verre pour la fabrication de bouteilles et de fragments métalliques; cependant, ce recyclage n'entraîne encore qu'une réduction très lente du volume du rejet final à terre ou en mer.

Les déchets solides industriels se composent de scories (provenant de l'extraction et du traitement du charbon ainsi 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, dans les réponses aux questionnaire, l'élimination n'a pas été spécifiée pour plus de 50% d'entre elles; environ 33% font l'objet d'un rejet avéré, et environ 10% sont utilisées à des fins agricoles.

Le tableau VII indique les quantités de boues municipales éliminées et leurs 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 les résultats de l'enquête précitée. Le tableau VIII indique les quantités de déchets municipaux générées avec leur traitement ou élimination.

Il convient de noter que dans cinq pays méditerranéens (Espagne, France, Grèce, Italie et Turquie) qui sont membres de l'OCDE, il existe une tendance à l'augmentation du volume de déchets municipaux et domestiques (OECD, 1995). Les déchets municipaux, entendus comme ceux qui sont collectés par les municipalités ou à leur instigation, comprennent des déchets provenant des foyers, des activités commerciales, des immeubles de bureaux, d'institutions comme les écoles, des édifices publics et des petites entreprises qui les éliminent dans le même réseau. La quantité de déchets produite exprimée en kg/habitant a augmenté au cours de la période 1980-1992, passant respectivement de 260 à 310 en Grèce, de 250 à 350 en Italie, de 270 à 360 en Espagne et de 270 à 390 en Turquie, alors qu'en France elle est passée de 460 en 1990 à 470 en 1992. De plus, toujours en France, la quantité de déchets domestiques entendue comme celle

produite par l'activité des foyers, et qui comprend des ordures et des déchets collectés séparément, est passée de 310 kg/habitant en 1980 à 360 kg/habitant en 1992.

### **Déchets dangereux**

Si, dans l'ensemble, l'industrie est la principale source de déchets dangereux ou toxiques, le développement urbain est la principale source de déchets à risques microbiologiques (voir 3.1.2) ainsi que de détergents et d'huiles lubrifiantes (avec l'industrie).

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 énonce, en son 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 confère à ces derniers un caractère dangereux. La liste englobe tous les éléments, composés et substances qui sont considérés comme des polluants dans le présent rapport, ainsi que quelques autres qui ne le sont pas expressément. Le projet de protocole vise aussi toutes les matières ou substances qui ont une ou plusieurs des caractéristiques susceptibles de les rendre physiquement dangereux.

Le projet de protocole spécifie par ailleurs quinze opérations ne permettant pas de récupération, recyclage, revalorisation, utilisation directe ou autre et treize le permettant. Toutes ces opérations reposent sur des applications actuelles 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 ici à chiffrer les quantités de déchets dangereux gérées par les divers pays ou transportées d'un pays à l'autre. Bien que ces quantités puissent fournir une indication sur le niveau du risque, ce dernier est conditionné en fait, dans un ensemble donné de circonstances, par la nature de telle ou telle matière ou substance, par les méthodes d'élimination et la manière dont elles

**Tableau VII. Elimination des boues municipales (UNEP/WHO, 1996)**

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 combinés 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an	Autre ou pas indiqué 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.	Espagne	3.980.85	1.460.95	381.05	194.99	1.943.87
5.	France	1.207.37	251.26	155.05	24.62	776.44
6.	Monaco	91.50	0	0	0	91.50
7.	Slovénie	0	0	0	0	0
8.	Syrie	0	0	0	0	0
9.	Turquie	67.94	0	0	27.94	40
TOTAL		5.345.71	1.719.26	536.10	247.55	2.851.81

**Tableau VIII. Déchets solides municipaux (UNEP/WHO, 1996)**

No.	Country	Total 10 <sup>3</sup> tons/yr	Incineration 10 <sup>3</sup> tons/yr	Composting 10 <sup>3</sup> tons/yr	Other 10 <sup>3</sup> tons/yr	Remarks
1.	Albanie	70,70	-	-	70,70	Décharge
2.	Croatie	189,75	-	-	189,75	Décharge
3.	Chypre	368,80	8,30	-	360,50	Décharge contrôlée
4.	Espagne	1.771,28	154,44	431,58	1.184,67	-
5.	Monaco	13,00	13,00	-	-	-
6.	Slovénie	29,39	-	-	29,39	Décharge contrôlée
7.	Syrie	144,88	-	44,00	100,88	Décharge
8.	Turquie	2.121,30	0	187,50	1.933,80	Décharge
TOTAL		4.709.10	175.74	663.08	3.869.69	

Les chiffres ci-dessus ont trait à des sources terrestres de polluants dans la zone littorale de la Méditerranée

sont appliquées. Les réglementations et mesures antipollution concernées, leur application effective ou non, sont des facteurs importants dans l'évaluation du risque. Par exemple, la nature des risques dans le domaine du transport maritime en Méditerranée a été brièvement évoquée en 2.2.3 pour plusieurs substances qui ne représentent qu'un éventail de produits (dont le pétrole brut est en pratique le plus important).

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

Ces trois problèmes sont étroitement liés. Le sol subit une dégradation quantitative par érosion et une dégradation qualitative par exploitation agricole prolongée sans épandage suffisant d'engrais, par surpâturage, par 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 composition favorable aux réseaux de racines végétales (un sol à granulométrie grossière possède une capacité moindre de rétention de l'eau). Dans certaines régions,

soumises à un ensoleillement prolongé, 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 capacité fondamentale de rétention de l'eau et de résistance à l'érosion.

L'érosion du sol due à l'élimination du tapis végétal (déboisement, etc.) dans les bassins versants accroît la charge sédimentaire des cours d'eau, les variations du cycle saisonnier et la quantité d'eau douce gagnant le milieu marin du littoral par le ruissellement, ainsi que les niveaux d'envasement (GESAMP, 1993). De fortes charges sédimentaires fluviales ont des effets néfastes sur des espèces anadromes comme le saumon et l'esturgeon, et sur des organismes marins comme les huîtres. Elles ont aussi de graves incidences sur la végétation aquatique qui joue souvent un rôle capital d'habitat pour le poisson et certains oiseaux.

**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	3 559	5 550	5350
Espagne	3 175	5 612	8 314
Grèce	-	1 620	1184
Israël	-	-	899
Italie	4 924	4 074	11854
Maroc	-	-	185
Tunisie	-	-	101
Turquie	-	1 108	1 204
ex-Yougoslavie	-	752	908
Totaux	11 658	18 716	30 903

L'aboutissement de ce processus de dégradation, favorisé par des températures élevées et une faible pluviométrie, est le désert. Les processus que l'on vient brièvement d'évoquer sont exposés de manière détaillée par Mensching (1986). Selon le Plan Bleu, étant donné que le déficit en produits alimentaires ne cesse de s'aggraver dans la majeure partie de la région, la dégradation du sol et la perte en sol constituent l'un des problèmes majeurs auxquels va être confrontée la Méditerranée à moyen terme; en coopération avec la FAO et au moyen des données fournies par le programme CORINE, le Plan Bleu procède à l'analyse de l'évolution de ce processus (Grenon et Batisse, 1989).

La télédétection par satellite, qui permet d'évaluer en Méditerranée l'extension de la désertification et les formes moins graves de dégénérescence du sol ou les transformations du tapis végétal, s'avère un outil précieux; à cet effet, le Centre d'activités régionales pour la télédétection de l'environnement a entrepris d'y recourir au titre du projet DAPHNE (UNEP, 1995a).

Les incendies de forêt ont fortement augmenté de fréquence au cours des dernières décennies (Marchand *et al.*, 1990; Ramade *et al.*, 1990; tableau IX), que ce soit à la suite d'accidents favorisés par l'essor du tourisme et du pâturage ou d'actes délibérés de pyromanes ou d'escrocs cherchant à obtenir un reclassement des terres aux fins de construction immobilière (hôtels, appartements, résidences secondaires) ou de pâturage. Une mauvaise gestion des forêts a servi ces mobiles.

La hausse des chiffres que l'on relève sur le tableau IX ne traduit pas seulement une multiplication des incendies de forêt mais aussi le fait que ceux-ci font l'objet d'une meilleure notification.

La fréquence croissante des incendies réduit la capacité de reconstitution des forêts. 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.

### 3.2 Pollution transférée par voie atmosphérique

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

Le GESAMP (1989) s'est livré à un examen des apports atmosphériques de formes chimiques en traces à l'océan mondial et il a récapitulé les données relatives à la mer Méditerranée.

Dans un rapport commun (UNEP/WMO, 1994), le PNUE et l'OMM ont procédé à un examen détaillé de la pollution de la mer Méditerranée transférée par voie atmosphérique pour les composés azotés et sulfurés ainsi que les métaux lourds.

Deux importants projets régionaux ont porté sur les aspects "transfert de polluants par la voie atmosphérique" dans le bassin méditerranéen: DYFAMED (Dynamique et flux atmosphériques en Méditerranée occidentale - France), exclusivement consacré au problème, et l'un des six sous-projets d'EROS-2000 (European-River-Ocean System), un programme lancé par la Commission européenne,

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 le sous-projet précité d'EROS-2000, 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 en majeure partie véhiculés par l'atmosphère. Ces substances, associées à d'autres (comme l'azote) jouent dans les principaux cycles biogéochimiques de la région méditerranéenne un rôle majeur dont on n'a qu'une connaissance encore médiocre.

Le projet DYFAMED a parmi ses grands objectifs l'étude de la dynamique des flux atmosphériques et de leur évolution dans la colonne d'eau. Ses résultats 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 mise en oeuvre) des paramètres à mesurer est la suivante: dans les précipitations - pH, conductivité, sulfates, ammoniac, nitrates, sodium, potassium, magnésium, calcium, chlore, cadmium, plomb, cuivre et zinc; dans l'air - cadmium, plomb, matière particulaire totale, ozone troposphérique. On pourra y ajouter, en temps voulu, le <sup>137</sup>césium, les transuraniens, les PCB, DDT, HCH, PAH et hydrocarbures particulaires, 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 la mesure dans laquelle ils prennent part aux processus biogéochimiques dans la couche mixte. Les relations phase particulaire/phase dissoute des métaux en traces particulaires 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 s'amorcer 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 bien plus bas (plus acide) que 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 rares), comparé les contributions respectives de l'atmosphère et des cours d'eau dans l'apport à la mer de plusieurs contaminants. Ainsi, les apports (par ordre croissant) du <sup>238</sup>plutonium, du phosphore total, du <sup>241</sup>américium, de l'azote total et du <sup>137</sup>césium se font avant tout (pour plus de 50% en moyenne) par rejet fluvial; l'apport d'eau se répartit pratiquement à égalité entre ces deux voies; et les apports (toujours par ordre croissant) du cadmium dissous, du <sup>239-240</sup>plutonium, du cuivre dissous, des particules, du cuivre particulaire, du cadmium particulaire, du plomb particulaire et du plomb dissous se font avant tout (là aussi pour plus de 50%) par l'atmosphère. L'apport du plomb sous les deux formes particulaire et dissoute s'effectue pour plus de 90% par la voie atmosphérique.

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 des points récepteurs au moyen de trajectoires atmosphériques (vent) sur 36 heures, on a pu confirmer le rôle de l'atmosphère et en conclure que les polluants émis dans l'atmosphère de l'intérieur du continent 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 les vents correspondants que l'on a évoqués précédemment en 1.3. Pour le cadmium, en particulier, on a constaté que le golfe du Lion, le golfe de Gênes, le nord de l'Adriatique et la mer Egée sont les zones maritimes les plus touchées par le transfert à longue distance de ce métal émanant des principales sources d'Europe.

Les principales données disponibles pour divers apports atmosphériques à la mer Méditerranée, récapitulées par le GESAMP (1989), concernent presque uniquement le bassin occidental ou même tout au plus sa partie nord-ouest. Les principaux apports sont ceux de silicium, d'aluminium et de minéraux ferreux, soit des dépôts totaux correspondants de 1535, 435 et 360x10<sup>6</sup>kg/an, respectivement. 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 beaucoup plus faible: cuivre ( $2,1 \times 10^6$ kg), cadmium ( $0,5 \times 10^6$ kg) et 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, au moins, le rapport dépôt humide/dépôt sec est d'environ 4:1. En outre, les flux de dépôt atmosphérique sont accrus par les pluies, qui lessivent les aérosols de l'atmosphère.

Ni le GESAMP ni le rapport PNUE/OMS (UNEP/WHO, 1994) ne présentent de données sur le dépôt atmosphérique de mercure. Goldberg (1976) signale 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 au rejet estimatif global 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" très localisés.

L'analyse des nombreux composés organiques de synthèse présents 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, et il dépend ensuite grandement de la taille des particules, ce qui peut retentir fortement 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 une baisse des niveaux 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 total sur la Méditerranée du nord-ouest pour l'alpha-HCH ( $4,3 \times 10^6$ g/an), le gamma-HCH ( $5,6 \times 10^6$ g/an), le sigma-HCH ( $9,9 \times 10^6$ g/an), le sigma-DDT ( $0,3 \times 10^6$ g/an), le sigma-PCB ( $1,7 \times 10^6$ 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 la mer du Nord et de la Baltique mais supérieures à celles du large océanique. 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 et du monoxyde de carbone, des composés organiques volatiles, 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 lieux 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 réaction photochimique due au 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 oppressant ("smog"). En plus des formes de pollution susmentionnées, en certains sites, ce phénomène est dû 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 du dioxyde et monoxyde de carbone, des substances organiques volatiles et des oxydes de soufre; leurs effets sont similaires à ceux décrits ci-dessus.

Il existe quelques autres substances qui jouent un rôle dans la pollution atmosphérique, mais on sait peu de choses à leur sujet. 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 au point 3.6 consacré aux 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  $350 \times 10^6 \text{kg/an}$  de N qui sont ainsi apportés à l'océan par cette voie, contre  $227 \times 10^6 \text{kg/an}$  par les cours d'eau. Cet azote est responsable d'une production primaire "nouvelle" 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). Cependant, en Méditerranée orientale, cette production "nouvelle" est dominée par le flux interne (brassage en profondeur durant l'hiver); de ce fait, l'apport atmosphérique pourrait ne représenter qu'environ 10% de la production "nouvelle", comme il est indiqué pour le bassin occidental.

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 surface 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 être d'une grande importance pour la dispersion des polluants dans l'eau de mer.

Ramade *et al.* (1990), entre autres, ont attiré l'attention sur les effets souvent graves d'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, comme l'illustrent les cas d'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) constitue 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 concourir pleinement aux objectifs précités et à fournir en permanence des données sur la pollution de la Méditerranée; il est exposé dans un document du PAM (UNEP, 1984).

La surveillance continue des polluants affectant le milieu marin de la Méditerranée répond en premier lieu à l'une des prescriptions les plus contraignantes, à court et à long terme, de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles, mais elle prend également en compte des facteurs directement liés à la 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, 18 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, Tunisie et Turquie. Grâce à ces programmes, 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 méditerranéens, de l'Union européenne et d'institutions qualifiées 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 sur eux des évaluations qui, dans certains cas, ont abouti à des propositions de mesures de maîtrise et de réduction de la pollution. 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 - ou MED POL - Phase II (1981-1996) - 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 sur les tendances à long terme.

Les données obtenues dans le cadre du MED POL servent de base à l'analyse du présent "état de santé" de la mer Méditerranée et de l'évolution 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).

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 à l'autre, 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 évolution de la concentration d'un polluant majeur soit avant tout en rapport avec des activités humaines puisque les variations dues aux processus naturels ont plus ou moins atteint un équilibre.

Pour tout milieu ambiant, région écologique, espèce d'organisme marin et site donnés, il est peu probable que les concentrations des principaux polluants se situent en dehors des fourchettes de valeurs communiquées par Jeftic *et al.* (1990) et par le PNUE (UNEP, 1993b). 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 (WHO, 1995).

Non seulement les établissements humains entraînent les problèmes de contamination évoqués

à d'autres parties du présent document, mais ils menacent 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 littorale, dans la mer ou sur la terre proche.

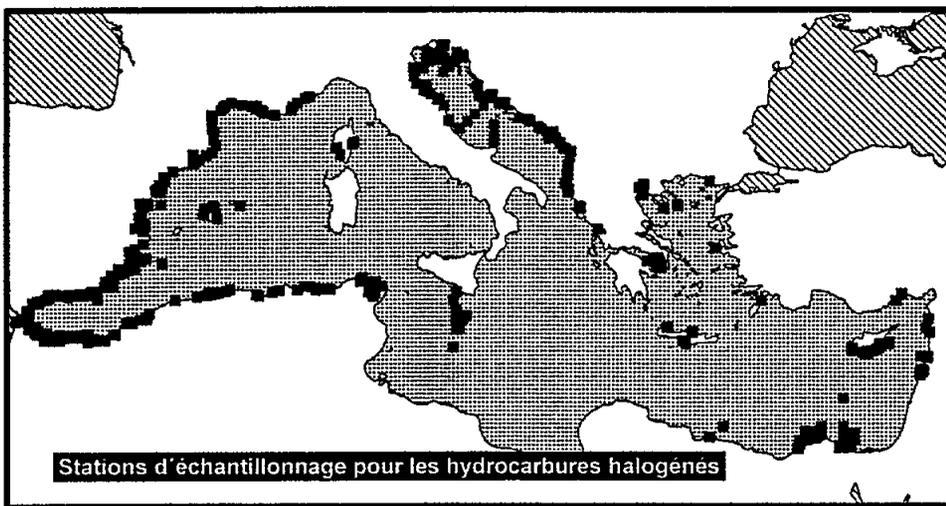
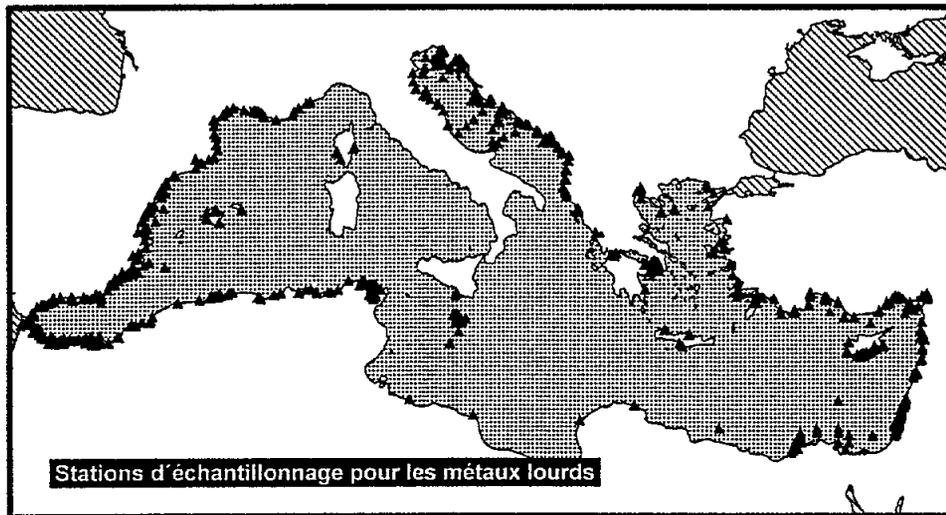
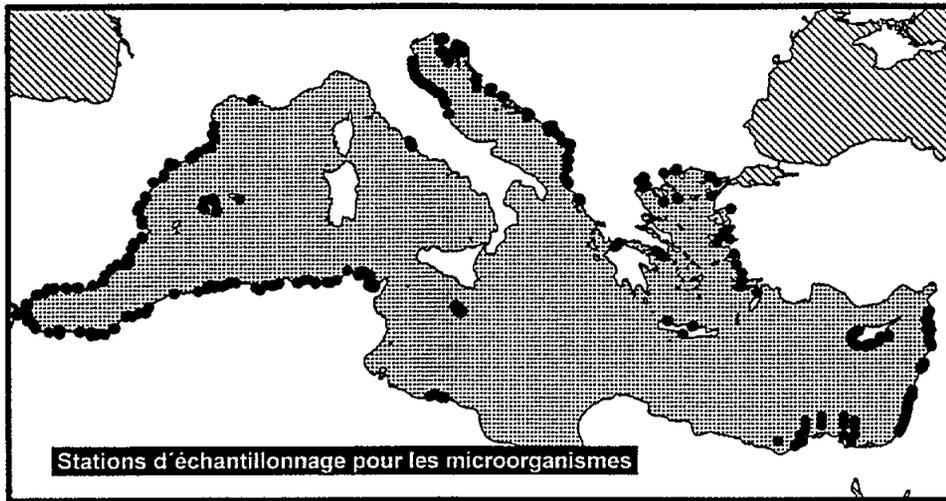
### Métaux en trace (voir encadré page 43)

Au regard du Plan d'action pour la Méditerranée, on a affaire aux principaux métaux traces suivants: cadmium, mercure, plomb, étain, arsenic, cuivre et zinc, les deux derniers étant considérés comme biologiquement indispensables aux organismes. L'arsenic, qui est un métalloïde (autrement dit qui peut former des composés "métalliques" comme le sulfate d'arsenic et "non métalliques" comme l'arsénate de sodium) a des impacts sur l'environnement, et on peut donc le classer dans la présente rubrique.

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 incombe, 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. Jeftic *et al.* (1990) ont apporté des preuves convaincantes de ces efforts.

Les principaux écueils qu'il convient de garder à l'esprit, pour la gestion de l'environnement, sont les suivants.

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 (entre les bassins occidental et oriental, entre zone littorale et zone du large, etc.). En outre, l'exactitude et la précision doivent être maintenues durablement au



UNEP/MEDU

31 mai 1988

Code interne: MEDSTAF.PVJ

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

## METAUX LOURDS

Contrairement à la plupart des polluants organiques, les métaux lourds sont des constituants naturels de l'écorce terrestre qui sont libérés sous l'effet des facteurs d'altération géologiques et de l'érosion, et ils sont avant tout véhiculés jusqu'au milieu marin par les cours d'eau, le ruissellement et le dépôt atmosphérique. Par ailleurs, de nombreux métaux sont essentiels à la vie et ils ne deviennent toxiques que lors d'une exposition excessive des biotes (au delà d'un certain seuil où les effets nocifs se manifestent). Cependant, les activités humaines ont très fortement perturbé les cycles biochimiques et géochimiques ainsi que le bilan matière de plusieurs métaux lourds. Les métaux lourds sont des contaminants stables et rémanents de l'environnement car ils ne peuvent être dégradés ou détruits. Ils ont donc tendance à s'accumuler dans les sols et les sédiments.

Les métaux et leurs composés, inorganiques ou organiques, sont libérés dans l'environnement par toute une série d'activités humaines. Les principales sources anthropiques de métaux lourds sont industrielles et ponctuelles comme les activités extractives en cours et anciennes ainsi que les fonderies, ou diffuses comme les canalisations, les constituants de certains produits, les sous-produits de la combustion, le trafic automobile, etc. Les métaux lourds relativement volatiles et ceux qui se fixent sur les particules véhiculées par l'atmosphère peuvent diffuser sur de très grandes distances. Les métaux lourds transportés par des milieux aqueux et sédimentaires (comme ceux des cours d'eau) entrent dans le cycle biogéochimique côtier normal et sont largement retenus dans les zones du littoral et du plateau continental.

Toute une série de métaux et de composés métalliques se trouvant dans le milieu marin entraînent des risques pour la santé humaine en cas de consommation de produits de la mer dont la teneur en contaminants occasionne une exposition importante. Bien que certains métaux non essentiels ne présentent pas de seuils manifestes d'apparition d'effets, les réactions biologiques aux métaux lourds sont la conséquence directe de l'exposition et sont définies par des relations dose-effet. Ces relations diffèrent de celles qui sont associées à de nombreux contaminants organiques synthétiques et radionucléides pour lesquels il est postulé que le risque d'effets nocifs est proportionnel à l'exposition. Par conséquent, dans le cas des métaux lourds, il s'agit avant tout de limiter l'exposition à des niveaux n'occasionnant pas ces effets nocifs.

En ce qui concerne la Méditerranée, les principaux métaux lourds sont le cadmium, le mercure, le plomb, le chrome, le cuivre et le zinc. Jusqu'à ce jour, dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, des documents d'évaluation ont été établis sur le mercure, le cadmium, le zinc et le cuivre et ils ont servi de base à des mesures antipollution qui ont été approuvées par les Parties contractantes à la Convention de Barcelone. Un état récapitulatif des niveaux de métaux lourds dans le milieu marin est présenté aux pages 41 et 44-48 du présent document, et leurs effets sur la flore et la faune marines sont évoqués aux pages 61-62.

Les niveaux élevés de mercure relevés en Méditerranée au cours des années 1970 ont suscité des inquiétudes légitimes pour la santé publique, mais une étude approfondie a permis d'établir que, dans l'ensemble, la population méditerranéenne n'est pas à risque. En 1985, les Parties contractantes sont convenues de prendre pour référence la dose hebdomadaire admissible provisoire FAO/OMS de 0,3 mg de mercure lorsqu'ils établissent des normes nationales de concentrations maximales dans les produits de la mer, et, en 1987, elles ont adopté une valeur limite de 50 µg/l pour tous les rejets d'effluents

On estime que le bassin méditerranéen, qui n'occupe que 1% de la superficie de la Terre, abrite 65% des réserves mondiales de mercure. Les activités extractives et les usines de chlore et de soude contribuent de manière substantielle à la charge mercurielle du milieu marin. Selon des études anciennes, les apports imputables aux effluents domestiques et industriels étaient estimés à environ 130 tonnes par an. Une quantité appréciable de mercure, similaire à celle qui est d'origine tellurique, doit pénétrer dans la Méditerranée par la voie atmosphérique, mais on ne dispose pas encore d'estimations fiables à ce sujet.

Le cadmium est un métal plus rare de l'écorce terrestre, avec une concentration moyenne d'environ 0,1 mg/kg. Sa production annuelle mondiale est d'environ 18.000 tonnes. Les pays méditerranéens contribuent pour près de 10% à ce montant. La quasi totalité du cadmium est obtenue comme sous-produit du traitement et du raffinage des minerais de zinc, de cuivre et de plomb. En 1989, les Parties contractantes sont convenues d'un ensemble de mesures antipollution, dont l'entrée en vigueur était fixée au 1er janvier 1991, en vue de limiter les rejets de cadmium dans le milieu marin. La valeur limite adoptée est de 0,2 mg de cadmium par litre d'effluent industriel rejeté.

Selon les estimations d'études récentes prenant également en compte les apports atmosphériques et les apports marins par les détroits, un total de 92.400 tonnes de zinc pénètre chaque année dans la Méditerranée. Les apports correspondants de cuivre se montent à 29.000 tonnes par an. En 1996, les Parties contractantes ont adopté un objectif de qualité dans les eaux côtières de 10 µg/l pour le zinc et de 5 µg/l pour le cuivre, ainsi que des valeurs limites respectives de 1,0 et 0,5 mg/l dans tous les rejets d'effluents, sur une base mensuelle.

L'objectif assigné par le Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres, adopté à Washington, est de réduire et/ou d'éliminer les émissions et rejets anthropiques en vue de prévenir, de réduire et/ou éliminer la pollution occasionnée par les métaux lourds.

Il incombe à chaque pays de dresser et mettre à jour des inventaires des principales sources, y compris les sources naturelles, de métaux lourds prioritaires et de leur composés. Ces inventaires permettront d'évaluer les apports et de déterminer les problèmes appelant des mesures. Le Programme mondial de Washington propose notamment les actions suivantes au plan régional:

- encourager les accords régionaux et les plans d'action visant la prévention et l'élimination de la pollution du milieu marin et côtier due aux activités terrestres, amorcer ou poursuivre l'élaboration et la mise en oeuvre de programmes et de mesures de réduction et/ou d'élimination des émissions et rejets de métaux lourds;
- élaborer et mettre en oeuvre des programmes de surveillance continue et des évaluations régulières des niveaux, apports et effets, reposant sur des procédures d'assurance et de contrôle qualité convenues au plan régional et sur des critères d'évaluation harmonisés;
- encourager les Etats à conclure, au niveau des mers régionales, des arrangements en matière de protection du milieu marin et côtier contre la pollution due aux activités terrestres; et
- promouvoir la coopération pour la mise au point de techniques et procédés de production moins polluante.

sein de chaque laboratoire d'analyse. Des exercices d'interétalonnage à des intervalles réguliers sont nécessaires, même si les résultats sont parfois déconcertants; à cet effet, il incombe de préparer soigneusement des normes de référence 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/AIEA (UNEP/IAEA, 1994).

Certains des métaux en traces dans le milieu marin sont sujets non seulement à une mobilisation due aux activités extractives et industrielles de l'homme mais aussi à une mobilisation 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 se produisant dans certains organismes marins (mollusques/crustacés). Les quantités mobilisées par les activités humaines sont souvent faibles par comparaison avec celles qui le sont au cours du cycle biogéochimique normal (le mercure en est un bon 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 dans diverses 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 puits (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 permettraient 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 les documents du PAM (UNEP, 1986), (UNEP/FAO/WHO, 1987), (UNEP/IOC, 1988), (UNEP/FAO/WHO, 1989), Gabrielides *et al.* (1990), Jeftic *et al.* (1990), Alzieu *et al.* (1991), Michel (1992) et (UNEP, 1995b), il existe, pour un élément et un milieu ambiant donnés, des différences considérables entre les résultats communiqués par divers auteurs dignes de foi.

Bien qu'il soit nécessaire de poursuivre une surveillance de routine sérieuse, en affinant sans cesse les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, la première question qui se pose au plan pratique 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 (voir 3.3.2 ci-dessous).

Les sources, les principales voies de cheminement dans l'environnement et les concentrations de métaux en traces relevées dans l'eau de mer, les sédiments et les biotes de la Méditerranée sont récapitulées ci-dessous. Dans l'ensemble, on note que les valeurs dans l'eau de mer ont tendance à diminuer en fonction de la distance à la côte, mais cela pourrait être aussi dû en partie au fait que, à l'exception du nord-ouest de la Méditerranée, la profondeur de l'échantillonnage opéré au large était proche de la surface de la mer. En outre, certains métaux en traces entrent facilement dans de fortes associations stœchiométriques avec des 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 fréquentes dans les eaux proches du littoral.

Les teneurs des sédiments marins sont habituellement bien plus élevées que celles de l'eau de mer et l'on peut admettre qu'elles se situent

dans un réservoir durable à des profondeurs sédimentaires supérieures à 50 cm; en deçà de cette profondeur, il peut se produire une remise en circulation dans l'eau de mer sous l'action des organismes - phénomène dit de bioturbation - ou par activité physicochimique de l'eau interstitielle. Ces processus restent peu connus (à l'exception des études très localisées qui en sont faites).

Les teneurs des 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, dans certains cas, des données sont communiquées pour des sites précis de sous-régions. Les intervalles de variation au sein d'une même sous-région s'approchent parfois de ceux relevés d'une sous-région à l'autre, 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 métaux en traces les plus courants ont pour principales sources primaires et secondaires: les roches (minerais sulfurés avant tout); les activités extractives; le traitement des minerais; la fusion du cuivre, du plomb, du nickel et du zinc; les déchets agricoles, domestiques et industriels; la combustion des combustibles fossiles.

Dans l'environnement, on a affaire aux grandes filières d'apport ci-après: roches (après dégradation par le vent et l'eau) et érosion du sol & cours d'eau & mer; ou ruissellement & cours d'eau & mer; ou (après combustion, traitement métallurgique, activité volcanique) & atmosphère & mer; ou (à partir du ruissellement agricole, des effluents domestiques, industriels, via les émissaires) & mer ou cours d'eau & mer.

S'agissant des teneurs, qui sont exprimées ici en intervalles compris entre la valeur minimale et la valeur maximale observées, il convient de garder à l'esprit qu'elles ont été enregistrées à des sites d'échantillonnage très variés.

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

Les teneurs de l'eau de mer couvrent une large gamme de valeurs (UNEP, 1986; UNEP/FAO/WHO, 1989; Jeftic *et al.*, 1990): eaux du large: 0,004 - 0,06 µg/l (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières: <0,002 - 0,90 µg/l, les valeurs élevées ayant tendance à être en rapport avec des sources voisines (estuaires, exploitations minières littorales).

Les teneurs des sédiments couvrent un intervalle bien plus large: 0,02 - 64 µg/g poids sec.

Les teneurs des biotes couvrent pareillement de larges intervalles (selon les groupes d'organismes considérés) (UNEP, 1986; UNEP/FAO/WHO, 1989): plancton 0,4 - 4,6 µg/g p.s.; crustacés 90 - 490 µg/kg poids humide (ou frais) (p.h.); moule méditerranéenne 5 - 1060 µg/kg p.h.; rouget-barbet 1 - 590 µg/kg p.h.

Le mercure a pour provenances: roches (minerais sulfurés avant tout), dégazage (de mercure élémentaire) de l'écorce terrestre et des océans, volcans, usines de dialyse chlore-soude, industrie pétrochimique et émissaires d'eaux usées.

Jeftic *et al.* (1990) accordent une attention toute particulière au mercure car ce métal a déjà fait, au plan du contrôle alimentaire, l'objet d'une législation dans plusieurs pays méditerranéens. La dose hebdomadaire admissible provisoire FAO/OMS est de 0,3 mg de mercure, dont 0,2 mg au maximum sous forme de méthylmercure. Le MED POL a publié un document sur l'évaluation de la pollution mercurielle (UNEP/FAO/WHO, 1987) et le CAR/PAP a préparé une étude de cas spécifique à la pollution par ce métal dans la baie de Kastela, Croatie (UNEP, 1990a). Dans l'ensemble les émissions anthropiques sont nettement inférieures aux émissions naturelles; on a calculé des rapports de 1:4 à 1:30 à partir de données à vrai dire 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 teneurs du milieu marin de la Méditerranée en mercure total (Hg-T) semblent diminuer dans de nombreuses zones, et il faut en premier lieu l'imputer à l'amélioration des procédures d'analyse et à la plus grande attention prêtée au problème de la contamination des échantillons. Les résultats plus anciens témoignaient de teneurs élevées de l'eau de mer atteignant 140 ng/l dans les eaux du large et 520 ng/l dans les eaux côtières (UNEP/FAO/WHO, 1987; Jeftic *et al.*, 1990). Or, des données plus récentes indiquent que les teneurs des eaux du large ne sont que de quelques nanogrammes par litre et que celles des eaux côtières affectées par des sources polluantes ne dépassent pas 50 ng/l (comme dans la baie de Kastela; voir Horvat *et al.*, 1986). Autrement dit, dans l'ensemble, les niveaux de mercure en mer Méditerranée ne sont pas supérieurs, en moyenne, à ceux relevés en dehors de la région.

Les teneurs des sédiments (toujours en Hg-T) varient en fonction de la distance du point d'échantillonnage à la source et de la fraction du sédiment qui est analysée. Le fait qu'on n'ait pu jusqu'ici normaliser les données, appliquer et interétalonner des techniques standard d'échantillonnage et d'extraction (et notamment pour différentes fractions granulométriques) empêche de procéder à une comparaison et une interprétation valables des résultats. Cependant, dans l'ensemble, on peut retenir comme concentrations de fond 0,05 - 0,10 mg/kg p.h. (UNEP/FAO/WHO, 1987). Les sédiments du large peuvent accuser des concentrations atteignant jusqu'à 1 mg/kg p.s. et dépassant même, dans des zones très polluées, 5 mg/kg p.s. (Jeftic *et al.*, 1990; Gabrielides, 1994).

Les teneurs des biotes en mercure communiquées dans le passé avaient suscité des inquiétudes légitimes quant à leurs incidences possibles sur la santé publique, puisqu'on signalait des concentrations atteignant 7 mg/kg p.h. dans la chair du rouget-barbet (*Mullus barbatus*) prélevé dans la mer Tyrrhénienne. Une étude approfondie a toutefois montré que, d'une manière générale, la population méditerranéenne n'était pas à risque (Gabrielides, 1994). Des données récentes indiquent que les teneurs des biotes en mercure ne dépassent 1 mg/kg p.h. que chez des animaux de grande taille ou des espèces carnivores comme l'espadon et le thon. De fait, l'interquartile (écart compris entre le premier et le troisième quartiles

de la série d'échantillons) calculé d'après la banque de données MED POL est de 0,12 - 0,86 mg/kg p.h. pour tous les poissons, de 0,24 - 0,88 mg/kg pour tous les crustacés et de 0,03 - 0,23 mg/kg p.h. pour la faune benthique (bivalves et gastropodes).

Une proportion importante du mercure présent dans les organismes peut l'être sous forme de méthylmercure; le pourcentage dépend de toute une série de facteurs comme l'espèce, l'âge individuel et le tissu échantillonné. On relève une certaine relation entre la quantité de mercure présente dans les sédiments et celle présente dans les organismes benthiques locaux.

Le plomb a pour provenances: activités extractives; fusion; industrie sidérurgique; production d'alliages; piles/accumulateurs; combustion d'essence au plomb (tétraéthyl de plomb). On a calculé un rapport rejet industriel/rejet domestique de 7:1.

Les teneurs de l'eau de mer couvrent de larges intervalles de valeurs (UNEP, 1986; Jeftic *et al.*, 1990): eaux du large 0,018 - 0,14 µg/l (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières 0,016 - 20,5 µg/l, les valeurs élevées ayant tendance à être en rapport avec des sources polluantes voisines (production de tétraéthyl de plomb et estuaires).

Les teneurs des sédiments couvrent un intervalle beaucoup plus large: 3 - 3300 µg/g p.s.

Les teneurs des biotes couvrent de larges intervalles de valeurs (en fonction des groupes d'organismes considérés; UNEP, 1986): moule méditerranéenne 50 - 16100 µg/kg p.h.; rouget-barbet 23 - 610 µg/kg p.h.

L'étain a pour provenances: 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 principalement sous forme de tributylétain/ TBT et triphénylétain); antihelminthiques; stabilisateurs des PVC; 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 d'apport au milieu marin consiste en la lixiviation à partir des conduites de refroidissement et des coques de navires (yachts en particulier) dans l'eau ambiante.

Les teneurs de l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1989; Gabrielides *et al.*, 1990; Jeftic *et al.*, 1990), dépendant dans une large mesure de la concentration de la source et de la dilution de l'eau fluviale, estuarienne ou marine (marinas, ports, etc.): le plus souvent 100-1000 ng/l; les intervalles les plus étendus sont: <2 - 12.150 ng/l (TBT); <1 - 484 ng/l (DBT); <0,5 - 2.774 ng/l (MBT), bien que ces valeurs soient généralement beaucoup plus élevées dans la microcouche de surface. Alzieu *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 teneurs des 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 - 4.720 (Sn-I).

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

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

Les teneurs de l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (UNEP, 1986; Jeftic *et al.*, 1990; UNEP, 1995b): eaux du large 0,04 - 0,70 µg/l (données récentes et probablement plus fiables); eaux côtières <0,01 - 50 µg/l, les valeurs élevées ayant tendance à être en rapport avec des sources voisines (rejets du Nil, exploitations minières littorales).

Les teneurs des sédiments couvrent un intervalle bien plus large: 0,6 - 1.890 µg/g p.s.

Les teneurs des biotes couvrent pareillement de larges intervalles de valeurs (en fonction des groupes d'organismes considérés; UNEP, 1986; Jeftic *et al.*, 1990; UNEP, 1995b): microplancton 5,9 - 172 µg/g p.s.; macroplancton non gélatineux 12,6 - 71,1 µg/g p.s.; macroplancton gélatineux 2 - 22,4 µg/g p.s.; moule méditerranéenne 2,4 - 154

µg/g p.s.; rouget-barbet 0,0025 - 2,7 µg/g p.h.; algues (*Ulva lactuca*) 2,4 - 154 µg/g p.s.

Le zinc a pour provenances: 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 teneurs de l'eau de mer couvrent un large intervalle de valeurs (UNEP, 1986; Jeftic *et al.*, 1990; UNEP, 1995b): eaux du large 0,24 - 0,56 µg/l; eaux côtières 0,20 - 210,0 µg/l. Le rapport PNUE (UNEP, 1995b) communique un intervalle de 0,016 - 48 µg/l pour une grande variété d'eaux méditerranéennes.

Les teneurs des sédiments couvrent un intervalle bien plus large: 1,7 - 6.200 µg/g p.s.

Les teneurs des biotes couvrent pareillement de larges intervalles (selon les groupes d'organismes considérés; UNEP, 1986; UNEP, 1995b): microplancton 52 - 2.500 µg/g p.s.; macroplancton non gélatineux 37 - 228 µg/g p.s.; macroplancton gélatineux 17 - 312 µg/g p.s.; moule méditerranéenne 12 - 644 µg/g p.s.; rouget-barbet 0,1 - 7,1 µg/g p.h.; algues (*Ulva lactuca*): 33 - 1.549 µg/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 l'utilisation des combustibles fossiles et du traitement des roches phosphatées et de la bauxite (pour l'aluminium).

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

Les teneurs des sédiments couvrent un intervalle bien plus large: des valeurs de 40 µg/g p.s. et d'environ 1.400 µg/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 avec la salinité.

Les teneurs des 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 µg/g p.s.; 6 - 19 µg/g p.s. dans la laitue de mer *Ulva lactuca*; 34 - 40 µg/g p.s. dans *Porphyra umbilicalis*; 9 - 59 µg/g p.s. dans la moule méditerranéenne; 14 - 27 µg/g p.s. dans les huîtres (*Crassostrea gigas*); 3 - 26 µg/g p.s. dans les coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*); 7 - 14 µg/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** (voir encadré page 49)

Les principaux contaminants organohalogénés dans le milieu marin et littoral de la Méditerranée 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 endrine (un stéréo-isomère de la dieldrine) (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991a). La majorité des organohalogénés sont libérés de leurs sources dans l'atmosphère, et en particulier des sols par deux processus possibles appelés "évaporation en mèche" et "déplacement par absorption" (Goldberg, 1976). Ces mécanismes permettent d'expliquer leur vaste distribution dans l'atmosphère et dans divers milieux à distance de leurs sources les plus importantes. 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 à la surface de la mer ou par "entraînement ascendant" des nébulisations marines. Néanmoins, ceux (la plupart) qui sont utilisés dans l'agriculture sont aussi lessivés du sol dans les cours d'eau, puis de là dans la mer, ou ils 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, voire planétaire), 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 (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991a et UNEP/IAEA/FAO, 1992).

L'incertitude analytique assez grande des dosages d'organochlorés dans les échantillons marins et, dans le cas de la Méditerranée, la couverture extrêmement inégale des compartiments environnementaux (air, eau, sédiments, biotes, etc.) et des sites d'échantillonnage rendent hautement problématique l'évaluation des données et des résultats.

Il existe une gamme étendue de teneurs de l'eau de mer, selon le type d'échantillon d'eau (par ex., microcouche de surface, eau de surface, phase dissoute dans l'eau de mer, eau de subsurface) et le 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 par les pluies 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 naturelle.

On relève des teneurs en PCB (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991a et UNEP/IAEA/FAO, 1992) pouvant atteindre 548 ng/l dans l'eau de mer proprement dite et 597 ng/l dans la microcouche de surface.

Les teneurs en PCB des sédiments couvrent un intervalle bien plus large: jusqu'à 16.000 µg/kg p.s., bien que la plupart des minima observés soient inférieurs à 0,1 µg/kg p.s.

Les teneurs en PCB des biotes couvrent

## LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS (POP)

Les polluants organiques persistants (POP) sont, par définition, des composés organiques qui sont extrêmement résistants à la dégradation par des moyens biologiques, photolytiques ou chimiques. Les substances entrant dans cette catégorie de polluants possèdent aussi plusieurs autres caractéristiques: elles sont i) susceptibles de bioaccumulation; ii) toxiques; iii) sujettes au transfert et au dépôt à longue distance ; et iv) probablement dangereuses pour la santé publique ou l'environnement. Elles ont en règle générale une hydrosolubilité faible et une liposolubilité élevée. Seuls quelques composés possèdent toutes les caractéristiques requises pour être rangés dans cette catégorie.

Les principales voies de transfert dans le milieu marin et côtier comprennent le dépôt atmosphérique et le ruissellement, le premier étant de loin le plus important. Comme beaucoup de POP sont relativement volatiles, leur remobilisation et leur redistribution à longue distance par des voies atmosphériques complique souvent l'identification des sources précises en cause. Les POP, même ceux qui ne sont plus en usage, sont presque toujours décelés lors de l'analyse d'échantillons de l'environnement.

Les POP ont été mis en cause dans des effets importants chez des espèces très diverses et à pratiquement tous les niveaux trophiques. De nombreux POP ont été incriminés dans toute une série d'impacts sur l'environnement et d'effets nocifs sur la santé comme des troubles de la reproduction, un dysfonctionnement endocrinien, une immuno-dépression et le cancer. Par ailleurs, une exposition aux POP a été mise en rapport avec la baisse des effectifs de plusieurs espèces de mammifères marins. Cependant, de même que pour de nombreux polluants de l'environnement, il est difficile d'établir un rapport de cause à effet direct entre telle ou telle affection et l'exposition à un POP donné.

Le Conseil d'administration du PNUE, lors de sa réunion de mai 1995, a recensé 12 POP qui réclament une attention toute particulière: PCB, dioxines et furanes, aldrine, dieldrine, DDT, endrine, chlordane, hexachlorobenzène, mirex, toxaphène et heptachlore. Tous ces POP sont des organochlorés de synthèse, dont neuf sont des pesticides utilisés dans les cultures et/ou dans la santé publique pour la lutte contre les vecteurs de maladies. L'hexachlorobenzène est un fongicide mais aussi un sous-produit de la fabrication de certains produits chimiques. Il constitue une impureté notoire dans plusieurs formulations de pesticide.

L'utilisation et/ou la vente des pesticides organochlorés ont été interdites ou limitées dans la plupart des pays méditerranéens depuis le milieu des années 70. Cependant, le DDT est encore utilisé dans la lutte contre les moustiques vecteurs du paludisme dans de nombreux pays du monde.

Les polychlorobiphényles (PCB), qui sont des mélanges d'hydrocarbures chlorés (209 composés possibles), sont produits à des fins industrielles, notamment comme fluides diélectriques dans les transformateurs et gros condensateurs et comme fluides échangeurs thermiques. Aujourd'hui, leur usage est le plus souvent restreint aux circuits fermés.

Les dibenzo-para-dioxines polychlorées (dioxines) et les dibenzofuranes polychlorés (furanes) sont deux groupes de composés tricycliques plans qui ont des structures et propriétés chimiques très voisines. Il existe 75 isomères de position possibles pour les dioxines et 135 pour les furanes. Ni les dioxines ni les furanes ne sont produits dans le commerce et on ne leur connaît pas d'utilisation. Ce sont des impuretés obtenues lors de la production d'autres produits chimiques. Les dioxines peuvent être libérées dans l'environnement lors de la production de pesticides et autres substances chlorées. Les furanes sont un contaminant majeur des PCB. L'une et l'autre catégories de produits sont associées à diverses réactions d'incinération ainsi qu'à la synthèse et à l'utilisation de toute une série de produits chimiques. Des dioxines et des furanes ont été décelés dans les émissions provenant de l'incinération de déchets hospitaliers, de déchets municipaux, de déchets dangereux, dans les émissions de véhicules et lors de la combustion de charbon, de tourbe et de bois.

La plupart des POP font l'objet d'une surveillance systématique dans la région méditerranéenne. Les niveaux les plus courants sont indiqués aux pages 48 et 50 du présent document. A la suite de l'établissement de documents d'évaluation pertinents, les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont adopté en 1989 des mesures communes de lutte contre la pollution par les composés organohalogénés. Ces mesures comprenaient, pour l'essentiel, un objectif de qualité de l'environnement de 25 ng/l pour le DDT total dans les eaux côtières dont l'entrée en vigueur était fixée au 1er janvier 1991. En 1989, les Parties contractantes sont également convenues de promouvoir des mesures pour réduire les apports dans le milieu marin et de faciliter l'élimination progressive d'ici à l'an 2005 des composés organophosphorés dangereux pour la santé publique et l'environnement. Elles ont également adopté des restrictions à l'utilisation des peintures antisalissures contenant du TBT. En 1993, elles ont recommandé la réduction et l'élimination progressive, avant 2005, des apports au milieu marin des substances toxiques, persistantes et bioaccumulatives énumérées dans le Protocole "tellurique", en particulier les composés organohalogénés possédant ces caractéristiques. Cette décision a été réaffirmée dans la Résolution de Barcelone de 1995.

Douze POP sont expressément mentionnés dans le Protocole "tellurique" tel qu'il a été modifié en mars 1996. Selon l'article 5 et l'annexe I, les Parties s'engagent à éliminer la pollution résultant de sources et activités situées à terre, et en particulier d'éliminer progressivement les apports de substances qui sont toxiques, persistantes et susceptibles de bioaccumulation, en accordant la priorité aux organohalogénés et plus particulièrement aux 12 POP précités.

Les POP sont également inclus dans le Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (Washington 1995). L'objectif assigné consiste à

- réduire et/ou éliminer les émissions et rejets de POP qui risquent de s'accumuler à des niveaux dangereux dans le milieu marin et littoral;
- se consacrer sans délai à la découverte et à la mise sur le marché de substituts aux produits chimiques qui posent souvent des problèmes excessifs et par ailleurs incontrôlables pour la santé publique et l'environnement;
- recourir à des procédés de production moins polluants, et notamment aux meilleures techniques disponibles pour réduire et/ou éliminer les sous-produits dangereux (dioxines, furanes, hexachlorobenzène, PAH, etc.) associés à la production,

pareillement de larges intervalles (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991a et UNEP/IAEA/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 µg/kg p.h., bien que la plupart des minima observés soient inférieurs à 0,1 µg/kg p.s.; les plus fortes concentrations 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 les moustiques vecteurs du paludisme. 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. Son emploi est interdit en Europe mais reste autorisé 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 les PCB, le DDT présente les plus fortes concentrations 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) est avant tout un 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. Ses concentrations peuvent s'accroître dans les milieux aquatiques de la même manière que pour 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 dichlorphène. Le document du PAM (UNEP/IAEA/FAO, 1992) souligne cependant qu'ils ne constituent qu'une proportion réduite de l'ensemble des pesticides utilisés dans l'agriculture.

## **Herbicides agricoles polaires**

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

La principale voie de transfert du premier groupe est le lessivage des terres agricoles jusqu'aux cours d'eau, et de là jusqu'aux estuaires et à 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. Le bassin méditerranéen drainant de vastes zones agricoles, comme celles des vallées de l'Ebre, du Rhône, du Pô et du Nil, présente probablement d'importantes concentrations de ces composés polaires, mais peu d'études spécifiques leur ont été consacrées.

Les teneurs relevées dans neuf cours d'eau, deux golfes de Grèce et dans la mer Adriatique Nord sont communiquées par Readman *et al.* (1993a). Elles sont <1,5 µg/l et habituellement <<1,5 µg/l. Ces produits 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 µg/g p.s. et habituellement <<5 µg/g p.s. (Readman *et al.*, 1993a). Dans l'ensemble, les concentrations diminuent vers le large.

Les niveaux des eaux littorales de la Côte d'Azur en triazines sont en rapport étroit avec des sources proches (marinas, ports) et varient de <5

à 280 ng/l; les valeurs dans les ports de commerce ont tendance à être inférieures à celles des marinas (Readman *et al.*, 1993b).

### Composés organophosphorés

Ce sont des composés organiques de synthèse; 58 d'entre eux sont utilisés comme pesticides et 13 autres servent à des usages non pesticides (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991b); 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, nématocides, antihelminthiques, fongicides, et herbicides, et dans l'industrie 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 présentent une très forte toxicité. Les données sur leurs niveaux dans le milieu marin méditerranéen sont très rares. La plupart des recherches menées sur les OP portent sur leur toxicité (UNEP/FAO/WHO/IAEA, 1991b).

### Hydrocarbures de pétrole

Hydrocarbures de pétrole et pétrole brut. Les informations disponibles sur leurs 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 (UNEP/IOC, 1988).

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

Les teneurs de l'eau de mer en hydrocarbures dissous/dispersés varient de 0 µg/l à 5 µg/l, avec de rares valeurs dépassant 10 µg/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 g/m<sup>2</sup> à 130

g/m<sup>2</sup> et sur les plages de 0,2 g à 4.388 g/m (ou mètre linéaire de toute la longueur du bord de plage). Il existe des indices d'une réduction de ces concentrations 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 un document du PAM (UNEP/IOC, 1988), et l'on s'efforce d'y chiffrer le bilan matière. Exprimé en quantités annuelles (x 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 (floculant superficiel) et 120 (combiné)
- organismes: 0,220
- atmosphère: 155

Les huiles lubrifiantes, bien qu'elles soient obtenues à partir 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 familier - comme lubrifiant moteur et machine - elles sont aussi utilisées comme fluides de refroidissement (huiles et émulsions huile-eau) dans divers procédés métallurgiques, dans les transformateurs, le traitement du caoutchouc, la filature et la transmission du gaz naturel (UNEP, 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, agents antioxydants et antirouille. De plus, certains composés comme les PAH sont extraits par solvant lors des opérations de transformation.

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 critères comme le nombre de véhicules en circulation, les quantités traitées dans les réseaux d'élimination de déchets municipaux, etc. (UNEP, 1989). Les principales difficultés soulevées par les études de cet ordre sont la distinction entre huiles lubrifiantes et hydrocarbures dans le milieu marin et la dispersion

des sources en cause 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 transférés avant tout à la mer par les aérosols; certains sont cancérigènes et, dans ce cas, ils sont aussi généralement mutagènes (UNEP/WHO, 1995 et WHO/UNEP, 1990).

Peu de données sont disponibles sur les niveaux de PAH dans le milieu marin. L'intervalle des valeurs relevées dans des moules de la côte Ligure, pour huit PAH, se situe entre 0 ng/g (pour trois PAH) et 80,24 ng/g (pour le fluoranthène), apparemment sur la base du poids humide, car d'autres données communiquées dans l'évaluation du PAM (UNEP/WHO, 1995) pour la mer Ligure concernant *Mytilus* 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.

Les teneurs des sédiments du delta de l'Ebre varient de 0,2 à 36,5 ng/g p.s., et de 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, physique et médecine nucléaires, 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 (UNEP/IAEA, 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 (<sup>106</sup>ruthénium, <sup>144</sup>cérium), la forme chimique 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, a fait l'objet d'une évaluation (UNEP/IAEA, 1992).

Ainsi, en Méditerranée occidentale, la réserve de <sup>137</sup>césium 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 <sup>137</sup>césium supérieures aux concentrations de fond naturelles dans la masse d'eau intermédiaire du bassin Levantin. Par contre, l'élément transuranien <sup>239</sup>plutonium associé à cette masse d'eau reste stable. Le pic de <sup>137</sup>césium peut servir de traceur de la masse d'eau intermédiaire du bassin Levantin en Méditerranée occidentale.

Le taux actuel d'élimination du <sup>239</sup>plutonium au delà des 1000 premiers mètres de profondeur de la Méditerranée occidentale est estimé de 2 à 4,5% de la réserve annuelle stable. Par conséquent, la répartition verticale de <sup>239</sup>plutonium pourrait être un traceur précieux du transfert vertical des particules jusqu'aux eaux profondes.

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

Les risques sanitaires dus aux organismes pathogènes dans le milieu marin de la Méditerranée ont été récapitulés dans les évaluations du PAM (UNEP/WHO, 1991) et de l'OMS (WHO, 1995). 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 (principalement des genres *Candida*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Fusarium* et *Rhizopus*); des microparasites (des genres *Entamoeba*, *Giardia*, *Balantidium* et *Nægleria*); 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. Dans le contexte actuel, les rejets les plus préoccupants sont ceux qui sont effectués directement dans le milieu marin côtier; bien qu'ils ne soient pas à négliger, les rejets dans les cours d'eau peuvent subir une modification importante avant d'atteindre la mer (au point de vue de la concentration en microorganismes, de la toxicité, etc.).

On connaît mal le devenir dans la mer des microorganismes non marins susmentionnés, 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, retiennent sur la survie des organismes pathogènes qui y sont présents. La floculation de cellules microbiennes et leur sédimentation ultérieure peuvent également être importantes et expliquer qu'elles présentent des concentrations plus élevées 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 à dénombrer les bactéries coliformes, fécales et non fécales, ce qui explique pourquoi on possède si peu de connaissances sur les organismes pathogènes non bactériens (WHO, 1994).

On a enregistré ces dernières années une très nette amélioration de la qualité des eaux de baignade côtières dans le bassin méditerranéen si l'on en juge par les données CEE (CEC, 1993a) communiquées pour l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce, les taux de qualité acceptable des eaux

de baignade aux stations balnéaires de ces pays étant, pour l'année 1992, de 74%, 87%, 92% et 97% respectivement (WHO, 1995). Cependant, un certain nombre d'autres pays, notamment l'Albanie, l'Algérie, la Croatie, Chypre, l'Égypte, Israël, Malte, le Maroc, la Syrie, la Tunisie et la Turquie, ont également, ces dernières années, instauré une surveillance continue de leurs eaux de baignade 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 d'une demande croissante de la qualité de l'eau de baignade de la part des populations de touristes et de résidents (voir encadré, page 55). On prête désormais aussi davantage d'attention au sable des plages puisque celui-ci peut être contaminé par certains organismes pathogènes et être ingéré par les personnes qui fréquentent ces plages (notamment les enfants).

Les effets sur l'homme et sur les principaux organismes marins sont évoqués à la prochaine section, mais on a aussi affaire à 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 à des fins commerciales en raison de la concentration de ces espèces dans les aires de conchyliculture, lesquelles sont souvent situées à proximité de leur principal débouché (populations urbaines côtières, ce qui implique d'importantes sources de contamination comme les émissaires d'eaux usées). Ainsi, la qualité des mollusques/crustacés et de l'eau dans laquelle ils sont cultivés a suscité les préoccupations les plus vives (UNEP, 1987c; UNEP, 1991b).

Les résultats d'une étude MED POL (1976-1981) indiquent que, si une majorité des sites échantillonnés (de 47 à 86%, toutes données regroupées) présentaient une qualité d'eau satisfaisante, un petit nombre d'entre elles (de 0 à 21%, toutes données regroupées) témoignaient d'une qualité satisfaisante des mollusques/crustacés (selon les critères retenus dans le projet et sans épuration des mollusques/crustacés dans de l'eau de mer propre). Il est probable que, en raison de la demande accrue de qualité des aliments de la part des populations de touristes et de résidents, 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 rares (UNEP, 1994e). Une étude pilote de surveillance réalisée en 1992 a permis d'obtenir quelques données sur les niveaux de détergents anioniques. Dans l'eau de mer, les teneurs 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 est restée circonscrite à quelques zones côtières et les résultats ne permettent pas d'en tirer une indication valable sur la situation régnant 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

Il n'est pas facile de quantifier dans le milieu marin un polluant aussi hétérogène; ce sont les substances artificielles persistantes, à savoir les matières synthétiques et plastiques, qui suscitent les plus vives inquiétudes. Les sources, apports et répartition des détritiques sont récapitulés dans l'évaluation du PAM (UNEP/IOC/FAO, 1991). Les résultats d'une enquête menée dans treize pays méditerranéens sont communiqués par Gabrielides *et al.* (1991).

Les principaux constituants des détritiques présents sur le littoral sont, par importance quantitative décroissante: 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 caractérisée 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).

Les détritiques qui flottent le font en raison non seulement de leur densité (par ex., le bois, le polystyrène) mais aussi de leur forme (bouteilles et canettes vides, etc.).

Les détritiques du fond de la mer comprennent surtout des objets en métal, en bois imprégné d'eau, en verre, des engins de pêche, certains plastiques (feuilles, sacs, récipients).

Les principales sources de ces détritiques sont les activités domestiques et industrielles, et les principales filières sont le rejet direct dans la mer ou l'élimination dans des décharges côtières; le public fréquentant les plages y abandonne aussi des quantités importantes; les navires, notamment les long-courriers, peuvent aussi immerger directement leurs ordures dans la mer. Il est manifestement très difficile de préciser les sources dans les cas où plusieurs de celles-ci sont en cause. On doit habituellement avoir recours à des études par déduction. Plusieurs de ces études sont signalées dans l'évaluation précitée (UNEP/IOC/FAO, 1991). Etant donné les fluctuations importantes de la composition des détritiques en fonction de l'emplacement et de l'époque et l'intérêt relatif d'un comptage ou d'une pesée des objets, les comparaisons intrarégionales sont d'une valeur douteuse, mais le bassin méditerranéen, étant une mer semi-fermée, semble présenter un volume de détritiques 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 se 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

## LA POLLUTION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX DE BAINNADE

Le bassin méditerranéen peut être tenu pour un exemple type des problèmes de pollution du littoral affectant les zones de loisirs et de la difficulté qu'il y a à assurer une sécurité suffisante et à obtenir une cohésion et une harmonisation entre 19 pays qui, bien que se trouvant à un stade variable de développement socio-économique, connaissent en pratique, dans l'ensemble du moins, les mêmes conditions écologiques.

Le tourisme national et international de la région a un caractère estival très prononcé, et la mer représente la principale valeur d'agrément pour les populations de résidents et de visiteurs. Il s'ensuit que, pendant la période estivale, la plupart des plages, et notamment celles qui sont situées à proximité des villes et des centres touristiques, subissent une surfréquentation. Le climat généralement chaud, avec une température assez élevée de l'eau, incite à séjourner davantage sur la plage et dans la mer. L'estivant est donc soumis à une exposition plus longue à l'eau de mer que dans une région au climat plus tempéré. En dehors de la pollution de la mer elle-même, il faut aussi prendre en compte l'hétérogénéité du public qui fréquente ces plages.

Toutes les maladies se propageant parmi les populations humaines par la voie fécale/orale et dont les agents pathogènes sont éliminés dans les fèces de sujets atteints ou porteurs sont susceptibles d'être contractées lors de la nage ou de la baignade dans des eaux polluées par des eaux usées. Les cas signalés comprennent aussi bien des maladies bactériennes comme la salmonellose (fièvres typhoïde et paratyphoïde), la shigellose (dysenterie amibienne), le choléra, que des maladies virales comme l'hépatite infectieuse, des affections dues à plusieurs entérovirus, la gastro-entérite (causée par divers virus et bactéries) et un certain nombre de maladies dues à des parasites comme le protozoaire responsable de la dysenterie amibienne. Par ailleurs, nombre d'affections et de troubles atteignant les yeux, les oreilles, la peau et les voies aériennes supérieures ont été également mises en rapport avec la baignade.

Au plan des risques sanitaires, cette situation résultait précédemment, dans une large mesure, du fait que plus de 90% des eaux usées municipales étaient rejetées à la mer proche du rivage par des émissaires, et ce à l'état brut, non traité, et bien souvent au voisinage immédiat de plages très fréquentées. Bien qu'à cet égard la situation se soit considérablement améliorée ces dernières années, des problèmes n'en continuent pas moins à se poser dans nombre de zones.

Les pays du bassin méditerranéen, à la suite de l'adoption du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique, ont, dès 1985, approuvé des mesures communes prescrivant des normes et critères pour la protection des eaux de baignade contre la pollution microbiologique. En outre, les quatre pays méditerranéens qui sont membres de l'Union européenne sont également liés par des directives CEE pertinentes.

Conformément à la pratique qui a cours au plan international, les normes de qualité pour les eaux à usage récréatif en Méditerranée reposent sur des concentrations admissibles d'organismes indicateurs bactériens (comme les coliformes fécaux, complétés par les streptocoques fécaux) et, dans certains cas, d'agents pathogènes comme les salmonelles et les entérovirus.

Selon les données soumises au programme MED POL, la qualité des eaux de baignade des pays du bassin méditerranéen a enregistré une évolution favorable ces dernières années. Le nombre de stations surveillées n'a cessé d'augmenter année après année, passant d'environ 400 en 1985 (pays de l'UE non compris) à plus de 10 000 en 1994 (pays de l'UE compris). La conformité des pays hors EU à la fréquence d'échantillonnage prescrite a évolué de 30% en 1985 à 76,1% en 1990, avec une fréquence globale moyenne de 61,1% sur la période 1983-1992, tandis que le pourcentage de stations satisfaisant aux normes de coliformes a varié de 94,1% en 1983 à 69,1% en 1992, soit une conformité globale moyenne de 85,7%. Si ce taux de conformité peut paraître assez élevé au plan purement microbiologique, les pourcentages en question sont entachés du fait qu'une proportion importante des stations n'ont pas été surveillées à la même fréquence. Sur la base des zones de baignade recensées des pays de l'UE, il ressort que le taux de stations satisfaisant aux normes de coliformes impératives a varié entre 89,1 et 89,9%, soit une moyenne de 89,5%.

Le recours croissant à la mer pour les loisirs, associé à l'essor du tourisme international, a conduit les responsables sanitaires à se préoccuper vivement des risques effectifs ou potentiels auxquels sont exposés les baigneurs dans les zones polluées par les eaux usées. Les mesures prises pour répondre à la situation ont comporté deux aspects: réduction de la pollution à la source, chaque fois que c'était possible, en aménageant des stations d'épuration et/ou des émissaires sous-marins qui déversent plus au large les effluents d'eaux usées; élaboration et mise en vigueur effective de critères et normes de qualité pour les eaux à usage récréatif afin de garantir, autant que possible, que les zones de loisirs ne présentent aucun risque sanitaire qui résulterait d'une pollution par les eaux usées. Il va de soi que ces deux approches sont intimement liées; quant à la conception et le choix de l'emplacement des stations d'épuration et des émissaires, ils dépendent des conditions propres à chaque zone. De même, les critères et normes de qualité de l'eau doivent se baser sur des données épidémiologiques solides s'il s'agit de protéger la santé de groupes de population exposés.

Le programme MED POL, grâce à sa coopération avec le Bureau régional pour l'Europe de l'OMS, comporte un volet sanitaire plus efficace qu'il ne l'a jamais été dans le passé. L'accent est mis sur la mise en place et le renforcement de programmes nationaux de surveillance régulière des sources de pollution et des eaux à usage récréatif. Les activités de recherche à l'appui de cette surveillance comprennent des études sur la méthodologie microbiologique, notamment pour l'analyse de l'eau de mer, la mise au point d'une méthodologie commune, des études sur la survie et l'adaptation des agents pathogènes dans le milieu marin, sur les relations entre indicateurs pathogènes, des enquêtes épidémiologiques visant à établir la relation entre la qualité des eaux à usage récréatif et les effets sanitaires parmi des groupes de population exposés, des études sur les polluants mutagènes et cancérogènes. L'application progressive du Protocole relatif à la pollution d'origine tellurique, sous sa forme récemment modifiée, comporte l'élaboration et la mise en oeuvre de plans d'action et programmes nationaux et régionaux, le renforcement des systèmes d'inspection existants de manière à s'assurer de la conformité effective aux autorisations et aux règlements, et l'application des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales, et notamment des technologies propres, en vue de réduire au minimum la pollution à la source.

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 (UNEP, 1987d). On en distingue deux groupes: 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, d'une inertie notoire au plan physiologique. 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 concentrations relevées dans l'environnement. Néanmoins, les organosiliciés chlorés peuvent produire de l'acide chlorhydrique lors de leur dégradation (au niveau des membranes humides, par exemple), et c'est pourquoi ils peuvent occasionner une irritation chez l'homme.

Bien que les fluorures ne soient par eux-mêmes et aux niveaux habituellement relevés des polluants importants de l'environnement, leur concentration résultant du traitement de la bauxite pour la production d'aluminium est suffisamment élevée pour qu'ils aient un effet désastreux sur la végétation à proximité de l'usine en cause; heureusement sans doute, des usines de ce type sont rares dans la région.

Il existe d'importantes industries du cuir en Espagne, en Israël, en Turquie, en Grèce et en Egypte; elles entraînent l'émission de résidus à base de sels de chrome et d'odeurs. Elles présentent donc un certain danger pour les ressources biologiques situées à proximité, mais elles réduisent aussi considérablement les valeurs d'agrément des zones où elles sont implantées; elles sont généralement incompatibles avec le tourisme et les loisirs.

### **Eléments nutritifs**

Bien que les éléments nutritifs (notamment l'azote et le phosphore) ne soient pas des polluants, ils peuvent, à des concentrations exceptionnellement élevées dans l'eau de mer, avoir des effets considérables (examinés en 3.3.2 sous la rubrique **Eléments nutritifs et eutrophisation**); quelques données régionales sont disponibles sur leurs concentrations dans le milieu marin de la Méditerranée.

A cet égard, il convient de s'attacher avant tout au transfert d'éléments nutritifs du système terrestre aux systèmes marin et dulçaquicole, et notamment au flux de phosphore se produisant le plus souvent à sens unique des compartiments terrestres aux compartiments aquatiques de l'environnement. Sous ses diverses formes, le phosphore est un élément capital d'apport potentiellement restreint dans l'agriculture intensive et un constituant important des déchets domestiques et industriels pour lequel, à la différence des composés azotés, la voie de transfert dans l'environnement est en grande partie aquatique. On estime que les activités humaines ont multiplié environ par cinq les apports fluviaux d'azote aux océans et par quatre les apports de phosphore; pour l'heure, on ne peut que postuler que ces multiplications d'apport respectives se produisent également en 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), contre une production globale d'environ 0,4 Tmol de phosphore (sous forme d'engrais phosphatés) et d'environ 0,03 Tmol (sous forme de détergents phosphatés).

Selon Polat et Tugrul (1995), la mer Egée reçoit chaque année de la mer Noire 11.000 tonnes de phosphore (P total) et 180.000 tonnes d'azote (N total); ces apports sont comparables aux apports totaux d'origine tellurique à la Méditerranée Nord-Ouest (Yilmaz *et al.*, 1995).

### **3.3.2 Effets de la pollution marine**

#### **Observations d'ordre général**

Les effets de la pollution marine sur les organismes marins étaient classiquement rapportés aux concentrations de contaminants

dans le matériel biotique et ce que l'on recherchait avant tout était de mesurer ces concentrations. On adopte désormais une démarche plus ouverte comportant la mesure de toute une série de paramètres génétiques, biochimiques, physiologiques et écologiques des changements biologiques, ces derniers pouvant, grâce aux biomarqueurs, fournir des renseignements sur l'exposition aux contaminants et parfois sur les effets. Si l'on ne relève pas de changements dans les biomarqueurs, organismes ou structures des communautés, on est alors fondé à ne pas poursuivre les investigations sur l'éventualité d'une pollution (UNEP, 1993b).

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 le rythme de croissance, la mortalité naturelle, une diminution des réactions comportementales, etc., au niveau de l'individu, ou les effectifs et la composition des communautés au niveau d'une population. Comme de nombreux animaux, notamment les organismes filtreurs, accumulent des produits chimiques à partir du milieu (eau de mer, sédiments, aliments), ils peuvent fournir un signal d'alarme précoce de 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 allons maintenant procéder à quelques observations d'ordre général sur les effets des polluants dans le milieu marin, après quoi des exemples concrets seront fournis selon le même ordre de rubriques que pour l'examen des niveaux de polluants (3.3.1).

Comme on l'a déjà noté, une proportion importante des rejets dans la mer Méditerranée proviennent de l'agriculture, notamment par suite d'un épandage excessif d'engrais et d'un 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 - les produits tirés du poisson qui servent à nourrir

le bétail - si bien qu'on a affaire à une dérivation du cycle des éléments nutritifs. Plusieurs des problèmes soulevés par les effets des engrais agricoles, notamment en ce qui concerne l'azote, ont été étudiés par Clarholm *et al.* (1988).

Le rejet de déchets riches en éléments nutritifs dans des mers par ailleurs oligotrophes comme la Méditerranée, s'il est modéré et si l'on peut exclure une contamination par des déchets toxiques, peut même stimuler la production de ressources biologiques telles que celles qui ont un intérêt halieutique. Mais cet enrichissement et le déséquilibre en éléments nutritifs peuvent aussi être à l'origine de proliférations anormales et denses de phytoplancton, lesquelles, en se décomposant, provoquent des désagréments esthétiques à proximité des points de rejet avec des incidences fâcheuses sur des activités côtières comme le tourisme; la mer Adriatique offre un bon exemple du phénomène (UNEP, 1994f). Il se produit alors une adaptation de l'écosystème aux contraintes biologiques exercées par le milieu modifié, et les constituants de ce nouvel écosystème adapté à des conditions eutrophes sont rarement de ceux qui se prêtent à une exploitation par l'homme.

Les enseignements tirés de la Méditerranée - une 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 de systèmes marins qui présentent initialement 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 commerciale, mais ce faisant au détriment de poissons et crustacés habitant les fonds et qui sont, eux, d'une plus grande valeur. Des charges accrues d'éléments nutritifs dans le ruissellement d'eaux douces gagnant une mer semi-fermée 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

nutritifs et autres composés dans la mer peuvent être à l'origine d'une intoxication paralytique par les fruits de mer et d'autres effets nocifs sur la santé (ICES, 1992b; UNEP, 1995c), nécessitant l'interdiction temporaire à la vente des produits contaminés. Des eaux usées non traitées peuvent entraîner un risque de contamination virale des mollusques/crustacés et donc de morbidité chez l'homme. Il convient de signaler que, dans le cas d'un traitement primaire des déchets, les incidences des éléments nutritifs des déversements d'eaux usées restent les mêmes. L'excès de fertilisation qui en résulte peut 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 de renouvellement de ses eaux qui pourrait être compris entre 80 et 300 ans, permet aux éléments nutritifs et aux matières toxiques de s'accumuler rapidement, ce qui devrait entraîner progressivement 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 son aire de répartition; ces impacts peuvent résulter 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: i) les changements (turbidité, appauvrissement en oxygène, contamination chimique, etc.) provoqués dans l'eau qui altèrent sa valeur comme milieu de séjour des espèces animales et milieu voué aux loisirs et à d'autres utilisations par l'homme; ii) les changements (floculation, appauvrissement en oxygène, contamination chimique) provoqués dans les sédiments du fond de la mer qui altèrent leur valeur comme habitat des organismes marins, notamment ceux d'intérêt économique; iii) les changements (altération, intoxication/toxicité, inhibition de la croissance/développement) provoqués dans les organismes marins de valeur

économique ou écologique pour l'homme; iv) les changements provoqués chez l'homme par la consommation d'organismes marins altérés, par la baignade dans des eaux contaminées et l'inhalation d'un air marin vicié.

Il peut également se produire certains effets bénéfiques de la contamination, mais ils sont rarement l'objet de recherches environnementales.

Plusieurs des paramètres rendant compte des effets sur l'environnement ne peuvent cependant pas être 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 décelables; 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 similaires, ce qui permet de procéder à l'évaluation du risque pour la santé publique.

La très grande diversité des effets observés ne peut être que très sommairement récapitulée ici; la plupart des documents cités en 3.3.1 ci-dessus précisent les effets les plus notoires des contaminants marins, quand ils sont bien établis, mais cela ne signifie pas que de tels effets se produisent effectivement en Méditerranée: seules des études de cas spécifiques permettent 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 (UNEP/WHO, 1991a, 1991b).

Un certain nombre de maladies gastro-intestinales ont été, sous réserve de confirmation, associées à la baignade dans les eaux polluées, dont certaines seraient d'origine bactérienne. Par ailleurs, plusieurs affections et troubles affectant la peau, les oreilles, les yeux et les voies

respiratoires supérieures ont été également associés à la baignade (WHO, 1995).

Hormis celles qui sont associées à des agents pathogènes ayant une dose infectante relativement faible, les maladies touchant l'appareil gastro-intestinal sont beaucoup plus facilement contractées chez l'homme par la consommation d'aliments crus ou partiellement cuits, 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 de la nature 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 consommant des produits de la mer plus de deux à trois fois par semaine, bien qu'il varie selon le type de l'aliment marin concerné, la concentration du polluant et le terrain individuel du 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 absorbés par la mer est en mesure d'avoir des effets néfastes sur les pêcheries côtières en général. Cependant, il n'est pas toujours certain que le poisson (d'intérêt

économique/halieuistique) 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 halieuistiques côtiers.

L'exploitation extractive du fond de la mer, si elle devient étendue, et notamment si une partie du traitement industriel est effectué en mer, peut devenir une cause importante de dégradation 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 mais 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 frayères des poissons démersaux et autres; elles entravent également la pêche au chalut et d'autres techniques de pêche en eau profonde; cependant, ces effets ne se prolongent guère une fois que l'exploitation minière du fond de la mer a cessé.

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 sur place 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 donc 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 constituer l'une des facteurs de réchauffement de la planète.

Les oxydes de soufre et d'azote qui sont émis par les centrales thermiques, par la plupart des 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 - qui créent des problèmes désormais familiers comme l'engluement dans le goudron d'animaux marins - notamment des oiseaux et des mammifères marins - ainsi que 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 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, selon le site - recevant ces effluents. Les eaux d'écoulement provenant des mines de charbon peuvent avoir des effets comparables sur les masses d'eau souterraines.

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 si, par exemple, on laisse ces cendres être lessivées par les pluies.

Une autre forme de déchets particulièrement liée à la production et à la transformation de l'énergie est la chaleur émanant du 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, entraînant des modifications de l'écosystème préexistant qui revêtent souvent - mais pas toujours - l'aspect

d'une détérioration.

L'aquaculture ou la mariculture intensives 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 des sites retenus pour ce genre d'activité les rendaient au premier abord idoines. 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 sauvages de pêche.

Le rejet dans l'environnement et la concentration ultérieure 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 pêche.

Dans les zones d'exploitation pétrolière, une fois que la phase de forage est achevée et que les plate-formes de production sont en place, la pêche n'est susceptible d'être sérieusement perturbée que si ces plate-formes sont étroitement juxtaposées, auquel cas une superficie importante du fond de la mer se trouve condamnée pour cette activité; cependant, ces "parcs de plate-formes" peuvent aussi constituer un refuge pour le poisson et accroître en fin de compte le recrutement du stock pêché. Les accidents survenant sur les plate-formes et comportant le déversement de grosses quantités d'hydrocarbures dans la mer peuvent avoir des effets fâcheux sur les 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 populations ou d'écosystèmes entiers; morbidité accrue; détérioration de la qualité des produits de la mer; baisse des taux de croissance. Les mers et les masses d'eau entourées par des 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, et bien que ces effets appellent un contrôle beaucoup plus rigoureux, des pressions s'exercent pour que le milieu aquatique continue à servir à l'élimination des déchets en

raison des prévisions de croissance démographique 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.

L'utilisation inconsidérée des cours d'eau et des estuaires pour le rejet d'éléments nutritifs et de composés toxiques a des effets très néfastes sur des habitats marins vulnérables, 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 nocifs sur les espèces diadromes (comme le saumon, l'anguille, l'alose). Les effets d'une gestion inadéquate des sols du bassin versant sur l'envasement des zones côtières et estuariennes, avec des répercussions sur les habitats côtiers, est un autre facteur de dégradation de l'environnement imputable aux activités humaines du littoral.

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 degré donné d'activité humaine. Il découle de ce concept que: i) il existe un certain niveau de contaminant pour lequel il ne se produit pas d'effet inacceptable sur les ressources biologiques marines; ii) le milieu a une capacité bien précise à s'adapter aux déchets sans en être notablement affecté; iii) cette capacité peut être quantifiée.

### **Métaux en traces**

Lorsqu'on aborde l'examen des effets des métaux en traces, il convient d'avoir à l'esprit qu'un effet 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 n'importe quelle 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 biologique 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% passe dans le courant sanguin, le reste étant rejeté dans les fèces; ses principaux effets nocifs s'exercent sur la physiologie du rein et, à un degré moindre, du foie. Bien que l'évaluation du PAM (UNEP/FAO/WHO, 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 ou retard du développement.

Le mercure présente une bioaccumulation dans l'organisme qui croît avec l'âge, mais avec d'importantes variations d'une espèce à l'autre. La valeur des données analytiques relatives au mercure présent 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 réparti entre 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 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 on manque encore d'observations cliniques suffisamment fiables. Ces alkylétains peuvent aussi provoquer chez les huîtres un épaississement de la coquille et chez les gastropodes induire un imposex.

Le cuivre ne paraît pas comporter de risques pour

l'homme ou pour les organismes marins, du moins au niveaux que l'on rencontre dans l'eau de mer et dans les produits de la mer.

Le zinc peut occasionner 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 comporte normalement guère de risque pour les personnes qui consomment des produits de la mer contenant ce métal puisqu'il est excrété en totalité ou presque dans les 48 heures. L'arsenic présente une toxicité pour le phytoplancton en réduisant chez certaines espèces la croissance et la productivité et entraînant des modifications de sa composition qui peuvent avoir des répercussions 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 amincissement de la coquille d'oeuf et d'autres troubles pathologiques. On a également observé des anomalies chez les mammifères marins.

On estime que le DDT n'a pas d'effets sur la photosynthèse du phytoplancton mais qu'il peut modifier la dominance d'une espèce au sein d'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'effets sur l'homme aux niveaux couramment relevés dans l'alimentation ou dans l'atmosphère, et il gagne souvent les tissus adipeux

sans donner lieu à une action nocive.

Le HCH et les "drines" ont peu d'effets 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 défavorables 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 marée noire), ce qui dépend beaucoup, au moment et au site donnés, du brassage des eaux susceptible d'assurer la dispersion des hydrocarbures dans le milieu marin; s'il faut parfois plusieurs années pour que soient restaurées les communautés de la flore et de la faune littorales, quelques semaines suffisent habituellement. 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 en 3.1.1, les éléments radioactifs ont à l'égard des fonctions physiologiques un comportement foncièrement similaire à celui de leurs homologues stables (s'ils existent, ce qui n'est pas le cas pour les éléments "transuraniens" produits 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 cependant

tendance à bioaccumuler dans les organismes marins et il se produit une accumulation notable dans les sédiments marins.

Leurs effets radioactifs 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. On citera selon les genres concernés:

Salmonelles: elles sont les agents des fièvres typhoïde et paratyphoïde, d'intoxications alimentaires et de gastro-entérites, mais elle 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.

Shigelles: ce sont les agents de la dysenterie bacillaire, mais elles n'ont qu'une durée de vie brève 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 sont responsables d'infections de la peau, des glandes sébacées et des muqueuses, de méningite, furonculose, pyémie, ostéomyélite et 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 dues aux brûlures et des voies urinaires, 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, méningite, affections respiratoires, éruptions, diarrhée, fièvre, pharyngite vésiculeuse (herpangine), myocardite, pleurodynie, encéphalite et conjonctivite hémorragique.

### **Détritus**

Les effets directs des détritiques 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 être entravés par certains objets comme les lanières ou anneaux en caoutchouc et en plastique, ainsi que par des filets qui couvrent leur tête, les immobilisent et où ils finissent par s'étrangler. Les fragments de plastique dans la mer peuvent aussi être ingérés quand ils sont pris pour des proies; comme ils ne peuvent être digérés, ils provoquent une obstruction gastro-intestinale.

### **Éléments nutritifs et eutrophisation**

Les principaux éléments nutritifs marins, notamment l'azote et le phosphore, bien qu'ils ne soient pas eux-mêmes des contaminants, peuvent avoir un effet important sur le milieu marin: c'est le phénomène de l'eutrophisation. Certaines zones côtières deviennent eutrophes en raison des niveaux élevés de rejets d'éléments nutritifs provenant des activités humaines, bien que cela puisse se produire naturellement, mais plus lentement et à un degré moindre, dans les zones d'upwelling ou remontée d'eau à la surface. L'eutrophisation est décrite en détail dans le document UNESCO (1988) (la référence UNEP/UNESCO/FAO, 1988, est le même document publié dans la Série des rapports techniques du PAM) et dans le document du PAM (UNEP, 1995c).

La question des apports de phosphore et d'azote en mer Méditerranée a été brièvement évoquée au point 3.3.1 précédent. Cependant, l'intégralité du phosphore en suspension dans l'eau n'est pas disponible pour les réseaux trophiques marins; comme le limon, les métaux et de nombreux composés toxiques, une grande partie du phosphore est précipitée jusqu'aux sédiments estuariens et marins. A la différence des composés azotés, les composés phosphorés ne sont pas décomposés en éléments inactifs gazeux et une grande partie du phosphore contenu dans le ruissellement, bien qu'en partie inactivée lorsqu'elle est stockée dans des sédiments oxygénés, peut être facilement remise en circulation à partir des sédiments du fond désoxygénés dans la chaîne alimentaire pélagique et contribuer à nouveau à l'eutrophisation. Au plan agricole, cette fuite d'éléments présents dans les

terres n'est certainement pas bénéfique et elle entretient des dépenses d'engrais inutilement élevées puisqu'on doit procéder à un surépandage en vue de compenser la "perte".

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 établie (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 prolifération 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 maintenant 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 prolifération massive 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; 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 sécrétés 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 microniches libres utiles à sa propre survie). Tous les phénomènes ci-dessus s'observent de préférence dans des bassins fermés comme l'Adriatique (voir encadré page 66).

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 liés à un site. Plusieurs espèces de dinoflagellés sécrètent des toxines susceptibles d'avoir des effets graves pour le poisson qui les ingère et, une fois qu'elles se sont accumulées dans le poisson ou dans les mollusques/crustacés, d'affecter les personnes qui les consomment en y provoquant des troubles tels que l'intoxication paralytique par les fruits de mer. Des troubles peuvent être également provoqués chez l'homme à la suite de l'inhalation de 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 prolifération de petites espèces pélagiques, notamment de sardines, a été observée et persiste même lorsque l'effort de pêche visant ces espèces s'intensifie (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 certains indices, la baie de Kastela (Croatie) et le golfe Saronique (Grèce) pourraient connaître la même évolution, à condition que les rejets de substances toxiques dont s'accompagnent les apports d'éléments nutritifs soient maîtrisés.

On a de bonnes raisons de supposer que les conditions favorisant l'eutrophisation, si elles sont suivies de la dispersion et de la dilution de l'excédent 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* (UNEP, 1991c). Cependant, il peut y

avoir à ce phénomène d'autres causes comme les fluctuations naturelles, une multiplication des prédateurs, des modifications importantes des courants marins provoquant l'apparition soudaine et la prolifération 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 (voir encadré page 67).

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 et aires protégées**

#### **3.4.1 Ressources naturelles**

L'état actuel de la majeure partie des ressources biologiques (invertébrés et poissons marins, forêts) de la Méditerranée a été brièvement exposé en 2.2.5 ci-dessus. Les effets de la pêche sont désormais relativement bien connus; 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 aux forêts, elle font désormais l'objet d'un bilan approfondi.

Bien que la situation de la plupart des oiseaux des zones côtières et marines de la Méditerranée ne suscite pas d'alarmes, la région se situe à la croisée de plusieurs voies de migration d'oiseaux, dont certains appartiennent à des espèces menacées d'extinction (voir 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 à des fins d'agriculture ou de construction 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 en 3.4.3 et 4.3 ci-dessous.

Outre les diverses ressources biologiques, il y a dans la région nombre de paysages naturels qui sont soumis à des pressions. On observe des atteintes à la beauté de la nature et une dégradation des valeurs d'agrément dus à la construction de réseaux électriques au-dessus du sol. Les routes, bien qu'elles soient censées améliorer la qualité de vie, compromettent aussi la beauté de la nature par leur existence même et en facilitant l'accès aux sites les plus remarquables; les détritiques, s'ils ne sont pas aussitôt et continuellement ramassés, sont une conséquence directe de cette hausse de fréquentation, tout comme le sont les gaz d'échappement des véhicules. C'est ce constat affligeant qui, plus que toute autre chose, explique la vogue croissante des activités de marche et de randonnée où une bonne partie du plaisir consiste à 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), les utilisations de l'eau (construction de barrages, canalisations, réservoirs), l'industrie et les activités extractives (également par occupation du sol et rejet de déchets) défigurent inévitablement les paysages naturels, tout comme le fait, à l'évidence, l'expansion urbaine incontrôlée. La création d'aires protégées (voir 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**

On entend par diversité biologique la variété et variabilité qui président aux organismes vivants et aux complexes écologiques. On y distingue souvent trois niveaux: génétique (diversité au sein d'une même espèce), spécifique (diversité parmi les espèces) et écosystémique (diversité parmi les écosystèmes). La diversité biologique est réellement 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,

## EUTROPHISATION: LE CAS DE LA MER ADRIATIQUE NORD

Dans les années 1970, des phénomènes d'eutrophisation tels que les proliférations d'algues et la formation de mucilages ont commencé à susciter de vives inquiétudes, notamment en Adriatique Nord, en raison de leur fréquence élevée, de leur intensité et de leur extension géographique sans précédent.

Les caractères physiques et géographiques de l'Adriatique, s'ajoutant à la spécificité de ses conditions climatiques et des modalités de circulation de ses eaux de surface, font de ce bassin (déjà sujet à des phénomènes d'eutrophisation naturelle) une zone particulièrement vulnérable eu égard aux apports terrestres et fluviaux considérables de polluants d'origine anthropique qui s'y produisent. Cependant, la situation qui règne dans la partie nord diffère énormément de celle de la partie sud. Selon l'évaluation faite en 1996 par le PAM/PNUÉ sur la base des travaux menés par de nombreux chercheurs au cours des vingt dernières années, les conditions trophiques de la mer Adriatique peuvent se résumer ainsi:

- les zones côtières du nord-ouest de l'Adriatique et quelques sites du littoral croate et monténégrin qui présentent des niveaux élevés d'éléments nutritifs et connaissent des proliférations récurrentes d'algues microscopiques sont à classer comme eutrophes;
- les eaux du large du bassin nord-ouest sont mésotrophes-oligotrophes; et
- la majeure partie du centre et du sud du bassin est oligotrophe.

La détérioration grave que l'on enregistre dans le secteur nord de l'Adriatique depuis vingt ans est imputable à un apport quantitatif d'éléments nutritifs qui excède la capacité d'assimilation naturelle du bassin. Le Pô, fleuve qui charrie par an quelque 100.000 tonnes d'azote inorganique et 6.000 tonnes de phosphore inorganique est responsable de la majeure partie de la charge totale en éléments nutritifs du bassin de l'Adriatique Nord. Le deuxième fleuve important à se jeter dans l'Adriatique Nord - l'Adige - est responsable d'un apport total annuel de 14.000 tonnes d'azote total et de 1.200 tonnes de phosphore total, bien que ses teneurs moyennes en éléments nutritifs soient plus faibles que celles du Pô. La quantité d'azote total et de phosphore total déversée dans l'Adriatique Nord à partir du seul territoire italien se monte à quelque 270.000 et 24.000 tonnes/an, respectivement. Il faut y ajouter les apports de l'Istrie, estimés à 12.600 et 600 tonnes/an d'azote total et de phosphore total, respectivement.

Les autres secteurs de l'Adriatique Nord compris entre le delta du Pô et Trieste présentent dans l'ensemble des teneurs plus faibles que les secteurs attenants. L'hydrodynamique de ce bassin fait que les eaux du Pô ont tendance à être entraînées principalement vers le sud par les courants. De plus, le secteur nord du delta du Pô reçoit un apport moindre de substances eutrophisantes et les temps de séjour des eaux provenant des affluents locaux sont plus courts du fait qu'il n'y pas de fronts nets de faible salinité.

Des phénomènes d'eutrophisation se sont produits jusqu'à ce jour dans les eaux côtières de l'Emilie-Romagne jusqu'au sud du delta du Pô avec une fréquence et une persistance bien plus élevées que dans toute autre partie de la Méditerranée. Les premiers épisodes signalés remontent à 1969. Ils ont été suivis d'une période assez longue pendant laquelle ils ont disparu, puis ils ont réapparu en 1975 sous forme d'une immense prolifération de dinoflagellés qui a provoqué une vaste anoxie des eaux du fond s'accompagnant d'une mortalité de la faune benthique et du rejet sur les plages de quantités énormes de poisson mort (7.000 tonnes dans la seule municipalité de Cesenatico). Puis on a pratiquement assisté à un retour du phénomène à chacune des années qui ont suivi. Les proliférations qui se produisent dans cette zone sont habituellement dues à diatomées et des dinoflagellés. Les premières, bien qu'elles puissent donner des proliférations à n'importe quelle période de l'année, ont tendance à survenir de préférence pendant l'hiver et le printemps, et les seconds pendant l'été et l'automne.

L'anoxie récurrente des eaux du fond a entraîné de profondes modifications de l'écosystème benthique; on a enregistré une diminution considérable des populations initiales d'organismes benthiques moins mobiles (mollusques, crustacés et polychètes) qui sont plus vulnérables à un déficit en oxygène. La répétition de ces dystrophies a conduit à la disparition d'une quinzaine d'espèces de mollusques et de trois espèces de crustacés.

En outre, les phénomènes récurrents d'eutrophisation et la détérioration générale de la qualité de l'eau dans le nord-ouest de l'Adriatique a eu de graves répercussions sur l'économie de la région, notamment dans les secteurs du tourisme et de la pêche. Les dinoflagellés du genre *Dinophysis*, qui sécrètent des toxines DSP, ont causé des dommages considérables à la pêche et à la conchyliculture. L'apparition de ces dinoflagellés, qui ont proliféré au cours des dix dernières années, a conduit à prendre des mesures d'interdiction temporaire et prolongée de la récolte et de la vente des moules (*Mytilus galloprovincialis*) élevées dans les zones côtières et lagunaires de l'Emilie-Romagne. On a également relevé dans les eaux de l'Adriatique Nord la présence d'*Alexandrium tamarenis*, un dinoflagellé capable de sécréter des toxines PSP (responsables de l'intoxication paralytique aux fruits de mer), bien qu'on ait jamais décelé parmi les populations résidentes de troubles imputables à ce type d'intoxication.

Si l'on considère que les phénomènes d'eutrophisation ne sont plus des événements occasionnels mais qu'ils sont provoqués par des déficiences structurelles à terre, il convient de remédier à ces déficiences qui sont pour la plupart imputables au tourisme, à l'agriculture, à l'élevage et aux rejets d'eaux usées municipales. Au cours des années 1980, des législations et normes rigoureuses ont été approuvées aux niveaux de la Communauté européenne et des divers pays, notamment en vue de réduire jusqu'à 1% le phosphore contenu dans les détergents. Grâce à ces mesures, on a pu enregistrer une baisse de 10.000 tonnes/an de l'apport de phosphore à la mer. Par contre, on n'a pas constaté de réduction importante de l'azote dans la mer, en dépit d'une norme émise à cet effet en 1991 par la Communauté. Il faut l'attribuer en grande partie à la difficulté d'application de la norme (absence d'incitations économiques, etc.) et à l'insuffisance des contrôles.

On dispose de preuves scientifiques abondantes d'un regain, dans plusieurs zones de la Méditerranée, de l'extension et de l'intensité de l'eutrophisation qui menace l'équilibre naturel du bassin. La situation régnant dans l'Adriatique n'est en fait que le reflet d'une situation de plus en plus alarmante dans l'ensemble de la Méditerranée. On dispose déjà de méthodes pour

## LES PROLIFERATIONS ANORMALES DE MEDUSES EN MEDITERRANEE

La survenue d'efflorescences massives de la schyphoméduse *Pelagia noctiluca* en diverses zones de la Méditerranée n'est qu'une illustration d'un phénomène courant, encore mal élucidé, de prolifération du zooplancton gélatineux. D'importantes proliférations de *Pelagia* ont été signalées pour la première fois dans l'Adriatique en 1977; lorsqu'elles ont culminé de 1981 à 1983, elles ont concerné de vastes superficies d'eaux côtières du nord-ouest, du centre et du nord-est de la Méditerranée et elles ont eu des incidences importantes, notamment sur le tourisme et la pêche; elles ont aussi suscité de vives préoccupations de santé publique. Un programme coordonné du PAM/PNUE sur les méduses, mis en oeuvre de 1984 à 1986, a permis de tirer les conclusions qui suivent.

*P. noctiluca* (sémaestomées, pélagiides) a été décrite pour la première fois par Forskal en 1755 sous le terme de *Medusa noctiluca*. A la différence des méduses méroplanctoniques (anthomédules et leptomédules) qui sont en général circonscrites à des eaux peu profondes en raison de leur dépendance des substrats durs au cours de leur stade de vie benthique, les méduses holoplanctoniques comme *P. noctiluca* peuvent achever leur cycle de vie dans les eaux du large car elles ne connaissent pas de stade benthique.

La périodicité de la survenue des proliférations semble être très différente d'une région à l'autre de la Méditerranée. En Méditerranée occidentale, ou du moins en mer Ligure, il semble qu'on ait affaire à une périodicité d'une douzaine d'années. Les périodes de prolifération paraissent avoir été beaucoup moins fréquentes en mer Adriatique au cours de ce siècle: elles ont été signalées entre 1907 et 1914, puis elles ont disparu jusqu'à leur réapparition en 1977. De même, on n'a fait part que de rares essaims de méduses au large des côtes turques et libanaises.

Au cours de la période de prolifération qui a marqué les années 1980, des effectifs considérables de *Pelagia* (jusqu'à 100 individus par mètre cube dans certains cas) ont été signalés dans les eaux côtières et sur les rivages de la mer Ligure, de la Méditerranée centrale, de l'Adriatique et de secteurs de l'Egée. Entre ces périodes de prolifération, *Pelagia* semble disparaître de l'Adriatique et n'être que rarement présente dans les eaux côtières de la Méditerranée occidentale.

Les constatations faites en Méditerranée autorisent à penser que la période de prolifération peut être divisée en trois phases: la phase initiale, la phase de pointe et la phase de déclin. La phase initiale est enregistrée à des moments différents selon les régions. Lors des épisodes prolifératifs des années 1980, les premières observations d'essaims de *Pelagia* dans des eaux côtières ont concerné l'Adriatique Nord, puis ultérieurement les eaux maltaises et la mer Ligure. La phase de pointe et la phase de déclin paraissent par contre d'une survenue mieux synchronisée sur l'ensemble de la région méditerranéenne. Des fluctuations saisonnières marquées des populations de *Pelagia* ont été relevées lors des phases initiale et de déclin de la période proliférative, avec des essaims plus manifestes de mars à juin. En revanche, au cours de la phase de pointe, des adultes *Pelagia* ont pu être décelés tout au long de l'année. Par exemple, en 1981-1983 (phase de pointe), la présence de *Pelagia* dans les eaux côtières de Villefranche n'a pas notablement évolué malgré des fluctuations saisonnières de 13 à 26° C de la température de l'eau de mer.

Les relevés effectués en Adriatique Nord indiquent que certains essaims sont constitués par des individus nageant activement le plus souvent au niveau de la subsurface. D'autres observations effectuées dans la même région et en Méditerranée centrale indiquent que des essaims de surface pourraient être maintenus passivement par les courants de surface.

La répartition de *Pelagia* en Méditerranée au cours de la période de prolifération semble avoir été conditionnée par les caractères hydrologiques et, éventuellement, par les conditions trophiques naturelles de chaque zone donnée. Par exemple, en mer Ligure, on a constaté que cette répartition était en rapport avec des conditions naturelles eutrophes, si bien que des effectifs relativement denses étaient observés des deux côtés du front Liguro-Provençal. On n'a jamais pu établir de corrélation directe entre la survenue des essaims de *Pelagia* et une pollution localisée d'origine tellurique. Cependant, toute augmentation de la teneur en éléments nutritifs, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique, peut entraîner une hausse de la productivité locale qui est susceptible, à son tour, d'entraîner une hausse des effectifs de *Pelagia*. On a émis l'avis que la température pourrait exercer une influence déterminante sur la stabilité et la persistance d'un essaim. On a constaté que, dans le golfe de Trieste, des essaims se formaient habituellement quand la température de l'eau de mer était comprise entre 16 et 20° C, alors que dans les eaux grecques ils étaient plus fréquemment associés à des températures comprises entre 20 et 25° C et étaient rares au delà de 25° C.

Le phénomène des efflorescences de *P. noctiluca* en Méditerranée peut être considéré comme l'expression biologique spectaculaire de la réaction d'une communauté épipelagique à des modifications à long terme du milieu physique. Bien que des activités humaines comme la surpêche des prédateurs naturels des méduses et les rejets de polluants d'origine tellurique puissent contribuer à entretenir les efflorescences de méduses sur de longues périodes, la survenue de ces efflorescences est un phénomène naturel que l'on a observé dans la région bien avant que l'impact de l'action de l'homme sur l'environnement ait revêtu des proportions importantes.

Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer les mécanismes de déclenchement et de régulation des proliférations de *Pelagia*. Pour le nord-ouest de la Méditerranée, on a soutenu que les efflorescences survenues au cours des cent dernières années pourraient être en rapport avec des cycles climatiques et hydrologiques pluriannuels. De fait, les années précédant la prolifération se caractérisent par un déficit pluviométrique, des températures et des pressions atmosphériques anormalement élevées, notamment en mai et en juin. Ces facteurs climatiques pourraient renforcer la capacité de reproduction et, en conséquence, le déclenchement prolifératif pourrait constituer la réponse biologique de cette espèce à des facteurs d'agression naturels lorsque ses populations sont entraînées dans de nouvelles zones par des courants inhabituels. Selon une autre hypothèse, les efflorescences de *Pelagia* ou d'autres espèces planctoniques se produiraient lorsque leur horloge circannuelle interne anticipe les fluctuations régulières et saisonnières du milieu si bien qu'elles seraient en mesure de mieux tirer parti de la saison favorable que leurs compétiteurs naturels, d'où une multiplication de leurs effectifs. Il reste encore à établir si des facteurs de cet ordre déclenchent le phénomène prolifératif simultanément dans les diverses régions concernées de la Méditerranée ou dans des foyers réduits à partir desquels ils se propageraient ensuite à la faveur des mouvements de

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 la vie n'est pas douée de raison, alors que l'homme l'est, et il lui incombe de ce fait une lourde et exceptionnelle responsabilité.

En détruisant les habitats naturels, en polluant le milieu, en exploitant les ressources biologiques naturelles, les activités humaines diminuent le nombre des organismes sauvages et le nombre des espèces; autrement dit, elles amenuisent peu à peu la biodiversité de la planète. En outre, l'obtention de souches spécialisées et leur création par génie génétique au service de l'agriculture, de l'élevage ou de la production de spécialités pharmaceutiques ou chimiques représentent une menace nouvelle pour 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, etc.) ne permettent pas actuellement de rattraper le manque de combinaisons génétiques potentiellement ou effectivement précieuses qui pourraient être nécessaires 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, apparaisse comme un moyen possible de cultiver la biodiversité, il dépend aussi lui-même de la disponibilité d'un niveau élevé de diversité génétique.

L'introduction de nouveaux organismes sous forme d'espèces exotiques ou 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 prudence possible.

La conservation de la biodiversité des organismes aquatiques vise à compenser 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 de certaines espèces.

Le nombre d'espèces étrangères à un milieu marin donné qui ont été introduites délibérément ou accidentellement par l'homme (*Caulerpa taxifolia*, mentionnée en 1.3, en est un exemple en Méditerranée, UNEP, 1995d) 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. 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 du milieu 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. 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 notamment la migration lessepsienne de la méduse de l'océan Indien *Rhopilema nomadica* dont la présence au sud-est de la Méditerranée a été relevée pour la première fois en 1977 et qui constitue désormais, de temps à autre pendant l'été, d'énormes essaims. Ce phénomène peut traduire le succès écologique des envahisseurs dans un premier temps plutôt que des anomalies eutrophes ou autres; un équilibre avec les espèces indigènes finit à la longue par s'instaurer.

Depuis le percement du canal de Suez, quelques 500 espèces indo-pacifiques ont apporté une illustration concrète du phénomène (Por, 1968). Cette migration, avec sa propagation ultérieure à l'ouest et au nord, a été facilitée par les conditions de salinité accrue engendrées par la construction du barrage d'Assouan et la suppression consécutive de la barrière de faible salinité due au déversement du Nil en mer Méditerranée orientale.

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 précisément, 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 durable. La tendance à créer 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 cultivées 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 spécifiquement destinés à telle ou telle taille de poisson. 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 supprimé grâce à d'autres stratégies de pêche.

Un problème spécial relatif à la biodiversité concerne l'influence des canaux artificiels qui font communiquer la faune de diverses régions, et l'influence du trafic maritime qui favorise le transport involontaire d'espèces exotiques.

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 la conversion d'espèces généralistes en espèces pionnières spécialisées dans une croissance et une reproduction rapides, avec souvent des fluctuations substantielles de l'importance des stocks.

Les cultures commerciales de riz, poisson et autres produits permettront de compenser la perte de profit qu'entraînera fatalement à l'avenir une politique de 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 de préservation de la végétation côtière au titre de la lutte contre les inondations, de réserves écologiques et de viviers pour les stocks côtiers et continentaux de poissons et crevettes.

Les problèmes de la biodiversité n'ont pas encore suscité toute l'attention qu'ils mériteraient en Méditerranée. La Convention sur la diversité biologique, adoptée à Rio de Janeiro lors de la Conférence sur l'environnement et le développement de juin 1992, est entrée en vigueur à la fin 1993. Elle exige de ses signataires qu'ils réglementent l'accès aux ressources génétiques et contrôlent l'origine, le transfert (à des fins de commerce ou de recherche) et la destination du matériel génétique.

Les inventaires des espèces (taxinomie, répartition, effectifs) sont encore loin d'être bien établis pour la plupart des régions du monde, sans compter que les transformations dues aux activités humaines appellent leur tenue à jour régulière, même quand ils paraissent assez complets. Au vu des lacunes de nos connaissances, il est impératif d'appliquer le "principe de précaution", à savoir la prise de mesures de protection et de conservation sans attendre d'avoir les connaissances et les explications scientifiques requises et l'interdiction de toute destruction inutile de la flore et de la faune. En d'autres termes, des normes élevées de gestion des ressources biologiques, que ce soit à des fins d'exploitation ou de conservation, seront essentielles.

### **3.4.3 Espèces en voie d'extinction et espèces menacées**

La question de l'appauvrissement de la biodiversité en Méditerranée est abordée avant tout au plan du risque global ou régional d'extinction des espèces. On entend habituellement par "espèces en voie d'extinction" celles qui sont en danger immédiat d'extinction dans l'ensemble ou une partie importante de leur aire de répartition, et par "espèces menacées" celles qui sont susceptibles de disparaître dans un avenir prévisible dans l'ensemble ou une partie de leur aire de répartition si les facteurs responsables du déclin de leurs effectifs ou de la dégradation de leur habitat continuent à s'exercer. La question générale des espèces en voie d'extinction et des espèces menacées dans la région a fait, ces

dernières années, l'objet de plusieurs études (Ramade *et al.*, 1990; Boudouresque, 1993, 1995); elle a également donné lieu à deux réunions importantes: la Conférence internationale "Espèces marines à protéger en Méditerranée", qui s'est tenue à Carry-le-Rouet les 18 et 19 novembre 1989 (Boudouresque *et al.*, 1989), et la Réunion d'experts sur les espèces en voie d'extinction en Méditerranée, qui s'est tenue à Montpellier du 22 au 25 novembre 1995 et où les participants sont convenus d'une liste d'espèces en voie d'extinction et menacées en Méditerranée (UNEP, 1995). On expose brièvement ci-après la situation des taxons les plus importants .

### Végétaux marins

Le Livre Rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, populations et paysages marins menacés en Méditerranée (UNEP/IUCN/GIS Posidonie, 1990) recense et expose le statut de 48 espèces de végétaux marins que l'on peut considérer comme menacées.

L'espèce dont le statut actuel est sans doute le plus préoccupant est *Posidonia oceanica*, endémique à la Méditerranée. Si on ne peut considérer *P. oceanica* comme menacée d'extinction puisqu'elle occupe encore de vastes superficies de fond marin dans l'ensemble de la Méditerranée, les prairies qu'elle constitue sont en régression dans la plupart des stations et centres importants, et ce sous l'effet conjugué: i) de la pollution (et notamment d'une augmentation de la turbidité en rapport avec des effets directs de cette pollution ou avec les effets de l'eutrophisation, ce qui réduit la pénétration de la lumière en profondeur et entraîne ainsi un recul de la limite inférieure de l'herbier); ii) des aménagements côtiers et portuaires (ports, plages artificielles, barrages, etc.) qui empiètent sur les prairies ou provoquent un apport accru ou réduit de sédiments au niveau de la prairie qui se traduit par un enfouissement ou par un arrachage des herbes; iii) des activités de chalutage, dragage et mouillage qui endommagent les prairies en arrachant les végétaux. Les herbiers à posidonies sont l'une des communautés marines les plus riches en biodiversité et ils peuvent remplir des fonctions importantes de production de biomasse et d'oxygène, de rétention des sédiments et de protection des rivages contre l'érosion. Ils sont

enfin une nourricerie pour de nombreuses espèces de valeur commerciale (voir encadré page 71).

Plusieurs espèces du genre *Cystoseira*, qui forment des habitats typiques et importants généralement appelés "forêts" sont recensées en Méditerranée. De même que pour les prairies de *Posidonia*, les forêts de *Cystoseira* sont en recul en de nombreux sites et sous l'effet, semble-t-il, de la pollution. Plusieurs de ces espèces sont considérées comme menacées en raison de leur répartition géographique de plus en plus restreinte.

### Mammifères marins

Le phoque moine de Méditerranée (*Monachus monachus*) est considéré comme étant en voie de disparition depuis les années 1960 et il est aujourd'hui l'une des espèces les plus en danger. Les effectifs totaux de l'espèce sont estimés de 300 à 500 spécimens, y compris les groupes des côtes de l'Atlantique. Son déclin général s'est poursuivi jusqu'aux niveaux alarmants actuels en dépit des gros efforts consentis pour sa conservation. La question du phoque moine fait l'objet d'un examen plus détaillé ci-contre (voir encadré page 72) et le PNUE a procédé à une synthèse de son statut actuel dans les divers pays (UNEP, 1994g).

Parmi les cétacés, les espèces de dauphin (*Delphinus delphinus*, *Tursiops truncatus* et *Stenella coeruleoalba*) et de cachalot (*Physeter macrocephalus*) ont subi un lourd préjudice des incidences directes ou indirectes de la pêche, à savoir notamment: i) les prises fortuites, surtout dans les filets dérivants, mais aussi dans d'autres engins de pêche; ii) la capture délibérée et le massacre par les pêcheurs; iii) l'appauvrissement des stocks d'espèces qui leur servent de proies en raison de la surpêche. On s'est également inquiété d'un impact possible de la pollution marine, étant donné que des analyses de tissus prélevés sur des dauphins ont montré que ceux-ci figuraient parmi les animaux de la Méditerranée les plus fortement contaminés par des substances toxiques telles que les PCB, le DDT et des métaux lourds comme le mercure. Même si les effets de ces contaminants sur les mammifères marins demandent à être mieux précisés, on dispose déjà d'éléments prouvant qu'ils comportent des troubles de la reproduction et une immuno-dépression. Des menaces supplémentaires sont représentées par l'ingestion de débris de plastique flottants et par

## LES PRAIRIES MARINES DE POSIDONIES

*Posidonia oceanica* est un végétal marin florissant dont l'espèce est endémique à la Méditerranée et forme d'épaisses prairies de la surface de la mer à une profondeur de 25 à 40 m (en fonction de la transparence). Les prairies de posidonies abritent une flore et surtout une faune extrêmement riches, et elles constituent ainsi un foyer capital de biodiversité en Méditerranée. En outre, la production primaire de cette herbe marine et de l'algue épiphyte vivant sur ses feuilles est considérable. Quand elles tombent, les feuilles sont consommées par les détritivores, et les algues épiphytes le sont par les herbivores. Cependant, une forte proportion de l'herbier - de 30 à 40% - est exportée vers d'autres écosystèmes, notamment ceux de la profondeur, où elle sert de frayère et de nurserie à de nombreuses espèces de poisson (d'intérêt commercial notamment) et d'invertébrés. Les prairies jouent également un rôle dans la régulation du flux de sédiment. Enfin, elles amortissent la force des phénomènes hydrodynamiques (houle, vagues) et elles contribuent de la sorte à la protection des plages contre l'érosion.

La rétention de sédiment par les posidonies, conjuguée à la croissance verticale des rhizomes, aboutit à relever le fond de la mer (de 0,1 à 1 m par siècle). Dans certaines baies bien abritées, *P. oceanica* atteint presque la surface de la mer et édifie un récif-barrière qui est séparé de la côte par une lagune. Dans les eaux de surface des zones les plus chaudes (Turquie, Sicile, et surtout Tunisie), *P. oceanica* pousse en bandes étroites et parallèles: on parle alors de "prairies tigrées".

Les herbiers de posidonies occupent environ 300 km<sup>2</sup> le long du littoral continental de la France, 750 km<sup>2</sup> en Corse et 50 km<sup>2</sup> en Ligurie (Italie). La superficie totale occupée par les prairies marines de posidonies en Méditerranée n'est pas connue, mais elle pourrait dépasser les 25.000 km<sup>2</sup>. On estime que les herbiers les plus vastes se trouvent en Libye, Tunisie, Sicile, Sardaigne, ainsi que dans la baie d'Hyères (France).

Dans une grande partie de la Méditerranée, notamment au voisinage des grands ports industriels (Athènes, Naples, Gênes, Marseille, Barcelone, Alger, etc.), les herbiers à posidonies ont subi une régression considérable à partir des années 1960. C'est sans doute dans le golfe de Gabès, en Tunisie, que cette situation est la plus préoccupante. Du fait que ses rhizomes se développent lentement et que ses fructifications sont rares, la destruction d'un herbier doit être tenue pour irréversible à l'échelle humaine.

Cette régression a pour causes: 1) la pollution (éléments nutritifs et détergents notamment) à laquelle l'espèce est très sensible; 2) la diminution de la transparence de l'eau (turbidité, développement du plancton) qui entraîne un recul de la profondeur de l'herbier; 3) les plans de récupération et mise en valeur des sols (projets littoraux affectant le fond de la mer; digues, ports et plages artificielles); 4) les activités de chalutage auxquelles les prairies sont très vulnérables provoquant une mise à nu des rhizomes par disparition du sédiment; 5) les explosifs (dynamite, etc.) utilisés par certains pêcheurs; 6) les modifications, dues aux projets de développement, de l'apport de sédiment entraînant une surcharge ou une raréfaction de celui-ci; 7) l'action des ancres des bateaux, quand elle est répétée (comme dans certains sites de mouillage ouverts du nord-ouest de la Méditerranée). Dans le département des Alpes-Maritimes, en France, la propagation de *Caulerpa taxifolia*, une algue exotique introduite en Méditerranée, représente une menace supplémentaire pour *P. oceanica*.

Dans les baies où des projets d'aménagement importants ont été réalisés, la plupart des récifs-barrières de posidonies ont disparu.

*Posidonia oceanica* est protégée par la législation en France (décret du 19 juillet 1988) et en Catalogne (décret du 31 juillet 1991). Dans la Commune de Valence (Espagne), un décret du 23 janvier 1992 interdit la destruction des herbiers à phanérogames marins et favorise ainsi la protection de *P. oceanica*. Enfin les herbiers à posidonies sont inclus dans l'annexe I de la Directive de l'Union européenne relative aux habitats en date du 21 mai 1992 (habitats naturels de la Communauté dont la préservation nécessite l'instauration de zones de conservation spéciales).

Dans plusieurs Etats côtiers de la Méditerranée (en Espagne, en France, en Italie et en Tunisie notamment), les activités de chalutage sont interdites dans un rayon de trois milles du littoral ou dans les zones dont la profondeur est inférieure à 50 m. En théorie, cela signifie que la plupart des prairies de posidonies sont protégées, mais en pratique les règlements ne sont jamais respectés.

Les prairies de posidonies devraient faire l'objet d'une protection juridique dans tous les pays riverains de la Méditerranée, au titre de la Convention de Barcelone et des législations nationales pertinentes.

L'interdiction du chalutage sur les prairies de posidonies devrait rallier une adhésion générale. A cet effet, la mise en place de récifs anti-chalut s'est avérée efficace en Espagne (Alicante) et en France (Côte Bleue, près de Marseille).

La surveillance des prairies de *P. oceanica* sur le modèle du RSP (Réseau de surveillance de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en France) devrait être étendue à tous les Etats méditerranéens. Par ailleurs, la sensibilité de la posidonie à la pollution fait de cette surveillance un indicateur biologique de la qualité globale des eaux marines.

Des plans de reconstitution des herbiers à posidonies pourraient être envisagés à condition d'observer les critères suivants: 1) que la posidonie ait existé récemment sur le site précis de replantation; 2) que les causes de la disparition de la posidonie aient cessé d'agir; 3) que la régression de la posidonie soit d'une telle ampleur qu'on ne puisse escompter une reconstitution naturelle à moyen terme; et 4) que la replantation ne soit pas effectuée pour compenser la destruction de la posidonie due au développement du littoral. Des essais de reconstitution d'herbiers ont déjà été réalisés en France et en Italie.

## CONSERVATION DU PHOQUE MOINE DE MEDITERRANEE

Depuis de longues années, les biologistes spécialisés en conservation des espèces redoutent que le phoque moine de Méditerranée (*Monachus monachus*) ne disparaisse bientôt à jamais. Il est classé parmi les espèces menacées depuis 1966 et figure aujourd'hui sur la liste mondiale UICN des douze espèces en grand danger d'extinction.

Autrefois, l'aire de répartition de cette espèce s'étendait du littoral de la mer Noire à l'ensemble de la Méditerranée et jusqu'à l'Atlantique dans les parages de Madère, des îles Canaries et du littoral nord-ouest de l'Afrique jusqu'au Cap Blanc plus au sud. Depuis le début du siècle, le phoque moine a disparu de la plupart des côtes de la Méditerranée et de la mer Noire. En 1980, ses effectifs étaient de 600 à 1000 spécimens dans l'ensemble du monde. Aujourd'hui, ils ne seraient plus que 300 à 500 répartis en petits groupes disséminés en Méditerranée le long du littoral de la Grèce et de la Turquie, et dans une moindre mesure de l'Afrique du Nord, et dans l'Atlantique autour de l'archipel de Madère et du cap Blanc. Les principales menaces qui pèsent sur la population restante de phoques moines sont:

- i) leur massacre délibéré par les pêcheurs qui voient en eux des concurrents et leur reprochent d'endommager leurs filets;
- ii) leur destruction/capture dans les engins de pêche;
- iii) la perturbation et la destruction de leurs habitats en raison surtout de l'essor du tourisme et de l'industrie;
- iv) la surpêche, qui amenuise les stocks de poisson sur lesquels ils se nourrissent;
- v) la pollution.

En outre, le statut actuel du phoque moine le rend très vulnérable à des risques tels que les maladies, les catastrophes naturelles ou la consanguinité.

Les alarmes suscitées par l'éventualité d'une disparition du phoque moine ont incité les pays méditerranéens ainsi que plusieurs organisations intergouvernementales et non gouvernementales à prendre de nombreuses initiatives. Pour fournir un cadre rationnel à ces activités ainsi qu'un mécanisme de coopération entre les divers groupes oeuvrant à la conservation du phoque moine, un Plan d'action pour la gestion du phoque moine de Méditerranée a été formulé et adopté dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, et il est coordonné par le Secrétariat du PAM à travers le Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées (CAR/ASP) de Tunis. Le Plan d'action esquisse les actions à prendre dans le court et le long terme, autour des grands axes suivants:

- i) réduction de la mortalité des adultes;
- ii) mise en place d'un réseau de réserves marines;
- iii) développement de la recherche, collecte de données et mesures de réhabilitation;
- iv) mise en oeuvre de programmes de sensibilisation, d'information et de formation.

Depuis l'adoption de ce plan, divers acteurs ont entrepris un certain nombre d'activités. Dans le cadre des programmes du PAM, on s'est avant tout attaché à rédiger, publier et diffuser des documents de sensibilisation du public et des rapports scientifiques, à lancer un programme de formation et à mener des études de terrain destinées à évaluer les effectifs du phoque moine et la situation de leur habitat. En 1994, une réunion d'experts chargée d'évaluer la mise en oeuvre du Plan d'action s'est tenue à Rabat (Maroc); elle était également invitée à apprécier le statut de l'espèce, les initiatives prises pour sa sauvegarde et à formuler des recommandations sur la suite à donner.

Les nombreuses initiatives qui ont été prises avant ou depuis l'adoption du Plan d'action ont incontestablement eu des résultats. Le phoque moine jouit désormais d'une protection juridique dans la plupart des pays recoupant son aire de répartition présente ou passée. Des aires protégées destinées à préserver les populations résidentes et leurs habitats ont été créées en plusieurs sites de la Méditerranée et de l'Atlantique dont on citera: Foça (Turquie), Montecristo (Italie), La Galite (Tunisie), Sporades du Nord (Grèce), îles Desertas (Madère, Portugal), Cap Blanc (Mauritanie). Un centre de secours pour les phoques moines blessés ou les jeunes animaux orphelins a été ouvert à Alonissos, Sporades du Nord, Grèce. Grâce aux programmes de recherche et de surveillance mis en oeuvre jusqu'à ce jour et toujours en cours, nombre de données et de renseignements ont été obtenus sur des questions capitales comme le profil de répartition du phoque moine, les interactions avec la pêche, les besoins en habitat, etc. Les nombreuses campagnes d'information et d'éducation ont accru la sensibilisation de l'opinion sur la situation critique de l'espèce, favorisant ainsi l'adoption de mesures de protection et de conservation.

Mais en dépit de ces résultats tangibles, les efforts consentis jusqu'à présent ne semblent pas avoir réussi à enrayer le déclin de l'espèce. En fait, toutes les causes de ce déclin subsistent. Les mesures de protection ne donnent lieu le plus souvent qu'à une application lâche, les aires protégées, qui s'avèrent être l'instrument le plus efficace de protection de l'espèce et de son habitat, restent d'un nombre trop restreint. La coopération et la coordination entre les différents acteurs oeuvrant à la sauvegarde du phoque moine sont loin d'être satisfaisantes. La conservation du phoque moine demeure pour les écologistes et les gouvernements de la région méditerranéenne un défi à relever.

En se fondant sur les conclusions de la réunion d'experts de Rabat, il est possible de formuler les grandes recommandations qui suivent sur l'action à mener dans l'avenir:

- veiller à l'application effective des mesures de protection et de conservation adoptées, en renforçant notamment le contrôle pour éviter les massacres délibérés d'animaux et les activités touristiques susceptibles d'avoir des effets néfastes;
- créer de nouvelles aires protégées aux sites actuellement ou récemment fréquentés par l'animal. Les îles Ioniennes (Méditerranée) et la façade africaine de l'Atlantique sont les sites prioritaires;
- réduire les interactions entre le phoque et les pêcheurs, notamment i) en intégrant les mesures voulues dans les règlements de pêche pour toutes les zones où le phoque moine reste présent, et ii) en développant la recherche sur les techniques et mesures destinées à réduire les incidences dues aux engins de pêche;
- poursuivre en les intensifiant les efforts de surveillance des populations de phoque moine et notamment leurs modalités de dispersion;
- réaliser des études sur leurs besoins en habitat;
- lancer des programmes de sensibilisation, notamment à l'intention des communautés de pêcheurs;

les nuisances sonores provenant d'activités humaines en mer (navigation, exploration et extraction de minéraux, manoeuvres de la marine de guerre) qui sont susceptibles d'interférer avec les signaux émis par les cétacés et même de léser leurs récepteurs acoustiques. Le statut actuel des cétacés de Méditerranée est récapitulé dans un document du PAM (UNEP/IUCN, 1994).

### Oiseaux marins

Les oiseaux sont vraisemblablement le groupe taxinomique sur lequel on dispose des meilleures informations concernant le statut et la répartition des différentes espèces en Méditerranée. De nombreuses études ont été publiées, en particulier pour les pays d'Europe (Grimmett & Jones, 1989; Langeveld et Grimmett, 1990; Langeveld, 1992; Tucker *et al.*, 1994). Un répertoire des sites importants d'oiseaux en Méditerranée est disponible (Sultana, 1993). En se fondant sur les données actuellement disponibles, la réunion d'experts déjà citée de Montpellier (1995) a dressé une liste de 15 espèces d'oiseaux en voie d'extinction ou menacées et qui sont toutes en rapport direct avec le milieu marin.

### Reptiles marins

Les principales espèces menacées en Méditerranée sont la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue du Nil (*Trionyx triunguis*) et la tortue carouane (*Caretta caretta*) qui nidifient en Méditerranée. Elles sont menacées de la sorte 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 de Chypre et, dans une mesure restreinte, en Israël; la tortue carouane nidifie sur des plages grecques, turques, chypriotes, syriennes, israéliennes, égyptiennes, libyennes et tunisiennes.

Ces trois espèces, ainsi que le caret (*Eretmochelys imbricata*, que l'on ne rencontre toutefois que très rarement en Méditerranée) sont extrêmement vulnérables à la pêche commerciale du fait qu'elles sont capturées accidentellement ou sont elles-mêmes pêchées pour leur chair et leur carapace (écaille de tortue). Quelles que soient leurs habitudes de nidification, ces espèces sont connues pour migrer sur de grandes distances en mer Méditerranée (et même jusqu'à l'Atlantique

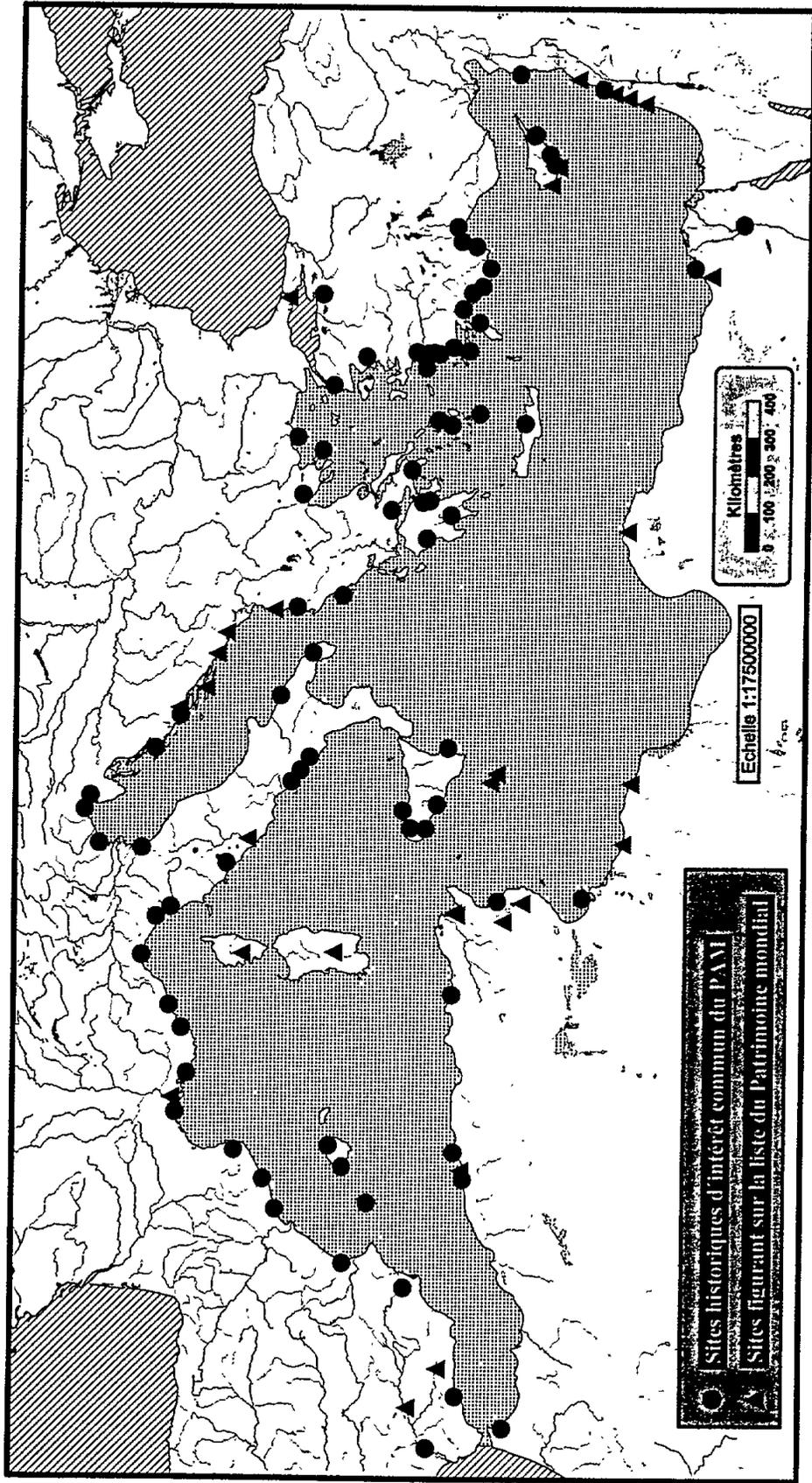
Est ou au delà). Groombridge (1990) et le PAM (UNEP/IUCN, 1990) ont récapitulé la répartition et les effectifs des cinq principales espèces de tortue marine (les quatre précitées, plus la tortue *Dermochelys coriacea* et la tortue de Kemp *Lepidochelys kempfi*), avec la protection dont elles bénéficient présentement. Les populations résidentes et reproductrices présentent toutes des effectifs sérieusement réduits.

### 3.5 Sites historiques et paysages

Le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires a publié des lignes directrices détaillées pour la réhabilitation des établissements historiques de la Méditerranée (UNEP, 1994i, volume I), étayées par cinq études de cas (UNEP, 1994j, volume II).

Certaines des périodes les plus brillantes de l'évolution culturelle et artistique de l'humanité ont eu pour foyer la Méditerranée. C'est notamment dans la région que l'architecture des demeures privées ou des grands édifices et ensembles publics a atteint des sommets. Dans le cadre de la Convention internationale de 1972 sur la protection du patrimoine culturel et naturel de l'humanité de l'UNESCO, les sites et monuments les plus importants de la Méditerranée ont été recensés; ils représentent à eux seuls une majorité de tous les sites inscrits sur la liste. Cent sites méditerranéens (fig 3), dont bon nombre - mais pas tous - figurent aussi sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, ont été sélectionnés pour faire l'objet d'un suivi attentif dans le cadre du Plan d'action pour la Méditerranée, en collaboration avec l'Atelier du Patrimoine de Marseille (UNEP/Marseille, 1995).

Outre ces 100 sites officiellement adoptés, il existe bien d'autres établissements historiques intéressants et préoccupants au plan de l'environnement. On citera par exemple: i) les villes ou établissements anciens d'un grand intérêt historique, ou certaines zones qui en font partie, témoignages d'une forme ou d'un style particuliers de vie ou de culture urbaine ou rurale; ii) des sites archéologiques représentatifs de civilisations anciennes, qu'ils aient ou non déjà fait l'objet de fouilles; iii) des édifices ou groupes d'édifices consacrés aux cultes (temples, églises, mosquées, synagogues, monastères, etc.); des ouvrages militaires (forteresses, remparts, casernes); des



**Fig. 3** Emplacement des sites historiques de la Méditerranée

bâtiments d'utilité publique (hôtels de ville, hôpitaux, musées, théâtres et centres culturels, fontaines etc.); des monuments d'intérêt architectural ou sculptural (monuments aux morts, maisons de maître, magasins et établissements commerciaux); des ouvrages du génie civil (ponts, routes, canaux, ouvrages hydrauliques, ports, etc.); et iv) des sites de nature complexe, combinant habituellement un intérêt naturel et architectural: parcs historiques et commémoratifs, sites importants pour leurs caractéristiques naturelles et historiques/artistiques; jardins comportant des éléments ornementaux de grande valeur artistique.

Les édifices sont sujets à la détérioration ou à la disparition 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, éruptions volcaniques).

Le vieillesse naturelle dépend de facteurs comme l'emplacement et l'orientation géographiques, le climat local (notamment les variations thermiques et l'exposition aux rayonnements solaires, aux pluies et à l'humidité, la force et la durée des vents), l'envahissement de divers nuisibles (moisissures, algues, végétaux supérieurs sur les murs, les plafonds et les planchers, ou insectes, oiseaux, rongeurs, etc. au sein des structures).

Si les catastrophes naturelles sont pour la plupart inévitables sans être pour autant totalement imprévues, le moment de leur survenue et leur ampleur ne peuvent encore être prédits avec précision. Depuis l'antiquité, on s'efforce d'en limiter les dégâts. On s'emploie aujourd'hui activement à améliorer la prévision de ces phénomènes - comme les séismes - à partir de certains signaux de l'environnement dont on suit l'évolution. Même dans ce cas, il y a forcément une grande disparité entre la rareté de survenue d'un sinistre en un lieu et à un moment donnés et l'ampleur des dommages occasionnés mais généralement très localisés (aux constructions surtout), si bien qu'on ne se dote pas des moyens qui permettraient d'améliorer les prévisions.

La dégradation due à des causes humaines résulte en général de décisions socio-politiques inconsidérées ou d'une mauvaise gestion au niveau

politique local, régional ou même mondial, de transformations économiques ou de modes architecturaux, voire de contraintes aberrantes de nature idéologique. Les transformations économiques peuvent concerner le système de production ou d'échanges, entraînant le déclin ou le bouleversement de secteurs entiers d'activité comme l'agriculture, l'artisanat, certaines industries, la pêche, l'exploitation minière, etc. La disparition de ces secteurs aboutit presque toujours au délabrement matériel des édifices qui les abritaient et même, dans certains cas, à un exode qui vide entièrement des villages ou des villes. Il se trouve alors que, parfois, seul le tourisme permet de sauver ces édifices et ces établissements désertés en les réhabilitant ou en les restaurant pour attirer les visiteurs.

A l'inverse, les transformations économiques peuvent conférer à des centres-villes historiques un surcroît de fonctions économiques et administratives pour lequel ils n'étaient pas faits. L'aménagement de réseaux de transport modernes, de voies à grande circulation et de parcs de stationnement pour résidents et touristes soulèvent des obstacles que l'on finit presque toujours par surmonter au détriment des monuments et des édifices les plus remarquables en raison des effets pernicieux des gaz d'échappement et autres polluants (comme les pluies acides) que l'on a évoqués plus haut. Les vibrations (associées au bruit) du trafic souterrain et de surface sont un facteur supplémentaire de détérioration des édifices.

Le remède à cet état de chose consiste en une gestion judicieuse - et le bon entretien notamment - des édifices existants et en une planification rationnelle des nouvelles constructions quant à leur structure, leur emplacement et intégration harmonieuse dans le patrimoine historique. Cette gestion doit comporter la préparation à l'intervention d'urgence et l'atténuation lors des catastrophes, à l'exception de la guerre - et bien qu'un pays agresseur puisse inclure dans ses objectifs militaires la destruction du patrimoine culturel de l'ennemi, et notamment des édifices qui en sont le témoignage le plus éloquent.

Le document du PAM (UNEP, 1994i, volume I; UNEP, 1994j, volume II) accompagne son exposé d'un ensemble de lignes directrices assez détaillées sur des questions comme la réhabilitation des

édifices, les études architecturales et l'analyse de l'état 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 de la ville situé au pied de l'Acropole; ii) le centre historique de Gênes (mais qui n'est plus aussi central aujourd'hui, socialement parlant, qu'il ne l'était à l'époque de prospérité de la ville); iii) Marseille, qui possède une longue expérience de l'application d'une méthodologie efficace de documentation et de recherche pour les 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 (citadelle), 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 cette ville, mais ils englobent un éventail plus large d'activités dont la protection du patrimoine archéologique sous-marin en Méditerranée revêt un intérêt tout particulier (UNEP /Marseille, 1995). Ce patrimoine n'a été pleinement reconnu que depuis l'introduction, voici quarante ans, du scaphandre autonome. Le document cité passe en revue la situation de ces sites archéologiques dans les pays suivants: Albanie, Espagne, France, Israël, Italie, Tunisie, Turquie et Malte. Dans la plupart des cas, ces sites sont des épaves remontant jusqu'à 3.600 ans; les autres sites comprennent des ports de l'antiquité (Israël et 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 se situent pas tous en Méditerranée.

Les principaux problèmes auxquels sont confrontés les sites sous-marins sont l'envasement (progressif ou résultant de glissements des fonds marins), la destruction du bois des vestiges par le xylophage, l'incrustation due au coraux, serpules

(vers vivant dans des tubes calcaires), etc., les dommages provoqués par les chaluts et le pillage auquel se livrent des plongeurs "amateurs".

### 3.6 Implications des changements climatiques

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

Il est essentiel d'évaluer dans le long terme les impacts des changements climatiques sur les divers échanges air-mer évoqués en 3.2 (subdivision consacrée à la pollution atmosphérique), en raison notamment des modifications graves 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 principalement à l'effet de serre aient au cours des prochaines décennies des incidences marquées, notamment sur le milieu marin et la zone côtière la plus proche. Plusieurs des biogaz dont le rôle est notoirement mis en cause ont été examinés en 3.2 ci-dessus.

L'effet de serre se traduit en premier lieu par une hausse de la température moyenne de la Terre et notamment de l'atmosphère, laquelle aurait ensuite pour effets principaux de modifier: i) les modalités du transfert atmosphérique (champ de vent à l'interface terre-mer); ii) les interactions air-mer (évaporation, précipitations, 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). 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) d'une hausse 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, défini huit thèmes pour lesquels des évaluations régionales seraient entreprises: i) évolution du climat; ii) modification du niveau de la mer; iii) océanographie; iv) hydrologie; v) basses terres du littoral; 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 ouvrage en deux volumes intitulé "Climatic Change and the Mediterranean" (Jeftic *et al.*, 1992, volume I; Jeftic *et al.*, 1995, volume II).

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 v) les îles de Cres/Losinj. Ces cinq études ont permis de définir et d'évaluer les implications éventuelles des changements climatiques sur les écosystèmes terrestre, aquatique et marin, sur les populations, sur les pratiques d'utilisation du sol et 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 d'intervention.

Les résultats ont été examinés à une 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 minimiser tel ou tel impact prévu; ii) des données insuffisantes ou une exploitation insuffisante des données disponibles pour permettre une évaluation fiable; et iii) une attention insuffisante accordée aux événements extrêmes (houle de tempêtes, action

des vagues) qui pourraient aggraver les impacts.

Trois nouvelles études de cas sur les implications des changements climatiques, réalisées de 1993 à 1995, ont concerné le littoral albanais (UNEP, 1996a), la région de Sfax (UNEP, 1996b) et la région de Fuka-Matrouh (UNEP, 1996c) (voir encadré page 78).

Certaines variations des conditions actuelles de fonctionnement des écosystèmes marins peuvent, dès maintenant, être imputables à l'évolution du climat de la planète. Ces variations 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 PNUE/OMM sur l'évolution du climat (GIEC) a rassemblé les points de vue de la communauté scientifique internationale sur l'ampleur des changements attendus au niveau planétaire en rapport avec le climat (IPCC, 1992), et le Conseil international des unions scientifiques (CIUS) a lancé un Programme international sur la géosphère et la biosphère (PIGB) pour évaluer le rythme évolutif 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 dans les cadres précités autorisent à penser que le dioxyde de carbone (un des gaz "à effet de serre") de l'atmosphère pourrait doubler d'ici à 2025-2050 si la politique actuelle reste inchangée, entraînant vraisemblablement une hausse de la température moyenne globale de 1,5° - 4,5° C (IPCC, 1992). Cette hausse devrait provoquer une élévation moyenne du niveau de la mer d'environ 20 cm d'ici à 2030, et d'environ 65 cm d'ici à 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 les pressions atmosphériques et le régime des vents (voir aussi

## IMPLICATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN MEDITERRANEE

### L'étude de cas de Fuka-Matrouh (Egypte)

Selon un avis très largement partagé par la communauté scientifique, la hausse dans l'atmosphère des concentrations de gaz à effet de serre résultant des activités humaines est en train de provoquer un changement du climat. Une hausse de la température et un relèvement du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire devraient figurer parmi les répercussions majeures de cette évolution dans l'avenir. Pour évaluer les impacts qui pourraient en résulter sur les systèmes marins et côtiers, le PNUE a, en 1987, lancé des études dans le cadre de son Programme des mers régionales. Ces études avaient pour objet d'analyser les répercussions éventuelles du changement climatique attendu et d'aider les gouvernements à définir des politiques et des mesures susceptibles de prévenir ou d'atténuer les effets néfastes de ces changements, ou tout au moins de s'y adapter.

Lors de l'étude portant sur la région méditerranéenne, on a estimé que l'on pouvait escompter des différences très importantes, selon les sites, dans les impacts de l'évolution du climat et qu'il faudrait donc envisager différentes options d'intervention. L'une de ces études concernait la région de Fuka-Matrouh, en Egypte. Le programme d'étude de cette zone englobait des domaines très divers: géologie, hydrologie, écosystèmes et aspects socio-économiques. Une équipe d'experts représentant ces diverses disciplines a donc été constituée en vue de définir le cadre d'une politique de gestion rationnelle de l'environnement reposant sur une exploitation durable des ressources et sur un aménagement judicieux de la zone de Fuka-Matrouh.

La frange terrestre de la zone couverte par l'étude de Fuka-Matrouh s'étend sur près de 72 km le long de la façade méditerranéenne de l'Egypte et sur une largeur moyenne d'environ 70 km à l'intérieur. Cette zone constitue une étendue pratiquement vierge, dénuée pour l'heure de toute activité industrielle importante. Ses conditions climatiques sont variables: semi-méditerranéennes au nord, le long de la plaine côtière, et arides au sud, avec un été chaud et sec. La pluviométrie annuelle moyenne est de 140 mm au nord, et elle diminue rapidement vers le sud. Le pâturage et la culture sont les principales sources de revenus des autochtones. Les terres cultivées se répartissent entre le figuier, l'olivier, l'orge et le blé; le rendement de l'agriculture dépend en grande part des pluies de l'hiver. La zone de l'étude comprend aujourd'hui un total de 49.000 habitants qui se concentrent dans la zone côtière à raison d'une densité de 12 habitants au kilomètre carré. Le taux annuel de croissance démographique est de 3.2%, dont 10% proviennent de l'immigration.

Le scénario de l'évolution du climat dans la zone de Fuka-Matrouh a été établi par l'Unité de recherches climatiques de l'University of East Anglia, Royaume-Uni, et il prévoit que, pour chaque degré de hausse de la température globale, la hausse annuelle de la température sera de 0,7 à 0,8 ° C d'ici à l'an 2030, et de 2,0 à 2,3 ° C d'ici à l'an 2100. La variation annuelle des précipitations serait comprise entre 0 et - 4% (2030), et entre 0 et - 10% (2100) pour chaque degré de hausse de la température globale. En plus des scénarios annuels, des scénarios ont également été établis pour chaque saison. Le relèvement du niveau de la mer s'établirait à + 16 cm en 2030 et + 48 cm en 2100.

Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes:

- le changement climatique le plus important consistera en un déplacement au nord des phénomènes cycloniques qui affectent le littoral ouest en hiver. L'allongement des étés et une baisse de la pluviométrie hivernale pourraient entraîner une extension de l'aridité estivale;
- Par suite du relèvement du niveau de la mer, la partie orientale de la zone de l'étude connaîtra une certaine forme d'érosion du littoral et une inondation de certains secteurs et dépressions situés à l'arrière des rivages;
- l'instabilité et la disparition des îles-barrières pourraient devenir fréquentes au cours des prochaines décennies; les plages faisant face à ces îles subiraient alors une érosion accélérée et les plages de la partie Est s'adapteraient à ce relèvement du niveau de la mer car elles ont la capacité de reculer progressivement vers l'intérieur;
- une hausse du niveau de la mer multipliera les événements extrêmes comme les orages violents, les déferlantes, les courants et les fortes marées;
- une hausse de la température atmosphérique modifiera le régime thermique du sol en réduisant son humidité et en aggravant ainsi l'érosion éolienne et la salinité du sol, tandis que sa fertilité diminuera et que le processus de désertification en sera accéléré;
- les quantités d'eau potable pourraient ne plus suffire aux besoins de la population et des animaux;
- en raison de la hausse de la température annuelle et de la baisse des précipitations, la limite sud de la flore naturelle de l'arrière-pays reculera plus au nord. La flore actuelle des dépressions situées entre les dunes pourra s'étendre aux dépens de la flore endémique originelle; et
- la baisse pluviométrique et la hausse thermique modifieront les modes de culture; le changement de la pluviométrie et l'augmentation de l'évapotranspiration pourraient entraîner une réduction des surfaces cultivées et l'agriculture se tourner alors vers des formes d'exploitation plus intensives.

Les mesures ci-après ont été proposées en vue de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de prévenir et atténuer les impacts prévisibles de l'évolution du climat, et/ou de s'y adapter:

- améliorer le rendement de l'énergie afin d'en réduire la demande, et recourir à des formes moins polluantes d'énergie pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>;
- concevoir des mesures de protection des sites les plus exposés du littoral. Pour les dunes côtières, des méthodes appropriées de stabilisation (par plantations, palissades et épandages) devraient être mises en oeuvre pour protéger les dunes du front de mer et du littoral qui jouent un rôle de barrière naturelle contre les agressions de la mer;
- contrôler les ponctions de la nappe aquifère en vue d'éviter l'intrusion d'eau salée dans la zone littorale;
- déplacer progressivement vers l'intérieur les projets d'aménagement touristiques qui occupent des sites déjà très exposés; il conviendrait d'appliquer avec rigueur la législation environnementale existante qui stipule de ménager une distance minimale de 200 m entre le linéaire côtier et les premières constructions;
- mettre en oeuvre de vastes programmes de sensibilisation des usagers à la rareté des ressources en eau douce et à la nécessité d'adopter de nouvelles pratiques culturelles afin d'économiser ces ressources;

Bartzokas et Metaxas, 1991).

Le méthane ( $\text{CH}_4$ ) est un gaz à effet de serre qui peut être produit naturellement au niveau du sol (agriculture, 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 méthanogènes, soit sous des conditions réductrices, soit par des réactions métaboliques 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 certaines zones précises de la Méditerranée et notamment aux profondeurs du bassin où pourraient régner des conditions réductrices.

En dehors du dioxyde de carbone et du méthane, plusieurs autres gaz sont connus ou incriminés comme gaz à effet de serre ou pour leur 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'aérosol submicroniques (et ne provenant donc pas du sel marin) qui agissent comme noyaux de condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, influant ainsi à court terme sur le bilan radiatif atmosphérique et éventuellement à long terme sur le climat.

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

L'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) est un gaz à effet de serre potentiel provenant du métabolisme des nitrates et de la combustion industrielle; il peut aussi altérer la couche d'ozone. La contribution marine de ce gaz à l'atmosphère reste inconnue.

On ne s'attend pas à ce que l'évolution du climat de la planète que l'on vient d'évoquer modifie de façon importante la production globale de poisson, bien que certains stocks puissent en être appauvris et que les variations de la pluviométrie et du débit des fleuves puissent retentir sur les pêcheries et les nourriceries du littoral. L'aquaculture côtière sera aussi atteinte. Des zones d'upwelling tropicales, qui produisent de grosses quantités de ressources de poisson, pourraient se déplacer vers les pôles et gagner 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 le long terme, permettant dans une certaine mesure une adaptation progressive à des facteurs sur lesquels l'homme n'est guère, voire pas du tout en mesure d'agir; 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 en expansion qui sont menées dans la zone côtière de la Méditerranée et dans son arrière-pays.

Au cours des 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, une évolution à long terme du climat peut contribuer dans une mesure assez importante à aggraver la vulnérabilité des communautés côtières aux conditions défavorables de l'environnement et compromettre ainsi le développement durable de ces zones. Les secteurs les plus susceptibles d'en pâtir 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 faible altitude et les deltas pourraient en subir un préjudice qui retentira directement sur l'agriculture et les oiseaux migrateurs (Jeftic, 1992a).

---

## 4. La politique et le cadre législatif

### 4.1 La politique de l'environnement

#### 4.1.1 Les pays méditerranéens

La politique de l'environnement des pays méditerranéens s'aligne progressivement sur les prescriptions de la Convention de Barcelone, de ses Protocoles et des diverses mesures communes qui en découlent, puisque tous les pays riverains sont signataires de ladite Convention. Cette politique internationale, s'applique également, bien que dans un cadre régional, au Plan d'action pour la Méditerranée du PNUE (voir 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, mais il n'est pas encore entré en vigueur. Un nouveau Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée a été adopté à la Conférence de plénipotentiaires de juin 1995 (UNEP, 1995c), et lui non plus n'est pas encore entré en vigueur: quand ce sera chose

faite, il remplacera le Protocole du point iv) ci-dessus; cependant, il comprend le projet de deux annexes qui restent à adopter. Les Protocoles dits "immersions" et "tellurique" (points i) et ii) ci-dessus) ont été modifiés par les conférences de plénipotentiaires convoquées respectivement à cet effet (UNEP, 1995e et 1996d).

Les modifications apportées à la Convention avaient principalement pour but de rendre celle-ci conforme aux conclusions de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement en y intégrant le concept de développement durable ainsi que les principes pertinents de la Convention sur le droit de la mer et de plusieurs Déclarations officiellement adoptées dans le cadre de la région (Déclaration de Gênes, 1985; Charte de Nicosie, 1990; Déclaration du Caire, 1992; Recommandations de la Conférence de Casablanca, 1993; et Déclaration de Tunis, 1994). L'intitulé de la Convention a également été changé en *Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée*.

Les principales modifications apportées au Protocole "tellurique" concernent l'extension de la zone du Protocole au bassin hydrographique de la Méditerranée, le lancement de plans d'action régionaux et nationaux pour l'application du Protocole tellurique (priorité étant accordée dans l'élaboration de ces plans aux substances qui sont toxiques, persistantes et susceptibles de bioaccumulation, à l'épuration et à la gestion des eaux usées), l'introduction du principe de précaution, du principe du "pollueur-payeur", la réalisation d'évaluation d'impact sur l'environnement et l'application des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales.

Les modifications apportées au Protocole "immersions" portent sur l'élimination ou dépôt et enfouissement délibérés de déchets dans les fonds marins et leur sous-sol, et sur l'incinération délibérée de déchets en mer.

Les Parties contractantes ont aussi adopté treize mesures communes au titre 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 cancérogènes, 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 à la Convention de Barcelone a ratifié la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (Nations Unies, 1983) qui est entrée en vigueur en novembre 1994, la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 73/78) et la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières, sa législation nationale ne devrait pas aller à l'encontre des dispositions de ces conventions.

Toutefois, l'application est lente pour divers motifs; pour prendre l'exemple de la Convention MARPOL, celle-ci prescrit la mise en place d'installations portuaires de réception qui sont coûteuses, et le Protocole tellurique lui-même, qui prescrit des actions concrètes de maîtrise et de réduction de la pollution d'origine tellurique, appelle la prise de décisions lourdes de conséquences sur des questions telles que la politique urbaine, les

stations d'épuration et les pratiques agricoles améliorées (Chircop, 1992). En outre, comme on le verra en 4.4 ci-dessous, la politique nationale d'aires protégées, telle qu'elle se traduit dans la législation correspondante, est totalement souveraine dans la zone côtière et les eaux territoriales de chaque pays, et l'harmonisation de la législation nationale avec la législation internationale pertinente est assez lente, même une fois que les conventions internationales concernées ont été ratifiées.

La politique nationale de l'environnement s'exprime aussi dans les plans et programmes nationaux correspondants. Des documents exposant ces plans et programmes et fournissant des renseignements sur l'état de l'environnement ont été reçus de 16 pays méditerranéens, ce qui est un chiffre bien supérieur à celui du passé. Il n'est pas possible ici d'entrer dans le détail. Pour certains pays, on a également eu recours pour le présent document aux réponses qu'ils ont retournées à un questionnaire adressé 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 nationales. Par conséquent se fait jour, dans la plupart des pays, un besoin général d'améliorer la coordination et la coopération entre les diverses instances concernées. Il convient aussi de noter que, presque toujours, les législations concernant d'autres domaines sont élaborées et adoptées sans tenir suffisamment compte de l'aspect "protection de l'environnement", si bien que bon nombre de ces textes appellent des modifications. Les rouages institutionnels et les principaux problèmes d'environnement se posant dans les divers pays méditerranéens sont exposés au point 4.1.3 ci-dessous sur la base des renseignements disponibles.

Le Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'environnement, lors de sa 18ème session de mai 1995 et par une décision concernant "l'état de l'environnement dans les territoires palestiniens et autres territoires arabes occupés", a attiré l'attention sur la dégradation de l'environnement qui se produit dans ces territoires et décidé d'apporter une aide concrète aux autorités palestiniennes en vue d'un développement

écologiquement rationnel des territoires placés sous leur contrôle.

#### **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 grands 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 définir les diverses options de développement et à procéder à des choix plus rationnels pour l'affectation des crédits (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 évolutions socio-économiques, conjuguées à une gestion et une planification médiocres du développement, étaient à l'origine de la plupart des problèmes d'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 capital de recherche de solutions.

Bien qu'il soit difficile 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 ainsi marqué de son sceau 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 à porter à son crédit, on relèvera une prise de conscience de l'importance d'un environnement salubre pour le présent et l'avenir de la Méditerranée et de ses habitants, une attitude nouvelle des responsables à l'égard de la protection de l'environnement et le développement d'un sens de la solidarité et du besoin d'agir collectivement en vue d'un avenir meilleur de 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 au point 4.1.1 ci-dessus. La Conférence de plénipotentiaires de juin 1995, dont on a parlé plus haut, a adopté la phase II du Plan d'action sous forme d'un appendice à la Déclaration de Barcelone à laquelle il est fait référence dans l'introduction au présent document. Le PAM - Phase II a pour principaux objectifs: d'assurer une gestion durable des ressources marines et terrestres naturelles et d'intégrer l'environnement dans les politiques de développement économique et social et d'aménagement du territoire; de protéger le milieu marin et les zones côtières en prévenant la pollution, en réduisant et, si possible, en éliminant les apports chroniques ou accidentels de polluants, à protéger la nature, à protéger et revaloriser les sites et paysages de valeur écologique ou culturelle, à renforcer la solidarité entre les Etats riverains dans la gestion de leur ressources et de leur patrimoine communs au profit des générations présentes et futures; et enfin de contribuer à améliorer la qualité de la vie.

Cette politique de l'environnement menée dans le cadre du PAM, elle s'inspire également des dispositions pertinentes de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, de la Convention pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL 1973/78) et de la Convention de 1972 sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'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 implantée à Athènes, Grèce, depuis 1982. Cette Unité remplit les fonctions de Secrétariat au nom du PNUE, ainsi que le prévoit la Convention de Barcelone. Elle prépare les réunions et la documentation nécessaire, diffuse les notifications qui lui sont adressées, examine les demandes de renseignements, accomplit toutes autres fonctions qui lui sont assignées par les Protocoles et coordonne l'ensemble des activités du PAM.

##### **Les Centres d'activités régionales**

L'Unité de coordination est directement chargée du volet "MED POL" du programme (voir 3.2 et 3.3), et elle coordonne et supervise les travaux des Centres d'activités régionales du PAM ci-après:

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

Les Centres d'activités régionales sont chargés de la mise en oeuvre des volets correspondants 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 régionales sont financées par le biais d'un Fonds d'affectation spéciale pour la Méditerranée. Les Centres s'acquittent de 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 procédé à l'étude approfondie des interactions environnement-développement passées, présentes et futures dans le bassin méditerranéen, sur la base de plusieurs hypothèses plausibles de croissance pour des paramètres tels que la démographie, l'urbanisation, l'industrie, l'agriculture, les échanges commerciaux, l'énergie, le tourisme et les transports, et en explorant simultanément des questions connexes comme les incidences respectives de ces secteurs sur les sols, les forêts, les ressources en eau douce, la frange littorale et la mer proprement dite. Le Plan Bleu

actualise au fur et à mesure ses scénarios prospectifs dans le cadre d'études thématiques plus détaillées. A mesure qu'il axe l'essentiel de ses travaux sur les régions littorales et le bassin versant, le CAR/PB ne cesse d'affiner ses analyses et ses évaluations par le biais de l'Observatoire méditerranéen du PAM pour l'environnement et le développement, avec l'appui de la Commission européenne, en vue de fournir des informations utiles et des indicateurs pertinents pour la prise de décisions qu'appelle la réalisation d'un développement durable, et ce en coopération avec les institutions internationales, régionales et nationales qualifiées (UNEP, 1994k). Au regard des objectifs, de l'ampleur et des perspectives du développement durable, l'approche systémique et prospective, assistée par la fonction "Observatoire pour l'environnement-développement" comportant notamment l'élaboration d'indicateurs, représente un outil capital pour la prise de décisions (voir encadré page 86).

Le Centre d'activités régionales du Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP) s'attache aux problèmes immédiats de développement et aux impacts des agressions contre les milieux et les ressources côtières à des sites précis en vue d'introduire les pratiques de gestion écologiquement rationnelle requises pour un développement socio-économique durable. L'un des principaux outils utilisés est la gestion intégrée des zones marines et côtières. Des projets sont en cours d'exécution dans certaines zones littorales comme celles de l'Albanie, de Fuka-Matrouh (Egypte), d'Izmir (Turquie), de l'île de Rhodes (Grèce), de la Syrie, etc. Les autres domaines d'activité du Centre comprennent l'aquaculture, la réhabilitation et la reconstruction des sites historiques, la gestion des ressources en eau dans les îles et 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, auparavant appelé ROCC) a joué, depuis l'adoption du Protocole relatif aux situations critiques, un rôle fondamental de coordination dans l'application de ce Protocole 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 (voir encadré page 87). Le REMPEC a également beaucoup aidé les pays en développement à organiser d'importants programmes régionaux et nationaux de formation aux aspects scientifiques et gestionnels de l'intervention contre la pollution marine accidentelle.

Le Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées (CAR/ASP) a joué un rôle essentiel dans la mise en oeuvre du Protocole relatif aux aires spécialement protégées de Méditerranée. Le Centre a aidé plusieurs pays en leur fournissant la formation et les conseils nécessaires à la création et à la gestion des aires protégées, et il a oeuvré 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 pour la télédétection de l'environnement (CAR/TDE) a introduit l'application des techniques de télédétection au sein du Plan d'action pour la Méditerranée. Ces techniques complètent utilement les données recueillies sur le terrain dans le cadre de diverses activités par des données satellite qui éclairent 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 réalisant des études et des projets axés sur les transformations du linéaire côtier, la dynamique des eaux littorales, l'évaluation des ressources foncières, ainsi que dans plusieurs projets de portée régionale sur la surveillance et la classification de la végétation dans l'ensemble du Bassin. Ces activités représentent un appui poussé et capital à la gestion des zones côtières, notamment en ce qui concerne la désertification, l'érosion du sol, l'urbanisation, la gestion des aires protégées, etc. (voir encadré page 88).

Le Centre pour la production propre a été intégré récemment au PAM et s'emploiera à répandre

l'idée de production propre, avec ses techniques, ses pratiques et ses avantages dans le secteur des industries de transformation. Le plus important de ses objectifs consiste à favoriser des initiatives et programmes de coopération en vue de réduire au minimum les déchets industriels et toxiques, et de réduire ainsi du même coup la pollution de l'environnement.

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 retenus par les Parties contractantes sur la base de critères de sélection agréés. 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 institutions mises en place dans les pays de la région méditerranéenne avec les problèmes majeurs auxquels elles doivent s'attaquer peuvent se résumer comme suit, sur la base des renseignements disponibles.

En Albanie, la principale instance gouvernementale est le Comité de protection de l'environnement, ministère de la Santé et de la Protection de l'environnement (Albania, 1993 et 1995).

Le Comité définit la stratégie du gouvernement, coordonne les fonctions de surveillance des ministères concernés, des autres services publics et des autorités locales. Il organise la surveillance

## APPROCHE SYSTEMIQUE ET PROSPECTIVE: LES SCENARIOS DU PLAN BLEU

Vu la complexité de la région méditerranéenne, il a été décidé d'accorder toute l'attention voulue aux interactions passées, présentes et futures entre le développement et l'environnement dans l'ensemble du bassin méditerranéen et plus spécialement dans ses zones côtières, de manière à éclairer la prise de décisions en vue d'un développement durable.

Cette action s'est développée en trois phases successives que l'on peut résumer par la formule "comprendre, explorer, proposer". En explorant l'évolution des relations entre les populations, les ressources naturelles et l'environnement, sur la base d'un ensemble cohérent d'hypothèses réalistes concernant les tendances démographiques, la croissance économique, les politiques d'environnement et d'aménagement et le niveau de la coopération intraméditerranéenne, il a été possible de forger des images des avènements possibles: les scénarios tendanciels et alternatifs.

Bien qu'il dépende du choix et de l'éventail des hypothèses, et donc des incertitudes inhérentes à tout exercice de prospective, ce travail permet d'obtenir des résultats importants sur les grandes questions du développement et sur les risques auxquels sont exposés l'environnement et les populations elles-mêmes, et en définitive sur le développement durable de la Méditerranée.

Les résultats de la démarche prospective du Plan Bleu, avec ses divers scénarios, permettent de dégager les tendances suivantes:

- la dynamique des populations est le facteur dominant de l'évolution économique, sociale et environnementale du bassin méditerranéen. La population de tous les pays riverains réunis, qui s'établissait à 356 millions d'habitants en 1985 et à 382 en 1990, devrait atteindre un chiffre compris entre 520 et 570 millions en 2025, le gros de cet accroissement étant fourni par les pays des rives Sud et Est. Dans le même temps, la population de la zone côtière, qui était de 133 millions d'habitants en 1985, devrait atteindre les 217 millions en 2025.
- Le tourisme joue un rôle considérable en Méditerranée, représentant un tiers du tourisme mondial, et il se concentre sur le littoral qui a reçu quelque 100 millions de visiteurs en 1985, un chiffre qui devrait se situer entre 170 et 340 millions en 2025, touristes nationaux et internationaux confondus (le scénario alternatif privilégiant une forte augmentation du tourisme national dans les pays du sud).
- La dégradation du sol due à l'érosion, la désertification, les constructions, la salinisation et la perte générale de productivité biologique risque de s'accroître. L'impossibilité d'enrayer ce processus constitue l'une des menaces les plus alarmantes pour le bassin.
- Des ressources en eau douce de bonne qualité et leur gestion sur une base durable sont à la fois les conditions essentielles et les facteurs limitants du développement de la région. L'indice d'exploitation dépasse déjà 100% dans plusieurs pays. Environ la moitié des pays méditerranéens approcheront de cet indice ou le dépasseront en l'an 2025.

Plusieurs autres résultats importants figurent parmi les conclusions dégagées par le Plan Bleu quant aux "Avenirs du bassin méditerranéen".

L'approche prospective est aussi appliquée aux régions côtières dans le cadre des Programmes d'aménagement côtier (PAC) pour lesquels divers scénarios ont été construits en coopération avec des responsables locaux et nationaux.

La démarche générale adoptée pour la Méditerranée est reprise lors d'études thématiques concrètes (forêts, îles, eau, énergie, tourisme, etc.): ce sont les *fascicules* du Plan Bleu. A l'horizon 2000, il est prévu de procéder à un bilan prospectif actualisé couvrant la période 2000-2025 et 2050, en se fondant sur les répercussions d'un "modèle" de développement durable et en exploitant les capacités et les données de l'Observatoire méditerranéen pour l'environnement et le développement.

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 affectés à la protection de l'environnement. Il fixe également des limites admissibles pour les polluants gazeux, liquides, solides et radioactifs, les concentrations de substances dangereuses et toxiques. Il est assisté dans ces domaines, au plan scientifique et technique, par les instituts de l'Académie des sciences et par d'autres instituts relevant de divers ministères. Des dispositions sont en train d'être prises en vue de mettre en place un Observatoire national pour l'environnement et le

développement.

L'Albanie a pour principaux problèmes d'environnement: le déboisement; l'érosion du sol; la contamination des eaux de surface par les rejets sauvages d'eaux usées domestiques et industrielles; l'absence totale d'épuration des eaux usées; et la pollution atmosphérique qui affecte certains sites industriels et est en train d'augmenter dans les grandes villes avec le développement du trafic automobile.

En Algérie, c'est le Secrétariat d'Etat à l'environnement, relevant du ministère de l'Intérieur, qui est chargé de définir et de mettre en oeuvre la politique nationale dans ce domaine. Le

## LA CONCLUSION D'ACCORDS OPERATIONNELS BILATERAUX OU MULTILATERAUX (PLANS D'URGENCE SOUS REGIONAUX)

La mise en commun par plusieurs pays de leurs ressources et de leurs compétences constitue une manière plus efficace et plus rentable de combattre une marée noire que ne pourrait le faire immédiatement chacun d'eux par ses seuls moyens. Il est communément admis que, en cas de déversement massif, la coopération doit se faire avant tout entre Etats qui sont assez proches pour se prêter assistance. L'organisation de cette coopération exige de ces Etats voisins une planification soignée grâce à la conclusion d'arrangements opérationnels dans le cadre d'un accord régional comme le Protocole relatif aux situations critiques. La mise en place de plans d'urgence au niveau sous-régional permet alors de mieux prendre en compte les facteurs locaux spécifiques.

Dans le cadre d'un accord régional (le Protocole relatif aux situations critiques), les arrangements opérationnels entre Etats côtiers voisins représentent incontestablement la meilleure méthode pour fixer les préalables de la coopération et définir les responsabilités au niveau approprié. Ces arrangements sont destinés à faciliter le déclenchement des opérations d'intervention et à coordonner le recours aux moyens disponibles dans une zone géographique donnée. Ils fixent également d'avance les conditions financières et les clauses administratives des opérations, permettant ainsi une intervention rapide en cas de situation critique, tout en supprimant l'inconvénient de négociations laborieuses en cours de sinistre.

Un projet de mise au point d'un dispositif sous-régional de lutte contre les accidents majeurs de pollution marine concernant **Chypre, l'Egypte et Israël**, financé par le programme LIFE de l'Union européenne, a été lancé le 1er janvier 1993 et s'est achevé avec la dernière activité prévue au titre de ce projet, la cinquième réunion du Comité directeur qui s'est tenue à Bruxelles les **7 et 8 décembre 1995**.

Le projet a permis d'élaborer:

- i) trois rapports nationaux contenant notamment des recommandations pour l'amélioration des dispositifs nationaux de préparation à la lutte et de lutte contre les accidents de pollution marine;
- ii) trois estimations du supplément de matériel requis pour une intervention efficace de chacun des pays en cas de déversements de 4000 tonnes d'hydrocarbures (Chypre et Israël) ou de 6000 tonnes (Egypte), et des trois pays réunis en cas de déversements atteignant jusqu'à 15000 tonnes;
- iii) un programme de formation comportant des propositions de stages nationaux, d'un stage sous-régional et d'un exercice conjoint; et
- iv) un plan d'urgence sous-régional signé en juin 1995.

Le projet a eu les **résultats** suivants:

- i) une amélioration progressive des dispositifs nationaux existants de préparation et d'intervention;
- ii) le resserrement de la coopération entre les trois pays; et
- iii) l'adoption d'un Plan d'urgence sous-régional conduisant à l'instauration d'un dispositif de coopération en cas d'accident majeur.

Dans le cadre de l'ensemble du processus de mise en place du dispositif sous-régional de lutte contre les accidents majeurs de pollution marine, l'exercice conjoint organisé avec déploiement des forces d'intervention (navires, hélicoptères, matériel antipollution, équipes d'intervention) des trois pays a permis de commencer à tester le dispositif.

Secrétariat d'Etat comprend une Direction générale de l'environnement, une Inspection générale de l'environnement et des corps d'inspecteurs locaux, chargés de la prévention et de la lutte contre toutes les formes de pollution et de dégradation des ressources naturelles, de la protection de la biodiversité et de la fixation des règlements pertinents.

Le service chargé du développement des forêts et de la lutte contre leur dégradation est la Direction générale des forêts, relevant du ministère de l'Agriculture, avec l'appui scientifique d'un Institut national de recherche forestière et d'un Institut national de recherche agronomique.

Les services chargés des ressources en eau, de l'aménagement du territoire et des travaux publics font partie du ministère de l'Equipement et de l'Aménagement du territoire. Ces services fixent les règlements régissant leurs domaines respectifs et s'acquittent de leurs fonctions par le biais de l'Agence nationale des ressources hydrauliques, de l'Agence nationale d'aménagement du territoire et de la Délégation aux grands travaux et à l'aménagement du territoire. Le service chargé du tourisme fait partie du ministère du Tourisme et de l'Artisanat et il a pour rôle de veiller au développement des zones touristiques.

Le Service national des garde-côte fait partie du

## **LES TECHNIQUES DE TELEDETECTION ET LEUR UTILISATION DANS LA REGION MEDITERRANEENNE**

La nécessité d'une information permanente, fiable et à jour sur l'état et les modifications de l'environnement et d'une organisation efficace des données recueillies de diverses sources a conduit les planificateurs, les décideurs et les scientifiques à adopter des techniques et méthodes de pointe.

La télédétection permet de répondre en partie et efficacement à ces besoins, et son application a entraîné une révolution dans l'observation et la compréhension de l'environnement en s'attachant à élaborer des méthodes nouvelles et plus performantes sur la base d'une démarche pluridisciplinaire.

Il est notoire que la Méditerranée s'est acquise une expérience et des possibilités considérables dans le domaine de l'observation de la Terre au moyen de la télédétection, et qu'elle dispose à cet effet d'un vaste panoplie de technologies.

Les données AVHRR des satellites NOAA sont largement utilisées dans les applications opérationnelles actuelles (par ex.: observations de la température à la surface de la mer pour les prévisions météorologiques, pour la cartographie des sédiments en suspension, pour l'analyse de l'indice différentiel normalisé de végétation) grâce au balayage cyclique et à la continuité/fiabilité de ces satellites.

Les satellites Spot et Landsat sont également largement utilisés, surtout pour les applications terrestres (occupation des sols, couvert végétal, caractères géomorphologiques, sédiments en suspension dans les zones côtières marines, etc.); d'autres instruments installés à bord des satellites sont également d'un usage opérationnel, tels que les diffusionmètres des satellites ERS-1/2 (pour les simulations de champ de vent dans les modèles de prévisions météorologiques), le radar à synthèse d'ouverture du ERS-1/2 (pour l'étude bathymétrique des eaux peu profondes et pour la prévision opérationnelle des vagues), l'altimètre radar de l'ERS-1/2 (pour une détermination significative de la hauteur des vagues en vue d'opérations "offshore").

Le recours à la télédétection par satellite permet d'observer et de surveiller l'état de plusieurs caractéristiques de l'environnement d'une manière synoptique, répétitive et actualisée, si bien qu'on acquiert une connaissance objective de ces caractéristiques et donc la base nécessaire à la planification et à la prise de décision.

La prise de conscience que de nombreuses zones de la Méditerranée sont soumises à une sérieuse dégradation comme l'érosion et la désertification et que seule une connaissance objective et à jour du type et du statut de la végétation permettra de suivre leur évolution a conduit à lancer des projets pour l'observation, l'étude et la classification - sur la base des données satellite NOAA - des zones de végétation de tous les pays méditerranéens afin d'aider ceux-ci à définir des politiques et des programmes pertinents de gestion durable des ressources végétales.

Les informations déduites des données satellitaires répondent aussi à la demande d'homogénéité puisqu'elles sont directement comparables et fiables - qu'elles proviennent d'un même ou de satellites différents - grâce à un traitement approprié des données. De plus, au plan méthodologique, l'intégration de données satellitaires avec des données conventionnelles - par le biais de systèmes d'informations géographiques - s'avère particulièrement utile et efficace dans plusieurs applications. Un bon exemple en est fourni par l'utilisation de séries chronologiques de données satellite de haute résolution tirées de cartes topographiques multi-temporelles pour la surveillance et l'analyse - sur une base périodique - de l'évolution la plus récente de la frange littorale.

La télédétection est également considérée comme un outil nécessaire pour améliorer l'efficacité des études au sol et il convient à cet égard de mentionner l'appui fourni, par exemple, par les images du satellite Landsat pour l'analyse et la classification des ressources en terres. L'interprétation de ces images permet d'identifier les zones de terre homogènes et, d'après ces données, de surveiller sur place un nombre approprié de points de contrôle choisis.

Les données de la télédétection par satellite seront aussi intégrées avec profit dans la construction - au niveau opérationnel - de modèles (transfert des sédiments, pollution, production primaire, courants, état de la mer, etc) dont l'application bénéficie grandement de la disponibilité à long terme de données satellite et de leur nature quasi synoptique. Par exemple, comme pour l'évaluation de la dispersion de la pollution d'origine tellurique dans les zones marines côtières, l'utilisation combinée de modèles numériques - intégrés avec les cartes des températures à la surface de la mer obtenues à partir de satellites - s'avère précieuse pour la caractérisation de la circulation marine côtière et pour l'évaluation des mécanismes de dispersion des polluants.

En conclusion, il convient de souligner que les applications de la télédétection - lorsqu'elles sont correctement faites - sont rentables et susceptibles d'offrir d'énormes avantages, notamment lorsqu'elles incluent la maintenance et l'actualisation des systèmes de surveillance.

On doit donc s'attendre, à l'avenir, à un gros essor des applications de la télédétection aérospatiale.

A cette fin, la communauté scientifique, conformément, entre autres, au processus amorcé par l'Union européenne dans le cadre du programme "Centre pour l'observation de la Terre", s'emploie à promouvoir le recours à la télédétection et la démonstration de sa contribution à la réalisation des objectifs que se sont fixés tous les pays méditerranéens.

ministère de la Défense nationale. Il est chargé de diriger et de contrôler les interventions en cas de sinistre en mer.

L'Algérie a pour principaux problèmes d'environnement la protection des ressources des eaux marines et côtières et la lutte contre la pollution du littoral.

En Croatie, bien qu'une dizaine de ministères soient chargés de divers problèmes d'environnement, la principale instance récemment créée est la Direction nationale pour l'environnement. En dehors des ministères précités, une vingtaine d'institutions quasi gouvernementales 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 d'une ampleur moindre que sur la rive ouest de cette mer; de graves problèmes de pollution dans plusieurs baies côtières (Bakar, Sibenik et Kastela) et ports ayant une forte population (Pula, Rijeka, Zadar, Sibenik, Split et Dubrovnik), dus surtout aux rejets d'eaux usées urbaines et industrielles non traitées (Croatia, 1993a,b).

A Chypre, les principaux problèmes d'environnement concernent des conflits d'occupation des sols, les pressions importantes exercées par le développement économique sur le littoral, la limitation des ressources en eau, la fragilité des habitats de la flore et de la faune sauvages et la vulnérabilité du milieu marin. Ils concernent également le bruit dans les zones urbaines et la génération de déchets.

Chypre a adopté tout un train de mesures (juridiques, administratives, institutionnelles et techniques) pour la protection de l'environnement.

Le Conseil des ministres est chargé de la formulation de l'ensemble de la politique de l'environnement.

Cette politique a été récemment redéfinie dans le cadre de l'élaboration d'un Plan d'action pour la protection de l'environnement, approuvé par le Conseil des ministres en mars 1996. Le Plan prévoit l'intégration horizontale de questions telles que les instruments fiscaux, l'information, la recherche et la participation avec des questions concernant la

politique générale de l'environnement, la protection et la gestion de l'eau, la gestion des déchets, les rayonnements, l'atmosphère, le bruit, les produits chimiques, les accidents industriels, les biotechnologies et la protection de la nature et de la flore et de la faune sauvages.

C'est le ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement qui est chargé de l'ensemble du contrôle et de la coordination de la protection et de la sauvegarde de l'environnement (à l'exclusion des questions de l'aménagement des villes et du territoire).

Le Conseil pour la protection de l'environnement est l'organe consultatif suprême en matière d'environnement-développement, ses membres étant des représentants d'organismes publics ou semi-publics, des entreprises, du secteur technique et des autorités locales. Ce Conseil, présidé par le ministre de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, formule des conseils sur les questions de l'environnement et des recommandations sur la politique et la législation en ce domaine.

Le Comité de l'environnement est présidé par le secrétaire général du ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement, et il se compose des secrétaires généraux ou représentants de divers ministères et organismes. Le Comité procède à l'examen des programmes environnementaux, conseille sur la formulation et la fixation des grandes orientations et redéfinit la politique quand il y a lieu.

C'est le Service de l'environnement du Secrétariat général qui coordonne les programmes nationaux de protection de l'environnement. Il dirige le comité technique d'étude d'impact sur l'environnement, est chargé de veiller à la mise en oeuvre de la politique de l'environnement et à l'application des dispositions de la législation sur la lutte contre la pollution de l'eau. Il coordonne également le processus d'adoption de la politique et de la législation pertinentes de l'Union européenne, favorise la sensibilisation de l'opinion aux questions écologiques, l'information et la formation, et constitue l'organe de liaison national avec la Commission pour le développement durable, la Convention de Bâle, la Convention CITES, le Protocole de Montréal et la Convention sur la diversité biologique.

Plusieurs ministères, départements et services, qui participent tous au Comité et au Conseil de l'environnement, sont chargés de veiller à l'application effective des dispositions concernant certains aspects de l'environnement au moyen d'arrêtés et réglementations.

Sous l'autorité du ministre de l'Intérieur, le Conseil de planification, le Département de l'urbanisme et du logement, les conseils locaux et les réseaux d'aménagement du territoire mènent une action parallèle.

Plusieurs lois régissent la protection de l'environnement, les plus importantes concernant les forêts, les zones de pêche, la lutte contre la pollution de l'eau, les pesticides, les substances dangereuses, les monuments antiques, l'aménagement des villes et du territoire, la lutte contre la pollution atmosphérique et la protection du littoral.

Le projet d'une loi-cadre très complète sur l'environnement est en cours de finalisation: elle est destinée à tracer le cadre institutionnel et administratif de la planification écologique. Elle édicte les principes d'une mise en oeuvre intégrée des divers aspects de la législation et porte sur la pollution des sols, la gestion des déchets dangereux, les instruments environnementaux et fiscaux, l'étude d'impact sur l'environnement, la protection et la gestion de la nature, notamment des espèces et des habitats de la flore et de la faune sauvages, la création et la gestion des aires protégées. Elle institue également le principe de responsabilité civile, des dispositifs d'indemnisation, la réparation des dommages occasionnés à la flore et à la faune sauvages, l'application du principe du "pollueur-payeur", et elle délègue des pouvoirs exceptionnels d'intervention immédiate ou de mise en demeure d'avoir à cesser des activités préjudiciables à l'environnement.

Depuis 1991, un Système intégré d'étude d'impact sur l'environnement est progressivement mis en place conformément aux directives pertinentes de l'Union européenne.

En Egypte, l'Agence égyptienne des questions d'environnement, relevant du ministère de l'Entreprise et du ministère d'Etat aux affaires administratives et de l'environnement, 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 et veille à son application; elle opère par le biais de services de réhabilitation de l'environnement dans chaque gouvernorat.

L'Académie de la recherche scientifique et de la technologie établit 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 dispositifs de protection de l'environnement.

Les principaux problèmes d'environnement de l'Egypte sont: l'empiètement des villes sur de précieuses terres agricoles 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 d'utilisation, 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 rivages attenants en raison de l'intensité du trafic maritime (canal de Suez); la pénurie croissante de sources énergétiques traditionnelles; l'accumulation de volumes importants de déchets solides et liquides associée à l'insuffisance du traitement, de la gestion, de la réutilisation et du 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 (Egypt, 1992).

S'agissant de l'Espagne, le rapport national sur l'environnement (Spain, 1992) souligne que l'ensemble des organes de l'administration 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: Etat, Communautés autonomes et 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 directeur 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 d'entre elles sont habilitées à prendre des dispositions juridiques en matière d'environnement conformément à leurs statuts respectifs d'autonomie, bien que toujours en accord avec des critères de base nationaux, et à les faire appliquer. Pour d'autres Communautés, seul est accordé le pouvoir d'application des lois de l'Etat. Au niveau local, les Corporations sont habilitées à édicter 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 de l'Union européenne sur l'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, pays riverain assez vaste et bien développé, la structure administrative est également complexe, notamment dans le domaine de l'environnement (IFEN, 1994).

Au niveau de l'Administration, le ministère de l'Environnement comprend désormais quatre grands services: Direction de l'eau; Direction de la prévention des pollutions et des risques; Direction générale de l'administration et du développement; Direction de la nature et des paysages. Onze organismes publics relèvent de l'autorité technique (parfois non exclusive) du ministère de l'Environnement; ce sont:

- les Agences de bassin, au nombre de sept, chargées de la gestion des ressources en eau de chaque bassin hydrographique;
- les Parcs nationaux, au nombre de sept (gestion de parcs nationaux);
- le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres (protection du littoral par des politiques d'appropriation publique des terres et d'occupation des sols);
- l'Institut français de l'environnement, qui est la branche "Statistique et information" du ministère de l'Environnement;
- l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (déchets, pollution de l'atmosphère et du sol, bruit, technologies propres);
- l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (assistance technique à l'industrie pour la prévention des risques industriels);
- l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs;
- l'Office national des forêts (gestion des forêts du domaine public);
- le Conseil supérieur de la pêche;
- l'Office national de la chasse;
- le Muséum d'histoire naturelle (conseil scientifique).

Au niveau régional opèrent les Directions régionales de l'environnement sous l'autorité du ministère de l'Environnement; les régions sont des entités socio-politiques propres à la France.

Les principaux problèmes d'environnement de la France, du moins au niveau national, sont: la gestion des déchets; la réhabilitation des zones polluées; la remise en valeur des cours d'eau et la protection contre les inondations; la gestion et la protection de la nature et des paysages; la lutte contre le bruit; la construction de stations d'épuration. Au niveau local et dans le bassin méditerranéen, les principaux problèmes sont: un développement excessif et incontrôlé des aménagements touristiques et de loisir et des résidences secondaires; la pollution du littoral; l'érosion du littoral (dans certaines zones); la nécessité de créer de nouvelles 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 (Greece, 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 fixe les grandes orientations de la planification et du développement économiques, mais les divers ministères élaborent et mettent en oeuvre les politiques de leurs domaines respectifs de compétence; les principaux ministères concernés par les questions de l'environnement sont, outre les ministères précités de l'Economie nationale et de l'Environnement, 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 au-dessus et dans le voisinage des grandes agglomérations (Athènes-Le Pirée, Thessalonique, Patras et Volos) et la pollution marine des golfes bordant ces agglomérations (golfs Saronique, Thermaï que, de Patras et Pagasitique, respectivement); l'érosion du sol (dont le déboisement, les incendies de forêt et le surpâturage sont les causes principales); les résidus agricoles de pesticides et d'engrais entraînés par le ruissellement et les cours d'eau; l'impact de vastes exploitations minières à ciel ouvert (notamment de lignite, bauxite, magnésite, pierre à chaux et marbre) sur les terres agricoles et forestières.

En Israël, le ministère de l'Environnement 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 domaines respectifs (Gabbay, 1994). Le ministère de

l'Environnement a pour objectifs de formuler une politique nationale globale 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 en assurer une application effective et la supervision, à promouvoir l'éducation et la sensibilisation du public aux questions écologiques 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, surtout au-dessus des grandes villes mais aussi en raison de conditions météorologiques défavorables; l'élimination des déchets solides, vu la faible superficie du territoire et le 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, des loisirs et de l'agriculture (sur les terres les plus fertiles du pays).

En Italie, le ministère de l'Environnement a une fonction de coordination dans les questions du littoral et fixe les normes pertinentes; en collaboration avec le ministère de la Marine marchande, il définit et crée des réserves naturelles, fixe des valeurs minimales admissibles pour les paramètres microbiologiques de l'eau, et délivre les autorisations pour les rejets de déchets industriels. L'Agence nationale pour la protection de l'environnement, de création récente et placée sous l'autorité du ministère de l'Environnement, est chargée de la protection de l'environnement, de la collecte et de la diffusion des données et de la coopération avec l'Agence européenne de l'environnement. La gestion des zones côtières est organisée à quatre niveaux: ministériel, régional, provincial et municipal (Italy, 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, régit la navigation dans les eaux territoriales, la pêche et 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 tarifs portuaires, 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 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 pétrolières.

Les régions ont la responsabilité 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 italien sont: l'impact du tourisme et des aménagements de loisir (y compris la construction sauvage 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 et la dégradation des paysages; les difficultés techniques et politiques de la maîtrise des déchets urbains et industriels (législation rigoureuse mais peu respectée) et la mauvaise implantation des gros complexes industriels; les incidences des utilisations militaires (confiscation d'espaces servant à la pêche et au tourisme, effets des explosifs); les parcs marins et réserves (auxquels la population est souvent hostile), les épisodes d'eutrophisation et de mucilages dus aux efflorescences algales (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 ce qui concerne le Liban, Fawaz *et al.* (1992), dans un rapport du PNUD, Beyrouth, indiquent que l'instance gouvernementale chargée des problèmes d'environnement commence à se mettre en place dans la présente période de reconstruction de l'après-guerre qui s'est ouverte en 1991 à l'issue d'un conflit qui a sévi de 1975 à 1990; les attributions sont encore éparpillées entre plusieurs ministères (comme dans bon nombre d'autres pays de la région). Paradoxalement, la reconstruction est en soi, à bien des égards, une solution à une situation catastrophique de l'environnement imputable à la longue période de guerre. 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 1993-1998 et un programme-cadre devant permettre au Liban de répondre aux orientations d'Action 21 de la CNUED.

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 de surveillance des autres secrétariats et d'autres 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 salubrité 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'absence de traitement des eaux usées, la désertification et l'érosion du sol, la gestion et la protection insuffisantes de la nature.

A Malte, petite île où l'organisation administrative est relativement simple, la plupart des questions d'environnement sont traitées par les Départements gouvernementaux (Malta, 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 en l'an 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 gouvernementaux 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 (résidences secondaires estivales notamment).

Au Maroc, le ministère de l'Environnement est devenu autonome en 1995 et a hérité des responsabilités de l'ancien Sous-secrétariat à l'Environnement qui ont été renforcées. Le nouveau ministère est chargé de la coordination interministérielle, de la définition des politiques, de la promotion de la recherche scientifique et de l'information sur les questions d'environnement. Plusieurs autres ministères sont chargés de la gestion des ressources et de la protection de l'environnement dans les domaines de leur compétence:

- ministère de l'Agriculture (irrigation, protection des forêts, gestion des parcs nationaux et

conservation des sols);

- ministère des Travaux publics (gestion des ressources, surveillance de la pollution atmosphérique);
- ministère de l'Intérieur (aménagement du territoire, assistance aux municipalités pour l'approvisionnement en eau et l'évacuation des eaux usées);
- ministères de la Santé publique, du Commerce et de l'Industrie, de l'Energie et des Mines, de la Pêche, etc.

L'Observatoire national de l'environnement du Maroc (ONEM) a été créé au titre d'organe permanent de surveillance. Il a pour objectif de favoriser une meilleure connaissance de l'écosystème marocain, d'étudier les interactions entre environnement et développement et de renforcer l'analyse prospective comme outil décisionnel en vue du développement durable. L'Observatoire gère également (autrement dit collecte, traite et diffuse) les données sur l'environnement. Cette activité peut revêtir des formes diverses, comme la publication de rapports et d'études sur l'environnement, le Rapport sur l'état de l'environnement du Maroc (REEM), la stratégie nationale de protection de l'environnement et de développement durable, ou des monographies sur des questions d'environnement locales ou régionales.

Un Conseil national de l'environnement a été créé pour promouvoir la coordination interministérielle des actions menées dans ce domaine.

Au Maroc, les principales préoccupations en matière d'environnement touchent 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.

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.

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 (Slovenia, 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 un grave déficit en oxygène des eaux du fond; les incendies de forêt; les ressources en eau; les impacts du tourisme; et parfois la pollution atmosphérique des grandes villes.

En Syrie, plusieurs ministères et départements s'occupent de tel ou tel aspect de la gestion des ressources et de la protection de l'environnement du littoral (Syria, 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 de l'agriculture (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, les levés topographiques 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 d'autres organismes, notamment à Tartous et Lattaquié, qui se consacrent directement au littoral.

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

Les plus gros problèmes du littoral syrien sont:

l'aménagement de l'espace, en particulier pour l'agriculture, le logement, le tourisme et les loisirs, les ports, les entrepôts, les routes, les silos, les usines, et la construction en général; la croissance de la population urbaine (aucune politique démographique d'ensemble n'a encore été élaborée); 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 ou agricoles; les sites d'implantation de l'industrie lourde (raffineries de pétrole, cimenteries, centrales hydroélectriques); 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, en ce qui concerne la protection de l'environnement, la conservation de la nature et l'aménagement du territoire, le ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire est plus concrètement chargé:

- d'élaborer et mettre en oeuvre la politique nationale;
- de coordonner les divers acteurs;
- de promouvoir la législation pertinente; et
- de surveiller l'efficacité de la lutte antipollution.

Quatre organismes publics, placés sous la tutelle du ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire, s'occupent activement de la protection de l'environnement. Ce sont:

- L'Agence nationale de protection de l'environnement (ANPE) qui s'acquitte de la double fonction d'analyser et surveiller le rôle de l'environnement dans le pays et de lutter contre toutes les formes de pollution, notamment la pollution industrielle. L'ANPE est aussi chargée de la gestion des déchets solides et de projets visant l'amélioration de la qualité de la vie dans les villes et les grandes agglomérations;
- L'Office national d'assainissement (ONAS), chargé de la gestion de tous les projets d'hygiène

publique dans les zones résidentielles, industrielles et touristiques;

- L'Agence de protection et de développement du littoral, qui gère les projets d'aménagement du territoire dans les zones côtières et contrôle l'application et le respect des législations et réglementations en vigueur;
- Le Centre international des technologies de l'environnement (CITE) de Tunis qui forme des gestionnaires et techniciens de l'environnement aux diverses techniques/méthodes de protection du milieu; il veille également à l'adaptation des technologies de l'environnement aux conditions spécifiques des pays en développement en vue de leur transfert; en outre, il favorise la recherche appliquée à la mise au point de nouvelles technologies pour s'attaquer aux problèmes d'environnement de la région, dans le cadre d'un partenariat entre secteurs privés, instituts de recherche et administrations.

Le ministère et ses services ont bénéficié, en 1994, d'un renforcement de leur dispositif de protection de l'environnement par la création de six Directions régionales (dont trois sont respectivement chargées des parties nord, centrale et sud du littoral); ces Directions ont été instituées sur la base d'une division du territoire national tenant compte des caractères naturels et écologiques des régions.

La Tunisie a également créé deux autres organes à vocation informatique et économique:

- L'Observatoire tunisien pour l'environnement et le développement (OTED) collecte des données sur l'environnement et établit un rapport annuel sur l'état de l'environnement;
- Le Fonds de dépollution (FODEP) créé par la Loi de finances de 1993 anime des actions de protection de l'environnement contre la pollution industrielle.

En Turquie, la principale instance gouvernementale est le ministère de l'Environnement (Turkey, 1991) qui comprend 33 directions régionales dans l'ensemble du pays. Plusieurs autres organismes sont rattachés à ce ministère, mais leurs attributions

ne sont pas encore parfaitement définies: le Conseil suprême de l'environnement et les Conseils locaux de l'environnement; une Autorité des aires spécialement protégées y a également été récemment rattachée et est chargée notamment, depuis sa fondation, de l'application du Protocole ASP au niveau national. 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 de l'Energie et des Ressources naturelles 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. Cette Direction est également chargée de la distribution d'eau potable et d'eau destinée à l'industrie dans les villes de plus de 100.000 habitants, de la surveillance de la qualité de l'eau et de la réalisation d'études d'impact sur l'environnement dans le cadre de projets précis. 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 "biens". 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. Le ministère des Forêts est chargé de la protection et de la gestion des forêts, des parcs nationaux, des réserves naturelles, des zones de protection de la flore et de la faune sauvages, de la protection des espèces menacées, de la lutte contre l'érosion et du reboisement, de l'aménagement de villages forestiers. Le ministère de la Santé s'occupe des réseaux sanitaires, de la surveillance de la qualité de l'air et des eaux de baignade. Le ministère de l'Intérieur et des Gardes-côte est chargé de la lutte contre la pollution marine par les navires dans les zones hors du ressort des grandes agglomérations portuaires. Le sous-

secrétariat d'Etat aux Affaires maritimes, rattaché au cabinet du Premier ministre, est notamment chargé de veiller à ce que le réseau et les services maritimes se développent et fonctionnent en répondant aux besoins et aux intérêts du pays. Il est également chargé des activités de recherche dans les domaines maritimes ainsi que de la prévention, de la lutte et de l'intervention dans les cas de pollution provoquée par des navires.

Les principaux problèmes d'environnement de la Turquie sont: la dégradation des forêts par les constructions sauvages, le tourisme, l'agriculture, les incendies et les nuisibles; l'assèchement des zones humides à diverses fins (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; le mitage des campagnes; le trafic d'antiquités; la pollution de l'eau; l'élimination des déchets solides dans la zone côtière (notamment); 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 compétentes dans le domaine de l'environnement ont étroitement coopéré avec l'Unité de coordination du PAM à la mise en oeuvre du programme, chacune conformément à un mandat précis et selon ses compétences.

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

La FAO a quatre grands départements centrés sur les ressources et l'environnement: Agriculture; Forêts; Pêches; et Développement durable.

Le Département des pêches, qui se consacre à l'utilisation rationnelle des ressources halieutiques, accorde de plus en plus d'attention à la relation d'une ressource à son environnement, à sa réponse à la pêche, à la demande de poisson et de produits tirés 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 régionaux; 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 l'élément du programme MED POL concernant 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 la population.

La FAO a été l'institution désignée comme chef de file 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, bien qu'en dehors du cadre du PAM.

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

L'UNESCO a pour notamment pour vocation de favoriser 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 sanitaires 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 elle 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 liés à 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.

#### Organisation météorologique mondiale (OMM)

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

L'OMM a collaboré avec le PAM en coordonnant le programme sur la surveillance, la modélisation et l'évaluation de la pollution de la mer Méditerranée par

la voie atmosphérique.

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 côtier. Le PNUE prend aussi une part directe au programme PMRC.

#### 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 (notamment les navires pratiquant le rejet d'ordures).

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, à Malte.

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

L'AIEA s'occupe tout particulièrement, et entre autres, 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.

Outre les exemples de coopération interorganisations déjà donnés aux sections qui précèdent, il existe à cet égard 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-COI/ OMM/ OMS/ AIEA/ PNUE sur les aspects scientifiques de la pollution marine (groupe appelé GESAMP) qui publie, entre autres, des rapports sur l'état du milieu marin.

#### 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 liens entre les océans et le climat, ainsi qu'entre le milieu océanique et les constituants biologiques entrant dans les chaînes alimentaires qui aboutissent à la pêche. L'Étude mondiale de la pollution dans le milieu marin (GIPME) de la COI, à laquelle participent également le PNUE, l'OMI et l'AIEA, est consacrée à la pollution chimique ainsi qu'aux effets de la pollution sur les organismes et les écosystèmes marins. La COI coordonne des projets de recherche consacrés au transfert et à la répartition des contaminants, à la modélisation, aux cycles biogéochimiques et aux applications de la télédétection.

Le Système mondial d'observation des océans (GOOS) COI/PNUE/OMM, par le biais de sa composante méditerranéenne (MED-GOOS) actuellement en cours de mise en place, procédera à la collecte, l'analyse et la diffusion systématiques des données intéressant directement la dégradation de

l'environnement, l'évolution du climat et la gestion du littoral.

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

#### **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 (WB/EIB, 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) spécialement 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 est celle de la mise en oeuvre proprement dite. La coopération avec le PAM a été en outre officialisée.

#### **Organisations non gouvernementales**

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

Dans sa majeure partie, la législation internationale ne vise évidemment pas le développement de la frange terrestre côtière, et la question de son application et de son observance ne se pose donc pas. Il en va de même pour les mers territoriales. Il convient d'en excepter les cas où des activités menées dans l'espace national ont des effets au-delà, dans l'espace international.

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 côtier de la région méditerranéenne sont récapitulés ci-dessous.

Etant donné que la politique environnementale du PAM prend en compte les dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer ainsi que de la Convention 1973/1978 sur la prévention de la pollution marine par les navires (MARPOL) et de la Convention du 1972 sur la prévention de la pollution par l'immersion de déchets et autres matières, il convient de noter que les pays méditerranéens ci-après n'ont pas encore ratifié ces conventions: pour MARPOL: Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Espagne, Israël, Liban, Libye, Malte, Maroc, Slovénie, Syrie, ainsi que l'Union européenne; pour la Convention Immersion: Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Israël, Liban, Syrie, Turquie, ainsi que l'Union européenne; pour le Droit de la mer: Albanie, Croatie, Espagne, France, Grèce, Israël, Italie, Liban, Libye, Maroc, Monaco, Slovénie, Syrie, Turquie, ainsi que l'Union européenne.

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

mers 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 prenant part à des activités d'exploitation), la Convention de Barcelone (1976) et le Protocole relatif aux opérations d'immersion (1976).

Les zones de pêche: la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, en stipulant les droits et les obligations des Etats côtiers lorsqu'ils étendent leur juridiction aux zones de pêche, a supprimé les conditions d'un accès libre et ouvert sous lesquelles opéraient auparavant les flottes des eaux éloignées dans des limites de 200 milles marins de la côte. Par la suite, de nombreux Etats côtiers ont assumé le problème de la maîtrise de l'effort de pêche en permettant un accroissement de celui-ci sous des conditions d'accès libre et ouvert prévalant dans le cadre des juridictions maritimes nationales (ZEE ou Zones économiques exclusives, par exemple). Cette évolution s'est produite parce qu'aucun droit particulier n'était attribué aux pêcheurs et, en de nombreux cas, par utilisation abusive de plans d'aide inadéquats, il en est résulté un effort de pêche excessif et une nouvelle détérioration de la base de ressources nationales. Une solution pourrait consister à accorder, dans un cadre régional méditerranéen, des droits géographiques spéciaux dans des zones de pêche bien spécifiées, appelés "Droits d'utilisation territoriale accordés aux pêcheurs".

En Méditerranée proprement dite, aucun Etat n'a instauré de Zone économique exclusive (ZEE), encore que Malte ait créé une zone restreinte de pêche exclusive, si bien que, en fait, presque toutes les activités de pêche, sauf celles ayant lieu dans les limites des mers territoriales, s'effectuent sous un régime d'accès ouvert. Comme la plupart des stocks de poisson, à commencer par les grands migrants, se trouvent au-delà des limites maritimes nationales ou entre les mers territoriales et les eaux internationales, les perspectives d'une gestion commune des stocks sont problématiques étant donné qu'un même stock doit être géré de manière coordonnée sur la base des

	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(AD)	30. 5.1990(AD)	30. 5.1990(AD)	30. 5.1990(AD)	30. 5.1990(AD)	
Algérie	16.02.1981(AD)	16. 3.1981(AD)	16. 3.1981(AD)	2. 5.1983(AD)	16. 5.1985(AD)	
Bosnie-Herzégovine	22.10.1994(AD)*	22.10.1994(AD)*	22.10.1994(AD)*	22.10.1994(AD)*	22.10.1994(AD)*	
Croatie	12.10.1993(AD)*	12.10.1993(AD)*	12.10.1993(AD)*	12.10.1993(AD)*	12.10.1993(AD)*	14.10.1994 (S)
Chypre	19.11.1979 (R)	19.11.1979 (R)	19.11.1979 (R)	28. 6.1988(AD)	28. 6.1988(AD)	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)	
Egypte	24. 8.1978(AP)	24. 8.1978(AP)	24. 8.1978(AP)	18. 5.1983(AD)	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(AD)	8.11.1977(AD)	8.11.1977(AD)	1994 (AD)*	1994 (AD)*	
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 (AD)	15.3.1994 (AD)	15.3.1994 (AD)	15.3.1994 (AD)	15.3.1994 (AD)	
Syrie	26.12.1978(AD)	26.12.1978(AD)	26.12.1978(AD)	1.12.1993 (AD)	11.9.1992 (AD)	
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(AD)	6.11.1986(AD)	

S = Signature R = Ratification AD = Adhésion AP = Approbation \* En attendant confirmation par l'Etat dépositaire (Espagne)

renseignements recueillis sur sa capture dans les limites de sa zone de parcours.

Aux termes de la Convention sur le droit de la mer, la juridiction sur les ressources continentales revient aux Etats côtiers, excepté pour des zones limitées du plateau continental au-delà de 200 milles marins, et les Etats sont tenus de coopérer pour assurer une gestion durable des ressources marines partagées, de recourir à une commission des pêches existante ou d'en constituer une à cette fin.

Cette définition de mer semi-fermée intègre plusieurs idées-force: i) l'effet potentiel de la terre sur le système marin; ii) la participation directe de deux Etats ou plus; iii) une communication avec une autre mer ou un autre océan par un détroit; et iv) la division de la zone marine en mers territoriales et/ou en Zones économiques exclusives, en théorie du moins, puisque, on vient de le dire, aucune demande de création de ZEE n'a encore été faite officiellement en Méditerranée.

La définition de la Convention exclut les mers qui sont entièrement nationales, comme la mer de Marmara même si, comme pour les mers archipélagiques et les détroits en général, le libre passage de ressources marines d'une juridiction à l'autre à travers de telles eaux entièrement nationales est reconnu et accepté au plan international. Cela impose aux Etats concernés une obligation particulière de conservation des ressources migratrices internationales quand elles traversent des détroits et des mers nationales.

#### 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 côtier, comme en témoigne la demande croissante des formes d'évasion dites "écotourisme" et "écoloisirs" (voir 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'écotourisme précité se développe et que les agressions

esthétiques telles que les plages envahies de débris ou de goudron tout comme les difficultés de transport (encombrement des routes du littoral) se multiplient et finissent par retentir sur la qualité du tourisme. Cependant, les touristes devraient être mieux informés de ce qu'est le PAM et de ce qu'il faut pour améliorer l'environnement, ce qui répondrait aux souhaits des groupes les plus sensibilisés.

Une écotaxe implique la nécessité de fixer un prix d'utilisation des ressources qui soit plus rationnel qu'aujourd'hui (Chircop, 1992). La possibilité qu'une taxe de cette nature soit versée au 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 marine 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 des mêmes substances dans le milieu marin qui n'aurait pas les effets nuisibles susmentionnés 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) mentionnés ci-dessus en 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 du PAM (UNEP, 1993c). Procédant à un bilan rétrospectif, elle attire l'attention sur un certain nombre de déficiences dans l'orientation et la mise en oeuvre aux Phases I (1976-1980) et II (1982-1995) du MED POL; la Phase III (1996-2005) devrait permettre de remédier progressivement à ces déficiences.

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 (Jefic, 1992).

### 4.3 Aires protégées et espèces menacées

Il existe 123 aires spécialement protégées (ASP) désignées aux termes du Protocole ASP et dont 47 comportent un espace marin, soit un espace marin exclusif (15) soit un espace marin associé à un espace terrestre (aire mixte)(32). Les aires restantes sont terrestres en englobant aussi éventuellement des zones humides côtières.

La législation nationale des Parties contractantes relative aux aires protégées a fait l'objet d'une compilation du CAR/ASP (MAP/UNEP, 1993), et d'une synthèse récapitulative de l'UICN et du PNUE (UNEP/IUCN, 1994). En voici brièvement les conclusions.

Dans 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 y a une possibilité 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 d'envergure nationale, tandis que les secondes le sont du territoire strictement 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 complète d'aires protégées marines; la plupart des nouvelles aires protégées marines correspondent en fait à l'extension sur le domaine maritime d'aires protégées côtières/terrestres existantes.

Ces deux gros obstacles ont été plus ou moins contournés en recourant à des législations d'une visée toute autre (comme celles qui imposent des restrictions à la chasse ou à la pêche). Il y a même des cas où des législations concernant plusieurs domaines juridiques (par ex., loi sur la pêche + loi sur la navigation + loi sur la protection de la flore et de la faune) ont servi en fait à créer une aire protégée. De toutes les Parties contractantes, l'Italie est la seule à posséder une loi régissant spécifiquement la création d'aires protégées marines.

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 limitée, habituellement 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, mais dans une mauvaise transposition, 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 concernant la route, la vitesse et le mouillage du bateau, mais elle fait rarement l'objet d'une interdiction totale;
- v) la nage et la plongée sont généralement soumises à restrictions et réglementation, notamment pour interdire la chasse (utilisation de fusils sous-marins, 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 les législations nationales en vigueur. 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 gestion des aires protégées marines ne repose habituellement pas sur la législation en vertu de laquelle elles ont été créées. Les règlements sont souvent édictés par une instance locale dans le cadre de statuts particuliers, ou bien aucun règlement n'est édicté. Parfois, des comités de gestion sont créés et font preuve de plus ou moins d'efficacité. Ou encore des arrangements spéciaux sont conclus entre les parties concernées et peuvent s'avérer viables.

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 (UNEP, 1994h) qui, dans 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 (IUCN, 1990) d'un champ bien plus étendu que celui du PNUE (UNEP, 1994h) et non limité à la zone côtière.

Les aires protégées, y compris les ASP, 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 en Méditerranée.

Un certain nombre de conventions internationales peuvent s'appliquer à la région méditerranéenne pour autant que les Etats côtiers les aient signées ou 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 sont, en ce qui concerne la Méditerranée (voir 3.3.1), le phoque moine, toutes les tortues marines, les cigognes, les grues, les flamants, et les pélicans. En Méditerranée, l'Algérie, l'Égypte, le Maroc et la Tunisie sont signataires 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 bleu (*Balænoptera musculus*), le phoque moine (figurant également à l'annexe II qui exige des signataires qu'ils s'évertuent à conclure entre eux des arrangements en vue de protéger et de gérer les animaux de la liste), toutes les tortues marines (figurant aux deux annexes), le pélican blanc, le goéland d'Audouin et deux autres espèces : l'aigle à queue blanche (*Haliaëtus albicilla*) et le courlis à bec arqué (*Numenius tenuirostris*). Les Etats côtiers signataires de cette Convention sont l'Espagne, la France, Monaco, l'Italie, Israël, l'Égypte, la Tunisie et le Maroc, ainsi que l'Union européenne.
- La Convention sur 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 bleu (*Balænoptera musculus*), l'orque (*Orcinus orca*), le faux-orque (*Pseudorca crassidens*), le dauphin de Risso (*Grampus griseus*), le globichéphale noir (*Globicephalus melæna*), le dauphin commun (*Delphinus delphis*), le grand dauphin (*Tursiops 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*), la grande baleine (*Hyperoodon rostratus*) (tous les autres cétacés sont inclus dans l'annexe III - protection et gestion), le phoque moine, la tortue verte, le caret, la tortue carouane, la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), la tortue luth (*Dermochelys c. coriacea*) et la très grande majorité des oiseaux. Les Etats riverains signataire de cette Convention dans le Bassin sont l'Espagne, la France, Monaco, l'Italie, Malte, la Grèce, Chypre et la Turquie, ainsi que

l'Union européenne.

- La Convention internationale pour la réglementation de la chasse à la baleine (Washington, DC, 1946). Les espèces de baleine visées par cette Convention et que l'on peut rencontrer en Méditerranée sont le rorqual bleu, le rorqual commun (*Balænoptera physalus*), le rorqual de Rudolphi (*B. borealis*), le petit rorqual (*B. acutorostrata*) et le cachalot (*Physeter macrocephalus*). Toutes ces espèces sont protégées ou font l'objet d'un moratoire sur la pêche à la baleine. Les Etats côtiers signataires de cette Convention dans le bassin 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 ce sens qu'elle interdit ou restreint le circuit de l'offre (d'espèces indigènes) et la demande (d'espèces non indigènes), mais qu'elle favorise 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'Égypte, 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 de la flore sauvages.

Le document du PAM (UNEP/IUCN, 1994) examine également la législation relative à la protection des espèces marines et côtières.

Le PAM/PNUE et le Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées ont organisé une réunion d'experts sur la législation de l'environnement relative aux aires spécialement protégées et aux espèces menacées en Méditerranée (UNEP, 1993d). Les participants ont examiné l'état d'élaboration de la législation nationale dans ce domaine et, en particulier, ils ont 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 quelque cinquante aires protégées.

Dix Etats côtiers méditerranéens ont créé 38 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 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 aux activités humaines, laquelle est elle-même entourée d'une zone de transition où les activités humaines sont permises sous certaines conditions.

La protection des aires naturelles spécifiques, pour autant qu'elle soit efficace, s'étend également aux espèces menacées, bien qu'il ne soit pas toujours nécessaire de créer de telles aires pour assurer la protection de nombreuses espèces.

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 (UNEP, 1994R).

Le Protocole (de la Convention de Barcelone)

relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée appelle notamment l'établissement d'une liste d'Aires spécialement protégées d'importance méditerranéenne (ASPIM) en vue de conserver la biodiversité et de contenir des écosystèmes méditerranéens spécifiques. Ces aires sont assorties des mesures suivantes: protection et conservation d'espèces; réglementation de l'introduction d'espèces non indigènes ou modifiées par génie génétique; études d'impact sur l'environnement de tous projets ou activités susceptibles d'affecter les aires protégées en tenant compte des activités humaines, et sous réserve de la réalisation des objectifs du Protocole; meilleure sensibilisation de l'opinion aux ASP et promotion de la recherche scientifique, technique et gestionnelle sur celles-ci.

#### **4.4 Protection et développement du littoral**

Depuis sa création, le PAM a toujours été conscient de la nécessité d'appliquer la planification et la gestion intégrées du littoral pour la protection de l'environnement de la Méditerranée. Au cours de la première décennie du PAM, les activités étaient centrées sur la surveillance de l'état de la mer et sur les interventions visant à améliorer le milieu naturel. Ce faisant, il s'est avéré de plus en plus que la grande majorité des problèmes de pollution - disons 80% - avaient leur origine à terre et qu'il était nécessaire, au plan mondial et régional, d'ajuster le développement à la capacité réceptrice du milieu, ce qui revenait à adopter en permanence un processus de planification intégrée et de gestion rationnelle des ressources limitées de la région, en mettant l'accent sur l'interface entre la terre - la source principale des polluants - et la mer - leur réceptacle principal - , autrement dit sur le littoral (UNEP, 1993e) (voir encadré page 107).

Les politiques de gestion de l'environnement et des ressources ainsi que de développement du littoral, lequel contribue largement à la pollution d'origine tellurique, doivent par conséquent reposer sur des objectifs complémentaires et être mises en oeuvre au moyen d'instruments compatibles et efficaces, autrement dit rentables. Comme on l'a noté dans l'introduction au présent rapport, les domaines prioritaires d'activités pour l'environnement et le développement dans le bassin méditerranéen (1996 - 2005) ont été

## **COÛTS-AVANTAGES DE MESURES DE REDUCTION DE LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT PAR LES SOURCES TERRESTRES DE POLLUTION**

Attribuer une valeur monétaire aux ressources de l'environnement est l'un des principaux apports de l'économie de l'environnement à la politique du même nom et aux programmes de lutte contre la pollution. Les problèmes de méthode et de données continuent à inciter à réaliser des études de cas en vue d'améliorer les techniques d'évaluation et de mesure convenant aux divers sites et milieux concernés. Le fait que, dans certains cas, les méthodes d'estimation ne permettent pas d'attribuer une valeur monétaire approximative aux coûts-avantages pour l'environnement ne signifie pas pour autant que ces coûts n'existent pas ou que leur importance soit négligeable pour la planification et la définition des politiques.

Ainsi, l'étude réalisée dans l'île de Rhodes (Grèce) sur les coûts-avantages résultant de mesures de réduction des impacts sur le milieu littoral des sources terrestres de pollution montre comment on peut exploiter les résultats de cette approche pour l'élaboration d'une politique de l'environnement.

L'île de Rhodes a connu un essor touristique rapide qui s'est accompagné de pressions sur le milieu littoral. Plus d'un million de touristes se rendent dans l'île chaque année et exercent ces pressions sur la partie nord du littoral qui concentre 85% des capacités d'hébergement globales (environ 70.000 lits). Les perspectives d'une aggravation des impacts sur l'environnement ont incité les responsables nationaux et locaux à rechercher les moyens de les prévenir par la définition d'une nouvelle politique d'investissements. L'étude de cas "coûts-avantages" est alors capitale pour renforcer l'élaboration des programmes et justifier la priorité accordée aux investissements destinés aux dépenses de gestion de l'environnement.

**Côté coûts**, l'étude de cas de Rhodes a permis de les préciser et de les estimer sur la base de quatre indicateurs:

- i) perte de revenus touristiques;
- ii) dégradation des plages;
- iii) risques sanitaires; et
- iv) réduction de l'attrait des conditions de résidence.

Les coûts ont été exprimés en valeurs monétaires par des estimations de variables économiques telles que:

- i) l'évolution de la production (pour compenser la perte de revenus touristiques);
- ii) le coût des mesures de réhabilitation des plages;
- iii) les dépenses de santé des ménages;
- iv) l'évolution du rendement des terrains urbains (pour modifier les valeurs de la propriété).

Les coûts monétaires ont été estimés à environ 15,2 millions de dollars E.U. par an, avec une marge d'environ 25%, soit en gros 3% du PIB de l'île. La perte de revenus touristiques se montait à 8,1 millions par an; la baisse de valeur des terrains résidentiels à 3,5 millions par an; la dégradation des plages à 2,7 millions par an; et les dépenses de santé à 0,9 million seulement par an. Les coûts exprimés en pertes de revenus touristiques, estimées sur la base d'une baisse du taux d'occupation des hôtels, était la catégorie la plus importante. Les coûts exprimés en risques sanitaires s'avéraient négligeables sur la base du nombre de consultations médicales pour des problèmes de santé imputables à la qualité des eaux de baignade. Les coûts de la réduction de l'attrait des conditions de résidence, exprimés en baisse des loyers, étaient bien inférieurs aux débouchés touristiques prévus, mais encore assez importants. On constatait que les facteurs environnementaux étaient responsables d'une baisse des valeurs de propriété en des sites particuliers soumis à une dégradation relative du milieu, surtout près des ports et dans des secteurs de la baie d'Ixia.

**Côté avantages**, l'étude de cas de l'île de Rhodes a comporté un examen des investissements pour le réseau central d'égouts sur la période 1988-91, elle a chiffré les investissements jusqu'en 1999 et s'est attachée aux avantages directs et indirects escomptés de ces investissements. Les avantages directs se répartissaient en deux grandes catégories:

- i) l'augmentation de revenus touristiques escomptée d'une meilleure gestion du littoral;
- ii) les économies réalisées grâce à la mise en place, dans la période de préinvestissement, d'un système d'enlèvement et élimination des eaux usées par véhicules de transport.

Les avantages indirects concernaient des améliorations générales de l'environnement de l'île, et notamment de l'attrait des conditions de résidence du fait de la réduction concomitante des odeurs nauséabondes, de la circulation automobile et du bruit dont on pouvait attendre un effet favorable sur les valeurs de la propriété. Les principales zones de l'île devant bénéficier d'une augmentation des avantages étaient les sites très atteints comme la baie d'Ixia, la côte de Faliraki et les zones portuaires destinées à être desservies par le nouveau réseau d'égouts.

L'étude de cas a montré que, si l'on met à part des avantages qualitatifs qu'il est difficile d'évaluer, la valeur monétaire des avantages mesurables susmentionnés dépasse de loin les coûts d'investissement. Sur un investissement total de 94 millions de dollars E.U. dans les réseaux d'égouts des villes de Rhodes, Ialysos, Koskinou et Lindos, on a calculé des bénéfices annuels de 21,2 millions de dollars, représentant 200 millions en termes actuels, soit un rapport avantages/coûts de plus de 2. Il s'est avéré également que 45% des bénéfices proviendraient d'une hausse des valeurs de la propriété, 35% des économies réalisées et 20% des revenus touristiques escomptés.

L'étude de cas met également en lumière un autre ensemble de résultats. Le "profit", pour la politique de l'environnement d'un pays donné, d'une estimation sommaire des coûts/avantages ne tient pas seulement à l'exactitude des chiffres obtenus mais à ce qu'on met entre les mains des responsables un outil dont ils peuvent se servir pour choisir entre les diverses options qui s'offrent à eux pour l'allocation prioritaire des crédits à l'environnement.

adoptés en appendice II à la Résolution de Barcelone.

Les objectifs d'un plan de gestion intégrée du littoral 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 s'inscrire 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, dans le contexte des préoccupations actuelles de la société, doit avoir pour finalité essentielle 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 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 nettement séparées en vue d'éviter des incidences fâcheuses sur d'autres utilisateurs et utilisations et peut-être, par-dessus tout, sur l'environnement et les ressources naturelles.

Il n'est généralement pas possible que toutes ces utilisations coexistent 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 frange côtière en question est relativement restreinte; et toutes ces utilisations ont tendance à compromettre la poursuite de la pêche (même de la pêche sportive) et de la mariculture. Le choix d'un plan de gestion intégrée de la zone côtière est donc important au plan de l'espace et il y a peu de chances que les objectifs répondent à des critères politiques, en termes de juridiction et d'économie. La maîtrise du développement littoral et la protection des habitats exigeront de meilleurs procédures de planification et impliqueront 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 du littoral de s'aider et de se renforcer mutuellement, à évaluer l'efficacité de ces rouages et à concourir à leur mise en place.

Dans la majorité des pays méditerranéens, le concept de planification intégrée du littoral n'est pas encore pleinement appliqué et les outils modernes de cette approche restent à introduire. Même quand des plans ont déjà été établis, ils ne prennent en compte ni l'atmosphère, ni les zones proches ou distantes de la côte, ni le rôle des processus naturels et des activités humaines de l'arrière-pays.

Les Programmes d'aménagement côtier (PAC) constituent l'aide principale que le PAM fournit aux Parties contractantes dans ce domaine. Ils représentent une nouvelle forme de coopération entre le PAM et les institutions et experts nationaux concernés. La somme des connaissances et de l'expérience du PAM est désormais appliquée à l'élaboration et à l'exécution de ces PAC. Les détails de cet exercice sont fournis par le PNUE (UNEP, 1995g) et résumés par Jeftic (1993b).

Les PAC ont pour principaux objectifs d'introduire ou de développer le processus de la planification et gestion intégrées dans des zones littorales 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, évaluations de 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), études 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 PAC visent à créer des conditions se prêtant à la gestion intégrée des zones marines et côtières. 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, 1993b).

Pour aider à mener ces activités, des "Lignes directrices pour la gestion intégrée des zones marines et côtières" ont été établies (UNEP, 1995g).

Jusqu'à présent, des PAC ont été achevés pour la baie d'Izmir (1993), le littoral syrien (1994), la baie de Kastela (1994), le littoral albanais (1996) et l'île de Rhodes (1996). D'autres PAC seront achevés en 1996 pour Fuka-Matrouh et en 1997 pour la région de Sfax. Enfin des PAC sont en cours pour Israël, le Liban, Malte et le Maroc (figure 4). En utilisant des scénarios prospectifs, le Plan Bleu a également mené à bien une étude intégrée du littoral de la baie d'Iskenderun en Turquie (UNEP, 1994m).

## 4.5 Développement durable

### 4.5.1 Objectifs

Le concept de développement durable s'est trouvé au coeur 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 des habitants de la planète 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. On retrouve dans la notion plus limitée de "développement" la notion d'exploitation des ressources naturelles, mais d'une exploitation qui doit être restreinte par la capacité même de ces ressources et de leur milieu naturel à en supporter les répercussions, si le développement que l'on recherche doit être viable, s'inscrire dans la durée. La poursuite d'un "progrès" sans frein a eu des effets négatifs sur les milieux marin et terrestre (WB/EIB, 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 simple:

"Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins".

Cette définition admet que les systèmes de valeurs d'une société évoluent constamment, comme le fait la valeur relative présentée assignée à une ressource biologique donnée. Une définition plus explicite pour les systèmes aquatiques et terrestres a été adoptée par le Conseil de la FAO en 1988:

"Le développement durable consiste en la gestion et la conservation de la base des ressources naturelles et en l'orientation des transformations technologiques et 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" (UNEP, 1995e) et CEE(ONU)(CEC, 1993b) pour tous les grands secteurs d'activité socio-économiques. On peut les résumer comme suit. S'agissant des activités économiques, les principaux sujets de préoccupation sont l'agriculture,

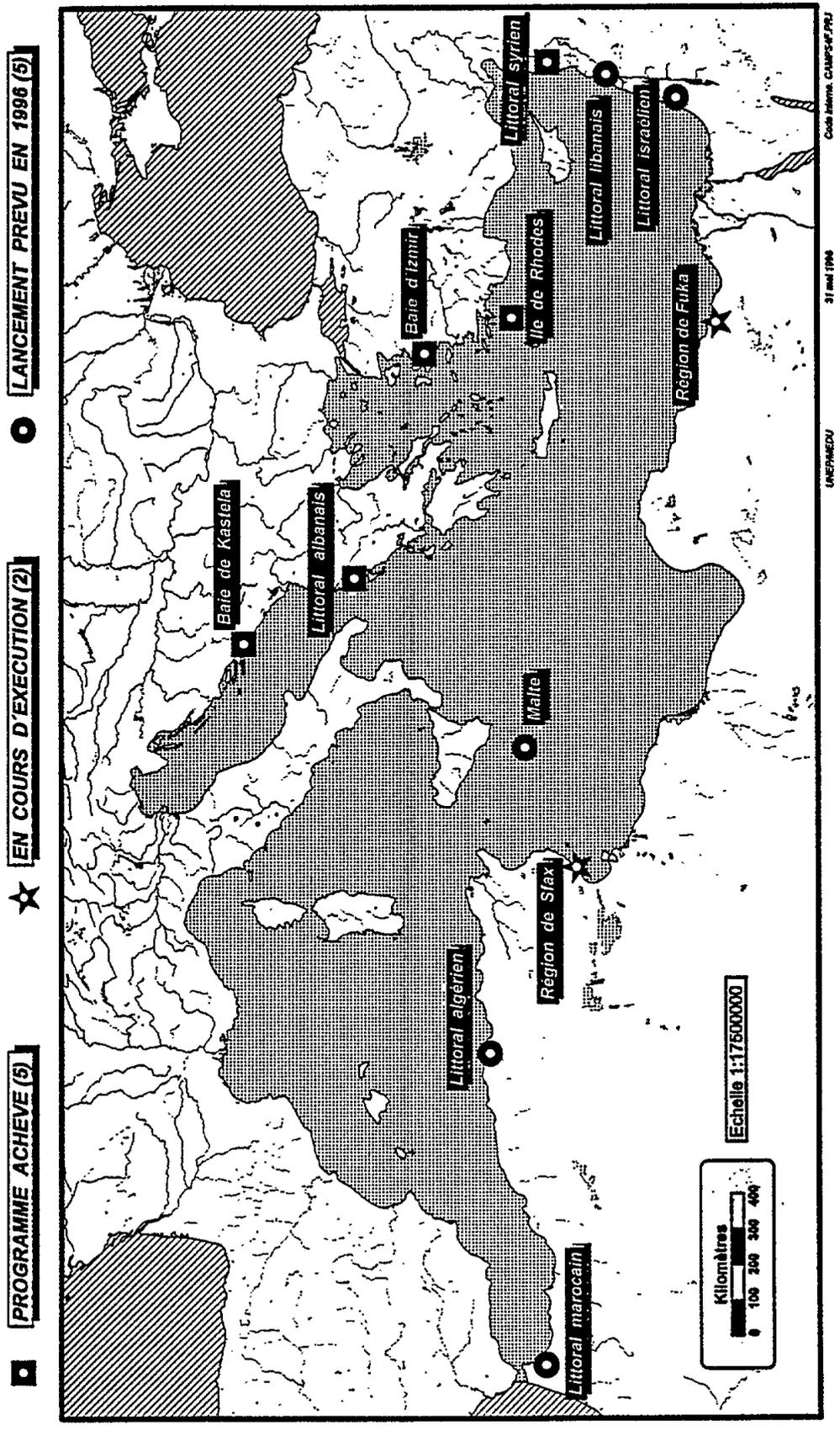


Fig. 4 Programme d'aménagement côtier du PAM

l'industrie, la production et consommation d'énergie, le tourisme, les transports et la pêche.

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 aggraverait 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 l'excédent de produits chimiques (sels y compris), engrais et pesticides. Ce volume réduit d'eau libre facilitera aussi l'érosion du sol qui est un facteur de désertification.

Le développement durable devrait avoir, entre autres, pour grands objectifs:

- 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 productivité et la production agricoles et conserver la biodiversité;
- adoption de systèmes d'irrigation et d'écoulement des eaux bien 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 effets des déchets sur l'environnement et où il n'y avait pas une pression assez forte pour obliger à mieux exploiter ces déchets par le recyclage ou la fabrication de produits secondaires. Les principaux objectifs du développement durable devraient comporter:

- la promotion du recours à des techniques et procédés industriels "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, autant que possible,

l'intégration de procédés permettant d'en tirer parti.

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 d'autres formes de dégradation du milieu. Les objectifs 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 que l'utilisation de combustibles fossiles 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 dans lequel il s'inscrit en raison de ses pressions sur le sol (pour les logements et autres aménagements), 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 d'un développement touristique 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 régulière des ressources touristiques naturelles, culturelles et humaines, assortie de l'évaluation de la réaction de chaque touriste face aux impacts mêmes du tourisme;
- la promotion d'un tourisme fondé sur un environnement naturel, vierge et, autant que possible, pratiqué "hors saison".

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 de la multiplication et de l'élargissement des routes (et donc de l'extension du parc automobile) et des aéroports (et donc de l'extension du parc aérien).

Les principaux objectifs d'un développement durable de ce secteur sont:

- de développer de nouvelles formes de transport présentant toutes les conditions voulues de confort pour les passagers et de rendement pour les marchandises, de réduire la quantité de combustible et d'espace pour chaque personne ou produit unitaire transportés;
- d'améliorer les systèmes de transport des personnes et des biens en favorisant le recours à des formes mixtes de transport à diverses fins;
- d'harmoniser, au moins sur une base régionale, les systèmes de transport qui sont plus appropriés au bassin méditerranéen.

La pêche a probablement atteint un plateau si l'on prend en compte ce que l'on peut prélever de la mer sans provoquer l'épuisement économique des stocks, à moins que le public ne soit disposé à acquitter un prix des prises directement proportionnel à la disponibilité de celles-ci. Dans certains cas, cet épuisement est malheureusement déjà en cours (thon rouge, par ex.) et le développement durable en est gravement compromis.

Les principaux objectifs du développement durable en matière de pêche sont:

- maîtrise de la taille des flottes de pêche, perfectionnement des engins, bateaux et équipements de navigation et de détection du poisson de manière à ajuster 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 ainsi 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 viviers pour de nombreuses espèces de valeur, des zones où les systèmes marins côtiers sont enrichis en éléments nutritifs par la terre et dont dépend la récolte de ressources 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 des ressources 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, dans le délai voulu, des décisions pertinentes attendues de la Conférence des Nations Unies sur la préservation des stocks de poisson et des grands migrateurs.

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 utilisations 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 susmentionnées peuvent être traitées grâce au concept de 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; sol; forêts 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 (voir encadré page 114), 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 d'expériences 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 de 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 autre végétation naturelle peuvent être opportunément tirées du Programme d'action pour les forêts méditerranéennes de la FAO 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 sur les forêts 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 marines biologiques, 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 microniches 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 des espèces qui ne sont pas des cibles de pêche directes); 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. Non seulement les terres sont de plus en plus confisquées par les autres utilisations et des sites historiques détruits ou du moins gravement détériorés, mais des combinaisons d'écosystèmes typiques et d'espèces uniques sont également dégradées ou sans cesse modifiées, sinon ruinées. 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 biodiversité. 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

## **GESTION DES RESSOURCES EN EAU**

### **L'étude de cas de l'île de Rhodes (Grèce)**

L'île de Rhodes fait partie de l'archipel du Dodécanèse, en mer Egée. Elle est l'île la plus vaste et la peuplée de l'Egée, avec environ 100.000 habitants.

Rhodes est l'une des grandes destinations touristiques de la Grèce. Bien qu'elle occupe à peine 1% de la superficie du pays, elle représente environ 15% de sa capacité hôtelière, 25% des arrivées de touristes et 30% des nuitées.

Rhodes vit avant tout du tourisme; l'essor de celui-ci, à partir de 1971, a marqué un tournant dans la structure socio-économique de l'île en stimulant la croissance démographique et en créant un important décalage entre une partie nord urbanisée et une partie sud demeurée rurale. Les emplois dans l'hôtellerie et la restauration représentent près de la moitié de tous les emplois de l'île, et le tourisme soutient indirectement une part encore plus importante du secteur de l'emploi dont il domine ainsi la composition. La taille réduite de l'île et sa forme allongée ont facilité l'expansion des aménagements dans nombre de segments du littoral de Rhodes, si bien que l'ensemble de l'île a subi de plus en plus de pressions imputables au tourisme, en dépit d'évidentes différences entre les sous-régions de l'île. L'arrière-pays, épargné par le tourisme, connaît un exode rural, un déclin socio-économique et un dépérissement relatif du fait de l'afflux des ressources vers le littoral.

Pour toutes ces raisons, la gestion des ressources en eau, et notamment un approvisionnement rationnel et sûr, est essentiel à l'économie de l'île et, étant donné sa situation actuelle, elle est un facteur qui restreint les perspectives de développement.

L'île possède 38 bassins versants, dont le plus vaste est celui du Gadouras (débit annuel moyen de 28 millions de m<sup>3</sup>), suivi par ceux du Makaris (10 millions) et du Loutanis (7,5 millions). Ces débits se caractérisent par de fortes fluctuations saisonnières. La plupart des sources sont situées dans la partie nord de l'île. A l'heure actuelle, le seul plan d'eau exploité est celui du barrage d'Appolakia (capacité de 8 millions de m<sup>3</sup>) et il sert à l'irrigation. Le reste de la demande est satisfait en pompant la couche aquifère au moyen de plus de 350 trous de forage et puits, l'extraction totale annuelle se montant à 27 millions de m<sup>3</sup>.

En raison de cette situation, le niveau actuel de gestion des ressources en eau et la demande d'eau toujours croissante ont abouti à la pollution, au surpompage et à l'abaissement du niveau de la nappe, ce qui a entraîné une diminution du rendement et une altération de la qualité de l'eau. Par ailleurs, des études antérieures ont souligné qu'il manquait un ensemble cohérent de longues séries chronologiques de données et d'études hydrologiques et hydrogéologiques pertinentes comportant notamment un bilan des ressources en eau.

Devant ces faits, le Programme d'aménagement côtier PAM/METAP "Ile de Rhodes", exécuté en 1994-96 et appuyé par la Banque européenne d'investissements, a prêté une grande attention à la gestion des ressources en eau. Un "Plan directeur pour les ressources en eau" a été établi, présenté aux autorités et experts nationaux, régionaux et locaux, et adopté. Le CAR/PAP a été chargé de la réalisation de cette activité qui a également bénéficié du concours de l'IGME (Institut d'exploration géologique et minérale, Athènes) et d'un certain nombre d'experts nationaux et locaux, ainsi que d'un groupe de consultants internationaux recrutés par le PAP.

Cette activité a permis d'établir des rapports sur les thèmes suivants: facteurs hydroclimatologiques et qualité des eaux de surface; hydrologie, régime et qualité de la nappe aquifère; bilan hydrologique naturel; demande d'eau et utilisation de l'eau, avec l'analyse des facteurs naturels et socio-économiques. Enfin, un plan d'ensemble à long terme de développement, exploitation et protection des ressources en eau a été préparé et comporte des chapitres sur le stockage de l'eau, la protection de l'eau contre des phénomènes naturels néfastes, l'analyse du réseau d'assainissement, les solutions à apporter à l'exploitation et l'approvisionnement en eau.

Les résultats du plan directeur pour les ressources en eau indiquent que le bilan hydrologique est très favorable, si bien que les demandes présentes et futures pourront être satisfaites; néanmoins, ils ont confirmé qu'il fallait aménager des retenues supplémentaires, la plus vaste et la plus importante étant celle du Gadouras. Les besoins en eau potable doivent être satisfaits en prélevant sur les retenues au moyen d'un réseau complet de distribution, alors que les besoins d'eau d'irrigation seront assurés par pompage de la nappe. De plus, des recommandations ont été formulées sur les arrangements institutionnels qu'il convient de conclure et sur les activités de suivi. Le plan a comporté aussi une étude de faisabilité du réseau de distribution d'eau proposé et un projet de mise en place d'une base de données appropriée pour intégrer les données hydrométéorologiques et les données hydrologiques.

Le plan directeur pour les ressources en eau devrait s'inscrire dans le cadre de la gestion intégrée des ressources naturelles de l'île de Rhodes, et être notamment harmonisé avec le plan de gestion intégrée de l'île actuellement en préparation. Cette action coordonnée devrait permettre de prévenir l'essor anarchique des constructions, notamment dans les secteurs non urbanisés de l'île, et de réserver l'implantation des aménagements touristiques aux zones prévues à cet effet dans le plan.

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 êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature". La santé est partout présente dans Action 21 comme question inscrite "en filigrane", mais notamment dans le chapitre sur la "protection et la promotion de la santé" où l'un des cinq domaines prioritaires consiste à réduire les risques sanitaires résultant de la pollution et de 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 (CEC, 1993b) 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 ont, pareillement, toujours fait du développement durable - et sans lui donner encore ce nom - la pierre angulaire de la gestion des pêches.

L'éradication et plus spécialement la prévention des maladies 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 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 (UNEP, 1995h).

---

## 5. *Evaluation de l'état du milieu marin et littoral: conclusions*

Dans l'esprit du grand public, serait-ce dans des pays européens à l'écart de la Méditerranée, les problèmes de **pollution marine ou littorale** du Bassin restent associés à un ou plusieurs exemples saisissants: essaims malfaisants de méduses; masses de mucilage du nord de l'Adriatique; épisodes d'"eaux rouges"; baleines et dauphins morts, échoués sur les plages; détritiques jonchant les rivages ou flottant sur la mer; vacances gâchées par un mal d'oreille, une angine, une éruption cutanée, une hépatite ou une intoxication intestinale; présence de plus en plus rare du phoque moine ou des tortues de mer.

On connaît par contre moins bien les "**indicateurs**" qui dénotent une **pollution grave**; par exemple: un chiffre annuel de 100 millions de touristes ou plus, concentrés pendant l'été et venant s'ajouter à une population résidente de 130 millions d'habitants; un volume de quelque  $1,7 \times 10^9$  mètres cubes d'eaux usées municipales rejetées directement dans la mer, la plupart (les trois quarts environ) sans avoir été traitées; un volume de  $66 \times 10^9$  mètres cubes d'eaux usées industrielles rejetées de la même façon; 120.000 tonnes d'huiles minérales; 60.000 tonnes de détergents; métaux lourds, phosphates, nitrates dont la quantité dépasse les niveaux tolérables ou souhaitables; et ainsi de suite.

Ce que l'on sait encore moins, bien que ce soit là encore un "indicateur" important d'un écosystème en transformation ou déjà transformé, c'est que de nombreuses **espèces non méditerranéennes** sont venues s'installer dans la région, d'une manière

spectaculaire au début, mais ensuite beaucoup plus "discrète" - une fois que l'écosystème s'est adapté (autrement dit transformé). L'algue *Caulerpa taxifolia* fait beaucoup parler d'elle aujourd'hui, mais il y a plus de 300 autres espèces "étrangères" dont la plupart se sont introduites en Méditerranée par le canal de Suez, et singulièrement depuis 1970.

Le tableau d'ensemble est décourageant, mais les caractères mêmes de la région Méditerranéenne font qu'un tel tableau est plutôt réducteur.

En effet, il n'est pas possible d'appréhender **l'extrême diversité du bassin méditerranéen** dans un document d'ordre général. La masse de données et d'informations accumulée dans le seul cadre du Plan d'action pour la Méditerranée représente plus de deux cents rapports et documents techniques; quant à celle qu'on peut trouver ailleurs, elle représente plusieurs fois ce chiffre; encore convient-il de souligner que la plupart des documents du PAM exploitent ces sources extérieures.

A envisager la région dans son ensemble, elle présente aux plans écologique, environnemental, météorologique et océanographique des **différences marquées** et nombreuses, d'une part entre son bassin occidental et son bassin oriental qui permettent, entre autres raisons, d'expliquer l'inégalité des résultats obtenus d'un bassin à l'autre, et d'autre part, parfois, une disparité au sein d'un même bassin. Les caractéristiques environnementales de l'eau de surface du bassin occidental n'influent guère sur ceux de l'eau de

surface du bassin oriental, et vice-versa; autrement dit les problèmes de pollution marine des deux bassins sont dans une large mesure indépendants.

On peut en dire autant de la mer Adriatique par rapport à la Méditerranée centrale, ou de la mer Egée par rapport à la mer du Levant, ne serait-ce, dans ce dernier cas, que parce que la mer Egée subit l'influence des eaux de la mer Noire à travers le détroit des Dardanelles (Çannakale Bogazi) et la mer de Marmara.

Les **déversements** de l'Ebre et du Rhône dans le bassin occidental sont certainement des facteurs déterminants de l'état du milieu marin de ce bassin mais ils ne semblent pas avoir d'effet identifiable sur le reste de la Méditerranée. Le déversement du Pô a un effet considérable sur le nord de l'Adriatique, mais il n'en a guère sur le sud de cette mer et pratiquement aucun sur le bassin oriental; quant au déversement du Nil, dont le débit a été réduit par le barrage d'Assouan - mais non la teneur en de nombreux produits chimiques, agricoles notamment -, son effet est relativement restreint.

La **situation concernant les eaux profondes** est probablement très différente, mais on dispose sur ce milieu et sa pollution de fort peu de données utiles; le temps de séjour de ces eaux dans les bassins profonds est certainement beaucoup plus long que celui des eaux de la couche superficielle, aussi peuvent-elles être beaucoup plus marquées par les "caractéristiques" propres à la Méditerranée. La relative "obscurité" des eaux profondes explique en grande partie le manque d'intérêt et d'observations les concernant, mais si les tendances relevées dans le rejet des polluants en Méditerranée se confirment, il existe un gros risque de voir ce milieu connaître la même évolution que la mer Noire dont les eaux ne contiennent déjà plus d'oxygène dissous au delà d'une profondeur de 150 à 200 m, ce qui restreint grandement l'espace de vie disponible pour les organismes marins en entraînant entre ceux-ci une compétition plus vive et, comme le prouve déjà l'expérience acquise dans bien d'autres régions, une perte de poissons démersaux à croissance lente qui constituent le gros de la composante marine du régime alimentaire de l'homme. Aujourd'hui et sans doute pour longtemps, on ne peut escompter de l'aquaculture que l'apport d'un nombre très réduit de ces espèces.

Dans la mesure où l'état du milieu marin et littoral est mesuré par les **niveaux des principaux polluants dans l'eau, les organismes et les sédiments**, les valeurs les plus récentes communiquées dans la bibliographie utilisée aux fins du présent document ne sortent pas des fourchettes relevées à l'époque du document d'évaluation précédent, mais il faut souligner que les conditions dans lesquelles ces nouvelles données ont été obtenues sont souvent, sinon systématiquement, quelque peu différentes de celles qui prévalaient alors. Ainsi, les méthodes et les procédures d'analyse se sont améliorées, les laboratoires qui participaient à des exercices d'interétalonnage pour tel ou tel polluant dans tel ou tel milieu ne se conformaient peut-être pas à cette procédure pour d'autres polluants et milieux; enfin les sites d'échantillonnage peuvent aussi avoir changé, ce qui est important dans la mesure où, par exemple, la proximité d'une source ponctuelle joue un grand rôle dans la concentration d'un polluant donné dans un organisme donné (ou un tissu donné de celui-ci).

Par conséquent, bien qu'on ne relève pas une détérioration manifeste de la **situation de l'environnement du bassin** entre la présente et la précédente évaluation, tous les grands facteurs connus de dégradation continuent à s'exercer, et ce rarement à un degré moindre. Ces facteurs ne peuvent être décrits qu'en termes très généraux car chacun d'eux peut être perçu ou intervenir différemment d'un pays à l'autre. Ainsi, par exemple, l'érosion du sol est un processus bien établi, ce qui n'empêche pas qu'elle varie d'une sous-région à l'autre, et même d'un site à l'autre au sein d'une même sous-région.

Ces réserves étant faites pour chacun des facteurs généraux envisagé séparément, les **questions d'environnement mises en relief par chaque pays**, explicitement ou implicitement, dans son rapport national sur l'état de l'environnement, montrent que les principaux problèmes ou préoccupations concernent les domaines suivants (par ordre approximatif d'importance, autrement dit en se fondant sur les appréciations de 6 à 9 pays côtiers méditerranéens): pressions touristiques; élimination des déchets/traitement des eaux usées; approvisionnement en eau (au plan qualitatif et quantitatif); pollution atmosphérique (notamment au-dessus des grandes villes); érosion du sol; pollution marine côtière; développement urbain du littoral; et

développement industriel du littoral. Parmi les questions encore importantes évoquées dans les rapports nationaux, bien que dans une moindre mesure (1 à 5 pays côtiers), on peut citer: le déboisement (incendies de forêt y compris); la contamination des ressources en eau; les résidus agricoles (de pesticides et engrais principalement); la pollution des ports ou due à ceux-ci; la contamination des aires spécialement protégées; la contamination ou la dégradation des sites d'intérêt historique, architectural ou archéologique; la réhabilitation des zones dégradées; les efflorescences algales/essaims de méduses et autres effets éventuels de l'eutrophisation; la dégradation des zones de pêche; la pollution des cours d'eau et/ou des lacs; la réhabilitation des cours d'eau dégradés; le bruit urbain/industriel.

Ces questions ont été généralement évoquées dans la perspective de l'infrastructure administrative/politique en place ou prévue, nécessaire pour s'y attaquer. En outre, il existe des **rapports mutuels notables entre ces facteurs**; ainsi, le développement urbain et le développement industriel du littoral impliquent l'un comme l'autre un accroissement des infrastructures (comme les routes, avec une multiplication des véhicules, des besoins en énergie, des déchets, etc.), mais chaque pays adopte une démarche propre. Le coeur du problème est habituellement l'absence de planification et une maîtrise déficiente du développement.

L'**urbanisation**, quand elle est planifiée, l'est rarement à une échelle dépassant celle d'un îlot urbain, et la construction de résidences sur le front de mer ou à proximité est rarement planifiée au delà de la simple "opération immobilière" d'un promoteur; l'aménagement des infrastructures (voies d'accès, réseaux d'assainissement, réseaux téléphoniques, etc.) peut venir bien après. Les grandes agglomérations ont d'importantes populations issues de l'exode rural ou de l'immigration vivant à leur périphérie et ayant du mal à s'identifier à la ville, d'où un manque fréquent d'intérêt de la collectivité pour les plans d'aménagement. Le réseau de "villes jumelées", qui a connu un grand essor dans toute l'Europe, s'est avéré un stimulant puissant de ce sens de l'identification et de l'adoption de plans d'aménagement appropriés. Cette démarche peut être utile pour le développement urbain en Méditerranée.

Le **développement industriel**, notamment l'implantation d'une usine nouvelle dans la zone littorale, est rarement précédé de l'étude d'impact sur l'environnement qui s'imposerait et, dans le cas où ce développement est assujéti aux prescriptions d'un plan d'aménagement national ou local, celles-ci ne sont pas toujours respectées. Parfois, de graves problèmes d'environnement viennent de ce qu'on n'a pas su prévoir une élimination écologiquement rationnelle des déchets ou la nécessité impérative de les recycler ou de les réutiliser d'une façon ou d'une autre.

L'**essor des transports**, impliquant l'extension des routes, des parcs automobile et aérien, des aéroports, du nombre et de la taille des navires, la modernisation des ports et, dans certains cas, l'aménagement de liaisons ferroviaires plus rapides et de gares nouvelles, crée probablement plus de problèmes qu'il n'en résout. Même si, au plan technique, la pollution atmosphérique peut être réduite par la mise en circulation de véhicules consommant des combustibles "propres", la construction d'autoroutes et la nécessité de les entretenir dans des conditions de température habituellement élevée, soulève de gros problèmes de financement et d'équipement. Si certains de ces perfectionnements techniques permettent aussi de réduire le bruit, ils peuvent entraîner une consommation accrue de carburants et d'huiles lubrifiantes, d'où une recrudescence des pressions exercées sur l'environnement.

Le **tourisme et les loisirs** peuvent en fait être assimilés à l'urbanisation puisque la création des logements et aménagements correspondants s'accompagne inévitablement de ce que l'on peut appeler une "urbanisation infrastructurelle". Les problèmes majeurs restent la gestion des déchets (eaux usées et ordures avant tout dont le volume, sur une période de douze mois, peut dans certains cas varier dans un rapport de un à dix) et une élimination faite en sorte qu'elle ne crée pas de nouveaux problèmes d'environnement. Parfois, les responsables ont recours à l'expédient consistant à déplacer les déchets en un autre site moins "voyant" aux yeux des touristes ou des résidents concernés, et cela bien sûr au détriment des habitants - peut-être moins nombreux et contestataires - auxquels on impose cette solution. Ce "transfert latéral" d'un problème de pollution est souvent présenté comme une "meilleure formule" dans une situation donnée.

**L'agriculture** souvent perçue ailleurs comme un facteur de dégradation plus important que ne l'expriment les rapports nationaux, est un secteur d'activité en diminution en termes de superficie couverte (au profit du développement industriel et urbain) mais en augmentation en termes d'intensité, si bien qu'elle constitue une source de pesticides, herbicides et engrais que l'on considère davantage comme un danger pour l'eau destinée à l'irrigation et aux autres formes de consommation que comme un foyer de contamination ou (pour les engrais) d'eutrophisation des eaux côtières.

**La pêche et la mariculture** ne sont généralement pas tenues à l'heure actuelle pour responsables de graves problèmes d'environnement, en partie du fait que ce sont des activités relativement "discrètes"; la pêche, bien qu'elle soit souvent elle-même la principale cause du déclin des stocks, est pourtant considérée dans le même temps comme sa principale victime, mais ce que l'on relève avant tout, en pratique, c'est la disparition des espèces les plus prisées des consommateurs ou le prix excessif qui leur en est demandé sur le marché et dans les restaurants. La mariculture ne suscite de préoccupations que lorsqu'on a affaire à plusieurs cas concomitants d'intoxication par les fruits de mer (peu courante, dans l'ensemble) ou à une forte eutrophisation locale due, par exemple, à une vidange des installations de mariculture. Quant aux effets éventuels de l'évasion d'espèces d'élevage parmi les espèces sauvages, comme ils peuvent s'étendre sur plusieurs années, ils ne sont pas perçus comme un problème d'environnement revêtant un caractère d'urgence.

**Les forêts** ne suscitent vraiment d'alarmes que lorsqu'elles deviennent la proie des flammes, mais leur destruction par l'abattage massif, par le surpâturage ou par d'autres agressions dues aux pluies acides, aux fluorures et divers produits chimiques, a des incidences générales sur l'environnement, notamment sous forme d'érosion du sol. Il est habituellement trop tard lorsqu'on s'attaque aux problèmes. Le reboisement coûte cher et se limite d'ordinaire aux arbres à pousse rapide qui se prêtent mal aux usages les plus courants du bois; le recours à des peuplements de feuillus vivaces est un choix judicieux mais délaissé du fait qu'il nécessite de l'argent et du temps (il faut compter vingt à cinquante ans pour qu'un repeuplement soit rentable). En outre, on a tendance à se tourner vers

les plastiques pour remplacer le bois, et l'on laisse ainsi ce fardeau pour l'environnement croître, comme on le fait pour l'érosion du sol due au déboisement.

Les **ressources en eau**, en dehors du fait qu'elles sont rares, sont perçues comme victimes de la pollution et de la dégradation de l'environnement, mais elles peuvent elles-mêmes contribuer dans une large mesure à cette dégradation si elles ne sont pas régulées et soigneusement gérées (même lorsqu'elles existent en abondance). Des cours d'eau et des torrents mal maîtrisés sont des facteurs d'érosion du sol ou du moins de transfert de sédiments (et polluants) à l'estuaire et à la mer. Ils sont aussi une cause importante d'inondations, et leur régulation permet de lutter contre ce fléau. Le revêtement de surfaces importantes avec du ciment (pour les routes, les constructions, etc.) empêche le ruissellement de s'infiltrer dans le sol, de recharger la nappe phréatique et de s'opposer ainsi à l'intrusion d'eau salée dans le littoral.

**Le pétrole et le gaz naturel**, s'ils sont bien maîtrisés (autrement dit s'ils ne sont pas rejetés illégalement dans la mer avec les eaux de cale ou déversés lors d'accidents en mer) sont relativement inoffensifs pour l'environnement. Néanmoins, avec le raffinage du pétrole ou le brûlage de l'excédent de gaz naturel par mesure de sécurité, l'environnement subit un apport d'odeurs, de sous-produits gazeux nocifs ou de particules de charbon. L'utilisation de dérivés pétroliers dans la fabrication des plastiques, par exemple, accroît le fardeau imputable au pétrole pour l'environnement. Ici comme ailleurs, les problèmes ne peuvent être éliminés dans l'espace et le temps que si l'on s'attaque à leurs causes premières, si bien qu'ils ne sont pas toujours pris en compte comme il le faudrait dans l'équilibre de l'environnement recherché par les responsables de la région méditerranéenne.

Il en va différemment pour **les activités extractives**: là où elles ont lieu, elles sont manifestes, tout comme les dégâts qu'elles occasionnent, surtout s'il s'agit de mines à ciel ouvert. On a généralement affaire à l'occupation d'une superficie foncière impressionnante, non seulement pour le site lui-même des activités extractives mais aussi pour le stockage des déchets qui en résultent (résidus, boues, etc.) et qui sont habituellement déchargés à proximité.

"Heureusement", les activités extractives ont généralement lieu à distance des centres urbains et touristiques et elles constituent ainsi un autre problème "dissimulé". Par ailleurs, la valeur des minerais extraits a tendance à "rembourser" le préjudice causé à l'environnement; c'est pourquoi les pays côtiers ne mentionnent pas les activités extractives, en tant que telles, comme un problème d'environnement important.

On peut en dire autant de la **production et consommation d'énergie**: alors qu'on les tient ailleurs pour des sources importantes de dommage pour l'environnement, la demande d'énergie est telle que peu de pays sont disposés à subordonner ce secteur d'activité à des contraintes écologiques.

Les considérations qui précèdent sont d'ordre général et il convient de souligner qu'il existe bien des situations locales dans lesquelles la pollution représente un problème grave, mais que chaque situation a ses traits propres, même si l'on relève des similitudes ou des causes comparables. Par exemple, les cas de la baie d'Izmir, en Turquie, et de la baie de Kastela, en Croatie, ont fait l'objet d'une étude détaillée par le Programme d'actions prioritaires, et ce dans le cadre du **Programme d'aménagement côtier** (PAC) sous forme de projets spécifiques visant à recommander une approche intégrée de la gestion et du développement de ces sites. Dans d'autres projets PAC, les objectifs étaient différents, bien qu'adaptés à des conditions spécifiques de l'environnement et du développement. Il s'ensuit que les recommandations formulées en vue d'une gestion rationnelle de l'environnement ne sont pas les mêmes dans chaque cas.

Dans la philosophie qui sous-tend le **MED POL**, un élément capital consiste à rendre possible une comparaison fiable de l'état de la pollution marine dans toutes les sous-régions de la Méditerranée (dix ont été retenues à des fins pratiques), en vue de permettre un jour aux pays d'établir des normes régionales de salubrité de l'environnement à tous les sens du terme: innocuité alimentaire, qualité des eaux de baignade, qualité des valeurs d'agrément, qualité de l'air, qualité de l'eau des zones de pêche) sur la base d'une justification scientifique solide. Cela n'est possible que si toutes les institutions scientifiques qui prennent part au prélèvement et à l'analyse d'échantillons de l'environnement mesurent

le même élément, composé ou substance dans un même milieu (eau, organismes - notamment ceux qui entrent dans l'alimentation de l'homme) d'une manière semblable et avec une périodicité appropriée, et que si elles participent à des exercices d'étalonnage sur une base régulière et permanente afin d'assurer la qualité et l'intercomparabilité des données obtenues. La difficulté tient en partie aux différences existant entre les laboratoires quant à leurs capacités d'analyse, en partie - comme on l'a vu ci-dessus - au fait que les problèmes ne sont pas toujours perçus de la même façon d'une sous-région à l'autre, et enfin en partie au fait que les principaux organismes visés par la surveillance de la pollution marine (comme la moule de Méditerranée) ne sont pas d'une accessibilité et d'une abondance égales dans toutes les sous-régions.

Comme les valeurs de concentration doivent nécessairement refléter l'exactitude et la précision des analyses correspondantes, la confirmation d'une tendance réelle requiert la poursuite de toutes les formes de surveillance (même si la fréquence des échantillonnages peut être diminuée à la lumière de l'expérience) et des programmes d'**assurance qualité des données** dont elles sont assorties. La confirmation d'une tendance réclame aussi un délai minimal de vingt ans pour chaque série chronologique de données relative à un paramètre de pollution, avec un "interétalonnage temporel" adéquat recourant, si nécessaire, à l'application de facteurs de correction scientifiquement fondés si, par exemple, une méthode d'analyse nouvelle ou améliorée est intégrée au système de surveillance. Comme pour plusieurs des problèmes d'environnement examinés plus haut, l'échantillonnage, l'analyse, l'interétalonnage et le contrôle qualité des données sont des activités peu "visibles" pour le grand public - qui ont lieu à bord de navires, ou dans des laboratoires ou parfois à des sites d'échantillonnages reculés - si bien que la surveillance continue, destinée à résoudre ou à contribuer à résoudre plusieurs gros problèmes d'environnement, ne reçoit pas de la part des gouvernements toute l'attention qu'elle mériterait.

Sous la **pression de la perception croissante par le public** de la nécessité d'enrayer la dégradation de l'environnement, les industries s'emploient désormais plus activement à maîtriser ou modifier leurs rejets de déchets, mais les évaluations

de ces rejets et d'autres sources terrestres de polluants ne couvrent pas encore un nombre suffisant d'années, de polluants ou de zones pour confirmer cette tendance.

La situation concernant tel ou tel polluant ou telle ou telle forme de dégradation de l'environnement est relativement stable, ce qui signifie que les données relatives à la plupart ne font ressortir aucune tendance précise.

Etant donné la diffusion rapide des polluants dans l'atmosphère (une question de jours), **la pollution atmosphérique** revêt un caractère plus uniforme que celle de l'eau de mer ou a fortiori des organismes. Dans les grandes agglomérations, la principale source de cette pollution est représentée par les gaz d'échappement des véhicules automobiles, les émissions du chauffage domestique, des unités d'incinération d'ordures et des cheminées d'usines. Les solutions sont similaires dans tous les cas (meilleur réglage des moteurs, adoption de pots catalytiques, carburant de meilleure qualité, véhicules et systèmes de chauffage fonctionnant à une énergie de substitution, filtres, procédés industriels plus propres, recyclage ou réutilisation des gaz et fumées résiduelles). Des solutions du même ordre sont valables pour les rejets de la plupart des polluants dans l'atmosphère (métaux en traces, produits chimiques organiques, gaz).

Les **rejets de déchets industriels solides ou semi-solides** soulèvent le problème majeur, si l'on admet que les déchets domestiques sont évacués avant tout sous forme d'eaux usées et de détritiques constituant sans doute davantage une nuisance qu'un danger sérieux pour le milieu littoral. L'élimination des déchets industriels solides ou semi-solides dans des décharges contrôlées paraît une solution acceptable à court terme, voire à long terme, à moins que certains des polluants qu'ils contiennent soient susceptibles de contaminer les masses d'eau naturelles (cours d'eau, lacs, aquifères, etc.) ou les terres agricoles. En cas d'élimination dans les eaux marines, il faut qu'intervienne un mécanisme de dispersion rapide et complète, comme le rinçage énergique d'une baie par la marée, et cela n'est pas toujours possible en Méditerranée. Quant à l'immersion des déchets solides dans un bassin profond de la mer, elle est coûteuse et sujette à caution au plan écologique, du moins tant qu'on n'a pas réalisé d'études détaillées

sur la capacité de certains sites à recevoir sur une durée prolongée ou illimitée les matières rejetées. L'ampleur prise par ces déchets obligera sans doute à mener ces études.

L'**abandon d'ordures** (détritus) sur les plages et autres sites de fréquentation touristique, qui est perçu comme une pollution ou un désagrément majeurs par les usagers eux-mêmes, ne peut être résolu que par des campagnes répétées de sensibilisation à l'adresse de ces derniers et par la mise en place de dispositifs de collecte et enlèvement des détritiques. Reste à savoir ce que l'on fait de ces détritiques collectés et, pour l'heure, la décharge contrôlée paraît être la meilleure solution, mais seulement une fois qu'ont fait l'objet d'une récupération et d'un recyclage tous les constituants qui s'y prêtent.

Les **effets des polluants** et d'autres nuisances ne sont qu'un moyen d'évaluer un problème de pollution et, dans une certaine mesure, de fixer la priorité à conférer à sa solution. Ainsi, les effets sur l'homme paraissent beaucoup plus importants que ceux sur les écosystèmes, notamment les écosystèmes marins. Là encore, on a tendance à postuler une relation linéaire entre les niveaux des polluants et la "gravité" de leurs effets: cela, ajouté à la "visibilité" - au propre et au figuré - des problèmes d'environnement joue un rôle fondamental dans les décisions socio-politiques qui sont prises pour les résoudre et pour conduire la gestion de l'environnement; cette stratégie à court terme est celle qui va le plus à l'encontre de l'instauration d'un développement durable. Or, les effets souvent subtils mais réels qui s'exercent sur les écosystèmes marins et terrestres revêtent probablement une importance aussi grande que celle d'assurer un niveau élevé de santé publique. A l'heure actuelle, on n'assigne encore à ces questions, tout comme à celle de la biodiversité, qu'un rang secondaire de priorité dans les préoccupations nationales. Même dans le cas des espèces menacées, des initiatives ne sont vraiment prises qu'à l'instigation de groupes de pression écologiques nationaux, régionaux ou internationaux, plutôt que par les instances gouvernementales davantage accaparées par les nécessités socio-économiques immédiates.

Il en va de même, peu ou prou, pour **les aires protégées**, qu'elles soient de valeur biologique ou historique, sauf que certaines de ces aires offrent aussi un atout touristique; mais bon nombre d'entre elles suscitent davantage d'hostilité que d'adhésion de la part des populations locales, et elles doivent souvent, après avoir été créées, subir des agressions dont l'origine se trouve en dehors de leurs limites. Ainsi, l'aire protégée peut être dépossédée d'un apport d'eau naturel par suite d'ouvrages hydrauliques en amont ou d'une contamination résultant du choix inopportun du site d'implantation d'une usine; ou l'aire peut endurer une dégradation due à un trafic automobile incontrôlé.

Du fait de cette perception "à court terme" des problèmes qui a cours en Méditerranée comme ailleurs, les **impacts des changements climatiques** sur la région ne reçoivent encore qu'un faible degré de priorité, non seulement pour les raisons précitées mais aussi parce qu'on estime que la lenteur de cette évolution permet de s'y adapter; de plus, la région a déjà connu certains de ces changements dans le passé, comme par exemple une élévation du niveau moyen de la mer supérieure à celle qui est prévue pour les cinquante ou cent années à venir. Le vrai problème est pourtant de savoir si les activités humaines peuvent ou non accélérer ces changements. La poursuite et l'approfondissement de l'étude de ces changements sont le seul moyen de déterminer cette possibilité et de prévoir les adaptations qu'elle nécessiterait.

S'il est manifeste que la **sensibilisation du public** aux problèmes de l'environnement ne cesse de croître et que les gouvernements mettent en place les rouages administratifs et techniques pour s'y attaquer dans la plupart des domaines, la salubrité de l'environnement ne pourra être obtenue que si cette sensibilisation se traduit par des actions concrètes (comme par exemple, au niveau de chaque foyer, le tri préalable des déchets pour faciliter leur réutilisation), par la mise en oeuvre des politiques de l'environnement et l'application effective de la législation pertinente par les instances nationales qualifiées. Trop souvent encore, les gouvernements ne font que réagir aux demandes de groupements écologistes dynamiques sans tracer eux-mêmes la voie.

Le **cadre législatif** - la Convention de

Barcelone, ses Protocoles et les mesures communes qui s'y rattachent - est solidement en place; l'appui des organisations non gouvernementales et intergouvernementales internationales est largement acquis; et les programmes internationaux requis jusqu'à l'an 2005 - comme le PAM - Phase II - ont été établis. Il existe donc une base au développement durable, mais l'action gouvernementale, sans parler de l'action des organisations nationales, non gouvernementales, doit suivre et être menée avec vigueur pour que des résultats concrets se manifestent. A cet égard, le respect des législations sur l'environnement doit être imposé avec beaucoup plus de rigueur que cela n'a été le cas jusqu'ici.

Les **mesures à prendre** sont multiples et nombre d'entre elles ont été évoquées dans la présente section. Mais il en est certaines que l'on oublie souvent et qui sont pourtant essentielles pour évaluer le succès des politiques de l'environnement mises en oeuvre. Il est ainsi fondamental de dresser des inventaires de la faune, de la flore et des écosystèmes dans lesquels elles sont organisées, et de veiller à les tenir à jour dans toutes les zones dont on sait que l'environnement est soumis à des pressions, non seulement pour évaluer ces dernières mais aussi pour définir des politiques de réhabilitation. Le retour de certaines espèces de poisson dans des cours d'eau auparavant pollués en offre un exemple courant; de même, des inventaires des sites d'intérêt historique, archéologique ou architectural permettent d'évaluer leur dégradation ou les mesures prises pour les restaurer.

Certaines actions sont **nécessaires pour réduire et maîtriser les situations de pollution grave** et peuvent appeler des installations coûteuses pour lesquelles, lorsqu'elles doivent être aménagées sans délai, il convient de recourir à un financement international. On peut citer, à titre d'exemple, la nécessité de multiplier les installations portuaires de réception des déchets dangereux, et lorsque qu'on ne peut procéder à ces aménagements, il faut mettre en place ou renforcer les dispositifs d'assistance dans les cas de situation critique, éventuellement sur une base régionale ou sous-régionale. Tel est le cas des services de surveillance ou d'intervention d'urgence pour faire face: aux incendies de forêt, voire aux incendies urbains et aux éruptions volcaniques; aux accidents en mer et aux marées noires, même s'il faut de temps à autre

mettre la protection de l'environnement au-dessus de la souveraineté nationale. C'est ce que garantit la Convention de Barcelone avec ses Protocoles et les mesures communes connexes.

La **diversité sous-régionale** que l'on a évoquée plus haut milite contre une déclaration sur la salubrité de l'environnement qui concernerait l'ensemble du bassin mais, dans le même temps, le partage régional des informations, des expériences et des approches de problèmes similaires, même si les circonstances sont différentes dans chaque pays riverain, permet de dégager plus facilement des solutions à des problèmes spécifiques ou généraux.

La **Méditerranée continue à être une mer semi-fermée polluée**, et ce à un degré assez grave en certains sites et à certaines périodes, mais plutôt modéré dans l'ensemble. La passivité n'est plus de mise. Le littoral des Etats méditerranéens constitue l'un de leurs biens les plus précieux pour le présent et pour l'avenir. Aucun effort ne doit être ménagé pour assurer sa gestion durable et respectueuse de l'environnement. Et il faut s'y employer sans délai.

---

## Références

Les références ci-dessous sont directement reproduites du rapport anglais original puisque, pour la plupart des documents du PNUE (UNEP) ou d'autres agences spécialisées des Nations Unies, celui-ci indique aussi, quand il y a lieu, le titre de la version française correspondante. Pour les signes anglais, le lecteur se reportera à leur traduction française donnée à la fin de la liste des acronymes et abréviations.

Albania (1993). Report on the Environmental Situation in Albania and National Environmental Action Plan. Ministry of Health and Environmental Protection. Tirana, Albania. 71pp.

Albania (1995). Environmental Status Report 1993-1994. Ministry of Health and Environmental Protection. Tirana, Albania. 30pp.

Alzieu, C., Tolosa, I., Bacci, E., Mee, L.D. and Readman, J. W. (1991). Organotin compounds in the Mediterranean: a continuing cause for concern. **Marine Environmental Research**, 32:261-270.

Andersen, K.P. and Ursin, E. (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. pp.70-76 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. 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. 10pp.

Bartzokas, A. and Metaxas, D.A. (1991). Climatic fluctuation of temperature and air circulation in the Mediterranean. pp.279-293 in: Duplessy, J.C., Pons, A. and Fantechi, R. (eds.) Climate and Global Change. Report EUR 13149 EN. Commission of the European Communities. Brussels.

Boudouresque, C.F. (1993). Etat actuel de la biodiversité marine en Méditerranée. pp.75-90 in: Pollution of the Mediterranean Sea: pollution research and environmental monitoring. Analyses, recommendations and assessment of the scientific and technological options. Briant, F. (Ed). European Parliament, Directorate General for Research, Scientific and Technological Options Assessment, CIESM, Monaco.

Boudouresque, C.F. (1995). Selection criteria and draft list of endangered or threatened species. Document UNEP(OCA)/MED WG. 100/3. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 33 pp.

- Brigand, L. (1991). Les îles en Méditerranée: enjeux et prospective. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 5. Economica, Paris, France. 98pp.
- 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 Environmental and Institutional Perspectives. **FAO Fisheries Technical Paper**, 353. FAO, Rome, Italy. 167pp.
- 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**. MAFF, Lowestoft, United Kingdom. 12pp.
- CEC (1993a). Quality of Bathing Water 1992. Document EUR 15031. Commission of the European Communities (Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection). Brussels. 63pp. + 11 National Charts.
- CEC (1993b). 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. 162pp.
- CEC (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. Economica, Paris, France. 94pp.
- Chircop, A.E. (1992). The Mediterranean Sea and the quest for sustainable development. **Ocean Development and International Law**, 23:17-30.
- CIHEAM (1995). Aquaculture Production Economics. Proceedings of the seminar of the CIHEAM Network on Socio-economic and Legal Aspects of Aquaculture in the Mediterranean (SELAM), Montpellier (France), 17-19 May 1995. **Cahiers Options Méditerranéennes**, Vol. 14. Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza, Zaragoza, Spain. 276pp.
- Clarholm, M. *et al.* (1988). Does agriculture kill fish? Possible ways to decrease nitrogen reaching from land to water. **Ecological Bulletin**, 39:139-140.
- Croatia (1993a). National Report on Environment and Development. Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Housing. 52pp.
- Croatia (1993b). 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. 16pp. + 2 Annexes.

ECE (1991). European Red List of Globally Threatened Animals and Plants (and recommendations on its application as adopted by the Economic Commission for Europe at its forty-sixth session (1991) by Decision 46). United Nations, New York.

Egypt (1992). National Report on Environment and Development in Egypt. Egyptian Environmental Affairs Agency, Cairo, Egypt. 225pp.

FAO (1993). FAO Yearbook: Fishery Statistics - Catches and Landings. **FAO Fisheries Series**, 43. FAO, Rome, Italy. 677pp.

Fawas, 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. United Nations Development Programme. Beirut, Lebanon. 81pp.

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. pp.1-760. Volume II (Fischer, W., Schneider, M. and Bauchot, M.-L., eds.). Vertébrés. pp.761-1530. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Projet GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organisations. FAO, Rome, Italy. (Also available in English).

Gabbay, S. (1994). The Environment in Israel. Ministry of the Environment. Jerusalem, Israel. 255pp.

Gabrielides, G.P. (1994). Pollution of the Mediterranean Sea. pp.7- 16 in: Proceedings of the International Symposium on the Pollution of the Mediterranean Sea. Nicosia, Cyprus, 2-4 November 1994. Organized by the Water Treatment Scientists Association (Cyprus), sponsored by the International Association on Water Quality. 710pp.

Gabrielides, G.P., Alzieu, C., Readman, J.W., Bucci, E., Aboul Dahab, C. and Salihoglu, 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(GESAMP), **Reports and Studies**, 30. FAO, Rome, Italy. 49pp.

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. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 111pp.

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(GESAMP), **Reports and Studies**, 47. FAO, Rome, Italy. 35pp.

GESAMP (1993). Anthropogenic Influences on Sediment Discharge to the Coastal Zone and Environmental Consequences. IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection(GESAMP), **Reports and Studies**, 52. UNESCO, Paris, France. 67pp.

- Giri, J. *et al.* (1991). Industrie et Environnement en Méditerranée. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 4. Economica, Paris, France. 115pp.
- Goldberg, E. (1976). The Health of the Oceans. UNESCO, Paris, France. 172pp.
- 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. Prepared in co-operation with the UNEP Mediterranean Action Plan. 49pp.
- Greece (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. 54pp.
- Grenon, M. and Batisse, M. (eds.) (1989). Futures for the Mediterranean Basin: The Blue Plan. **Oxford University Press**, Oxford, United Kingdom. 279pp.
- Grenon, M. *et al.* (1993). Energie et Environnement en Méditerranée. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 7. Economica, Paris, France. 168pp.
- Groombridge, B. (1990). Les tortues marines en Méditerranée: distribution, populations, protection. Council of Europe, **Collection Sauvegarde de la Nature**, 48:8-9; 11-17; 81-89.
- Holligan, P.M. and Kirst G.-O. (1989). Marine algæ as a source of dimethylsulphide emissions to the atmosphere. pp.64-69 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. UNESCO, Paris, France.
- Horvat, M., Zvonaric, T. and Stegnar, P. (1986). Determination of mercury in seawater by cold-vapour atomic absorption spectrophotometry. **Rapp. Proc.-verb. Reun. CIESM**, 30(2):116.
- ICES (1992a). Effects of Extraction of Marine Sediments on Fisheries. International Council for the Exploration of the Sea, **Co-operative Research Report**, 182. ICES, Copenhagen, Denmark. 78pp.
- ICES (1992b). Effects of Harmful Algal Blooms on Mariculture and Marine Fisheries. International Council for the Exploration of the Sea, **Co-operative Research Report**, 181. ICES, Copenhagen, Denmark. 38pp.
- IFEN (1994). L'Environnement en France. Edition 1994-1995. Institut Français de l'Environnement. Paris, France; DUNOD, Paris, France. 399pp.
- IPCC (1992). Scientific Assessment of Climate Change. WMO/UNEP Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC), Supplement. WMO, Geneva, Switzerland. 24pp.
- Italy (1993). Report on the State of the Environment in Italy. Ministry of the Environment. Rome, Italy. 487pp.
- IUCN (1990). Protected Areas of the World: a Review of National Systems. Volume 2, Palaarctic. The World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland.

IUCN (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). The World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland.

Jeftic, L. (1991). Long-term Programme for Pollution Monitoring and Research in the Mediterranean (MED POL). Second International Symposium on Integrated Global Ocean Monitoring (IGOM-II). Leningrad, 14-21 April 1991. 18pp.

Jeftic, L. (1992a). Implications of expected climate change in the Mediterranean region. pp.539-560 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, in collaboration with UNEP, WMO and the US Environmental Protection Agency; hosted by the Venezuelan Ministerio del Ambiente y de los Recursos Renovables.

Jeftic, L. (1992b). 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. (1993a). The Mediterranean Action Plan of the United Nations Environment Programme. UNEP Mediterranean Action Plan, Athens, Greece. 14pp.

Jeftic, L. (1993b). Integrated Coastal Zone Management in the Mediterranean Action Plan of UNEP. pp.465-482 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, 15 March 1994. Second Meeting of Experts on Land-Based Sources of Pollution in the Wider Caribbean Region, San Juan, Puerto Rico, 21-24 March 1994. UNEP, Athens, Greece. 64pp.

Jeftic, L., Bernhard, M., Demetropoulos, A., Femex, 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**, 132. UNEP, 1990; and **MAP Technical Reports Series**, 28. UNEP, Athens, Greece. 225pp.

Jeftic, L., Milliman, J.D. and Sestini, G. (1992). Climatic Change and the Mediterranean. Vol. 1. Arnold Publishers, London. 672pp.

Jeftic, L., Keckes, S. and Pernetta, J. (1995). Implications of future climatic changes on the Mediterranean coastal region. pp.1-26 in: Jeftic, L., Keckes, S. and Pernetta, J. (eds.) *Climate Change and the Mediterranean*. Volume 2. Arnold Publishers, London.

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. 25pp.

Kudat, A., Peabody, S. and Ozmen, N. (1994). METAP Capacity Building: a Renewed Commitment to Participation. 28pp. (Mediterranean Technical Assistance Programme, co-sponsored by CEC, EIB, UNDP and WB)

Kullenberg, G. K., Andersen, N. and Cole, M. (1993). Global ocean observing system. pp.2986-3000 in: Coastal Zone '93. Proceedings, 8th Symposium on Coastal and Ocean Management. New Orleans, Louisiana, USA, July 1993.

Lanquar, R. (1995). Tourisme et environnement en Méditerranée: enjeux et prospective. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 8. Economica, Paris, France. 174pp.

Liss, P.S. (1989). Methane and light non-methane hydrocarbons. pp.77-80 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. UNESCO, Paris, France.

Liss, P.S. and Slinn, W.G.N. (eds.) (1983). Air-Sea Exchange of Gases and Particles. D. Reidel, Dordrecht. 561pp.

Loye-Pilot, M. D., Martin, J.-M. and Morelli, J. (1990). Atmospheric input of inorganic nitrogen to the western Mediterranean. **Biogeochemistry**, 9:117-134.

Malta (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. Economica, Paris, France. 108pp.

Margat, J. (1992). L'Eau dans le Bassin Méditerranéen. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 6. Economica, Paris, France. 96pp.

Martin, J.-M., Elbaz-Poulichet, F., Guieu, C., Löye-Pilot, M.D. and Han, G. (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.

Mensingh, H.G. (1986). Desertification in Europe? pp.3-8 in: 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.). D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Netherlands.

Michel, P. (1992). L'Arsenic en Milieu Marin: Biogéochimie et Ecotoxicologie. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Nantes, France. 59pp.

Monaco (1992). Rapport National pour la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement. Principauté de Monaco.

Morocco (1994). Rapport national. Conseil national de l'environnement, Commission nationale du développement durable.

Moulin, C., Dulac, F., Andre, J. M., Guillard, F. and Guelle, W. (1994). Remote sensing of airborne desert dust mass over oceans using Meteosat and CZCS imagery. **Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco**, 18:35-43.

OECD (1995). OECD Environmental Data - Compendium 1995. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, France. 305pp.

PNUE/UICN (1994). Les Aires Protégées en Méditerranée: Essai d'Etudes Analytique de la Législation Pertinente. **MAP Technical Report Series**, 83. UNEP, Athens, Greece. 42pp.

- Polat, C. and Tugrul, S. (1995). Chemical exchange between the Mediterranean and the Black Sea via the Turkish straits. **Bull. l'Institut océanographique, Monaco**, ICSEM Volume on the Dynamics of the Mediterranean Straits (to be published).
- Por, D. F. (1968). Lessepsian Migration. **Ecological Studies**, 23. Springer-Verlag. 228pp.
- Ramade, F. *et al.* (1990). Conservation des Ecosystèmes Méditerranéens. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 3. Economica, Paris, France. 144pp.
- Readman, J.W., Albanis, T.A., Barcelo, D., Galassis, S., Tronczynski, J. and Gabrielides, G.P. (1993a). Herbicide contamination of Mediterranean estuarine waters: results from a MED POL pilot survey. **Marine Pollution Bulletin**, 26(11):613-619.
- Readman, J.W., Laval, L. W. K., Grondin, D., Bartocci, J., Villeneuve, J.-P. and Mee, L. D. (1993b). Coastal water contamination from a triazine herbicide used in antifouling paints. **Environmental Science and Technology**, 27:1940-1942.
- REMPEC (1992a). Report on Major Accidents in the Mediterranean. Document REMPEC/WG.5/Inf.21. Meeting of Focal Points of the Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Malta, 22-26 September 1992. 2pp.
- REMPEC (1992b). Review of the Implementation of the Regional System Regarding International Assistance in Cases of Emergency. Document REMPEC/WG.5/Inf.22. Meeting of Focal Points of the Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Malta, 22-26 September 1992. 5pp.
- REMPEC (1994a). An Overview of Maritime Transport in the Mediterranean. Document REMPEC/WG.10/Inf.25. Meeting of Focal Points of the Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Malta, 4-8 October 1994. 21pp.
- REMPEC (1994b). Accidents in the Mediterranean Region and Implementation of the Regional System in Case of Emergency. Document REMPEC/WG.10/7/1/1. Meeting of Focal Points of the Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Malta, 4-8 October 1994. 2pp.
- REMPEC (1994c). Review of the Implementation of the Regional System Regarding International Assistance in Cases of Emergency. Document REMPEC/WG.10/Inf.10. Meeting of Focal Points of the Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC), Malta, 4-8 October 1994. 9pp.
- Reynaud, C. (1996). Transports et environnement en Méditerranée: enjeux et prospective. **Les Fascicules du Plan Bleu**, 9. Economica, Paris, France. (sous presse).
- Slovenia (1995). The Conditions of the Marine and Coastal Areas of the Mediterranean : the Territory of Slovenia. Slovenian Ministry of Environment and Regional Planning. 32pp.
- 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. pp.197-200 in: Extended Extracts of Papers Presented at the WMO Region VI Conference on the Measurement and Modelling of Atmospheric Composition Changes Including Pollution Transport. Sofia, Bulgaria, 4-8 October 1993. WMO, Geneva, Switzerland.

Spain (1992). Medio Ambiente en España '91. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid, Spain. 311pp.

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. FAO, Rome, Italy. 177pp.

Sultana, J. (1993). Important seabird sites in the Mediterranean. Malta Ornithological Society, Valletta, Malta. 64 pp.

Syria (1995). Environmental Policies for the General Committee on Environmental Affairs of Syria. 10pp.

Tunisia (1992). Rapport National sur l'Etat de l'Environnement 1993. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire. Tunis, Tunisia. 138pp.

Turkey (1991). Turkey and the Mediterranean Action Plan. Ministry of the Environment. Ankara, Turkey. 145pp.

UNCED (1992). Agenda 21 Chapter 17: Protection of the Oceans, All Kinds of Seas, Including Enclosed and Semi-enclosed Seas, and Coastal Areas and the Protection, Rational Use and Development of their Living Resources. (Rio Conference, 1992). United Nations Conference on Environment and Development, Conches, Switzerland. 44pp. (mimeo).

UNEP (1984). Coordinated Mediterranean Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL-Phase I): Programme Description. **UNEP Regional Seas Reports and Studies**, 23. UNEP, Geneva, Switzerland. 94pp.

UNEP (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. Quatrième réunion du Groupe de travail sur la coopération scientifique et technique pour le programme MED POL, Athènes, 16-20 juin 1986. PNUE, Athènes, Grèce, en coopération avec FAO. 41pp.

UNEP (1987a). Promotion of Soil Protection as an Essential Component of Environmental Protection in Mediterranean Coastal Zones/Promotion de la Protection des Sols Comme Elément Essentiel de la Protection de l'Environnement dans les Zones Côtières Méditerranéennes. **MAP Technical Reports Series**, 16. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 424pp.

UNEP (1987b). 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. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 101pp.

UNEP (1987c). Evaluation de l'état actuel de la pollution microbienne en mer Méditerranée et mesures proposées pour les coquillages et les eaux conchylicoles. Document UNEP/WG.160/10. Cinquième réunion du Groupe de travail sur la coopération scientifique et technique pour le programme MED POL, Athènes, 6-10 avril 1987, PNUE, Athènes, Grèce, en collaboration avec OMS, Genève. 31pp.

UNEP (1987d). 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. Cinquième réunion du Groupe de travail sur la coopération scientifique et technique pour le programme MED POL, Athènes, 6-10 avril 1987, PNUE, Athènes, Grèce, 23pp.

UNEP (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. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 26-30 juin 1989. PNUE, Athènes, Grèce, en collaboration avec ONUDI et OMS. 41pp.

UNEP (1990a). An Analysis of Mercury Levels in the Kastela Bay: Case Study. Document CPP/1988-1989/YU/Doc.3C. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 46pp.

UNEP (1991a). A Practical Guide for the Management of Urban Solid Waste in Coastal Mediterranean Countries. Document PAP-7/COP.1. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 66pp.

UNEP (1991b). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les micro-organismes pathogènes. Document UNEP(OCA)MED WG.25/Inf.7. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 6-10 mai 1991. PNUE, Athènes, Grèce, en coopération avec OMS, 34pp.

UNEP (1991c). Jellyfish Blooms in the Mediterranean. Proceedings of the II Workshop on Jellyfish in the Mediterranean. **MAP Technical Reports Series**, 47. UNEP, Athens, Greece. 320pp.

UNEP (1993a). Carrying Capacity Assessment for Tourism of the Central-Eastern Part of the Island of Rhodes. Document CAMP/1991-1992/GR/CC.1. Regional Activity Centre for the Priority Actions Programme, Split, Croatia. 44p.

UNEP (1993b). United Nations Environment Programme Environmental Data Report, 1993-94. Blackwell Publishers, Oxford, UK. 408pp.

UNEP (1993c). Rapport d'évaluation du programme MED POL. Document UNEP(OCA)MED IG.3/Inf.6. Huitième réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution et aux Protocoles y relatifs, Antalya, Turquie, 12-15 octobre 1993. PNUE, Athènes, Grèce. 62pp.

UNEP (1993d). Report of the Expert Meeting on Environmental Legislations Related to Specially Protected Areas and Endangered Species in the Mediterranean. Document UNEP(OCA)/MED/WG.73/6. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 15pp.

UNEP (1993e). Costs and benefits of measures for the reduction of degradation of the environment from land-based sources of pollution in coastal areas. A case-study of the Bay of Izmir. Case study of the Island of Rhodes. **MAP Technical Reports Series**, 72. UNEP, Athens, Greece. 52pp.

UNEP (1993f). Directory of environmental legislations concerning protected areas in the Mediterranean riparian countries. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. Document prepared by the Environmental Law Centre, Bonn - IUCN.

UNEP (1994a). Analysis of the Application of Economic Instruments in Coastal Management in the Mediterranean Region. Document PAP-4/1994/W.1/1. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 30pp.

UNEP (1994b). 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. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 9pp. + four Annexes.

UNEP (1994c). Workshop on Application of Integrated Approach to Development, Management and Use of Water Resources. Marseilles, 24-26 November 1994. Workshop Report. Document PAP-3/1994/W.1/1. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia, in collaboration with the Mediterranean Water Institute. 12pp. + Annex IV.

UNEP (1994d). Report of the Workshop on Environmental Aspects of Shellfish Culture in the Mediterranean with Special Reference to Monitoring. Dubrovnik, Croatia, 19-22 July 1994. Document PAP-10/EAM/W.1/1. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia, in collaboration with the Institut Français de Recherches pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER). 13pp. + four Annexes.

UNEP (1994e). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les détergents anioniques. Document UNEP(OCA)/MED WG.89/Inf.4. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 3-8 avril. PNUE, Athènes, Grèce, en collaboration avec OMS. 127pp.

UNEP (1994f). Monitoring Programme of the Eastern Adriatic Coastal Area: Report for 1983-1991. **MAP Technical Reports Series**, 86. UNEP, Athens, Greece. 311pp.

UNEP (1994g). Present Status and Trend of the Mediterranean Monk Seal (*Monachus monachus*) Populations. Document UNEP(OCA)/MED/WG.87/3. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 44pp. + 15 Figures + References.

UNEP (1994h). Directory of Marine and Coastal Protected Areas of the Mediterranean Region. Part I, Sites of Biological and Ecological Value. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 271pp.

UNEP (1994i). Guidelines for the Rehabilitation of Mediterranean Historic Settlements. Document PAP-5/1994/G vol. I (draft). UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 58pp.

UNEP (1994j). Guidelines for the Rehabilitation of Mediterranean Historic Settlements. Document PAP-5/1994/G vol. II. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 69pp.

UNEP (1994k). 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. 69pp.

UNEP (1994l). Report of the Meeting of Experts on the Evaluation of the Implementation of the Action Plan for the Management of the Mediterranean Monk Seal. Document UNEP(OCA)/MED/WG.87/4. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 57pp.

UNEP (1994m). Iskenderun Bay Project, Volume II, Systemic and Prospective Analysis. **MAP Technical Reports Series**, 90. Blue Plan Regional Activity Centre, Sofia Antipolis, Valbonne, France. 128pp.

UNEP (1995a). Remote Sensing for the Mediterranean Environment: Objectives and Activities of the Regional Activity Centre for Environment Remote Sensing. UNEP Regional Activity Centre for Environment Remote Sensing, Palermo, Sicily. 38pp.

UNEP (1995b). Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le zinc, le cuivre et leurs composés. Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.3. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 3-8 avril 1995. PNUE, Athènes, Grèce, en collaboration avec FAO et OMS, 121pp.

UNEP (1995c). Evaluation de l'état de l'eutrophisation en mer Méditerranée (Premier projet). Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.5. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 3-8 avril 1995. PNUE, Athènes, Grèce, en collaboration avec FAO et OMS. 208pp.

UNEP (1995d). The Presence of the Tropical Alga *Caulerpa taxifolia* in the Mediterranean Sea. Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.9. Joint Meeting of the Scientific and Technical and the Socio-Economic Committees, Athens, 3-8 April 1995. UNEP, Athens, Greece. 24pp.

UNEP (1995e). Acte final de la Conférence de plénipotentiaires sur les amendements à la convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution, au protocole relatif à la prévention de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs et au protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée. Document UNEP(OCA)/MED IG.6/7. UNEP, Athens, Greece. 409pp. (en anglais, arabe, espagnol et français).

UNEP (1995f). Multilateral Treaties in the Field of Environment to which Mediterranean Countries are Parties. Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/Inf.8. Joint Meeting of the Scientific and Technical and the Socio-Economic Committees, Athens, 3-8 April 1995. UNEP, Athens, Greece. 13pp.

UNEP (1995g). Guidelines for Integrated Management of Coastal and Marine Areas, with Special Reference to the Mediterranean Basin. **UNEP Regional Seas Reports and Studies**, 161. UNEP Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, Croatia. 80pp.

UNEP (1995h). Proposition sur la coopération du PAM avec les Organisations Non-gouvernementales. Document UNEP/(OCA)/MED WG.89/8. Réunion conjointe du Comité scientifique et technique et du Comité socio-économique, Athènes, 3-8 avril 1995. PNUE, Athènes, Grèce, 7pp.

UNEP (1995i). Report of the expert meeting on endangered species in the Mediterranean. Montpellier, France, 22-25 November 1995. Document UNEP(OCA)/MED WG. 100/3. UNEP Specially Protected Areas, Regional Activity Centre, Tunis. 7pp. + Annex VI.

UNEP (1996a). Implications of Climate Change for the Albanian Coast. **MAP Technical Reports Series**, 98. UNEP, Athens, Greece. 185pp.

UNEP (1996b). Implications of Climate Change for the Sfax Region. **MAP Technical Reports Series**, 99. UNEP, Athens, Greece.

UNEP (1996c). Implications of Climate Change for the Fuka-Matruh Region. **MAP Technical Reports Series**, 101. UNEP, Athens, Greece.

UNEP (1996d). Acte final de la Conférence de plénipotentiaires sur les amendements au Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution d'origine tellurique. Document UNEP(OCA)/MED IG.7/4. UNEP, Athens, Greece, 113pp. (en anglais, arabe, espagnol, et français).

- UNEP/ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA (1984). Pollutants from Land- Based Sources in the Mediterranean. **UNEP Regional Seas Reports and Studies**, 32. UNEP, Nairobi, Kenya. 94pp.
- UNEP/FAO/WHO (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**, 18. UNEP, Athens, Greece. 354pp.
- UNEP/FAO/WHO (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. UNEP, Athens, Greece. 175pp.
- UNEP/FAO/WHO/IAEA (1989). Assessment of Organotin Compounds as Marine Pollutants in the Mediterranean./Evaluation des Composés Organostanniques en tant que Polluants du Milieu Marin en Méditerranée. **MAP Technical Reports Series**, 33. UNEP, Athens, Greece. 185pp.
- UNEP/FAO/WHO/IAEA (1991a). 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**, 39. UNEP, Athens, Greece. 224pp.
- UNEP/FAO/WHO/IAEA (1991b). 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**, 58. UNEP, Athens, Greece. 122pp.
- UNEP/IAEA (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**, 62. UNEP, Athens, Greece. 133pp.
- UNEP/IAEA (1994). Data Quality Review for MED POL: Nineteen Years of Progress. **MAP Technical Reports Series**, 81. UNEP, Athens, Greece. 79pp.
- UNEP/IAEA/FAO (1992). Organohalogen Compounds in the Marine Environment: A Review. **MAP Technical Reports Series**, 70. UNEP, Athens, Greece. 49pp.
- UNEP/IOC (1988). Assessment of the State of Pollution of the Mediterranean Sea by Petroleum Hydrocarbons./Evaluation de l'Etat de la Pollution de la Mer Méditerranée par les Hydrocarbures de Pétrole. **MAP Technical Reports Series**, 19. UNEP, Athens, Greece. 130pp.
- UNEP/IOC/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**, 56. UNEP, Athens, Greece. 113pp.
- UNEP/IUCN (1990). Report on the status of Mediterranean marine turtles. **MAP Technical Reports Series**, 42. UNEP, Athens, Greece. 204pp.
- UNEP/IUCN (1994). Technical Report on the State of Cetaceans in the Mediterranean. **MAP Technical Report Series**, 82. UNEP, Athens, Greece. 37pp.
- UNEP/Marseille (1995). Protection du Patrimoine Archéologique Sous- marin en Méditerranée. 100 Sites Historiques d'Intérêt Commun Méditerranéen. Documents Techniques V. AMPHI, Atelier du Patrimoine, Marseille, France. 88pp.

UNEP/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**, 21. UNEP, Athens, Greece. 200pp.

UNEP/WHO (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**, 46. UNEP, Athens, Greece. 56pp.

UNEP/WHO (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**, 53. UNEP, Athens, Greece. 127pp.

UNEP/WHO (1995). Assessment of the State of Pollution in the Mediterranean Sea by Carcinogenic, Mutagenic and Teratogenic Substances and Proposed Measures. **MAP Technical Reports Series**, 62. UNEP, Athens, Greece. 238pp.

UNEP/WHO (1996). Survey of Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean. Document UNEP(OCA)/MED WG.104/Inf.10. Meeting of MED POL Coordinators, Athens, 18-22 March 1996. UNEP, Athens, Greece. 36pp. + Annex.

UNEP/WMO (1994). Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991. **MAP Technical Reports Series**, 85. UNEP, Athens, Greece. 304pp.

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. UNESCO, Paris. 195pp.

United Nations (1983). The Law of the Sea. United Nations Convention on the Law of the Sea, with Index and Final Act of the Third United Nations Conference on the Law of the Sea. United Nations, New York. 224pp.

United Nations (1995). 1993 Energy Statistics Yearbook. United Nations, New York. 494pp.

WB/EIB (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. 78pp. + 10 Figures.

WB/EIB (1990). The Environmental Program for the Mediterranean: Preserving a Shared Heritage and Managing a Common Resource. World Bank-European Investment Bank. 93pp.

WHO (1994). Guidelines for Health-Related Monitoring of Coastal Recreational and Shellfish Areas. Part I: General Guidelines. Document EUR/ICP/CEH 041(2). World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, in co-operation with UNEP. 55pp.

WHO (1995). Health Risks from Marine Pollution in the Mediterranean. Part I: Implications for Policy Makers. Document EUR/ICP/EHAZ 94 01/MT01(1). Part II: Review of Hazards and Health Risks. Document EUR/ICP/EHAZ 94 01/MT01(2). World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, in co-operation with UNEP. 246pp.

WHO/UNEP (1990). Carcinogenic, Mutagenic, and Teratogenic Marine Pollutants: Impact on Human Health and the Environment. **Advances in Applied Biotechnology Series**, 5. Gulf Publishing Company, Houston, Texas, USA. 284pp.

Williamson, P. (1992). Global change: reducing uncertainties. Coastal connections. pp.19-21 in: International Geosphere-Biosphere Programme (of the International Council of Scientific Unions). IGBP Secretariat, Royal Swedish Academy, Stockholm, Sweden. 40pp.

WRI (1994). World Resources 1994-1995. A report by the World Resources Institute in collaboration with UNEP and UNDP. Oxford University Press. New York, Oxford. 400pp.

Yilmaz, A., Yemenicioglu, S., Saydam, C., Tugrul S., Basturk, O. and Salihoglu, I. (ms, 1995). Trends of pollutants in the north-eastern Mediterranean, southern coast of Turkey. (Submitted to FAO as a forthcoming book chapter).

---

## 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 (PAM)
CCE	Commission des Communautés européennes
CEE (ONU)	Commission économique pour l'Europe (ONU)
CEE	Communauté économique européenne
CIEM	Conseil international pour l'exploration des mers
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 (Programme de l'UE)
EU	Union européenne
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
GOOS	Système mondial d'observation des océans
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/PAM)
MBT	Monobutylétain
MED 21	Programme-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 (AIEA, Monaco)
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 (PAM)
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
PP	Production propre
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
WRI	World Resources Institute (Organisme américain)
ZEE	Zone économique exclusive

### *Traduction des sigles anglais des références:*

BP = PB	IUCN = IUCN
CEC = CCE	MAP = PAM
ECE = CEE(ONU)	OECD = OCDE
EEC = CEE	UNCD = CNUED
EIB = BEI	UNEP = PNUE
EU = UE	WB = BM
IAEA= AIEA	WHO = OMS
ICES = CIUS	WMO = OMM

---

## *Publications de la Série des rapports techniques du PAM*

1. PNUE/COI/OMM: Etudes de base et surveillance continue du pétrole et des hydrocarbures contenus dans les eaux de la mer (MED POL I). MAP Technical Reports Series No. 1. UNEP, Athens, 1986 (96 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
2. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue des métaux, notamment du mercure et du cadmium, dans les organismes marins (MED POL II). MAP Technical Reports Series No. 2. UNEP, Athens, 1986 (220 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
3. PNUE/FAO: Etudes de base et surveillance continue du DDT, des PCB et des autres hydrocarbures chlorés contenus dans les organismes marins (MED POL III). MAP Technical Reports Series No. 3. UNEP, Athens, 1986 (128 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
4. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les organismes marins et leurs peuplements (MED POL IV). MAP Technical Reports Series No. 4. UNEP, Athens, 1986 (118 pages) (parties en anglais, français ou espagnol seulement).
5. PNUE/FAO: Recherche sur les effets des polluants sur les communautés et écosystèmes marins (MED POL V). MAP Technical Reports Series No. 5. UNEP, Athens, 1986 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
6. PNUE/COI: Problèmes du transfert des polluants le long des côtes (MED POL VI). MAP Technical Reports Series No. 6. UNEP, Athens, 1986 (100 pages) (anglais seulement).
7. PNUE/OMS: Contrôle de la qualité des eaux côtières (MED POL VII). MAP Technical Reports Series No. 7. UNEP, Athens, 1986 (426 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE/AIEA/COI: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII). MAP Technical Reports Series No. 8. UNEP, Athens, 1986 (42 pages) (parties en anglais ou français seulement).
8. PNUE: Etudes biogéochimiques de certains polluants au large de la Méditerranée (MED POL VIII).
- Add. Addendum, Croisière Océanographique de la Grèce 1980. MAP Technical Reports Series No. 8, Addendum. UNEP, Athens, 1986 (66 pages) (anglais seulement).

9. PNUE: Programme coordonné de surveillance continue et de recherche en matière de pollution dans la Méditerranée (MED POL -PHASE I). Rapport final, 1975-1980. MAP Technical Reports Series No. 9. UNEP, Athens, 1986 (276 pages) (anglais seulement).
10. PNUE: Recherches sur la toxicité, la persistance, la bioaccumulation, la cancérogénicité et la mutagénicité de certaines substances (Activité G). Rapports finaux sur les projets ayant trait à la toxicité (1983-85). MAP Technical Reports Series No. 10. UNEP, Athens, 1987 (118 pages) (anglais seulement).
11. PNUE: Réhabilitation et reconstruction des établissements historiques méditerranéens. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 11. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1986 (158 pages) (parties en anglais ou français seulement).
12. PNUE: Développement des ressources en eau des petites îles et des zones côtières isolées méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première phase de l'action prioritaire (1984-1985). MAP Technical Reports Series No. 12. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).
13. PNUE: Thèmes spécifiques concernant le développement des ressources en eau des grandes îles méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 13. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (162 pages) (parties en anglais ou français seulement).
14. PNUE: L'expérience des villes historiques de la Méditerranée dans le processus intégré de réhabilitation du patrimoine urbain et architectural. Documents établis lors de la seconde phase de l'Action prioritaire (1986). MAP Technical Reports Series No. 14. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (500 pages) (parties en anglais ou français seulement).
15. PNUE: Aspects environnementaux du développement de l'aquaculture dans la région méditerranéenne. Documents établis pendant la période 1985-1987. MAP Technical Reports Series No. 15. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (101 pages) (anglais seulement).
16. PNUE: Promotion de la protection des sols comme élément essentiel de la protection de l'environnement dans les zones côtières méditerranéennes. Documents sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 16. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (424 pages) (parties en anglais ou français seulement).
17. PNUE: Réduction des risques sismiques dans la région méditerranéenne. Documents et études sélectionnés (1985-1987). MAP Technical Reports Series No. 17. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1987 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
18. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le mercure et les composés mercuriels. MAP Technical Reports Series No. 18. UNEP, Athens, 1987 (354 pages) (anglais et français).
19. PNUE/COI: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures de pétrole. MAP Technical Reports Series No. 19. UNEP, Athens, 1988 (130 pages) (anglais et français).

20. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et les effets sur la santé (1983-86). MAP Technical Reports Series No. 20. UNEP, Athens, 1988 (156 pages) (anglais seulement).
21. PNUE/UNESCO/FAO: Eutrophisation dans la mer Méditerranée: capacité réceptrice et surveillance continue des effets à long terme. MAP Technical Reports Series No. 21. UNEP, Athens, 1988 (200 pages) (parties en anglais ou français seulement).
22. PNUE/FAO: Etude des modifications de l'écosystème dans les zones soumises à l'influence des polluants (Activité I). MAP Technical Reports Series No. 22. UNEP, Athens, 1988 (146 pages) (parties en anglais ou français seulement).
23. PNUE: Programme national de surveillance continue pour la Yougoslavie, Rapport pour 1983-1986. MAP Technical Reports Series No. 23. UNEP, Athens, 1988 (223 pages) (anglais seulement).
24. PNUE/FAO: Toxicité, persistance et bioaccumulation de certaines substances vis-à-vis des organismes marins (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 24. UNEP, Athens, 1988 (122 pages) (parties en anglais ou français seulement).
25. PNUE: Le Plan d'action pour la Méditerranée, perspective fonctionnelle; une recherche juridique et politique. MAP Technical Reports Series No. 25. UNEP, Athens, 1988 (105 pages) (anglais seulement).
26. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 26. UNEP, Athens, 1989 (196 pages) (anglais seulement).
27. PNUE: Implications des modifications climatiques prévues dans la région méditerranéenne: une vue d'ensemble. MAP Technical Reports Series No. 27. UNEP, Athens, 1989 (52 pages) (anglais seulement).
28. PNUE: Etat du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 28. UNEP, Athens, 1989 (225 pages) (anglais seulement).
29. PNUE: Bibliographie sur les effets des modifications climatiques et sujets connexes. MAP Technical Reports Series No. 29. UNEP, Athens, 1989 (143 pages) (anglais seulement).
30. PNUE: Données météorologiques et climatologiques provenant de mesures effectuées dans l'air en surface et en altitude en vue de l'évaluation du transfert et du dépôt atmosphériques des polluants dans le bassin méditerranéen: un compte rendu. MAP Technical Reports Series No. 30. UNEP, Athens, 1989 (137 pages) (anglais seulement).
31. PNUE/OMM: Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des Journées d'étude OMM/PNUE. MAP Technical Reports Series No. 31. UNEP, Athens, 1989 (247 pages) (parties en anglais ou français seulement).
32. PNUE/FAO: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K). MAP Technical Reports Series No. 32. UNEP, Athens, 1989 (139 pages) (parties en anglais ou français seulement).

33. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation des composés organostanniques en tant que polluants du milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 33. UNEP, Athens, 1989 (185 pages) (anglais et français).
34. PNUE/FAO/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par le cadmium et les composés de cadmium. MAP Technical Reports Series No. 34. UNEP, Athens, 1989 (175 pages) (anglais et français).
35. PNUE: Bibliographie sur la pollution marine par les composés organostanniques. MAP Technical Reports Series No. 35. UNEP, Athens, 1989 (92 pages) (anglais seulement).
36. PNUE/UICN: Répertoire des aires marines et côtières protégées de la Méditerranée. Première partie - Sites d'importance biologique et écologique. MAP Technical Reports Series No. 36. UNEP, Athens, 1990 (198 pages) (français seulement).
37. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche consacrés à l'eutrophisation et aux efflorescences de plancton (Activité H). MAP Technical Reports Series No. 37. UNEP, Athens, 1990 (74 pages) (parties en anglais ou français seulement).
38. PNUE: Mesures communes adoptées par les Parties Contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. MAP Technical Reports Series No. 38. UNEP, Athens, 1990 (100 pages) (anglais, français, espagnol et arabe).
39. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution par les composés organohalogénés. MAP Technical Reports Series No. 39. UNEP, Athens, 1990 (224 pages) (anglais et français).
40. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activités H, I et J). MAP Technical Reports Series No. 40. UNEP, Athens, 1990 (125 pages) (anglais et français).
41. PNUE: Réutilisation agricole des eaux usées dans la région méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 41. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1990 (330 pages) (anglais et français).
42. PNUE/UICN: Rapport sur le statut des tortues marines de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 42. UNEP, Athens, 1990 (204 pages) (anglais et français).
43. PNUE/UICN/GIS Posidonie: Livre rouge "Gérard Vuignier" des végétaux, peuplements et paysages marins menacés de Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 43. UNEP, Athens, 1990 (250 pages) (français seulement).
44. PNUE: Bibliographie sur la pollution aquatique par les composés organophosphorés. MAP Technical Reports Series No. 44. UNEP, Athens, 1990 (98 pages) (anglais seulement).
45. PNUE/AIEA: Transfert des polluants par sédimentation: Recueil des communications présentées aux premières journées d'études méditerranéennes (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 décembre 1987). MAP Technical Reports Series No. 45. UNEP, Athens, 1990 (302 pages) (anglais seulement).

46. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur le projet sur la relation entre la qualité microbienne des eaux marines côtières et la gastroentérite provoquée par le rotavirus entre les baigneurs (1986-88). MAP Technical Reports Series No.46. UNEP, Athens, 1991 (64 pages) (anglais seulement).
47. PNUE: Les proliférations de méduses en Méditerranée. Actes des IIèmes journées d'étude sur les méduses en mer Méditerranée. MAP Technical Reports Series No.47. UNEP, Athens, 1991 (320 pages) (parties en anglais ou français seulement).
48. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche (Activité G). MAP Technical Reports Series No. 48. UNEP, Athens, 1991 (126 pages) (parties en anglais ou français seulement).
49. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques. Survie des Pathogènes. Rapports finaux sur les projets de recherche (activité K). MAP Technical Reports Series No. 49. UNEP, Athens, 1991 (71 pages) (parties en anglais ou français seulement).
50. PNUE: Bibliographie sur les déchets marins. MAP Technical Reports Series No. 50. UNEP, Athens, 1991 (62 pages) (anglais seulement).
51. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant du mercure, de la toxicité et des techniques analytiques. MAP Technical Reports Series No. 51. UNEP, Athens, 1991 (166 pages) (parties en anglais ou français seulement).
52. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la bioaccumulation et de la toxicité des polluants chimiques. MAP Technical Reports Series No. 52. UNEP, Athens, 1991 (86 pages) (parties en anglais ou français seulement).
53. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives aux critères de la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture de coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles (Activité D). Rapport final sur l'étude épidémiologique menée parmi les baigneurs de certaines plages à Malaga, Espagne (1988-1989). MAP Technical Reports Series No. 53. UNEP, Athens, 1991 (127 pages) (anglais seulement).
54. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique. MAP Technical Reports Series No. 54. UNEP, Athens, 1991 (83 pages) (anglais seulement).
55. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Rapport final sur le projet sur la survie des microorganismes pathogènes dans l'eau de mer. MAP Technical Reports Series No. 55. UNEP, Athens, 1991 (95 pages) (anglais seulement).
56. PNUE/COI/FAO: Evaluation de l'état 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, 1991 (113 pages) (anglais et français).
57. PNUE/OMS: Recherches sur la toxicité, la persistance, la bioaccumulation, la cancérogénicité et la mutagénicité de certaines substances (Activité G). Rapports finaux sur les projets ayant trait à la cancérogénicité et la mutagénicité. MAP Technical Reports Series No. 57. UNEP, Athens, 1991 (59 pages) (anglais seulement).

58. PNUE/FAO/OMS/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les composés organophosphorés. MAP Technical Reports Series No. 58. UNEP, Athens, 1991 (122 pages) (anglais et français).
59. PNUE/FAO/AIEA: Actes de la réunion consultative FAO/PNUE/AIEA sur l'accumulation et la transformation des contaminants chimiques par les processus biotiques et abiotiques dans le milieu marin (La Spezia, Italie, 24-28 septembre 1990), publié sous la direction de G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 59. UNEP, Athens, 1991 (392 pages) (anglais seulement).
60. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A): Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique (1987-1990). MAP Technical Reports Series No. 60. UNEP, Athens, 1991 (76 pages) (parties en anglais ou français seulement).
61. PNUE: Planification intégrée et gestion des zones côtières méditerranéennes. Textes rédigés au cours de la première et de la deuxième phase de l'action prioritaire (1985-1986). MAP Technical Reports Series No. 61. UNEP, Priority Actions Programme, Regional Activity Centre, Split, 1991 (437 pages) (parties en anglais ou français seulement).
62. PNUE/AIEA: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances radioactives. MAP Technical Reports Series No. 62, UNEP, Athens, 1992 (133 pages) (anglais et français).
63. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K) - Survie des pathogènes - Rapports finaux sur les projets de recherche (1989-1991). MAP Technical Reports Series No. 63, UNEP, Athens, 1992 (86 pages) (français seulement).
64. PNUE/OMM: Pollution par voie atmosphérique de la mer Méditerranée. Rapport et actes des deuxièmes journées d'études OMM/PNUE. MAP Technical Reports Series No. 64, UNEP, Athens, 1992 (246 pages) (anglais seulement).
65. PNUE: Répertoire des centres relatifs au milieu marin en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 65, UNEP, Athens, 1992 (351 pages) (anglais et français).
66. PNUE/CRU: Modifications régionales du climat dans le bassin méditerranéen résultant du réchauffement global dû aux gaz à effet de serre. MAP Technical Reports Series No. 66, UNEP, Athens, 1992 (172 pages) (anglais seulement).
67. PNUE/COI: Applicabilité de la télédétection à l'étude des paramètres de la qualité de l'eau en Méditerranée. Rapport final du projet de recherche. MAP Technical Reports Series No. 67, UNEP, Athens, 1992 (142 pages) (anglais seulement).
68. PNUE/FAO/COI: Evaluation des ateliers de formation sur le traitement statistique et l'interprétation des données relatives aux communautés marines. MAP Technical Reports Series No. 68. UNEP, Athens, 1992 (221 pages) (anglais seulement).
69. PNUE/FAO/COI: Actes de l'Atelier FAO/PNUE/COI sur les effets biologiques des polluants sur les organismes marins (Malte, 10-14 septembre 1991), publié sous la direction de G.P. Gabrielides. MAP Technical Reports Series No. 69. UNEP, Athens, 1992 (287 pages) (anglais seulement).

70. PNUE/AIEA/COI/FAO: Composés organohalogénés dans le milieu marin: Une synthèse. MAP Technical Reports Series No. 70. UNEP, Athens, 1992 (49 pages) (anglais seulement).
71. PNUE/FAO/COI: Techniques sélectionnées de surveillance continue des effets biologiques des polluants sur les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 71. UNEP, Athens, 1993 (189 pages) (anglais seulement).
72. PNUE: Coûts et bénéfices des mesures pour la réduction de la dégradation de l'environnement des sources de pollution d'origine tellurique dans les zones côtières. A - Etude de cas de la baie d'Izmir. B - Etude de cas de l'île de Rhodes. MAP Technical Reports Series No. 72. UNEP, Athens, 1993 (64 pages) (anglais seulement).
73. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets de polluants sur les communautés et les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 73. UNEP, Athens, 1993 (186 pages) (anglais et français).
74. PNUE/FIS: Rapport de l'Atelier de formation sur les aspects de la documentation marine en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 74. UNEP, Athens, 1993 (38 pages) (anglais seulement).
75. PNUE/OMS: Mise au point et essai des techniques d'échantillonnage et d'analyse pour la surveillance continue des polluants marins (Activité A). MAP Technical Reports Series No. 75. UNEP, Athens, 1993 (90 pages) (anglais seulement).
76. PNUE/OMS: Cycles biogéochimiques de polluants spécifiques (Activité K): Survie des pathogènes. MAP Technical Reports Series No. 76. UNEP, Athens, 1993 (68 pages) (anglais et français).
77. PNUE/FAO/AIEA: Conception des programmes de surveillance continue et de gestion des données concernant les contaminants chimiques dans les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 77. UNEP, Athens, 1993 (236 pages) (anglais seulement).
78. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des problèmes de l'eutrophisation. MAP Technical Reports Series No. 78. UNEP, Athens, 1994 (139 pages) (anglais seulement).
79. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant de la toxicité des polluants sur les organismes marins. MAP Technical Reports Series No. 79. UNEP, Athens, 1994 (135 pages) (parties en anglais ou français seulement).
80. PNUE/FAO: Rapports finaux sur les projets de recherche traitant des effets des polluants sur les organismes et communautés marins. MAP Technical Reports Series No. 80. UNEP, Athens, 1994 (123 pages) (anglais seulement).
81. PNUE/AIEA: Examen de la qualité des données pour le MED POL: Dix-neuf années de progrès. MAP Technical Reports Series No. 81. UNEP, Athens, 1994 (79 pages) (anglais seulement).
82. PNUE/UICN: Rapport technique sur l'état des cétacés en Méditerranée. MAP Technical Reports Series No. 82. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (37 pages) (anglais seulement).

83. PNUE/UICN: Les aires protégées en Méditerranée. Essai d'étude analytique de la législation pertinente. MAP Technical Reports Series No. 83. PNUE, Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées, Tunis, 1994 (55 pages) (français seulement).
84. PNUE: Etude de gestion intégrée pour la zone d'Izmir. MAP Technical Reports Series No. 84, PNUE, Centre d'activités régionales pour le programme d'actions prioritaires, Split, 1994 (130 pages) (anglais seulement).
85. PNUE/OMM: Evaluation de la pollution transférée par voie atmosphérique en mer Méditerranée pour les composés soufrés, azotés et pour les métaux lourds en 1991. MAP Technical Reports Series No. 85, UNEP, Athens, 1994 (304 pages) (anglais seulement).
86. PNUE: Programme de surveillance continue de la zone côtière de l'Adriatique Est - Rapport pour 1983-1991. MAP Technical Reports Series No. 86, UNEP, Athens, 1994 (311 pages) (anglais seulement).
87. PNUE/OMS: Identification de constituants microbiologiques et de dosage (mise au point et essai de méthodes) de contaminants donnés (Domaine de recherche I) - Rapports finaux sur certains projets de nature microbiologique. MAP Technical Reports Series No. 87, UNEP, Athens, 1994 (136 pages) (anglais seulement).
88. PNUE: Actes du Séminaire débat sur la prospective méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 88, UNEP, Blue Plan Regional Activity Centre, Sophia Antipolis, 1994 (176 pages) (parties en anglais ou français seulement).
89. PNUE: Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume I. Gestion de l'environnement dans le cadre de l'environnement-développement. MAP Technical Reports Series No. 89, PNUE, Centre d'activités régionales pour le Plan Bleu, Sophia Antipolis, 1994 (144 pages) (anglais seulement).
90. PNUE: Projet de la Baie d'Iskenderun. Volume II. Analyse systémique et prospective. MAP Technical Reports Series No. 90, UNEP, Sophia Antipolis, 1994 (142 pages) (parties en anglais ou français seulement).
91. PNUE: Une contribution de l'écologie à la prospective. Problèmes et acquis. MAP Technical Reports Series No. 91, Sophia Antipolis, 1994 (162 pages) (français seulement).
92. PNUE/OMS: Evaluation de l'état de la pollution de la mer Méditerranée par les substances cancérigènes, tératogènes et mutagènes. MAP Technical Reports Series No. 92, UNEP, Athens, 1995 (238 pages) (anglais seulement).
93. PNUE/OMS: Etudes épidémiologiques relatives à la qualité de l'environnement pour les eaux servant à la baignade, à la culture des coquillages et à l'élevage d'autres organismes marins comestibles. MAP Technical Reports Series No. 93, UNEP, Athens, 1995 (118 pages) (anglais seulement).
94. PNUE: Actes de l'Atelier sur l'application d'une approche intégrée au développement, à la gestion et à l'utilisation des ressources en eau. MAP Technical Reports Series No. 94, UNEP, Athens, 1995 (214 pages) (parties en anglais ou français seulement).
95. PNUE: Mesures communes de lutte contre la pollution adoptées par les Parties contractantes à la Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution. MAP Technical Reports Series No. 95, UNEP, Athens, 1995 (69 pages) (anglais et français).

96. PNUE/FAO: Rapports finaux des projets de recherche sur les effets (Domaine de recherche III) -Effets de la pollution sur la composition et la répartition spatiale à proximité de l'émissaire d'eaux usées d'Athènes (Golfe Saronique, Grèce). MAP Technical Reports Series No. 96, UNEP, Athens, 1996 (121 pages) (anglais seulement).
97. PNUE/FAO: Rapports finaux des projets de recherche sur les effets (Domaine de recherche III) -Effets de la pollution sur les communautés marines. MAP Technical Reports Series No. 97, UNEP, Athens, 1996 (141 pages) (anglais et français).
98. PNUE: Implications du changement climatique pour la zone côtière d'Albanie. MAP Technical Reports Series No. 98, UNEP, Athens, 1996 (179 pages) (anglais seulement).
99. PNUE: Implications des changements climatiques sur la zone côtière de Sfax. MAP Technical Reports Series No. 99, UNEP, Athens, 1996 (326 pages) (anglais et français).
100. PNUE: Etat du milieu marin et du littoral de la région méditerranéenne. MAP Technical Reports Series No. 100, UNEP, Athens, 1996 (142 pages) (anglais seulement).



Publié et imprimé par:

Plan d'action pour la Méditerranée  
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Des exemplaires de ce document ainsi que d'autres  
publications du Plan d'action pour la Méditerranée  
du PNUE peuvent être obtenus de:

Unité de coordination du Plan d'action pour la Méditerranée  
Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
Leoforos Vassileos Konstantinou, 48  
B.P. 18019  
11610 Athènes