



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



UNEP(DEPI)/MED WG. 316/Inf.11
13 juin 2007
FRANÇAIS
Original: ANGLAIS



**PLAN D'ACTION POUR LA MÉDITERRANÉE
MED POL**

Réunion des Coordonnateurs nationaux pour le MED POL

Hammamet (Tunisie), 25-28 juin 2007

**RAPPORT SUR LES INDICATEURS DE POLLUTION MARINE
DANS LES PAYS MÉDITERRANÉENS**

TABLE DES MATIÈRES

1. LE RÔLE DU MED POL DANS L'ÉLABORATION ET L'APPLICATION DES IPM1	
2. OBJET DU RAPPORT	3
3. MÉTHODOLOGIE /SOURCES.....	4
4. ÉTAT DES CONNAISSANCES PAR INDICATEUR	6
4.1. Indicateurs chimique	7
4.2. Effets biologiques	13
4.3. Indicateurs écologiques	16
5. ANALYSE CRITIQUE DE LA SITUATION RÉGIONALE DES INDICATEURS... 30	
ALBANIE	30
ALGÉRIE.....	31
BOSNIE-HERZÉGOVINE.....	32
CROATIE.....	32
CHYPRE.....	34
EGYPTE.....	35
FRANCE.....	36
GRÈCE.....	38
ISRAËL.....	40
ITALIE.....	42
LIBAN	43
LIBYE	43
MALTE.....	44
MAROC	46
SLOVÉNIE.....	47
ESPAGNE	49
SYRIE.....	51
TUNISIE	52
TURQUIE	53
6. PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION GÉNÉRALES.....	54
7. CONCLUSIONS.....	63
8. RÉFÉRENCES.....	64

1. LE RÔLE DU MED POL DANS L'ÉLABORATION ET L'APPLICATION DES IPM

La poursuite de l'approche écosystémique de la gestion de l'environnement et la stratégie de développement durable par l'intégration des objectifs d'environnement et de durabilité exigent un suivi comme outil déterminant de leur formulation et de leur application et rectification. En outre, la gestion des écosystèmes côtiers appelle un bilan de leur qualité écologique d'après une investigation et une évaluation fondées sur des indicateurs au niveau de la communauté biologique qui semble approprié pour décrire les tendances à long terme du stress anthropique s'exerçant sur l'écosystème (avec les paramètres hydrologiques et chimiques de la colonne d'eau). Les "indicateurs d'écosystème durable" et de "surveillance environnementale" ont été lancés en Méditerranée en tant qu'objectif du SMAP (Programme d'actions prioritaires à court et à moyen pour l'environnement), lequel est également axé sur les questions de commerce et d'environnement. La bonne élaboration d'un cadre d'indicateurs rend opérationnel le concept d'écosystème durable en termes de décisions politiques et, dans le cas où l'on décèle une non durabilité, elle crée une pression politique.

La directive cadre sur l'eau (CDE) de l'Union européenne qui est entrée en vigueur en décembre 2000, met l'accent sur l'évaluation et, si nécessaire, l'amélioration de l'état de qualité écologique (EQE) des eaux côtières et estuariennes. Un grand nombre d'autres initiatives et accords internationaux ont attiré l'attention sur la nécessité d'évaluer la qualité du milieu marin, par exemple les objectifs de qualité écologique (EcoQO). L'évaluation de l'état écologique qui est prescrite se fondera sur des indicateurs appropriés centrés sur les caractéristiques physico-chimiques et hydromorphologiques ainsi que sur les différents éléments biologiques constitutifs de l'écosystème (comme le plancton, le benthos).

Mettre un terme à l'appauvrissement actuel de la biodiversité, qui menace de porter atteinte au progrès social et économique en Europe et dans le monde, est une priorité fondamentale de l'UE.

Dans le Message de Malahide (qui résume les conclusions de la conférence des parties prenantes intitulée "La biodiversité et l'UE – Conserver la vie et les ressources", organisée sous la Présidence irlandaise à Malahide (Irlande) du 25 au 27 mai 2004), il a été fait état du consensus sans précédent dégagé sur ces objectifs prioritaires. Les objectifs prioritaires et les cibles détaillées à atteindre d'ici à 2010 ont été conçus pour répondre à l'engagement de l'UE *"de mettre un terme à l'appauvrissement de la biodiversité d'ici à 2010"*¹, et pour optimiser la contribution de l'UE à l'engagement mondial d'*"obtenir d'ici à 2010 une réduction*

¹ Conclusions de la Présidence, Conseil de Göteborg 15 et 16 juin 2001. SN/200/1/01 REV1, page 8.
<http://ue.eu.int/newsroom/newmain.asp?lang=1>

*importante du taux actuel [2002] d'appauvrissement de la biodiversité*² pour faire en sorte que les ressources soient utilisées de la manière la plus efficace possible par rapport au coût. Les progrès accomplis dans les engagements pris à l'horizon 2010 seront suivis grâce à un premier jeu d'indicateurs clés de biodiversité conçus à cette fin.

De même, la stratégie thématique de l'UE sur la protection et la conservation du milieu marin (Stratégie marine, adoptée par la Commission européenne le 24 octobre 2005³) vise à obtenir un bon état écologique des eaux marines de l'UE d'ici à 2021 et à protéger la base de ressources dont dépendent les activités économiques et sociales en rapport avec la mer. La Stratégie marine constituera le pilier environnemental de la future politique maritime de la Commission européenne, conçue pour exploiter au maximum le potentiel économique des océans et des mers dans le respect du milieu marin. La Stratégie marine régionale comportera une évaluation détaillée de l'état de l'environnement, une définition du "bon état écologique" au niveau régional et la fixation d'objectifs environnementaux précis et de programmes de surveillance continue en cohérence avec la directive-cadre sur l'eau. Ainsi, les États membres seront tenus d'établir une évaluation des pressions et menaces s'exerçant sur le milieu marin et des objectifs environnementaux régionaux assortis d'indicateurs et de mesures de suivi pour évaluer les progrès réalisés en vue d'atteindre ces objectifs.

Si les indicateurs peuvent contribuer à ce que soient détectées et rectifiées les tendances négatives des normes de qualité de l'environnement (NQE), une telle détérioration de la qualité écologique peut être évitée dès l'origine grâce à des évaluations d'impact prospectives. En ce qui concerne le vaste impact de la zone de libre-échange euroméditerranéenne (ZLEEM) sur tous les secteurs de la vie et de l'environnement de la région méditerranéenne, un indicateur global basé sur l'évaluation d'impact de la ZLEEM a été à juste titre préconisé. Cependant, si le programme-cadre d'action SMAP pour la protection de l'environnement méditerranéen prévoit la réalisation d'études d'impact sur l'environnement, la Stratégie régionale MEDA 2002-2006 (le principal instrument financier de l'Union européenne pour la mise en œuvre du Partenariat euroméditerranéen) se réfère fort légitimement à une étude d'impact de *durabilité* plus complète (Ecologic, 2002). Compte tenu de ce qui précède, il existe en Méditerranée un besoin documenté et urgent d'appliquer

² Convention sur la diversité biologique, décision VI/26, annexe (Plan stratégique), paragraphe 11, <http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-06&id=7200&lg=0>; et Sommet mondial sur le développement durable, Plan de mise en œuvre, paragraphe 44. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm

³ Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen "Stratégie thématique sur la protection et la conservation du milieu marin" COM(2005)504; Étude d'impact SEC(2005)1290; Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive Stratégie marine) COM(2005)505, 24 octobre 2005.

effectivement des indicateurs de durabilité - y compris des indicateurs économiques, sociaux et environnementaux - et l'étude d'impact de durabilité de la ZLEEM.

Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, à leur Douzième réunion tenue à Monaco en novembre 2001, ont demandé au programme MED POL *“d'examiner et élaborer un ensemble d'indicateurs de la pollution marine, en coopération avec le Plan Bleu, l'AEE, l'ICS-ONUUDI et d'autres instances et organisations compétentes”* comme base à l'établissement du système de rapports MED POL (UNEP/MAP 2003a). À cette fin, le MED POL a tout d'abord réalisé une série de Bilans diagnostiques nationaux (BDN) en préalable à l'analyse intégrée du plan d'action national (PAN) pour s'attaquer aux grandes questions relatives à la pollution d'origine terrestre dans les zones côtières, y compris les impacts sur l'environnement. Il s'agit d'une vue d'ensemble des BDN – repris dans un rapport de l'AEE (EEA, 2006) -, qui s'est accompagnée d'un processus de mise au point d'indicateurs comportant les étapes suivantes:

- a) Lignes directrices pour l'élaboration d'indicateurs d'état écologique et de réduction du stress (UNEP/MAP 2003b)
- b) Préparation de fiches de synthèse pour chacun des indicateurs proposés (UNEP/MAP, 2004); et
- c) tenue d'une réunion d'experts (Athènes, 4-5 avril 2005) (UNEP/MAP, 2005).

Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone, lors de la réunion des Coordonnateurs nationaux pour le MED POL tenue à Barcelone du 24 au 27 mai 2005, ont adopté la stratégie pour l'élaboration d'indicateurs de pollution marine (IPM) à prendre en compte comme base à l'établissement d'évaluations du milieu marin de manière à pouvoir faciliter la formulation d'une politique de protection et de conservation de la mer Méditerranée et de ses zones côtières. Quatorze pays ont fait rapport au PAM/PNUE sur la faisabilité, au niveau de chacun d'eux, d'une application des IPM proposés par le PAM/PNUE (UNEP/MAP, 2003b and 2004).

2. OBJET DU PRÉSENT RAPPORT

Le présent rapport a pour objet de consigner l'expérience acquise par le PAM/PNUE en matière de développement d'IPM au niveau régional, sur la base des capacités et de la disponibilité de données des Parties contractantes à la Convention de Barcelone, telles qu'elles ont été communiquées au PAM/PNUE.

La visée du rapport est double:

- a) Analyse critique de la situation régionale concernant les indicateurs, avec un recensement des difficultés et des obstacles ;

- b) Élaboration, pour chaque pays, d'un plan d'action visant à remédier aux difficultés et obstacles recensés et rôle du MED POL dans le traitement de ces questions.

En gardant à l'esprit que l'approche écosystémique intègre les préoccupations environnementales dans tous les secteurs et toutes les politiques de la région en vue de promouvoir un développement durable, le présent rapport devrait pouvoir servir de base:

- à des échanges de vues avec la Commission européenne dans le but d'améliorer la complémentarité et les synergies à la lumière de la Stratégie marine européenne
- à l'établissement du système de rapports MED POL.

3. MÉTHODOLOGIE/SOURCES

Le présent rapport synoptique repose en premier lieu sur les tests réalisés par les pays concernant la faisabilité des IPM (tableau 1). Dans les cas où de tels rapports n'étaient pas disponibles (par ex. Albanie, Chypre, Libye et Turquie), des informations ont été extrapolées des rapports sur les Bilans diagnostiques nationaux (Tableau 1). Les autres sources consultées pour établir le présent rapport comprennent: a) les rapports par pays sur les "points chauds" de pollution (comme pour l'Italie, UNEP/WHO, 2003]; b) le rapport AEE/PAMN/PNUE sur les problèmes d'environnement prioritaires en Méditerranée (EEA, 2006); c) les informations recueillies dans les fiches de synthèse (UNEP/MAP, 2004); et d) diverses publications éparses. Par la suite, pour compléter les informations issues des tests des pays, des renseignements ont été obtenus: 1) des questionnaires remplis par les pays pour l'évaluation de l'eutrophisation [ci-après appelé le ou les "**questionnaires**"(UNEP/MAP, 2007a.); 2) des résultats de l'atelier du PAM/PNUE sur l'eutrophisation organisé à Athènes les 5 et 6 février 2007 (Pagou, 2007); 3) des résultats de l'atelier MED-GIG (Athènes, 7-9 février 2007 (MED-GIG, 2007). Enfin, des contacts personnels ont permis de s'enquérir des mesures de paramètres dans certains cas (comme l'indice TRIX en Égypte, la surveillance des charges bactériennes en Grèce, etc.).

Tableau 1: Sources d'informations sur les IPM. Pour les pays marqués d'un astérisque, les données ont été obtenues auprès d'autres sources. Les publications scientifiques sont mentionnées dans les rapports des pays (chapitre 5). Le questionnaire n'est cité que lorsqu'il a servi de source première et non complémentaire de données.

Pays	Source d'informations
Albanie*	BDN-Albanie, 2003
Algérie	MPI- Algérie, 2006; Fiches de synthèse PAM/PNUE (UNEP/MAP, fact sheets 2005); Questionnaire
Bosnie-Herzégovine	MPI- Bosnia and Herzegovina, 2006
Croatie	MPI –Croatia, 2006); MED-GIG, 2007
Chypre*	BDN -Chypre, 2003; fax au PAM/PNUE, MED-GIG, 2007; Questionnaire
Égypte	MPI – Egypt, 2006
France	IPM - France, 2006; MED-GIG, 2007
Grèce	MPI – Greece, 2006; MED-GIG, 2007
Israël	MPI – Israel, 2006
Italie*	UNEP/WHO, 2003; UNESCO/IOC, IMC, 2005; UNEP/MAP, 2007c; MED-GIG, 2007; Questionnaire
Liban	MPI – Lebanon, 2006
Libye*	BDN-Libye, 2003
Malte	MPI – Malta, 2006; MED-GIG, 2007
Maroc	MPI-Morocco, 2006
Slovénie	MPI, Slovenia, 2006; MED-GIG, 2007
Espagne	MPI – Spain, 2006; MED-GIG, 2007
Syrie	MPI – Syria, 2006; UNESCO/IOC, IMC, 2005
Tunisie	MPI –Tunisia, 2006
Turquie *	BDN –Turkey, 2003; EEA, 2006; UNESCO/IOC, IMC, 2005; Questionnaire

BDN : bilan diagnostique national (pour la référence à la fin du document, voir National Diagnostic Analysis ou NDA par pays)

Le développement ou la faisabilité du développement d'indicateurs sur une base nationale a été classée arbitrairement selon une échelle de 0 (en cas de données absentes et/ou non

disponibles) à 3 (indicateurs pleinement développés). Pour la note 3, une autre distinction a été faite; autrement dit, on a utilisé :

- **3** - quand l'indicateur était presque pleinement développé (il n'est pas indiqué d'échelle ni de tendances temporelles dans le rapport national, mais apparemment elles existent)
- **3** a été utilisé pour un indicateur pleinement développé (des séries de données existent selon le rapport national et sont parfois effectivement présentées dans celui-ci)
- **3+** dans le cas où l'indicateur est pleinement développé et utilisé pour l'évaluation des NQE.

Il ressort à l'évidence de l'approche suivie que l'évaluation présente des biais selon les informations que les pays ont communiquées (rapports MPI allant de 5 pages pour la Bosnie-Herzégovine 2006 à 104 pages pour l'Espagne 2006), quand il n'y pas d'évaluation indépendante, en particulier dans les cas où il n'a pas été fourni de données sur le développement d'indicateurs. L'on n'a pas traité d'informations lorsqu'on ne pouvait relever de développement d'indicateurs, à moins de disposer d'autres sources. En tout état de cause, le fait de n'avoir aucun développement d'indicateurs pouvait résulter de négligence ou d'un manque de connaissances. Comme il a été signalé dans le cas des questionnaires [UNEP/MAP, 2007c], la subjectivité qui caractérise les rapports de certains pays peut introduire une erreur dans l'ensemble du processus d'évaluation.

4. ÉTAT DES CONNAISSANCES PAR INDICATEUR

Sur la base des meilleures informations disponibles, les conclusions qui suivent peuvent être tirées (sous réserve de biais éventuels) quant à la faisabilité du développement d'IPM (d'après les critères PAM/PNUE [Encadré 1])

ENCADRÉ 1: Critères PAM/PNUE pour le développement d'IPM

Pertinence au regard de la zone côtière
Pertinence au regard de la Convention de Barcelone
Pertinence au regard des Protocoles "tellurique", "immersions" et "déchets dangereux"
Comparabilité des données
Disponibilité de programmes d'assurance qualité/contrôle qualité (AQ/CQ) et de valeurs de base/de référence
Disponibilité de séries chronologiques suffisantes et couverture spatiale satisfaisante

4.1. Indicateurs chimiques

Les indicateurs relatifs à la Stratégie MED POL de surveillance de l'eutrophisation (T, S, pH, OD, transparence, orthophosphates, silicates, chlorophylle "a", N total, P total, nitrates, nitrites, ammonium) paraissent en être au meilleur degré de développement puisque ce sont les paramètres les plus "mesurés" dans la plupart des programmes de surveillance continue des pays méditerranéens. Leur développement a même atteint un point où ils sont utilisés dans les pays pour l'évaluation de la qualité écologique. La surveillance des métaux lourds dans les biotes et des concentrations bactériennes dans les eaux de baignade est également très bien développée, alors que celle des organochlorés et a fortiori des hydrocarbures de pétrole dans l'eau accuse un retard. La surveillance restreinte de ces paramètres peut être attribuée au fait qu'ils ne sont pas considérés dans de nombreux pays comme des indices de grandes menaces pour le milieu marin (cas des hydrocarbures) et qu'il existe des difficultés inhérentes à leur quantification (cas des organochlorés). Enfin, il a été reçu davantage d'informations sur les "indicateurs d'eutrophisation" en raison du plus grand nombre de sources disponibles [UNEP/MAP, 2007a and UNEP/MAP, 2007c).

Examen détaillé des IPM chimiques

Un exercice de classement simple a été réalisé en additionnant les notes concernant la disponibilité de données (0, 1, 2 et 3) que l'on a assignées aux divers indicateurs sur la base des meilleures informations disponibles. Étant donné qu'il y a 19 pays, la note maximale que peut obtenir un indicateur est 57 (= 19* x 3). Le classement des IMP chimiques est présenté à la figure 1 et leur notation au tableau 2.

Des paramètres hydrologiques comme la température/salinité et le pH sont ceux qui sont le mieux surveillés dans l'ensemble de la Méditerranée. Une grande majorité de pays (73% et 63%) ont des programmes qui couvrent pleinement la collecte et l'analyse des données (procédure simple) et possèdent des séries de données suffisantes pour appliquer l'indicateur. Font exception 16% des pays où il ne paraît y avoir ni tendances ni séries de données (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Libye) et 11% des pays où elles sont partiellement développées (Syrie et Espagne) dans le cas de température/salinité. Les pourcentages respectifs pour le pH sont de 16% (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Libye) et de 21% (Liban, Slovénie, Syrie et Espagne). Cependant, la disponibilité de données est contrebalancée par le fait que ces paramètres ne sont pas considérés comme primordiaux pour la détermination de l'état de qualité écologique (par ex., eutrophisation), et qu'ils ont une faible affinité pour les critères de "pertinence" (au regard de la zone côtière, de la Convention de Barcelone et des Protocoles). Néanmoins, en Égypte, ils sont utilisés dans une matrice avec les éléments nutritifs – voir ci-dessous) pour l'évaluation de l'état de qualité écologique (EQE) du milieu

marin. La salinité/température et le pH présentent peu d'intérêt en tant que tels en ce qui concerne la protection du milieu côtier. Il n'a pas été énoncé dans la Convention de Barcelone et les Protocoles de prescriptions ou principes de gestion concernant les rejets d'eaux à forte salinité ou température élevée et ces paramètres ne sont utiles que pour la surveillance des rejets d'effluents.

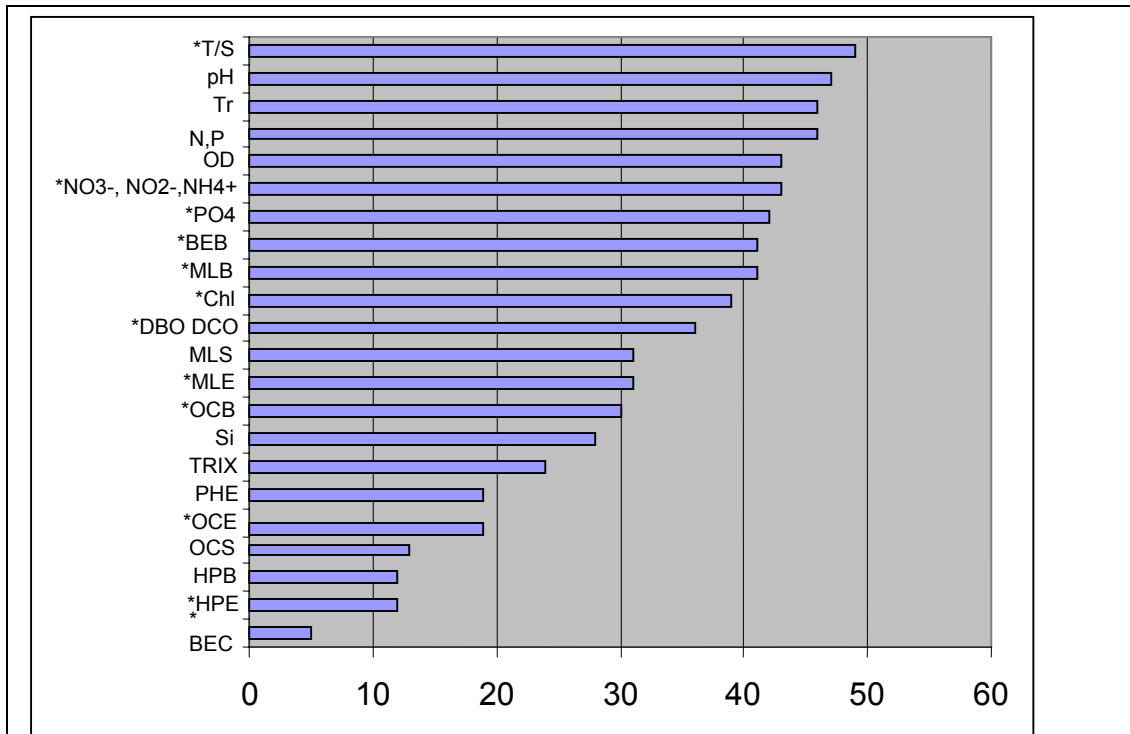


Figure 1. Classement des indicateurs selon leur degré de développement en Méditerranée

Note:

T/S = température et salinité

Tr = transparence

N, P = N total et P total

NO3, NO2, NH4 = nitrates, nitrites et ammonium

OD = oxygène dissous

PO4 = orthophosphates

MLB = métaux lourds dans les biotes

BEB = bactéries dans les eaux de baignade

Chl = chlorophylle "a"

DBO = demande biologique d'oxygène

MLE: métaux lourds dans les effluents

MLS = métaux lourds dans les sédiments

OCB = organochlorés dans les biotes

Si = acide orthosilicique

HPS = hydrocarbures de pétrole dans les sédiments

OCE = organochlorés dans les effluents

OCS = organochlorés dans les sédiments

HPB = hydrocarbures de pétrole dans les biotes

HPE = hydrocarbures de pétrole dans les effluents

BEC = bactéries dans les eaux conchylicoles

* = paramètres stipulés au titre de la stratégie PAM/PNUE pour les IPM

Tableau 2 Degré de développement par indicateur exprimé en nombre de pays

IPM		Nombre de pays développant des IPM			
		Degré de développement			
		Bon	Partiel	faible	Pas de données disponibles
Éléments nutritifs	N total, P total	12	3	4	0
	NO ₂ ,NO ₃ ,NH ₄	12	2	3	2
	P -PO ₄	12	2	2	3
	Si -SiO ₄	8	2	0	9
	Chl -a	10	4	1	4
	DBO/DCO	9	2	5	3
Hydrologiques	OD	11	4	2	2
	T/S	14	2	3	0
	pH	12	4	3	0
	Transparence	11	5	3	0
	TRIX	8	0	0	11
Métaux lourds	Effluents	7	2	6	4
	Sédiments	7	2	6	4
	Biotes	12	1	3	3
Organochlorés	Effluents	3	3	4	9
	Sédiments	3	1	2	13
	Biotes	9	0	3	7
Hydrocarbures de pétrole	Effluents	2	1	4	12
	Sédiments	4	2	3	10
	Biotes	3	1	1	14
Concentrations bactériennes	Eaux de baignade	12	1	3	3
	Zones conchylicoles	1	1	0	17

La signification concernant la couverture de données s'applique à la transparence avec 58% des pays ayant pleinement développé ce paramètre dans leurs programmes de surveillance, 26% partiellement (Liban, Slovaquie, Espagne, Syrie et Tunisie) et 16% (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Libye) très faiblement. Toutefois, leur importance en termes de signification et affinité avec les critères de "pertinence" est assez réduite pour les mêmes raisons, comme dans le cas des autres paramètres hydrologiques mentionnés ci-dessus.

Les éléments nutritifs (avant tout l'azote total et le phosphore total), l'oxygène dissous (OD) et le reste des éléments nutritifs: nitrates/nitrites/ammonium, et orthophosphates (par ordre décroissant), "notent" des valeurs un peu plus faibles au regard des critères de disponibilité de données, avec 63% des pays surveillant complètement les paramètres.

Certains pays paraissent avoir une couverture quelque peu moindre. Dans le cas de N total et de P total, 16% des pays (Grèce, Liban et Espagne) réalisent une surveillance partielle et les 21% restants une surveillance très réduite (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Libye et

Syrie). Dans le cas de OD, les pourcentages respectifs sont de 21% (Liban, Espagne, Syrie et Turquie) et de 11% (Albanie et Bosnie-Herzégovine), avec 11 % supplémentaires (Chypre et Libye) avec des données absentes et/ou non disponibles. Dans le cas des nitrates/nitrites/ammonium, les pourcentages respectifs sont de 11% (Espagne et Turquie), 15% (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Syrie) et 11% (Libye et Tunisie) respectivement. Enfin, pour les orthophosphates, les pourcentages sont de 11% (Espagne et Turquie), de 11% (Albanie et Syrie) et de 11% (Bosnie-Herzégovine et Libye). Il est intéressant de noter l'absence de surveillance de OD à Chypre (qui n'y est pas considéré comme un indice préoccupant) et en Libye (ou c'est la DBO qui paraît être surveillée à la place).

D'une manière générale, ces indicateurs peuvent être considérés non seulement comme bien développés mais aussi comme appliqués aux évaluations des NQE. L'état trophique des eaux marines et côtières grecques a été évalué sur la base de la combinaison des critères ci-dessus (en liaison avec la chlorophylle "a") et la même remarque est valable pour l'Égypte (sur la base des valeurs de N total et P total). Le degré élevé de développement de ces indicateurs est à souligner, car les éléments nutritifs dans les eaux côtières et marines sont considérés comme des IPM appropriés pour évaluer la qualité écologique de l'environnement et la pertinence au regard de la politique et de la gestion (Convention de Barcelone et ses Protocoles – Protocole "tellurique" et Protocole "prévention et situations critiques").

Il convient aussi de noter que les autres paramètres relatifs à l'eutrophisation – chlorophylle "a" et DBO/DCO -, bien qu'un peu inférieurs sur l'échelle de notation (après les substances dangereuses: métaux lourds dans les biotes et concentrations bactériennes dans les eaux de baignade, décrits ci-dessous) donnent 53% et 47% des pays, respectivement, les consignant comme pleinement développés. Le fait que ces paramètres en soient aussi à un degré de développement significatif dans le bassin méditerranéen leur confère de l'importance pour l'évaluation de l'eutrophisation et l'évaluation de la qualité écologique de l'environnement en général (en particulier la chlorophylle "a") de même que pour leur pertinence au regard de la politique et de la gestion (Convention de Barcelone et Protocoles) comme le reste des indicateurs liés aux éléments nutritifs. La notation plus faible attribuée à la chlorophylle "a" est à imputer au fait que, dans 21% des pays, les données sont absentes et/ou non disponibles (Bosnie-Herzégovine, Libye, Maroc et Syrie), et que ce paramètre est faiblement développé dans 5% des pays (soit 1 sur 19: Albanie), et partiellement développé dans 21% (Liban, Slovénie, Espagne et Turquie). Les taux correspondants pour la DBO/DCO sont de 16% (Égypte, Liban et Tunisie), 26% (5 pays sur 17: Albanie, Bosnie-Herzégovine, Grèce, Libye et Syrie) et 11% (France et Slovénie), respectivement.

Suivent ensuite les paramètres non associés à l'eutrophisation, à savoir les substances dangereuses. La surveillance des métaux lourds dans les biotes et des concentrations bactériennes dans les eaux de baignade est pleinement développée dans 63% des pays. Dans le cas des métaux lourds dans les biotes, les pourcentages de pays ayant partiellement développé, faiblement développé, et avec des données absentes et/ou non disponibles, sont respectivement de 5% (Turquie), 16% (Égypte, Liban et Syrie) et 16% (Albanie, Bosnie-Herzégovine et Libye), et dans le cas des concentrations bactériennes de 5% (1 pays sur 19: Syrie), 16% (Albanie, Bosnie-Herzégovine, et Croatie) et 16% (Liban, Libye et Slovénie).

Une fois encore, ce degré élevé de développement est à souligner puisque les métaux lourds tendent à bioaccumuler dans les biotes et, partant, à refléter la qualité de l'environnement (et à marquer la durabilité des ressources marines comestibles), et que les concentrations bactériennes dans les eaux de baignade font peser une menace grave, laquelle est bien documentée, sur la santé humaine. Les deux paramètres sont considérés comme des IPM appropriés (UNEP/MAP, 2005) avec une pertinence élevée au regard de la politique et de la gestion (Convention de Barcelone et Protocoles – Protocole "tellurique" et Protocole "prévention et situations critiques") [8]. Il existe un objectif chiffré de gestion dans le cas des concentrations bactériennes mais pas dans celui des métaux lourds.

Cependant, dans le cas des métaux lourds, la question des instituts coopérants (même au sein du programme MED POL) et de la comparabilité des données (méthodologies communes, interétalonnage, AQ/CQ) ont suscité des préoccupations. Il importe d'adapter les procédures et méthodes d'analyse et d'AQ/CQ pour la mise au point scientifique d'un indicateur donné. Il convient aussi de poursuivre les travaux pour déterminer les valeurs de base/de référence en vue d'établir le facteur d'enrichissement et de quantifier ainsi l'impact des métaux sur la qualité de l'environnement.

Les autres paramètres stipulés dans la Stratégie PAM/PNUE d'élaboration d'IPM, à savoir les métaux lourds dans les effluents et les organochlorés dans les biotes se situent au milieu de l'échelle de classement, tandis que les organochlorés dans les effluents, les hydrocarbures dans les effluents et les concentrations bactériennes dans les eaux conchylicoles se situent au bas de l'échelle.

Les métaux lourds dans les effluents, et les organochlorés dans les biotes sont convenablement surveillés en Méditerranée avec 36% et 47% des pays ayant un jeu de paramètres pleinement développés. La surveillance des métaux lourds dans les effluents est partiellement développée, faiblement développée, inexistante et/ou sans données disponibles dans 11% (Chypre et Espagne), 32% (Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie,

Liban, Libye et Syrie) et 21% (Égypte, Italie, Slovénie, Tunisie) des pays, respectivement, et dans le cas des organochlorés dans les biotes dans 0%, 16% (Albanie, Malte et Syrie) et 36% (Bosnie-Herzégovine, Égypte, Liban, Libye, Slovénie, Tunisie et Turquie).

Les organochlorés dans les effluents, les hydrocarbures dans les effluents et les concentrations bactériennes dans les eaux conchylicoles sont faiblement surveillés en Méditerranée, avec seulement 16% (Algérie, France et Malte), 11% (Algérie et Turquie) et 5% (France) des pays exerçant une surveillance pleinement développée pour ces trois paramètres, respectivement. Les pourcentages correspondant à la surveillance partielle, faible, et inexistante/ou sans données disponibles, des organochlorés dans les effluents sont de 16% (Chypre, Grèce et Espagne), 21% (Albanie, Croatie, Israël et Syrie)) et 47%, à la surveillance des hydrocarbures de 5% (Grèce), 21% (Albanie, Israël, Liban et Syrie) et 63% respectivement, et dans le cas des concentrations bactériennes dans les eaux conchylicoles de 5% (Syrie), 0% et 90%.

Les organochlorés étant des composés extrêmement toxiques, persistants et bioaccumulables, et les hydrocarbures de pétrole ayant des impacts marqués sous forme de déversements accidentels dans les zones marines, peuvent affecter considérablement la qualité environnementale et tous les aspects de l'écosystème marin, et ils sont donc considérés comme des IPM appropriés (UNEP/MAP, 2005) avec une pertinence élevée au regard de la politique et de la gestion (Convention de Barcelone et Protocoles – Protocole "tellurique" et Protocole "prévention et situations critiques") [8], mais sans qu'il existe d'objectifs de gestion spécifiques. La même remarque est valable pour les métaux lourds dans les effluents et les concentrations bactériennes dans les zones conchylicoles, comme on l'a indiqué plus haut.

Pour ces raisons, l'état de développement médiocre des paramètres des organochlorés dans les effluents, des hydrocarbures dans les effluents et des concentrations bactériennes dans les eaux conchylicoles, et les taux moyens de développement des paramètres des métaux lourds dans les effluents et des organochlorés dans les biotes devraient être renforcés puisque la disponibilité de données ne permet pas d'obtenir leur pleine exploitation à l'échelle de toute la Méditerranée. Les préoccupations dont on a fait état ci-dessus au sujet des métaux lourds quant à la comparabilité des données, la normalisation des méthodes, l'AQ/CQ et l'interétalonnage s'appliquent également au cas des organochlorés puisque, en dépit de leur importance en tant que substances dangereuses dans le milieu marin, ils restent très difficiles à quantifier.

Questions problématiques

Un point intéressant de cet **exercice de classement** est la notation de paramètres qui ne figurent pas dans le jeu d'indicateurs de la Stratégie MED POL et qui, dans certains cas, ont surpassé le jeu des indicateurs "approuvés", comme l'indice TRIX et les métaux lourds dans les sédiments, reflétant ainsi l'importance de ces paramètres pour les pays de la région et, par conséquent, leur inclusion dans leurs programmes de surveillance.

Indice TRIX: le cas de l'indice TRIX est très intéressant car il fait ressortir la nécessité d'avoir des indices intégrés au lieu de plusieurs indices isolés. Sa notation plus faible tient à sa singularité d'être présent ou appliqué (47% des pays) ou pas appliqué du tout (53% des pays) puisqu'il n'est pas encore approuvé. L'indice a été évalué au moyen de données collectées dans un certain nombre de projets pilote menés en Slovénie, Turquie, Grèce et Italie en vue du Rapport sur l'évaluation de l'eutrophisation (2007). Dans tous les cas, les résultats ont démontré l'efficacité de l'indicateur (sur la base des données collectées) pour évaluer l'état de qualité écologique de la région [3], bien que son adoption comme indicateur (fondée avant tout sur l'intérêt scientifique) fasse encore débat [4].

4.2. Effets biologiques

Le recours aux biomarqueurs est relativement récent par comparaison avec la surveillance chimique conventionnelle. Aujourd'hui encore, dans les pays développés, ces biomarqueurs qui sont considérés comme bien compris, manquent encore souvent de relevés historiques et d'une gestion de données simple pour l'évaluation des risques et la surveillance de routine appropriées. Par exemple, en France, les programmes correspondant à la stratégie de réseau d'inspection ne sont pas opérationnels pour l'heure. En outre, en dépit du principe important sous-jacent au concept de biomarqueur, à savoir que la réponse implique des effets écologiques, il existe encore peu d'exemples où des mesures de biomarqueurs aient été directement associées à des réponses au niveau des communautés.

Les données historiques sur l'application des biomarqueurs sur le terrain sont rares. À la différence d'autres régions européennes, où un certain nombre de programmes ont été lancés in situ, au niveau national ou régional (Conventions) et où plusieurs biomarqueurs sont appliqués pour mesurer des conditions de l'environnement, les biomarqueurs sont peu étudiés en Méditerranée. Quelques résultats ont été obtenus au cours des vingt dernières années dans le cadre de projets de recherche individuels et de programmes nationaux ou internationaux dans les eaux marines (BIOMAR, BEEP, programme d'Étude mondiale de la pollution du milieu marin à financement COI-OMI-PNUE). Ces études portent sur la conception et la validation d'approches pratiques et sont le plus souvent issues de tests essais en laboratoire. Aussi est-il peu probable que des données suffisantes soient soumises à la base de données MED POL.

Examen détaillé des biomarqueurs

Les résultats de l'exercice de classement pour la faisabilité d'une utilisation d'indicateurs des effets biologiques sont présentés à la figure 2 et au tableau 3. Comme dans l'exercice sur les indicateurs chimiques, chaque indicateur a été noté (0, 1, 2 et 3) en fonction de la disponibilité de données/faisabilité d'une utilisation des biomarqueurs. Étant donné que l'Italie a fait des avancées importantes mais qu'aucun rapport n'a été soumis, les chiffres sont basés sur les 18 autres pays, la notation maximale qu'un indicateur puisse obtenir étant 54 (18* x 3).

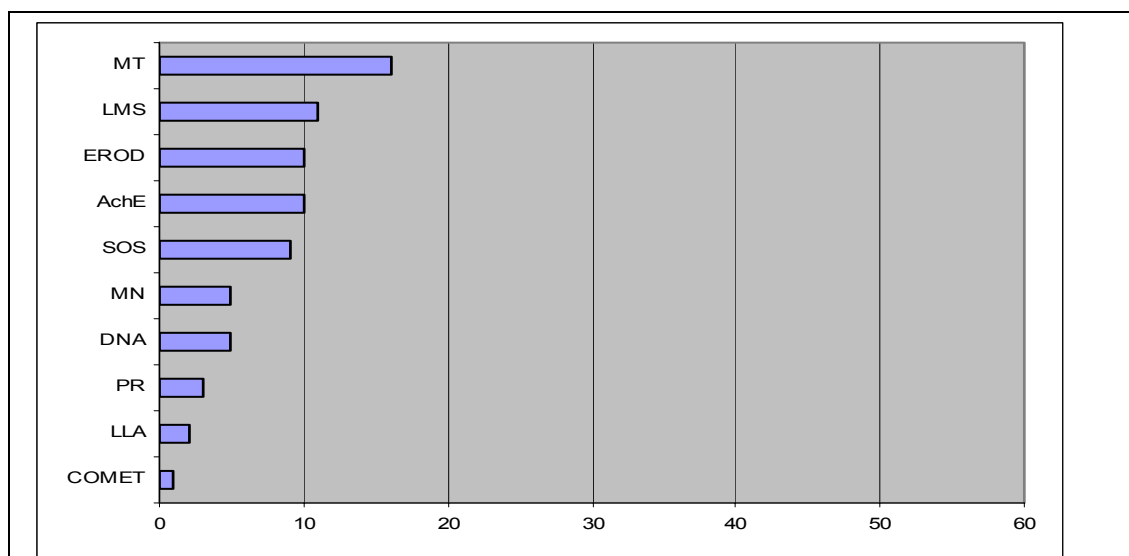


Figure 2. Classement des indicateurs selon leur degré de développement en Méditerranée (résultats portant sur 18 pays)

Note:

MT = teneur en métallothionéines dans les cellules de mollusque
 LMS = stabilité de la membrane lysosomiale dans les cellules de mollusque
 EROD = activité de l'éthoxyrésorufine-O-dééthylase hépatique
 AchE = activité acétycholinestérasique dans les cellules de mollusque
 SOS= Stress sur stress (survie à l'air) chez les mollusques
 MN = fréquence des micronoyaux dans les cellules de mollusque
 DNA = altérations de l'ADN dans les cellules de mollusque et de poisson
 PR = prolifération de peroxysomes
 LLA = accumulation lysosomiale de lipofuscine dans les cellules de mollusque
 COMET test, taux de déroulement (unwinding)

Tableau 3. Degré de développement par indicateur (pour 18 pays, hormis l'Italie)

MPI	Degré de développement			
	Bon	Partiel	Faible	Pas de données disponibles
MT	2	5	0	11
LMS	3	1	0	14
AchE	0	5	0	13
SOS	3	0	0	15
EROD	1	3	1	13
MN	1	1	1	15

MPI	Degré de développement			
	Bon	Partiel	Faible	Pas de données disponibles
DNA	1	2	1	14
PR	0	1	1	16
LLA	0	1	0	17
COMET	0	0	1	17

La teneur en métallothionéines des cellules de mollusque paraît être le mieux surveillé des biomarqueurs; cependant seuls 11% (Espagne et Tunisie) des pays l'ont développé à pleine échelle. L'indicateur est partiellement exploité dans 28% des pays (Croatie, France, Grèce, Israël et Slovénie) et il n'existe pas d'informations pour 11 pays.

La stabilité de la membrane lysosomiale dans les cellules de mollusque, qui suit dans l'ordre du classement, est pleinement développée dans 17% des pays (Grèce, Espagne et Tunisie) et partiellement dans 6% (Croatie).

L'activité EROD paraît être pleinement développée en Slovénie (de nombreux tests en laboratoire et études sur le terrain sur plus de 180 espèces de poisson ont confirmé la sensibilité et la fiabilité de ce biomarqueur). EROD est partiellement et peu développé dans 17% (Croatie, Israël et Espagne) et 6% (Syrie) des pays respectivement. Il n'y a pas d'informations pour 13 pays.

L'activité acétylcholinestérasique dans les cellules de mollusque n'est pleinement développée dans aucun pays mais l'est partiellement dans 28% (France, Grèce, Israël, Maroc et Espagne). Pour les 13 pays restants, il n'a pas été présenté de données sur l'indicateur dans les rapports ou relevé d'éléments dans la bibliographie.

Le biomarqueur **Stress sur stress** (survie à l'air) chez les mollusques est pleinement développé dans 17% (Croatie, Grèce et Tunisie) des pays mais il n'existe pas de données ou l'on n'en dispose pas pour les 15 pays restants. Cependant, Stress sur stress ne semble pas donner de renseignements pertinents sur la qualité de l'eau, compte tenu de la robustesse des espèces utilisées.

Aucun des indicateurs sur la génotoxicité n'est pleinement développé et/ou appliqué. Divers pays ont appliqué différentes méthodes, l'Espagne, Israël, la Grèce et la Croatie ayant réalisé davantage d'avancées à cet égard (pour plus de détails, voir le tableau synoptique). Par exemple, en Israël, le test COMET a été développé et appliqué au cours fluvial du Qishon et à la baie de Haïfa (rive nord).

La fréquence des micronoyaux est un indicateur d'une application de routine très lourde étant donné la difficulté et le temps qu'entraîne la lecture des lames sous microscope. Cette technique n'est pas facilement réalisable à un nombre significatif de stations.

Questions problématiques

- Le recours aux biomarqueurs chez le poisson soulève un problème majeur pour les espèces qui ne sont pas sédentaires. Même si les espèces cibles sont sédentaires, il est compliqué d'harmoniser l'acquisition de données concernant les mêmes espèces et les classes de tailles identiques. Ce problème introduit forcément un biais dans l'interprétation et la comparabilité des résultats.
- Le manque de matériaux de référence pour la plupart des biomarqueurs proposés comme IPM rend difficile la mise en place d'un système national/international d'assurance qualité des données.
- Le manque de données sur le long terme ne permet pas de tirer de conclusions sur les tendances. Il est fondamental de maintenir le programme de biosurveillance inchangé sur une période donnée.
- Selon le rapport sur les IPM-Israël (2006), "l'utilisation de biomarqueurs ne devrait pas se limiter aux divers IPM mentionnés dans les fiches de synthèse. Les dernières techniques d'utilisation de biomarqueurs comme IPM reposent sur une approche holistique de biomarqueurs à produits géniques, à savoir la pollution affecte des gènes qui sont exprimés comme protéines ou transcrits. Cette méthode a été mise au point pour être utilisée en Israël dans le foie du poisson *Lithognathus mormyrus* mais n'a pas encore été appliquée sur le terrain. Les transcrits sont évalués par PCR en temps réel et les biomarqueurs à expression génique disponibles sont: le cytochrome-P4501A, les métallothionéines, la vitellogénine, la choriogénine et la P-glycoprotéine".

De nouveaux outils de gestion des données comprennent l'évaluation d'un indice de niveau de pollution sur la base d'une batterie d'au moins 5 biomarqueurs d'exposition. Cette procédure d'indice est apparue particulièrement adéquate pour surveiller les tendances des sites faiblement ou modérément pollués mais elle donne des faux négatifs dans des zones fortement polluées telles que les "points chauds". Une approche intégrée par la mise en place d'un système expert qui prend en compte à la fois les biomarqueurs d'exposition et les effets toxiques mesurés à différents niveaux (des gènes aux tissus) peut constituer une méthodologie générale de gestion de données multimarqueurs aux "points chauds" et aux sites le long de gradients de pollution.

4.3. Indicateurs écologiques

Les communautés benthiques (phytobenthos, zoobenthos) ont été utilisées pendant près d'un siècle comme indicateurs de santé de l'environnement et se sont avérées être un élément utile pour décrire l'état écologique d'une zone géographique donnée. Ces communautés, qui sont riches en espèces dont la plupart sont sédentaires et d'une durée de vie relativement longue, reflètent assez précisément le degré de perturbation du milieu et elles sont ainsi fréquemment utilisées dans les études d'impact sur l'environnement (EIE). Un grand nombre de concepts et de techniques numériques ont été élaborées pour une bonne interprétation des données.

Le nombre d'espèces benthiques (S) et l'**indice de la diversité des communautés (H)** ont été largement utilisés et testés dans différents milieux marins sur le pourtour de la Méditerranée. Cependant, les données disponibles proviennent des réseaux régionaux, des projets de recherche, des études et rapports environnementaux relatifs à des activités susceptibles d'avoir des incidences sur le milieu marin. La plupart des données collectées le sont dans des rapports spécifiques à chaque cas et il n'existe pas de bases de données générales, ni au niveau national ni au niveau régional.

Les rapports des pays sur les IPM ne fournissent pas de données suffisantes sur l'application d'indices biotiques en raison du manque de données. Cependant, eu égard à leur importance pour l'application de la directive-cadre sur l'eau, un groupe d'experts a entrepris de tester leur applicabilité dans les pays de l'UE en réalisant un exercice d'intercalibration. Le Groupe d'Intercalibration Géographique Méditerranée (MED-GIG), opérationnel depuis 2004, se compose de représentants de Chypre, de France, de Grèce, d'Italie et d'Espagne, et d'observateurs de Slovénie et de Croatie. Des pays membres ont identifié des sites/conditions de référence existants, d'autres ont envisagé des conditions de référence virtuelles.

Selon les conclusions du dernier atelier (MED-GIG, 2007), il existe une grande masse de données mais elles ne concernent pas tous les éléments de qualité biologiques et tous les pays. Les éléments de qualité les plus prometteurs paraissent être les macroalgues et les angiospermes. Enfin, il est nécessaire de prendre en compte différentes sous-régions au sein de la Méditerranée ainsi que les écarts dans les valeurs de référence pour des habitats différents (par exemple, fonds vaseux/sablonneux).

Examen détaillé des IPM écologiques

Un exercice de classement simple a été réalisé en additionnant les notes de disponibilité de données (0, 1, 2 et 3) attribuées à chaque indicateur sur la base des meilleures informations disponibles (figure 3, tableau 4). Compte tenu du développement d'indicateurs dans les pays

membres (MED-GIG, 2007), d'un principe similaire à ceux proposés par le PAM/PNUE (UNEP/MAP, 2004), le classement repose sur la combinaison des indices similaires utilisés.

Nombre d'espèces (S) et indice de diversité (H). Il ressort que la France, la Grèce, l'Italie et Chypre sont les pays qui ont développé pratiquement à pleine échelle ces indicateurs. Dans 10 pays (42%), l'indicateur est partiellement développé, et au Maroc et en Tunisie il l'est faiblement. Les données sont absentes et/ou non disponibles pour l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine et la Libye.

Les valeurs de S et de H sont influencées par la taille de l'échantillon, la méthode d'échantillonnage et les procédures d'identification. De plus, des différences dans la granulométrie relevées dans les diverses zones maritimes françaises influent grandement sur la diversité des espèces et peuvent ainsi fausser l'application de certains indices (MPI-France, 2006). Les valeurs de l'indice de diversité des espèces ne peuvent être comparées que si la même méthode d'échantillonnage a été adoptée avec des efforts équivalents d'examen taxinomique rigoureux. La France considère que H est l'indice général le plus intéressant pour son littoral, mais qu'il n'est pas applicable aux lagunes. En outre, il convient de noter que l'indice de diversité de Shannon-Wiener pour le zoobenthos ne permet pas de déceler une légère perturbation dans le cas des zones de transition écologiques (écotones) où le nombre d'espèces est assez élevé associé à des densités notablement fortes d'espèces opportunistes (UNEP, 2005).

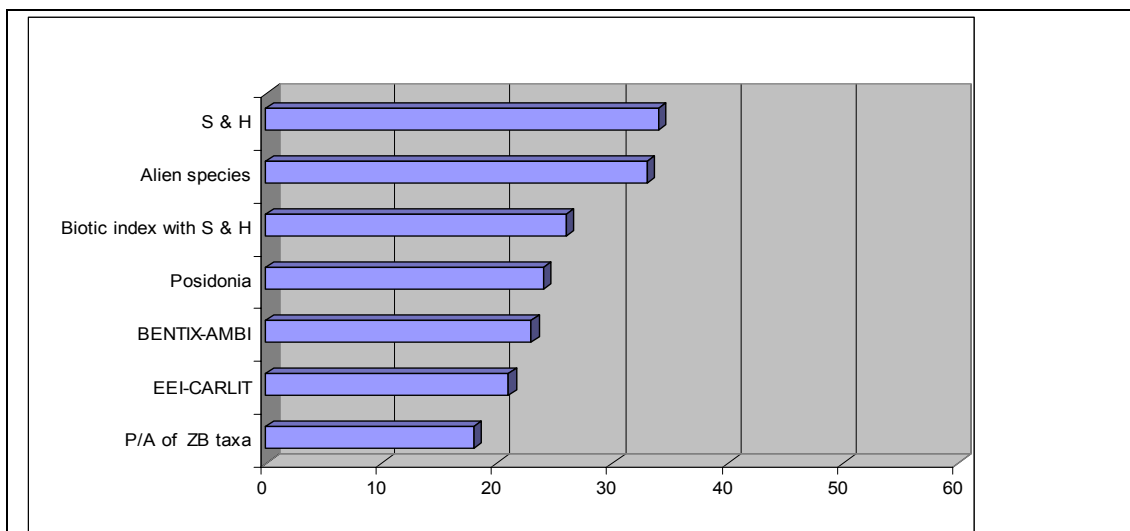


Figure 3. Classement des indicateurs selon leur degré de développement en Méditerranée

Note:

S & H = nombre d'espèces (S) et indice de diversité (H)

Espèces exotiques

Indice biotique avec S & H : combinaison S, H, BENTIX / m-AMBI

Posidonia : présence et abondance/couverture du phytobenthos (*Posidonia*)

P/A ZB = présence et abondance de taxons sensibles/opportunistes zoobenthiques

BENTIX/AMBI = indice benthique basé sur le zoobenthos

EEl /BENTOS-CARLIT= Indice biotique basé sur le phytobenthos

Tableau 4. Degré de développement par indicateur

	Nombre de pays développant des IPM			
	Degré de développement			
MPI	Bon	partiel	Faible	Pas de données disponibles
S & H	4	10	2	3
Espèces exotiques	5	7	4	3
Indice biotique avec S & H	7	1	3	8
<i>Posidonie</i>	5	4	1	9
BENTIX-AMBI	6	1	3	9
EEl-BENTHOS-CARLIT	6	2	0	11
P/A ZB	2	5	2	10

La plupart des pays ont relevé la nécessité: a) de développer l'indice S en définissant des valeurs de référence du nombre d'espèces benthiques pour les communautés normales ou non perturbées; et b) d'élaborer davantage l'indice H en créant des valeurs d'un intervalle de référence à l'échelle sous-régionale/nationale. C'est seulement à ces conditions que les tendances ou changements dans la diversité des espèces peuvent être étudiés. En l'absence d'échelles pleinement développées pour S et H, ces indices sont souvent utilisés en complément à un indice biotique (voir ci-dessous).

Espèces exotiques. Il n'existe pas de réseau de surveillance national ou régional mis en place pour répondre à cet objectif. Quand une espèce nouvelle est observée dans le cadre d'autres réseaux de surveillance (par ex., réseaux *P.oceanica*, réseaux sur les communautés benthiques) ou de projets de recherche spécifiques, les résultats de ces observations sont utilisés pour des publications. Comme le nombre d'espèces exotiques introduites en Méditerranée ne cesse de croître (EEA, 2006), l'intérêt des scientifiques s'est porté sur cette question.

Les espèces exotiques semblent constituer l'un des meilleurs indicateurs écologiques, mais des données disponibles ayant trait à tous les groupes taxinomiques et couvrant suffisamment le territoire national ne sont disponibles qu'en Grèce, en Israël, en Italie, en Slovénie et en Turquie. Selon le Ministère italien de l'environnement "*les espèces introduitessont parmi les facteurs les plus importants responsables de l'extinction de nombreuses espèces dans le monde et en partie en Italie*"(<http://www.minambiente.it>). L'Italie, bien que non membre du CIEM, fait régulièrement rapport depuis 2000 sur les nouvelles espèces exotiques lors de la réunion annuelle CIEM/OMI/COI du WGBSV (www.ices.dk), et la Grèce,

Israël et l'Espagne ont fait le point des connaissances à ce sujet à quelques réunions. Cependant, de nombreuses publications de la bibliographie font état de nouvelles découvertes en Israël, en Turquie, en Grèce et Slovénie. Dans 8 pays, l'indicateur est partiellement développé, dans trois (Égypte, Malte et Maroc) il est faiblement étudié, et les données sont absentes ou non disponibles pour trois autres (Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine).

Les espèces exotiques sont une question d'une grande importance au regard: a) de la Convention de Barcelone; b) de la Politique commune de la pêche ou PCP (introductions provenant de l'aquaculture et espèces introduites accidentellement avec les prises de la pêche); c) de la Convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, laquelle offre des conseils spécifiques aux pays et aux organisations internationales sur les mesures à prendre pour combattre la menace des invasions biologiques; d) de la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux et sédiments de ballast (Organisation maritime internationale); e) la directive-cadre sur l'eau de l'UE: des travaux sont en cours pour examiner comment apprécier l'impact des espèces exotiques pour l'évaluation de l'état écologique et comment les prendre en compte lors de la fixation des conditions de référence pour les éléments de qualité biologiques (DG Environnement, 2007). Enfin, l'application de la directive Stratégie marine européenne, actuellement en préparation, devrait comporter des mesures visant à limiter l'envahissement d'espèces exotiques dans les mers de l'Europe.

BENTIX- AMBI-MEDOCC-mAMBI

Deux indices biotiques différents basés sur le zoobenthos ont été mis au point en Méditerranée : l'indice BENTIX (Simboura & Zenetos, 2002), le plus souvent appliqué en Méditerranée orientale, et l'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000), appliqué avec succès en Espagne. Le BENTIX a été décrit et testé en Grèce, en Espagne, en Italie, en Turquie (Izmir, Edremit), [UNEP/MAP, 2005]. Un troisième indice, MEDOCC, a été proposé par l'Espagne à l'atelier MED-GIG IV (MEDI-GIG, 2007)⁴. Conformément à la conclusion de la COI/UNESCO-IMC (2005), la meilleure évaluation des NQE est obtenue en combinant le BENTIX ou l'AMBI avec H (diversité de communautés) et S (nombre d'espèces). Par

⁴ L'indice MEDOCC, présenté au MED-GIG 2007, est une adaptation à la zone de la Méditerranée occidentale de l'indice AMBI élaboré pour la côte Atlantique (Borja *et al.*, 2000) sur la base de la sensibilité/tolérance des espèces. L'indice MEDOCC est en mesure de détecter un enrichissement organique accompagnant la succession de communautés. Les principales différences avec la méthode AMBI originelle proposée par Borja *et al.* (2000) sont les suivantes: 1) Changement dans les catégories des groupes écologiques de certaines espèces; 2) quatre groupes écologiques ont été pris en compte (au lieu de cinq dans AMBI); et 3) changement dans l'algorithme pour le calcul de l'indice.

conséquent, l'AMBI a été élaboré de manière à intégrer dans l'évaluation S et H, et la nouvelle version est désignée m-AMBI.

Au vu des résultats de l'exercice d'intercalibration (MED-GIG, 2007), des rapports des pays et de la littérature disponible, la combinaison de S, H, BENTIX et m-AMBI est ou pourrait être: pleinement appliquée tant qu'indicateur écologique dans 37% des pays (Algérie, Chypre, France, Grèce, Italie, Slovaquie et Espagne); partiellement appliquée en Turquie et faiblement appliquée en Tunisie, à Malte et en Syrie. Les données sont absentes et/ou non disponibles pour l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, l'Égypte, Israël, le Liban, la Libye et le Maroc.

Les indices précités ont été contestés dans les rapports sur les IPM *“comme subjectifs et se fondant sur l'expérience propre des auteurs. Une réévaluation s'impose au moyen d'ensembles de données provenant de diverses zones de la Méditerranée, de même que s'impose une validation des résultats toujours combinée avec d'autres paramètres métriques et chimiques si possible”*. Ils ont aussi été jugés *“comme particulièrement sensibles aux enrichissements en matière organique.”*

L'exercice d'intercalibration organisé par le MED-GIG (résultats présentés au tableau 5) a révélé qu'il n'existe pas de consensus parmi les pays de l'UE. Une limitation à l'emploi des indices susmentionnés tient au fait qu'ils sont probants dans les eaux côtières (pas de transition) à un certain type de masse d'eau, à savoir les fonds meubles à 30 m de profondeur (MED-GIG, 2007). Et ils sont effectivement sensibles à la pollution organique. Le développement de ce type d'outils environnementaux exige :

- a) le consensus des scientifiques dans l'affectation des espèces à un groupe écologique particulier;
- b) la définition d'intervalles de variation par classe écologique au niveau sous-régional;
- c) la définition de valeurs de référence au niveau sous-régional;
- d) la définition de valeurs de référence pour différents habitats (par ex. fonds vaseux/sablonneux).

Tableau 5. Méthodes nationales ayant été évaluées dans l'exercice d'intercalibration MED-GIG

(MED-GIG, 2007)

Etat membre	Méthode	Situation
Chypre	BENTIX	Finalisée
France	Approche multimétrique (AMBI, Indice de Shannon, BQI, Indice trophique)	En cours d'élaboration

Grèce	BENTIX	Finalisée
Italie	m-AMBI avec analyse factorielle BENTIX	En cours d'élaboration
Espagne – Catalogne	MEDOCC	Finalisée
Espagne – Îles Baléares	MEDOCC	Finalisée

EEl- BENTHOS/CARLIT

En raison de l'insuffisance des informations émanant des rapports des pays sur les IPM, les avancées et développements des pays exposés dans le présent rapport se fondent sur les conclusions de la dernière réunion MED-GIG (MED-GIG, 2007). Six pays méditerranéens ont participé au sous-groupe de l'atelier MED-GIG sur les macroalgues. La procédure d'intercalibration a été appliquée aux communautés macroalgales de l'étage infralittoral supérieur (3,5 à 0, 2 m de profondeur de côtes rocheuses). Dans l'approche d'intercalibration de MED-GIG, deux méthodes, l'EEl (mise au point par la Grèce) et la CARLIT/BENTHOS⁵ (mise au point par l'Espagne), ont été testées.

Tableau 6. Décisions des pays quant aux méthodes macroalgales (MED-GIG, 2007).

<i>QE 3: Macroalgues</i>	<i>Méthode d'évaluation</i>	<i>Situation</i>
Chypre	EEl	Finalisée
France	CARLIT	Officiellement acceptée
Grèce	EEl	Finalisée
Italie	CARLIT	À l'étude
Slovénie	EEl	Finalisée
Espagne	CARLIT/BENTHOS	Officiellement acceptée

Les résultats de l'intercalibration ne sont pas très différents aux limites bons-élevés et modérés-bons. Des problèmes se font jour aux limites modérés-faibles et faibles-médiocres, en raison de la présence d'espèces calcaires (corallinacés) qui ont une "signification" différente dans les deux méthodes. Toutefois, ce problème est minoré quand la procédure d'intercalibration d'un site est basée sur les données saisonnières (pas d'intercalibration fondée sur un seul échantillon).

Entre la méthode grecque et la méthode espagnole, seule l'EEl a été testée avec succès dans les eaux côtières méditerranéennes de la Grèce et de l'Espagne. Ces données ont

⁵ Un nouvel indice biotique pour les macroalgues est proposé pour les NQE en Espagne – l'indice BENTOS/CARLIT. Cet indice biotique est inclus dans le réseau de contrôle catalan des communautés benthiques côtières de fonds rocheux (CARLIT) et il est appliqué depuis 1999. Les communautés étudiées sont les mêmes que dans le réseau catalan BENTOS mais, dans ce cas, le taux de couverture des principales espèces est évalué par des méthodes visuelles. *Pour de plus amples détails, voir Arévalo et al., 2007*

confirmé que l'EEI est très sensible à l'indice de concentration en éléments nutritifs et qu'elle pourrait donc être utilisée dans le système de classement de la directive-cadre sur l'eau, du moins en mer Méditerranée.

En dehors des six pays de l'UE, l'EEI a été testée avec succès au moyen de données provenant de l'Algérie (UNEP/MAP, 2004). La disponibilité de données a été confirmée également pour l'Égypte [des macrophytes provenant de 32 sites sont inclus dans la base de données EIMP pour la période 1999-2000: MPI-Egypt, 2006]. **D'une manière générale, ces indicateurs peuvent être considérés non seulement comme bien développés mais aussi comme appliqués aux évaluations de NQE.** Les indices biotiques basés sur les macroalgues offrent aux gestionnaires de l'eau du monde entier un outil leur permettant de comparer, classer et fixer des priorités de gestion à différentes échelles spatiales sans avoir obligatoirement de connaissances spécialisées en taxinomie algale.

Le rôle écologique d'espèces spécifiques comme *Corallina elongata* et sa communauté sera mieux précisé.

Présence et abondance/couverture d'espèces/taxons sensibles/opportunistes - phytobenthos

Parmi les espèces sensibles du phytobenthos, la plus largement utilisée comme indicateur proprement dit est l'angiosperme *Posidonia oceanica*. À la différence de celui des invertébrés marins, le choix de *Posidonia* est des plus prometteurs. L'espèce est très largement répartie et bien étudiée par la plupart des pays. Bien que des données soient absentes et/ou non disponibles pour 8 pays (Albanie, Bosnie-herzégovine, Israël, Liban, Maroc, Slovénie, Tunisie et Turquie), l'acquisition/disponibilité de données ne pose pas un problème majeur pour l'application de l'indicateur (voir aussi le tableau 7).

Différentes métriques ont été proposées: a) abondance de *P. oceanica* exprimée en densité de pieds et surface foliaire par pied; et b) utilisation de descripteurs de qualité de *Posidonia*, non seulement de son abondance POMI⁶

Des conditions de référence ont été définies sur la base:

- de sites existants comportant des espaces vierges de toute pollution (par ex.: PosWare)
- de sites virtuels, en utilisant les meilleures valeurs existantes pour chaque paramètre (par ex. POMI).

⁶ L'indice POMI a été mis au point par des membres du Département d'écologie, Faculté de Biologie, Université de Barcelone (Chercheur principal: Romero J. T: romero@porthos.bio.ub.es) et du Centre pour les études avancées de Blanes (CEAB) (Chercheur principal: Alcoverro T.T: teresa@ceab.csic.es). Ce groupe POMI fait office de conseil auprès de l'Agence catalane de l'eau et les résultats obtenus permettent à l'ACA d'évaluer l'état des eaux côtières au moyen de l'indice BQE *Posidonia oceanica*, qui est pleinement cohérent avec les données obtenues avec d'autres BQE ou avec des données sur la qualité de l'eau.

Cependant, les conditions de référence devraient être définies au niveau sous-écorégional (voir questions problématiques).

Tableau 7. Décisions des pays quant aux méthodologies *Posidonies* (MED-GIG, 2007).

QE: Posidonia	Disponibilité de données	Métrique	Classement
France	Oui	Étendue	Oui
Grèce	Oui	Étendue	En cours
Italie	Oui	Étendue	Oui
Espagne	Oui	Étendue	Oui
Malte	Oui	Étendue	Oui
Chypre	Non	-	-
Slovénie	Non	-	-
Croatie	Non	-	-

Si les deux métriques de base utilisées dans cette intercalibration ne reflètent pas complètement l'état des herbiers, elles sont couramment utilisées et contribuent à parvenir à une interprétation commune. Il est vivement recommandé de procéder à une normalisation internationale des méthodes correspondantes et à diffuser celles-ci auprès d'autres pays méditerranéens (MED-GIG, 2007).

Présence et abondance/couverture d'espèces/taxons sensibles opportunistes – zoobenthos

Les pays où la présence et l'abondance/couverture d'espèces/taxons sensibles/opportunistes de zoobenthos sont bien représentées en termes de disponibilité de données sont l'Italie et l'Espagne. Dans 5 pays (Algérie, Israël, Malte, Maroc et Slovénie), l'indicateur en est au stade de développement, et dans 2 autres quelques données existent et sont notifiées de temps à autre. Pour 10 pays, les informations sont absentes et/ou non disponibles.

Il convient de définir l'établissement d'une liste des espèces les plus sensibles dans chaque communauté, avec les valeurs de référence de leur abondance.

Questions problématiques

Les principaux problèmes mis en relief à la réunion MED-GIG 2007 ont été le manque de données dans les États membres et la comparabilité des données. Selon le présent rapport, une grande quantité de données existent dans les pays méditerranéens mais elles ne sont jamais utilisées à cette fin, ni même comme exercice test.

Des normes ou valeurs de référence bien précises n'ont été définies que pour les herbiers de *P. oceanica*. Les valeurs de référence doivent être définies et convenues entre les pays du MED POL pour tous les IPM proposés. Il est nécessaire de prendre en compte différentes sous-régions et des différences dans les valeurs de référence pour différents habitats (par

ex., fonds vaseux/sablonneux, au sein de chaque typologie). Les sous régions proposées à titre provisoire comprennent: S-E de l'Espagne, Catalogne, îles Baléares, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, Italie (à confirmer), Malte, mer Ionienne, Nord de l'Égée, Sud de l'Égée.

TABLEAU SYNOPTIQUE

Pays	Indicateur										
	Métaux lourds			Organochlorés			Hydrocarbures e pétrole			Concentrations bactériennes	
	<i>Effluent</i>	<i>sédiment</i>	<i>biote</i>	<i>effluent</i>	<i>sédiment</i>	<i>biote</i>	<i>effluent</i>	<i>sediment</i>	<i>biote</i>	<i>Eaux de baignade</i>	<i>Zones conchylicoles</i>
Albanie*	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0
Algérie	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0
Bosnie-Herzégovine	1*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Croatie	1*	3	3	1*	3	3	0	0	0	1*	0
Chypre*	2	0	3 ⁻	0	0	3 ⁻	0	0	0	3 ⁻	0
Égypte	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3 ⁺	0
France	3	1	3	3	1	3	0	1	2	3	3 ⁻
Grèce	3 ⁻	3 ⁺	3 ⁺	2	2	3	2	2	0	3*	2*
Israël	3*	2*	3	1	0	3	1	0	0	3	0
Italie*	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3*	0
Liban	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Libye*	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Malte	3 ⁻	2*	3 ⁻	3 ⁻	0	1	0	1*	0	3	0
Maroc	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0	0	3 ⁻	0	0	0	3 ⁻	0
Slovénie	0	3	3	0	0	0	0	3	3	0	0
Espagne	2	0	3 ⁺	2	0	3 ⁺	0	0	0	3*	0
Syrie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
Tunisie	0	3 ⁻	3 ⁻	0	0	0	0	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0
Turquie*	3 ⁻	0	2	0	0	0	3 ⁻	2	0	3 ⁻	0

1= Indicateur faiblement développé (échelle temporelle et/ou spatiale très limitée, pas de tendances)

2= Indicateur partiellement développé (échelle temporelle et/ou spatiale limitée, tendances minimales)

3= Indicateur presque pleinement développé (ni échelle temporelle ni tendances présentée dans le rapport national, mais elles existent apparemment)

3= Indicateur pleinement développé (des séries de données existent selon le rapport national et elles sont parfois effectivement présentées dans le rapport)

3⁺ = Indicateur pleinement développé et utilisé pour l'évaluation des NQE * = pas d'après le rapport sur les IPM

Pays	Indicateur											
	Éléments nutritifs				Chlorophylle /	OD	TRIX	DBO,DCO	T & S	pH	Transparence	
	N, P	N-NO ₂ N NO ₃ N-NH ₄	P- PO ₄	Si-SiO ₄								
Albanie*	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	
Algérie	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	
Bosnie- Herzégovine	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1*	
Croatie	3 ⁺	3 ⁻	3 ⁻	3	3	3	3	3 ⁻	3	3	3 ⁻	
Chypre*	3	3	3	0	3	0	3*	3	3	3	3	
Égypte	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3*	0	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	
France	3 ⁻	3	3	3	3	3	0	2	3	3	3	
Grèce	2	3 ⁺	3 ⁺	3	3 ⁺	3	3*	1	3 ⁻	3 ⁻	3*	
Israël	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	
Italie*	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	
Liban	2	3 ⁻	3 ⁻	0	2	2	0	0	3 ⁻	2	2	
Libye*	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Malte	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0	3 ⁻	3 ⁻	0	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	
Maroc	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	0	0	3 ⁻	0	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	3 ⁻	
Slovénie	3	3	3 ⁻	3 ⁻	2	3	3*	3	3	2*	2*	
Espagne	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	
Syrie	1	1	1	0	0	2	0	1	2*	2*	2*	
Tunisie	3 ⁻	0	0	0	3 ⁻	3 ⁻	3*	0	3 ⁻	3 ⁻	2*	
Turquie*	3 ⁻	2	2	2	2	2	3	3 ⁻	3	3	3	

BIOMARQUEURS

	Biomarqueurs d'exposition	Biomarqueurs de stress	Biomarqueurs de génotoxicité
	<p>Activité EROD</p> <p>Métallothionéines dans les cellules de mollusque MT</p> <p>Prolifération de péroxysomes PR</p>	<p>Activité acétylcholinestérasique dans les cellules de mollusque AChE</p> <p>Accumulation lysosomiale de lipofuscine dans les cellules de mollusque LLA</p> <p>Stabilité de la membrane lysosomiale dans les cellules de mollusque LMS</p> <p>Stress sur stress (survie à l'air) chez les mollusques SOS</p>	<p>Fréquence des micronoyaux dans les cellules de mollusque MN</p> <p>Altérations de l'ADN dans les cellules de mollusque et de poisson - DNA</p> <p>COMET test, taux de déroulement (unwinding)</p>
Albanie*			
Algérie	1: Indicateurs non spécifiés : laboratoire de la Faculté des Sciences, Département de Biologie Es Senia d'Oran, couverture spatiale		
Bosnie-Herzégovine	0: Biomarqueurs pour la mer de B-H. Les études aux Communes de Neum, devant les plus grands hôtels de la station, ne comprennent que des données microbiologiques relatives à la directive sur les eaux de baignade		
Croatie	3: Résistance multixénobiotique (MXR), EROD, MT	3: toxicité (test Tox – Microtox), génotoxicité (test Gtox – SOS/umu) et mutagénicité (Mtgn – test d'Ames)	3: Intégrité de l'ADN (ADNx).
Chypre*	0	0	0
Égypte	0: les données qui ont été collectées n'ont trait qu'aux études en laboratoire et pas sur le milieu aquatique méditerranéen		
France	2: MT	2: AChE	
Grèce	2: MT	2: LLA, AChE 3: LMS, SOS	2: MN
Israël	2: EROD, MT Monooxygénases cytochrome-P450 dépendantes	2: AChE dans quelques mollusques et poissons du littoral nord et central.	2 DNA ou COMET Cours fluvial du Qishon, baie de Haïfa
Italie			
Liban	0	0	0
Libye*			
Malte	1	0	1
Maroc	1: peroxydation lipidique	2: AChE	
Slovénie	2: MT, EROD suggéré	0	0
Espagne	3: MT 2: EROD 2: PR	1: AChE 2: LMS 0: SOS, LLA	1: MN 2: DNA
Syrie	EROD, Cytochrome-P450	0	0
Tunisie	3: MT	3: LMS,SOS	2: MN
Turquie*			

PARAMÈTRES ÉCOLOGIQUES

Pays	Nombre d'espèces (S) et indice de diversité des communautés (H)	BENTIX	EEl CARLIT	Combinaison S, H, BENTIX (ZB) m-AMBI EEl (PB)	Présence et abondance/coverage of sensitive/opportunistic species / taxa zoobenthos	Présence et abondance/ couverture d'espèces/taxons sensibles/opportunistes-phytobenthos	Espèces exotiques
Albanie*							
Algérie	2	2	2:EEl	3	2	2 <i>Posidonia</i>	1
Bosnie-Herzégovine*	0: les études effectuées aux Communes de Neum, devant les plus grands hôtels de la station, ne comprennent que des données microbiologiques relatives à la directive sur les eaux de baignade						
Croatie	2	0	0	0	0	2: <i>C. taxifolia</i> <i>Posidonia</i>	2
Chypre*	3	3	3: EEl	3	0	2	2
Égypte	2		2		0	2	1*
France	3	3: AMBI, BQI, BENTIX	3: CARLIT	3	1*	3: <i>Posidonia</i>	3F*: PB 2: divers
Grèce	3	3	3: EEl	3	0	3 <i>Posidonia</i> , <i>Cystoseira</i>	3
Israël	2	0	0	0	2	0	3-*
Italie	3	3 AMBI BENTIX	3: CARLIT	3 m-AMBI	3	3	3
Liban	2L*	0	0	0	0	0	2*
Libye*							
Malte	2	1		1	2	3: <i>Posidonia</i> , <i>Caulerpa</i>	1
Maroc	1*	0	0	0	2		1*
Slovénie	2	3: m-AMBI	3: EEl	3: m-AMBI	2		2
Espagne	2	3: AMBI MEDOCC	3: CARLIT/BENTHOS	3: m-AMBI	3: fonds de maerl : éponges, coraux, cnidaires	3: <i>POMI</i>	3*: PP, PB 1-2: divers groupes
Syrie	2	1: BENTIX	0	1	1: éponges, mammifères marins	1: <i>Posidonia</i> , <i>Cystoseira</i>	2 *
Tunisie	1	0	0	0	1*		2
Turquie*	2	2		2			3*

2L*: indices appliqués au méiobenthos, 3F*: bien connu pour le phytobenthos d'après des recherches effectuées dans le cadre de programmes financés par l'UE - ALIENS

5. ANALYSE CRITIQUE DE LA SITUATION RÉGIONALE DES INDICATEURS

ALBANIE

Depuis 1992, l'Albanie coopère avec le PAM/PNUÉ, dans le cadre du programme MED POL, à la surveillance de la conformité et à la surveillance des tendances de plusieurs indicateurs environnementaux se rapportant à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles, définis par un mémorandum d'accord commun, avec l'appui financier du PAM et du Gouvernement albanais.

Les eaux usées sont actuellement les principales sources de pollution dans la zone côtière, avec la lixiviation provenant des déchets solides urbains (la pollution industrielle n'étant présentement marquée qu'aux seuls "points chauds" industriels). Les charges accrues d'éléments nutritifs dans certaines zones marines côtières ont entraîné une aggravation de l'eutrophisation. La surveillance continue des eaux côtières est considérée comme partielle, au niveau tant spatial que temporel, et le développement d'indicateurs n'en est qu'à ses débuts. Les paramètres sous surveillance partielle, selon le BDN et les questionnaires, sont en rapport avec l'eutrophisation et comprennent: nitrates, nitrites, ammoniac, azote total, orthophosphates, phosphore total, chlorophylle "a", température, salinité, transparence; s'y ajoutent un petit nombre de substances dangereuses: métaux lourds dans les sédiments et l'eau, organochlorés dans les biotes et les effluents, et hydrocarbures dans l'eau.

L'on s'attend à ce que le problème de la pollution du milieu marin gagne en gravité. Une surveillance et évaluation continue des contaminants rejetés dans l'environnement devrait être instaurée dans un cadre juridique et intégrer une évaluation environnementale stratégique pour éviter les effets néfastes à long terme pour l'environnement. La surveillance continue devrait suivre les méthodes appropriées et acceptées au plan international et se concentrer sur les éléments toxiques libérés dans les eaux côtières à partir des "points chauds".

Bien qu'aucun rapport n'ait été établi, il a été possible de formuler des observations sur la faisabilité des IPM au regard de l'ensemble de critères, et cela sur la base des informations disponibles (voir ci-dessus). Les questions particulièrement problématiques paraissent concerner la comparabilité des données et la disponibilité de programmes d'AQ/CQ, la participation minimale à l'exercice d'assurance qualité qui a été relevée sur la

base des questionnaires, et la disponibilité de séries chronologiques adéquates et d'une couverture spatiale acceptable (d'après le rapport BDN et les questionnaires). Il ressort manifestement de ce qui précède que **le développement d'IPM en est à ses débuts en Albanie.**

ALGÉRIE

La faisabilité des IPM proposés en Algérie (MPI-Algeria, 2006) a été étudiée en ayant recours avant tout aux résultats du programme national MED POL de surveillance continue de la qualité du milieu marin pour l'année 2005. Dans ce contexte, la surveillance et l'analyse des indicateurs chimiques, biologiques et des biomarqueurs assignés sont réalisées sur l'ensemble du littoral algérien ou du moins, en principe, dans les zones où s'exercent les pressions anthropiques comme les établissements urbains et industriels, les points de rejet des effluents des activités qui y sont associées, les plages et les ports. Des programmes supplémentaires de surveillance portent sur le reste du littoral.

Cette surveillance continue sert à l'application de la politique d'environnement par laquelle est assurée la qualité des eaux de baignade grâce à des campagnes actives d'échantillonnage, d'analyse et à des inspections visant à vérifier l'efficacité des stations d'épuration ; une étude d'impact sur l'environnement est réalisée avant toute délivrance d'un permis d'exploitation d'une nouvelle entreprise. Néanmoins, le traitement des eaux usées (urbaines et industrielles) demande à être intensifié et un réseau de surveillance plus dense devrait être mis en place pour évaluer ses performances.

En ce qui concerne les biomarqueurs, il existe quelques données sur la couverture spatiale, mais les paramètres mesurés ne sont pas spécifiés dans le rapport.

Les indicateurs écologiques de la faune macrobenthique, les macroalgues et les phanérogames sont suffisamment couverts (voir les études de cas dans UNEP/MAP, 2004, REBZANI-ZAHAF & BELLAN, 2006). Les études sur les invasions biologiques sont limitées au phytobenthos (Gómez Garreta *et al.*, 2001).

La surveillance continue de la pollution marine par le recours aux indicateurs chimiques proposés paraît être bien développée en Algérie, encore que le rapport ne présente que la situation pour 2005. Les données disponibles sur les indicateurs biologiques résultent de thèses de doctorat et de projets de recherche de l'Université des Sciences et de la

Technologie Houari Boumédiène (FSB/USTHB) et de l'Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral (ISMAL). **Cependant, l'on est fondé à penser que des données historiques existent et que la surveillance continue se poursuivra dans le futur.**

BOSNIE-HERZÉGOVINE

Selon l'étude de faisabilité réalisée par le pays (MPI-Bosnia & Hergegovina, 2006), un programme de surveillance limité est exécuté à la station balnéaire de Neum (pour les paramètres chimiques étudiés et des informations supplémentaires, se reporter au tableau 2). Des biomarqueurs sont mesurés dans les Communes de Neum, devant les plus grands hôtels de la station, mais ils ne comprennent que des données microbiologiques relatives à la directive sur les eaux de baignade. Il n'y a pas de renseignements concernant les données pour les indicateurs écologiques et la couverture temporelle des indicateurs surveillés. De fait, il n'existe pas de données disponibles sur l'analyse des indicateurs chimiques, que ce soit pour la période actuelle ou celle ayant précédé le conflit.

Comme il n'existe pas de base de données, les données chimiques ne sont pas analysées ou traitées d'une manière intégrée qui pourrait déboucher sur un plan de gestion ou des '*conclusions officielles*'. Comme le développement des indicateurs proposés en est à son tout début, il n'est pas possible de tester de manière systématique leur faisabilité comme IPM au regard de l'ensemble de critères PAM/MPNUE (ainsi qu'il est spécifié dans la méthodologie).

CROATIE

En dépit du fait que le développement d'IPM ait démarré tôt (au début des années 70 au lancement du programme de surveillance MED POL) et qu'ait été mis en place un **programme national de surveillance continue** (à la fin des années 80), la formulation et la mise en œuvre d'un programme complet de surveillance en Croatie a été reportée à la fin des années 90 en raison de contraintes financières. Depuis lors, il a été lancé un projet (**'Adriatic'**) qui repose sur des activités nationales et internationales de surveillance et de collecte de données (MPI-Croatia, 2006).

Au titre d'*'Adriatic'*, la surveillance de l'eutrophisation est bien établie aux sites où les éléments nutritifs de base (azote, phosphore et silice) ont été mesurés avec une longue

série chronologique. À la suite de cette surveillance de longue haleine, l'indice "TRIX" a été élaboré et adopté pour évaluer l'eutrophisation de la zone. Il existe de longues séries de données similaires sur la surveillance des métaux lourds et des hydrocarbures chlorés dans les moules et les sédiments. Avec le lancement des stades ultérieurs du programme MED POL, les paramètres physicochimiques restants sont également surveillés (UNEP/ MAP, 2007a)

Les données biologiques collectées dans le cadre d'"Adriatic" comprennent la macroflore et la macrofaune (qualitative et quantitative), ainsi que les espèces exotiques (introduction et reproduction excessives, comme dans le cas de l'expansion de *Caulerpa taxifolia*). Hormis les données recueillies dans le cadre d'"Adriatic", d'autres données irrégulières sur les espèces exotiques (De Min and Vio, 1997) et d'autres indicateurs écologiques existent probablement dans les institutions scientifiques dans le cadre de projets de recherche, mais elles ne sont pas disponibles pour l'heure.

S'agissant des biomarqueurs, la fréquence d'échantillonnage a été suffisante et a permis d'obtenir un ensemble de données fiables pour calculer des IPM chaque année ainsi que sur des périodes plus longues. Le calcul des tests Tox, DNAX, EROD et MT permet d'appréhender les modifications spatiales et temporelles du milieu marin, et la détermination de Gtox, Mtgn et MXR de déceler des incidents de contamination. Chacun des IPM représente la qualité intrinsèque de l'environnement et, s'ils sont pris dans leur ensemble, ils livrent un aperçu général de la charge polluante à un site d'échantillonnage donné, permettent de distinguer entre les sites d'échantillonnage et de déceler les "points chauds".

Il n'existe pas de liste officielle des indicateurs en Croatie. L'Agence croate pour l'environnement (ACE) a constitué un comité pour dresser la liste, entre autres, concernant la surveillance du milieu marin. La surveillance des aspects sanitaires environnementaux sur la base d'IPM permet la création d'une base de données et la modélisation qui pourraient servir d'assise à une gestion environnementale nationale qualitative. Cette approche est agréée par les instances gouvernementales, en particulier l'Agence pour l'environnement (ACE). La nécessité de réviser la stratégie d'échantillonnage a également été établie. Pour l'heure, par suite d'un appui financier insuffisant, les scientifiques souhaitent centrer les efforts, à la phase de projets pilotes, sur quelques zones critiques afin d'y tester les indicateurs retenus, notamment le TRIX.

La Croatie a récemment adhéré au Groupe d'Intercalibration Géographique Méditerranée pour les indicateurs d'état de qualité écologique. L'on est fondé à penser que la Croatie, **ayant des scientifiques qualifiés et expérimentés, même si les données font défaut pour quelques zones, pourra établir un rapport d'évaluation national** sur la base des indicateurs d'eutrophisation et de l'expérience acquise en recherche marine.

CHYPRE

Bien qu'il n'ait pas été établi de rapport sur la faisabilité d'IPM, Chypre met en oeuvre, comme on sait, le cadre de surveillance MED POL. Des programmes nationaux annuels de surveillance continue ont réalisé les Phase II et III du MED POL, et ont fourni des données pour l'évaluation des apports de polluants dans le milieu marin et l'évaluation de la qualité des eaux côtières (UNEP/ MAP, 2007a; NDA, Cyprus, 2003).

La pollution par les eaux usées urbaines, les pesticides et les métaux lourds n'est pas un sujet de préoccupation pour Chypre, et les charges organiques (éléments nutritifs, matières en suspension et DBO) ne présentent qu'un intérêt local. Selon le *Questionnaire* MED POL (UNEP/MAP, 2007a), les paramètres régulièrement mesurés comprennent la température, la salinité, OD, la chlorophylle "a", N total et P total, les nitrates, les nitrites, l'ammonium et les phosphates. Les PCB font peser une légère menace sur qualité du milieu marin.

Suite à ces menaces bien définies, un programme de surveillance continue a été mis en place pour l'évaluation de la pollution par les nitrates, l'identification des eaux polluées ou susceptibles d'être polluées par les substances d'origine agricole, et le recensement des zones vulnérables. De même, les concentrations de pesticides, PCB et métaux lourds sont surveillées dans le poisson, mais il n'existe que des études restreintes sur la concentration des pesticides et des métaux lourds dans les eaux côtières.

Chypre a récemment adhéré au Groupe d'Intercalibration Géographique Méditerranée (MED-GIG) pour l'intercalibration des indicateurs d'état de la qualité écologique en vertu de la directive-cadre sur l'eau. Le premier exercice d'intercalibration a révélé que l'indice BENTIX, comparé avec l'indice m-AMBI et H, donnait des résultats probants et il a été proposé de le faire servir au calcul des ECoQS au niveau national (MED-GIG, 2007). La méthode EEI a également été testée avec succès, bien que son utilisation dans des zones présentant une forte couverture par les espèces exotiques envahissantes prête à

controverse (M. Argyrou, communication personnelle). Les études sur les espèces exotiques ont été centrées sur certains taxons, comme les polychètes (Çinar 2005), les mollusques (Buzzurro & Greppi , 1997; Cecalupo & Quadri, 1994) et le phytobenthos (nombreuses études sur *Caulerpa racemosa*).

Bien qu'aucun rapport n'ait été établi, il a été possible de déduire des questionnaires la faisabilité d'IPM au regard des critères, en particulier en ce qui concerne la comparabilité des données et la disponibilité de programme d'AQ/CQ (les exercices d'AQ/CQ devraient être étendus à la chlorophylle "a"). De même, la disponibilité de séries chronologiques suffisantes et une couverture spatiale acceptable peuvent être déduites du rapport BDN et des questionnaires, à un niveau approprié pour étayer le développement d'IPM. Il ressort manifestement des questionnaires que le développement des IPM en est à un stade avancé à Chypre. La surveillance peut être encore accrue en l'étendant aux questions qui, bien que non préoccupantes pour l'heure, pourraient constituer une menace dans le futur, et en veillant à ce que les capacités (expertise et ressources) permettent de s'attaquer à ces problèmes.

ÉGYPTE

La surveillance de la pollution marine par le recours aux indicateurs chimiques proposés paraît être bien développée en Égypte (MPI-Egypt, 2006). Les indicateurs chimiques étaient la principale composante du programme national de surveillance de l'information environnementale (EIMP), qui a contribué à forger une vue d'ensemble de l'ampleur et du degré de la pollution marine des eaux côtières du pourtour du pays. Bien plus, ils ont permis de recenser les principales sources de pollution des eaux côtières et ont renseigné sur l'évolution de la situation durant la période 1998-2005. Cependant, les données relatives aux effluents ne portent essentiellement que sur les exutoires des principaux canaux et collecteurs se déversant en Méditerranée. Par contre, les auteurs du présent rapport disposent d'informations selon lesquelles l'indice TRIX a été développé dans le pays.

S'agissant du développement des indicateurs biologiques, les données sont limitées; les données portant sur la faune et les macrophytes benthiques provenant de 32 sites sont aussi incluses dans la base de données EIMP pour les années 1999 & 2000. Les données manquent concernant les biomarqueurs; les données disponibles reposent trop sur les études de laboratoire et pas assez sur celles menées sur le terrain. Le

programme EIMP comporte une composante assurance qualité et contrôle qualité des indicateurs chimiques. Un problème général qui se pose quant à la durabilité du programme tient à la **diffusion des informations** et à l'utilisation des données de la surveillance dans la planification de l'aménagement du littoral.

Il convient d'améliorer encore le programme EIMP en ce qui concerne la surveillance des substances dangereuses, des charges d'éléments nutritifs et des charges organiques dans les effluents qui se déversent dans le milieu côtier. La surveillance de la faune benthique nécessite d'être intensifiée et poursuivie sur une base de routine, et elle doit donner lieu à des recherches plus poussées pour définir les limites des classes de qualité en vue d'améliorer les données encore restreintes et de les mettre au service des indicateurs de pollution. Le manque de données concernant les biomarqueurs pourrait s'expliquer par la difficulté de réaliser les analyses afférentes et leur coût élevé.

FRANCE

La surveillance de la qualité du milieu marin dans la partie méditerranéenne de la France est réalisée au titre de la directive-cadre sur l'eau (DCE) et associée aux réseaux nationaux et régionaux d'institutions pour le compte du Ministère de l'écologie et du développement durable (voir encadré) (MPI-France, 2006).

ENCADRÉ 2: Réseaux engagés dans la surveillance du milieu marin en France

- réseau de contrôle de la surveillance (DCE)
- herbiers de *Posidonia* et de macrophytes dans les lagunes
- réseau REPHY pour le phytoplancton
- réseau RSP pour la Posidonie dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Corse
- réseau RSL de suivi lagunaire dans la région du Languedoc-Roussillon et de la Corse

La DCE a pour objectif d'évaluer l'état écologique des eaux côtières et des eaux de transition et d'élaborer une stratégie opérationnelle en vue de parvenir à un bon état écologique et chimique côtier, conformément à la directive-cadre sur l'eau de l'UE. Néanmoins, la France envisage de mettre en place, avec le MED POL, un programme de surveillance visant à répondre à toutes les conditions requises par l'élaboration d'IPM.

Le test de faisabilité a été réalisé sur des données recueillies dans le cadre de la DCE en vue d'assurer la mise à disposition de "données réelles" provenant de sources fiables, répétitives, reproductibles et comparables. Il a également permis de garantir un système d'information cohérent et permanent puisque toutes les données recueillies dans le cadre de ces programmes sont stockées dans des bases de données en veillant à leur validité et à leur disponibilité comme à celles des métadonnées associées. L'AQ/CQ sont ainsi garantis puisque les méthodes approuvées sont uniformément appliquées et testées dans des exercices d'interétalonnage.

Les données chimiques, dans leur ensemble, permettent de développer la plupart des IPM chimiques et d'établir les tendances temporelles (qui représentent des séries sur plus de 20 ans) principalement pour la chlorophylle "a", la salinité, la température, la turbidité, l'oxygène dissous, les métaux lourds (Cd), les organochlorés dans l'eau. Ces données disponibles ont une couverture spatiale satisfaisante (soit la zone côtière et les eaux de transition). Des données similaires existent également pour les éléments nutritifs (N total et P total, nitrates, nitrites, ammonium, orthophosphates et acide orthosilicique) [*Questionnaire*] et la DBO/DCO. Des données additionnelles portent sur la surveillance occasionnelle du phytoplancton et l'enrichissement organique des sédiments et il est également possible d'avoir des données reproductibles concernant les autres IPM (à savoir les métaux lourds, les organochlorés et les hydrocarbures dans les sédiments et les biotes).

Le seul problème tient à **la nécessité d'harmoniser les formulaires des données archivées en vue de faciliter la diffusion des résultats et leur synthèse**. Il convient de noter que, au titre de la DCE, il est possible d'avoir des données reproductibles concernant les IPM restants.

En ce qui concerne les indicateurs écologiques, les données disponibles sur le zoobenthos, le phytoplancton et *Posidonia* relèvent des réseaux suivants :

- DCE - benthos de substrats mous (zone côtière et lagunes) – couverture spatiale suffisante, 235 stations réparties sur l'ensemble de la façade littorale, une grande majorité étant situées dans le Languedoc-Roussillon ; mais pas de bonne couverture temporelle
- herbiers de posidonies et de macrophytes dans les lagunes

- réseau REPHY: séries chronologiques portant sur 20 ans : intégrées dans la base de données
- réseau RSP : séries chronologiques sur 20 ans
- réseau RSL : phytoplancton, macrophytes et benthos de substrats mous: dans la base de données.

En dehors de ce qui précède, il existe une grande quantité de données concernant les fonds meubles de substrats mobiles recueillies en France dans le cadre de travaux de thèse et d'exercices d'interétalonnage menés à bien pour la DCE. Les données sur le benthos seront stockées prochainement dans la base de données nationale QUADRIGA hébergée par l'IFREMER. Pour le zoobenthos, plusieurs types d'indices sont utilisés en France. Dans le cadre des travaux de la DCE, un exercice spécifique de tests a été mené à bien afin d'identifier les plus pertinents pour l'ensemble de la façade : H (indice de Shannon log2), AMBI, BQI, BENTIX. La France, en tant qu'État membre de l'UE, a participé au MED-GIG pour l'intercalibration des indicateurs d'état écologique aux fins de la directive-cadre sur l'eau. Selon les experts nationaux, le meilleur indicateur à utiliser au niveau national pour les communautés phytobenthiques est le BENTOS-CARLIT (pour les détails voir section 4.3) et l'AMBI pour le zoobenthos (MED-GIG, 2007). Les espèces exotiques (en mettant l'accent sur les macrophytes) sont surveillées le plus souvent dans les lagunes. Des données disponibles ont également résulté du projet de recherche ALIENS (Verlaque & Boudouresque., 2005). Il convient par ailleurs de souligner qu'il existe un assez grand nombre de cartes à grande échelle (1: 500 à 1: 5000) concernant les côtes françaises, en particulier dans le cadre de l'évaluation patrimoniale ou des études d'impact.

En ce qui concerne les biomarqueurs, les données disponibles sur l'activité acétylcholinestérasique, la teneur en métallothionéines et l'activité P450 proviennent des projets RAMOGE (1998) et RINBIO (2000 & 2003).

GRÈCE

La faisabilité des IPM proposés en Grèce (MPI-Greece, 2006) a été étudiée en utilisant avant tout les résultats du programme national MED POL de surveillance continue de la qualité du milieu marin au cours des décennies passées, complétés par de nombreux

rapports (scientifiques et techniques) publiés dans un travail de synthèse SoHeIME (State Of Hellenic Marine Environment. SoHeIME, 2005).

Bien que les méthodes détaillées servant à quantifier les indicateurs (collecte et analyse des données) ne soient pas présentées, il est indiqué qu'elles se réfèrent à des procédures d'analyse générales communes normalisées et bien connues (telles qu'exposées en détail dans le document de base "Stratégie d'élaboration d'indicateurs méditerranéens de pollution marine" (UNEP/MAP 2005).

La surveillance continue de la pollution marine au moyen des IPM chimiques proposés est bien développée en Grèce. Avec l'adoption du programme MED POL de surveillance continue, les métaux lourds dans le milieu côtier (eau, sédiment, et bioaccumulés dans les biotes), les substances dangereuses dans les biotes, les éléments nutritifs et la chlorophylle "a" sont convenablement surveillés pour l'adoption d'un indicateur approprié et applicable de pollution chimique dans les mers grecques. Plus concrètement, la synthèse de ces deux derniers paramètres (éléments nutritifs et chlorophylle "a") s'est avérée permettre un classement de la qualité environnementale similaire et comparable à l'état écologique de la directive-cadre sur l'eau en combinant les éléments biotiques et abiotiques de l'écosystème, de même que l'indice TRIX qui en est également au même degré de développement. Des séries chronologiques sur la température et la salinité existent et peuvent étayer l'élaboration de ces indicateurs, bien que l'on puisse discuter leur pertinence en termes de pollution.

Les paramètres des substances dangereuses dans l'eau et les sédiments peuvent facilement être développés et utilisés comme outils de gestion durable si la couverture de données est étendue et que les méthodes d'interétalonnage, analyse et évaluation sont appliquées. La même remarque est valable pour les hydrocarbures de pétrole avec l'adoption de méthodes communes qui devraient aussi être appliquées pour assurer l'homogénéité des résultats et une interprétation valable de l'indicateur. D'une manière générale, les biomarqueurs dans les eaux grecques sont insuffisamment étudiés au plan spatial et temporel.

Pour les indicateurs écologiques, le nombre d'espèces (S) et l'indice de diversité (H) sont des outils utiles pour surveiller la qualité environnementale dans les zones marines grecques soumises à diverses formes de stress anthropique, en particulier les zones à enrichissement organique. Des séries chronologiques appropriées sont rares pour le

moment. Cependant, toutes ces séries présentent certaines limitations et sont désormais considérées comme des outils accessoires d'évaluation de l'état écologique au regard des prescriptions de la directive-cadre sur l'eau et de l'élaboration d'indices biotiques.

Selon les experts nationaux, les meilleurs indicateurs pleinement appliqués aux fins des NQE au niveau national sont l'EEI pour le phytobenthos et le BENTIX pour le zoobenthos (MED-GIG, 2007).

Un programme de surveillance continue complet et systématique, en vue d'étendre la couverture des données, d'assurer la comparabilité et l'AQ/CQ des résultats, devrait être instauré pour suivre les niveaux des organochlorés et des hydrocarbures de pétrole dans les zones côtières (eau et sédiment), en particulier celles qui sont soumises à des pressions anthropiques et celles qui sont considérées comme "points chauds". L'on s'est préoccupé du fait que, même au sein du MED POL, différentes institutions avaient réalisé des analyses sur les hydrocarbures de pétrole dans la même zone sans que des tests d'intercalibration n'aient été adoptés et appliqués. Il importe d'adapter les procédures et méthodes analytiques communes à l'élaboration d'un indicateur pertinent. **Il convient de poursuivre les travaux pour déterminer les valeurs de base/de référence** en vue de calculer le facteur d'enrichissement et de quantifier ainsi l'impact des métaux sur la qualité de l'environnement.

En conclusion, la surveillance la pollution marine par le recours aux IPM proposés est bien développée en Grèce dans le cadre de l'accord conclu avec le MED POL et de projets individuels tels que la surveillance du golfe Saronique financée par le Ministère de l'environnement (rapports techniques du HCMR)

ISRAËL

En Israël, la plupart des IPM chimiques proposés sont mesurés sur une base de routine et utilisés pour établir des rapports nationaux d'évaluation réguliers (annuels) au titre du Programme national de surveillance continue, et pour décrire l'état du milieu marin dans des articles scientifiques portant sur les années passées (le rapport annuel présente les tendances des changements environnementaux sur la base d'une analyse des données de surveillance sur une longue période depuis la fin des années 1970 jusqu'à aujourd'hui) (MPI-Israel, 2006; UNEP/ MAP, 2007a). Les capacités de surveillance du pays peuvent être développées puisqu'existent les moyens de compléter les données

dans certaines zones localisées qui ne sont pas actuellement couvertes par les programmes de surveillance (MPI-Israel, 2006).

Il apparaît donc que le développement des IPM chimiques en Israël en est à un stade avancé, avec de longues séries chronologiques de données archivées. La plupart des IPM font l'objet de programmes d'AQ/CQ rigoureux en laboratoire et dans le cadre d'exercices d'interétalonnage internationaux. Des matériaux étalons pour les éléments nutritifs dans l'eau de mer et les métaux dans les biotes sont utilisés sur une base de routine.

En ce qui concerne le développement des biomarqueurs, la plupart des données disponibles ont été acquises dans le cadre des travaux de recherche-développement sur les méthodes. Il existe peu de données in situ, et celles qui existent sont localisées et sans continuité temporelle, si bien qu'elles ne permettent pas d'établir un rapport d'évaluation national basé sur les IPM-biomarqueurs. Cependant, des capacités d'analyse et de recherche existent en Israël et peuvent être appliquées sur le terrain.

Les données sur les indicateurs biologiques écosystémiques sont recueillies dans le cadre des programmes de surveillance et de la recherche fondamentale; cependant, dans la plupart des cas, elles ne sont pas utilisées comme IPM mais dans la recherche fondamentale. Dans certaines zones, les indices de diversité et de présence d'espèces opportunistes ont servi à suivre ou déterminer les effets des rejets d'origine terrestre dans le milieu marin. Eu égard à l'importance des invasions biologiques, bien que celles-ci ne soient pas explicitement notifiées, des données sur les espèces exotiques sont régulièrement publiées par des experts. Pour certains groupes, voir les atlas CIESM (Golani et al., 2002; Galil et al., 2002; Zenetos *et al.*, 2004)

La surveillance de la qualité de l'environnement peut être améliorée en intégrant des indicateurs relatifs aux sédiments (comme on sait, les sédiments sont de meilleurs indicateurs des processus à long terme et fournissent un tableau intégré) et une mesure de la biodisponibilité des métaux qui y sont concentrés (spéciation des métaux). De même, les éléments nutritifs et leurs proportions molaires respectives devraient être considérés comme un indicateur d'intégration (en élaborant ainsi des indicateurs d'ordre élevé intégrés) et non pas pour chaque élément nutritif en soi.

À titre d'observation générale, ***les IPM dans la recherche environnementale devraient être utilisés d'une manière intégrée, pluridisciplinaire et holistique.*** Ils

devraient aussi être axés sur la création d'une base de données intégrée qui pourrait être incorporée dans les modèles écosystémiques.

ITALIE

Bien qu'il n'ait pas été établi de rapport sur la faisabilité des IPM, l'Italie applique, comme on sait, le cadre de surveillance MED POL, si bien que des données sont disponibles pour l'évaluation des apports de polluants dans le milieu marin et l'évaluation de la qualité des eaux côtières (UNEP/WHO, 2003, UNEP/MAP, 2007a)).

Parmi les sources de pollution du milieu marin situées à terre figurent les activités industrielles et agricoles ainsi que les eaux usées urbaines. Du fait de ces menaces bien définies, un programme régulier de surveillance au titre du MED POL a été mis en place pour la surveillance de la qualité des eaux de baignade. Des paramètres tels que les éléments nutritifs (N total et P total, ammoniac, nitrates, nitrites, orthophosphates, silicates), les paramètres physiques (T, S, OD), et la chlorophylle "a", les métaux lourds, les hydrocarbures de pétrole et les organochlorés dans les sédiments et les biotes font l'objet d'une surveillance systématique depuis 2001 (UNEP/WHO, 2003; UNEP/ MAP, 2007a). De même, l'indice TRIX paraît être testé et appliqué avec succès (UNEP/ MAP, 2007a). Les résultats de la surveillance ont permis de recenser 15 "points chauds" et 6 zones écologiquement très préoccupantes. Une proposition intéressante consiste à étayer l'indice TRIX et à mettre au point un autre indice "intégré" relatif au benthos au lieu de plusieurs indices isolés. D'une manière générale, il est nécessaire d'améliorer le flux de données car seule une quantité restreinte de données est présentement disponible pour les IPM en dépit de la capacité du pays à en produire davantage.

Bien qu'un rapport n'ait pas été établi, il a été possible de déduire des questionnaires la faisabilité des IPM chimiques au regard des critères, en particulier pour ce qui concerne la comparabilité des données et la disponibilité de programmes d'AQ/CQ. Pareillement, l'on peut déduire du rapport BDN et des questionnaires qu'il existe une disponibilité de séries chronologiques adéquates et une couverture spatiale acceptable à un niveau permettant d'étayer le développement d'IPM. Il ressort manifestement des questionnaires que le développement des IPM en est à un degré avancé en Italie.

Compte tenu de l'ample bibliographie et du niveau élevé d'expertise des scientifiques, tous les indicateurs biologiques zoobenthiques et phytobenthiques ont été/sont largement appliqués aux évaluations des NQE. De l'avis des experts nationaux, les

indicateurs testé dans le cadre de l'exercice MED-GIG comprennent le BENTIX et le m-AMBI (voir section 4.3) pour le zoobenthos et le CARLIT pour les macroalgues (MED-GIG, 2007). La question des invasions biologiques est considérée comme étant d'une grande importance et c'est pourquoi le Ministère de l'environnement a financé la mise en place d'une base de données (ICRAM) tandis que les nouvelles introductions d'espèces sont notifiées chaque année à la COI/OMI/WGBOSV.

LIBAN

Selon l'étude de faisabilité des IPM établie par le pays (MPI-Lebanon, 2006), le programme de surveillance du Liban a été lancé en 1985 avec une couverture spatiale et paramétrique limitée; depuis lors, il a pris de l'extension, tant en couverture temporelle que pour les nouveaux paramètres et sites de référence étudiés ainsi que les "points chauds" recensés. Mais un programme étendu n'est cependant mené que depuis 2000.

Les paramètres régulièrement analysés sont : eau, température, salinité, nitrates, nitrites, orthophosphates et phytoplancton. Ces dernières années, de nouveaux paramètres ont été inclus dans le dispositif de surveillance, à savoir : ammoniac, pH et chlorophylle "a" dans l'eau. À cette époque, la surveillance a été étendue à un nombre limité de "points chauds" où OD, les éléments-traces (Hg, Cd, Pb) dans les sédiments et dans les effluents et les indicateurs biologiques sont désormais mesurés. Les données biologiques ont été restreintes au méiobenthos. Les analyses des peuplements méiobenthiques ont été réalisées dans le cadre d'une thèse de doctorat en coopération avec des universités françaises. Ces IPM seront aussi intégrés dans le programme de surveillance. Des données sur les espèces marines exotiques sont occasionnellement communiquées par des scientifiques (Bitar, G. & Kouli-Bitar, S., 2001; Zibrowius H and Bitar G (2003); Harmelin-Vivien, *et al.*, 2005).

Le principal obstacle au développement d'IPM dans la région est le **manque de moyens financiers (fonds de recherche, matériel, etc.) et de ressources humaines.**

LIBYE

La surveillance continue en Libye en est à ses débuts. Comme il n'a pas été établi de rapport sur la faisabilité des IPM dans le pays, les données ont été extrapolées du BDN (NDA, Libya, 2003.) L'étude BDN de 2003 a été réalisée pour évaluer les pressions exercées sur le milieu marin en obtenant des données de base et en recensant les

"points chauds", et pour tracer le cadre des études futures qui seront centrées sur la conservation et la protection des ressources marines. Un plan d'action national pour l'environnement est en préparation en vue de formuler les politiques nationales d'environnement assorties d'une nouvelle stratégie de protection et de conservation du milieu marin en coopération avec le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM).

Les activités actuelles (relevant de l'Autorité générale de l'environnement - EGA) sont axées sur la surveillance de la mer et la prévention de la pollution. Les apports d'eaux usées dans la mer, la pollution par les hydrocarbures, les déchets solides et les établissements humains ont été recensés comme étant les problèmes d'environnement les plus importants du littoral. L'on estime qu'un apport excessif d'éléments nutritifs (phosphore et azote) a largement contribué à l'accélération des phénomènes d'eutrophisation en certaines zones. Mais la couverture de données est limitée dans le programme de surveillance, lequel porte également sur la DBO et la transparence. S'agissant des substances dangereuses, il y a des données restreintes sur les niveaux existants et la répartition de certains métaux lourds a été établie dans les sédiments de surface et l'eau, mais il n'y a pas de données sur l'enrichissement en polluants organochlorés du milieu marin. De plus, les études sur la pollution du littoral libyen par les hydrocarbures sont limitées.

Dans l'ensemble, l'absence d'un système de surveillance continue de l'eau de mer permet difficilement d'évaluer l'évolution de l'eutrophisation en rapport avec les substances qui y sont liées dans le milieu marin. Leur surveillance devrait être considérée comme d'une importance primordiale dans le futur plan d'action national.

Comme il n'a pas été établi de rapport, il est difficile de déduire la faisabilité des IPM chimiques au regard de critères autres que la disponibilité de données, et même cette approche devrait être traitée avec prudence (puisque l'on ne dispose pas de renseignements sur les questions de comparabilité des données et de disponibilité de programmes d'AQ/CQ). Il ressort avec évidence du BDN **que le développement d'IPM est très élémentaire en Libye.**

MALTE

La faisabilité des IPM proposés à Malte a été testée par les experts maltais au regard d'un ensemble de critères subjectifs (basés sur l'existence des données, les périodes pour lesquelles elles sont disponibles, leur représentativité spatiale, leur qualité, la

motivation à les acquérir sur la base des obligations juridiques ou des attentes du public, et les ressources locales disponibles à consacrer à leur collecte (MPI-Malta, 2006)).

Quinze indicateurs chimiques, cinq indicateurs biologiques et trois biomarqueurs ont été retenus comme étant les plus réalistes pour leur emploi à Malte. Les tests ont indiqué qu'*"il existe encore à Malte de nombreuses limitations à l'application pratique des indicateurs examinés"*. Même pour ceux qui ont été retenus comme les plus réalistes, les séries chronologiques disponibles portent sur une période de six ans, autrement dit remontent à 2000 (mais pour d'autres paramètres, en particulier ceux qui concernent les polluants dans les effluents, les séries chronologiques sont beaucoup plus réduites), leur ouverture spatiale est limitée (restreinte aux sites où s'exercent le plus de pressions et où la côte est en majeure partie accessible et elle ne s'étend qu'aux eaux côtières. De plus, si l'on se réfère aux 6 critères PAM/PNUE, l'ensemble des données ne peuvent être jugées comparables et il n'existe pas de programmes d'AQ/CQ pour les indicateurs chimiques, puisque des valeurs de base/de référence ne sont disponibles que pour quelques-uns d'entre eux. L'on doit cependant noter qu'ils répondent aux trois premiers critères PAM/PNUE de *pertinence* [existence effective de données, séries chronologiques disponibles, représentativité spatiale].

Les indicateurs chimiques en sont à un stade de développement plus avancé que les indicateurs biologiques et les biomarqueurs. En outre, comme conclut le rapport *"il est admis que ces indicateurs sont des éléments importantsqui doivent être mesurés en vue d'établir, appliquer et suivre la politique d'environnement"*.

Pour un certain nombre de biomarqueurs, il n'y a pas présentement de données disponibles et ainsi l'indice de faisabilité a été établi en évaluant la complexité de la méthodologie et la disponibilité potentielle de ressources (humaines/matérielles) pour l'appliquer. Les données disponibles couvrent des périodes limitées (1 à 3 ans) et elles sont généralement discontinues dans le temps et l'espace.

Les différents ensembles de données utilisés pour tester les indicateurs écologiques posent problème lorsqu'on cherche à obtenir des séries chronologiques comparables et une couverture spatiale appropriée au développement d'indicateurs. Les données disponibles sur les macrophytes benthiques qui ont été considérées comme étant d'une couverture spatiale acceptable pourraient ne pas constituer des séries chronologiques adéquates puisqu'elles résulteraient souvent d'une étude unique. Par contre, certaines

données (comme celles sur le zoobenthos) peuvent être disponibles dans le cadre d'études d'évaluation ou de programmes de surveillance à moyen terme, mais elles manqueraient de couverture spatiale. Des données sur les espèces exotiques ne sont le plus souvent disponibles que pour les macroalgues (CORMACI *et al*, 1997) et rarement pour d'autres taxons. Ainsi, **la disponibilité de séries chronologiques suffisantes et d'une couverture spatiale acceptable varie selon les ensembles de données en cause**. Malte, en tant qu'État membre de l'UE, a testé la faisabilité d'un emploi de *Posidonia* comme espèce indicatrice dans le cadre de MED-GIG et est convenu que cet indicateur était tout à fait applicable (MED-GIG, 2007).

Les principaux problèmes soulevés par les indicateurs biologiques sont: a) les coûts élevés entraînés par la collecte de données; b) la comparabilité des données ; c) le fait que les différents indicateurs peuvent donner des résultats similaires, d'où la nécessité d'en réduire le nombre.

MAROC

Un programme de surveillance est mené avec efficacité au Maroc, ainsi qu'il ressort de l'étude de faisabilité basée sur les données des rapports MED POL, de la base de données du Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement (MATEE) et de rapports techniques (MPI-Morocco, 2006).

La surveillance de la pollution marine par le recours aux indicateurs chimiques proposés paraît être bien développée, encore que le rapport ne couvre pas la disponibilité de séries chronologiques. **Cependant, l'on est fondé à penser que des données historiques existent et que la surveillance continue se poursuivra dans le futur**. En ce qui concerne les critères PAM/PNUE, la surveillance paraît être d'une grande pertinence au regard de la zone côtière puisqu'elle couvre pratiquement l'ensemble du littoral dans le cas des charges microbiennes et au moins les principaux "points chauds" dans le cas des éléments nutritifs et des métaux lourds, et qu'elle est conforme aux dispositions de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles. **Les contrôles internes et externes**, la méthodologie de normalisation (échantillons étalons et de référence) et les exercices d'interétalonnage assurent la comparabilité des données et permettent l'assurance qualité nécessaire des résultats et des valeurs de référence.

S'agissant des biomarqueurs, les résultats obtenus dans le cadre du programme national de surveillance sont très limités dans l'espace. La rareté des études ne permet pas d'envisager de tester les méthodes proposées.

Bien qu'il ne soit pas fait mention des indicateurs écologiques dans le rapport, quelques données sont disponibles sur les espèces exotiques, le plus souvent des macroalgues (González, & Conde, 1991). De plus, lors de l'essai de certaines données concernant la présence/abondance de taxons zoobenthiques opportunistes, les résultats ont été très prometteurs (voir UNEP MAP, 2004).

Le principal obstacle au développement des IPM proposés tient au fait que **les moyens disponibles (ressources en personnel et en matériel, ressources financières) sont insuffisants pour l'échelle spatiale indispensable** à une surveillance efficace si l'on tient compte de la distance entre les laboratoires et les sites d'échantillonnage et de l'accessibilité de ces derniers.

SLOVÉNIE

En Slovénie, il existe des données sur les IPM chimiques en vue d'établir des rapports d'évaluation nationaux dans le cadre de MED POL (Phases I, II et III) et elles sont complétées par des données de programmes de surveillance plus réduits. Cependant, seules les données d'après 1999 recueillies dans le cadre de MED POL-Phase III sont archivées (au MBS/NIB).

La couverture de données comprend la surveillance des contaminants chimiques dans les biotes et les sédiments et des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques polycycliques (HAP) dans les sédiments, depuis 1999), la surveillance des charges d'origine terrestre (température, salinité, DBO/DCO, oxygène dissous, nitrates, azote total, phosphore total (depuis 1988) et la surveillance des mêmes charges dans les effluents (depuis 1999, avec quelques données disponibles depuis 1988), toutes ces composantes étant réalisées avant tout dans le cadre du MED POL (MPI-Slovenia, 2006; UNEP/MAP, 2007a).

L'état écologique des eaux côtières est aussi couvert par la surveillance des paramètres température, salinité, oxygène dissous, pH, alcalinité, transparence, orthophosphates, phosphore total, nitrates, nitrites, ammonium, azote total, acide orthosilicique, chlorophylle "a", au titre de MED POL III, à une échelle spatiale plus réduite,

conjointement à des études du phytoplancton (MPI-Slovenia, 2006, UNEP/MAP, 2007a). Le développement des IPM chimiques en Slovénie en est à un stade bien avancé. La plupart des paramètres sont soumis à des programmes d'AQ/CQ rigoureux et certains font l'objet d'exercices internationaux d'interétalonnage. Des matériaux étalons/de référence sont régulièrement utilisés. La chlorophylle "a" et l'oxygène dissous sont également utilisés comme IPM pour décrire l'état des milieux marins peu profonds et confinés et l'indice TRIX sert à caractériser l'état trophique du milieu côtier. Ainsi a-t-on identifié les zones sensibles, soumises aux conséquences négatives directes ou indirectes de diverses activités humaines (par ex. l'ensemble de la baie de Trieste). Sur la base de leurs programmes de surveillance continue, de leur expérience et des données collectées sur le phytoplancton (ainsi que sur les proliférations algales nuisibles), les experts slovènes ont retenu le phytoplancton comme IPM.

La plupart des données sur les biomarqueurs ont été recueillies dans le cadre d'une étude préalable s'inscrivant dans le programme national slovène de surveillance au cours de la période 2000-2005. Cependant, la plupart des données sont préliminaires et ne sont pas suffisantes pour établir un rapport d'évaluation national basé sur les IPM-biomarqueurs. Certaines données portant sur les eaux côtières présentent des teneurs en métallothionéines comparables à celles des zones de référence. C'est pourquoi il est proposé de comparer les données avec l'analyse chimique des biotes et des sédiments.

En Slovénie, les données sur le zoobenthos et le phytobenthos sont collectées dans le cadre d'études biologiques individuelles relevant de la recherche fondamentale et appliquée; il existe aussi des données sur l'identité et l'abondance d'espèces exotiques, d'espèces et types d'habitat menacés. Les données sont utilisées dans la recherche fondamentale et sont compilées dans des inventaires, rapports et publications. Depuis peu, pour l'évaluation des NQE en vue de répondre aux prescriptions de la directive-cadre sur l'eau, des données sont collectées sur la diversité des communautés benthiques (zoobenthos/ phytobenthos), l'abondance d'espèces zoobenthiques, la présence et la couverture des macrophytes benthiques. Des données sur les espèces exotiques sont également disponibles (De Min and Vio, 1997; NDA Slovenia). Selon le dernier atelier MED-GIG (MED-GIG, 2007), les meilleurs indicateurs à utiliser au niveau national sont les indices m-AMBI pour le zoobenthos et EEI pour les macroalgues (Lipej *et al.*, 2006).

ESPAGNE

En Espagne, la surveillance continue est menée au niveau tant national que régional (régions autonomes du pays). La fiabilité des données dépend du paramètre mesuré et de l'autorité effectuant la surveillance. La surveillance nationale est centrée sur le suivi des tendances aux "points chauds" et dans les zones côtières et de référence pour les métaux lourds, les composés organohalogénés et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les sédiments et les biotes. Ces données sont recueillies dans une base de données unique et sont gérées par le Ministère de l'environnement. Selon le rapport, le développement d'un indice "intégré" - comme l'indice TRIX - au lieu de plusieurs indices isolés, devrait être favorisé.

Les métaux lourds (Cd, Hg) et les hydrocarbures halogénés dans les effluents sont partiellement couverts au plan temporel, et bien couverts au plan spatial, et dans les biotes ils le sont plus amplement à l'un et l'autre plans. Les métaux lourds sont soumis à des protocoles internationaux AQ/CQ et les composés organohalogénés font l'objet d'exercices nationaux et internationaux d'intercomparaison. Les IPM relatifs à l'eutrophisation (éléments nutritifs, DBO/DCO, chlorophylle "a" et paramètres hydrologiques) sont partiellement couverts en termes d'échelle temporelle mais ont une meilleure couverture spatiale avec des protocoles internationaux AQ/CQ.

Les données sur les substances dangereuses dans les biotes marins sont considérées comme fiables étant donné que des méthodes analytiques de référence communes et un programme très rigoureux de contrôle qualité ont été suivis. En outre, le recours à des matériaux de référence certifiés et à des méthodes d'analyse communes assurent une bonne approche de la collecte de données valables, permettant leur comparaison à l'échelle de toute la partie méditerranéenne de la péninsule ibérique.

La surveillance des tendances porte aussi sur les biomarqueurs, autrement dit sur les effets biologiques de contaminants. La stabilité de la membrane lysosomiale et la teneur en métallothionéines sont mesurées dans *Mytilus galloprovincialis*; l'activité EROD (éthoxyrésorufine-O-dééthylase), la teneur en métallothionéines et les altérations de l'ADN sont mesurées dans *Mullus barbatus*. Cette surveillance est exécutée par l'IEO.

Il n'existe pas de programme national de surveillance pour appliquer des indicateurs biologiques (écologiques) le long du littoral méditerranéen de l'Espagne. La plupart des données existantes proviennent de réseaux de surveillance régionaux, de projets de

recherche, d'études d'impact sur l'environnement, de l'assistance technique, etc., ce qui ne permet guère de déterminer leur origine et leur disponibilité. Il s'ensuit qu'il n'y a pas de base de données générale sur les éléments biologiques. Cependant, quatre indices biotiques sont appliqués; deux sur les macrophytes benthiques le sont présentement sur le littoral catalan: POMI et CARLIT (l'un et l'autre proposés et testés par l'Agence catalane de l'eau (ACA), en collaboration avec des experts du CSIC) et deux sur le macrobenthos (AMBI et sa variante m-AMBI, et MEDOCC). Selon le dernier exercice d'intercalibration (MED-GIG, 2007), les deux derniers indices ont été testés et jugés pleinement applicables au zoobenthos en Espagne, alors que le BENTOS-CARLIT a été considéré comme le mieux indiqué pour les macroalgues. S'agissant des espèces exotiques, il n'existe pas de réseau de surveillance national ou régional pour répondre à cet objectif. Quand une espèce nouvelle est décrite dans le cadre d'un autre réseau de surveillance (par ex., surveillance des zones de pêche) ou de projets de recherche spécifiques, les résultats de ces observations sont utilisées pour des publications. Certains réseaux *Posidonia* comprennent aussi des activités de surveillance concernant quelques espèces envahissantes comme *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa racemosa*, *Womersleyella setacea*, etc. Une vue d'ensemble des macroalgues allogènes a été établie dans le cadre du projet ALIENS (Verlaque & Boudouresque, 2005).

Ces faits rendent difficile la compilation des informations nécessaires à la rédaction du présent rapport et indiquent qu'il est nécessaire de promouvoir, parmi la communauté scientifiques et les autorités compétentes espagnoles, le programme MED POL ainsi que les stratégies des Parties contractantes à la Convention de Barcelone.

Dans le rapport, il est conclu que, bien qu'existe la capacité à fournir des données annuelles pour le développement des IMP proposés, il n'est pas possible dans le cadre de surveillance actuel, de communiquer des données à l'échelle spatiale requise (les IPM relatifs à l'eutrophisation ne couvrent pas toute la zone de la Méditerranée). D'une manière générale, il faut améliorer le flux de données car seule une quantité limitée de données pour les IPM est aisément disponible. Néanmoins, la plupart des IPM sont testés et les données existantes peuvent être considérées comme un excellent point de départ avec une pertinence documentée au regard des dispositions de la Convention de Barcelone ainsi que des Protocoles "tellurique", "immersions" et "déchets dangereux".

SYRIE

En Syrie, un programme national de surveillance continue a été lancé en 2003 en coopération avec MED POL-Phase III. Le programme est exécuté à un nombre restreint de stations dans deux zones géographiques ("points chauds") et il a jusqu'ici souligné la nécessité de la prise de mesures antipollution et de l'instauration d'une surveillance à long terme basée sur de séries chronologiques de données et des valeurs de base/de référence. En dépit du programme de surveillance existant, les données présentées dans le rapport donnent à penser qu'il en est encore à son stade initial (ce qui se conçoit puisqu'il a démarré en 2003) et que, en tant que tel, il ne peut étayer complètement le développement des IPM proposés.

En ce qui concerne les IPM chimiques, il existe quelques données (issues avant tout de la recherche scientifique) sur l'analyse des métaux lourds, des hydrocarbures de pétrole et des organochlorés dans les effluents, les sédiments et les biotes. La même remarque est valable pour les éléments nutritifs (N et P), les nitrates, nitrites, ammonium, acide orthosilicique, orthophosphates, et la DBO/DCO dans les effluents. Il existe la capacité de mesurer la chlorophylle "a", la température, la salinité et le pH, mais ces paramètres ne sont pas actuellement surveillés. La surveillance de OD et des concentrations bactériennes dans les eaux de baignade se situe à un meilleur stade et a permis de déterminer quelques tendances spatiales et temporelles (MPI-Syria, 2006; UNEP/ MAP 2007a).

Côté positif, les analyses sont soumises à un programme AQ/CQ approprié puisqu'elles sont effectuées selon les protocoles méthodologiques PAM/PNUE et que des contrôles et exercices d'interétalonnage ont été imposés par MED POL-Phase III. Sur cette base et d'après les premiers résultats, le programme de surveillance adopté par la Syrie peut être étendu et développé pour étayer les IPM proposés à condition qu'un appui plus important soit apporté à l'institution chargée d'exécuter la surveillance.

Il n'y a pas de sources d'informations sur les biomarqueurs, hormis EROD et Cytochrome-P450. La surveillance pour l'analyse des biomarqueurs devrait être intégrée dans le programme national de surveillance, et quand un ensemble de données appropriées sera disponible, son efficacité en tant qu'IPM pourra être testée.

Le rapport ne donne aucun renseignement sur les indices de diversité. Les rares données sur le zoobenthos sont issues de la recherche scientifique (Ammar, 2002).

Zenetos *et al.* (2005) ont appliqué les indices S et H et testé la faisabilité d'une utilisation de BENTIX (UNESCO/IOC, 2005), mais sans résultats probants. Bien que le rapport ne mentionne pas les espèces exotiques, il ressort de données éparses que les invasions biologiques sont une question cruciale (Saad, 2002; Saad *et al.*, 2005; Ammar, 2002).

TUNISIE

La Tunisie s'est dotée récemment de la capacité de mesurer la plupart des paramètres prescrits. La surveillance de la pollution marine par le recours aux indicateurs chimiques proposés y paraît bien développée. Pour l'heure, la surveillance annuelle ne porte que sur les paramètres suivants: température, pH, oxygène dissous, salinité, azote total, phosphore total, métaux lourds (Cd, Pb et Hg), hydrocarbures, chlorophylle "a" et concentrations bactériennes. L'analyse des métaux lourds (Cd, Hg et Pb) est effectuée dans les sédiments et les biotes ; il en va de même pour les hydrocarbures, alors que les concentrations bactériennes sont mesurées dans les eaux de baignade (MPI-Tunisia, 2006, UNEP/ MAP, 2007a). Bien que le rapport sur les IPM ne mentionne pas la disponibilité de séries chronologiques, **l'on est fondé penser que des données historiques existent et que la surveillance continue se poursuivra dans le futur.**

En ce qui concerne les critères PAM/PNUE, la surveillance paraît porter sur la quasi totalité du littoral dans le cas des charges microbiennes et des charges d'effluent et pour le moins sur les principaux "points chauds" dans le cas des éléments nutritifs. La comparabilité des données est assurée grâce à des méthodes normalisées, des matériaux de référence, des exercices d'interétalonnage et des programmes AQ/CQ dans la plupart des dispositifs de surveillance. Enfin, une telle surveillance est conforme aux dispositions de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles.

S'agissant des biomarqueurs, la disponibilité de données permet d'établir les tendances temporelles mais pas avec une couverture spatiale acceptable. Actuellement, la couverture spatiale est limitée et ne permet pas une évaluation correcte, compte tenu du nombre de stations (deux à Bizerte, deux à Tunis et deux à Sfax).

Il n'existe pas de projet de surveillance pour les indicateurs biologiques. Des données sont disponibles dans le cadre d'études de doctorat ou de projets de recherche axés sur les bords du littoral, mais limités dans le temps. Cependant, des rapports techniques sont disponibles à la bibliothèque de l'INSTM ou de facultés. Ainsi, la disponibilité de données est considérée comme satisfaisante pour établir les tendances temporelles

avec une couverture spatiale acceptable. Pour l'heure, il n'existe pas de résultats relatifs à l'application des indicateurs d'écologie benthique dans le cadre de la surveillance continue. Mais les tests menés sur la présence/abondance/couverture d'espèces/taxons sensibles/opportunistes de phytobenthos et zoobenthos au moyen de données tunisiennes ont donné des résultats prometteurs (voir UNEP/MAP, 2004).

Bien qu'il n'y ait pas de surveillance des espèces exotiques, l'intérêt des scientifiques s'est porté sur quelques groupes taxinomiques (macroflore (Djellouli *et al.*, 2000); ascidies (Melian, 2002); poisson (Bradai *et al.*, 2004); et mollusques (Enzenross & Enzenross 2001).

En conclusion, les trois groupes d'IPM (indicateurs chimiques, biologiques, et biomarqueurs) ne sont pas étudiés par les mêmes institutions. **La capacité existe de couvrir la plupart des IPM** puisque l'Institut INSTM et le Centre CITET sont en mesure de réaliser des analyses pour les paramètres prescrits sous l'orientation et l'assistance du MED POL. Le principal problème tient au fait que les moyens disponibles sont insuffisants pour l'échelle requise en vue d'une surveillance efficace. De plus, il y a lieu de procéder à des améliorations dans le domaine AQ/CQ puisque les laboratoires de taille plus réduite ne suivent pas cet interétalonnage.

TURQUIE

Bien qu'il n'ait pas été établi de rapport sur la faisabilité des IPM, la Turquie applique, comme on sait, le cadre de surveillance MED POL, et des données sont donc disponibles pour l'évaluation des apports de polluants dans le milieu marin et pour l'évaluation de la qualité des eaux côtières (NDA, Turkey 2003).

Un programme régulier de surveillance est opérationnel au titre du MED POL pour l'évaluation des éléments nutritifs (N total et P total, nitrates, nitrites, ammonium, orthophosphates, acide orthosilicique), de la chlorophylle, de OD, de la DBO/DCO, et des paramètres hydrographiques, bien que les échelles temporelle et spatiale soient insuffisantes (UNEP/ MAP, 2007a). L'indice TRIX a aussi été testé avec succès (UNEP/ MAP, 2006). Les hydrocarbures de pétrole dans l'eau et les sédiments, les métaux lourds et la charge bactérienne dans l'eau et, dans une moindre mesure, les organochlorés, font également l'objet d'une surveillance régulière. Il ressort des résultats du programme de surveillance continue que dix zones présentent une menace de

pollution pour la mer Méditerranée; 5 "points chauds "et 6 "zones sensibles" ont été recensées dans les régions de la Méditerranée et de l'Égée.

Les invasions biologiques sont considérées comme une menace sérieuse pour les écosystèmes et, en tant que telles, ont suscité une grande attention. Des tendances dans l'introduction d'espèces exotiques peuvent être relevées sur le littoral de la mer du Levant et de la mer Méditerranée (Cinar *et al.*, 2005). Les données d'études macrozoobenthiques, bien que ne s'inscrivant pas dans un programme national de surveillance, sont recueillies dans le cadre d'enquêtes locales, souvent réalisées pour des thèses de doctorat. Aussi existe-t-il une bonne couverture spatiale, mais pas temporelle (à l'exception de la baie d'Izmir; les IPM écologiques proposés ont été testés aux moyens de données turques provenant de la baie d'Izmir (Dogan, 2004) et de la mer de Marmara (Albayrak *et al.*, 2006)).

Mais s'il n'a pas été établi de rapport, il a été possible, sur la base des questionnaires, de déduire la faisabilité des IPM au regard des critères, notamment de la comparabilité et de la disponibilité de programmes AQ/CQ. De même, l'on peut déduire du rapport BDN, de publications scientifiques et des questionnaires que la disponibilité de séries chronologiques et la couverture spatiale se situent à un niveau approprié pour étayer le développement d'IPM. Il ressort manifestement des questionnaires que le développement des IPM est possible en Turquie dans un proche avenir, notamment si la surveillance est étendue pour porter sur tous les paramètres et si sont communiquées des séries chronologiques suffisantes.

6. PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION GÉNÉRALES

Il ressort de la procédure d'essai de la faisabilité de l'application des indicateurs MED POL de pollution marine au niveau national, effectuée par 14 pays, que bon nombre des problèmes, obstacles et contraintes ont été communes à ces pays et que, par conséquent, la plupart de leurs propositions d'amélioration des IPM au niveau national sont valables pour l'ensemble de la Méditerranée. Certaines des propositions étaient d'ordre général, en s'appliquant à la batterie complète des IPM; d'autres étaient d'une nature spécifique. Ainsi les propositions ont-elles porté sur les points suivants:

- ✓ acquisition de données

- ✓ stockage des données/organisation de la base de données
- ✓ renforcement du financement et des capacités humaines/des laboratoires (en répondant ainsi aux besoins en exercices d'intercalibration et en programmes AQ/CQ)
- ✓ harmonisation avec les initiatives de l'UE/collaboration internationale
- ✓ stratégie nationale
- ✓ adoption de valeurs/stations de référence (en particulier pour les indicateurs biologiques/biomarqueurs)
- ✓ réduction du nombre des IPM proposés
- ✓ adjonction de nouveaux IPM
- ✓ élaboration plus poussée des IPM proposés

Acquisition de données

L'insuffisance des séries de données en couverture temporelle et spatiale paraît être le problème le plus courant dans le développement des IPM, que ce soit pour des paramètres spécifiques ou pour l'ensemble de ceux-ci. Les problèmes particuliers concernent:

- le manque de cohérence et les lacunes des données à l'échelle temporelle et géographique, qui n'ont pas permis d'établir les tendances de la qualité de l'environnement (Maroc)
- l'insuffisance des moyens actuels (résultant d'une volonté politique limitée), qui compromet la surveillance réalisée par un réseau de plusieurs organisations et institutions (Tunisie)
- le développement des indicateurs biologiques dans les eaux côtières de la façade méditerranéenne de l'Égypte en tant qu'indicateurs de pollution appropriés, qui appelle encore une poursuite des activités de recherche et de surveillance de routine pour combler le manque de données actuel; un manque similaire de données entrave le développement des biomarqueurs (Égypte)

- la nécessité d'acquérir des séries chronologiques adéquates avec une couverture spatiale acceptable pour un bon développement des biomarqueurs à l'avenir (Slovénie).

Des propositions ont également été formulées aux fins suivantes:

- la gamme des paramètres de la surveillance demande à être élargie (Bosnie-Herzégovine)
- une stratégie de surveillance doit être élaborée et appliquée, en termes de fréquence d'échantillonnage et de couverture spatiale (Croatie)
- les études de surveillance du benthos devraient être étendues en couverture spatiale et temporelle afin de dresser un tableau complet de la flore et de la faune des mers grecques (Grèce)
- le réorientation des programme actuels de surveillance en vue de respecter les obligations nationales d'une manière homogène; une bonne communication de données devrait faire partie de programmes de surveillance bien conçus sur la base d'un suivi intensif des tendances tant temporelles que spatiales en recourant à des méthodes d'échantillonnage et à des méthodes d'analyse normalisées grâce à l'octroi des ressources appropriées (Espagne)
- l'extension de la couverture temporelle et l'évaluation à long terme des paramètres surveillés dans toutes les eaux visées, en particulier marines (Malte)

Stockage des données/Organisation de la base de données

La nécessité de bien gérer la base des données collectées a été soulignée à travers les propositions de :

- mettre en place en place une base de données pour répondre aux besoins actuels et futurs en échantillonnage et analyse (Bosnie-Herzégovine)
- collecter et étoffer une base de données en données historiques (Croatie)
- améliorer le système de base existant de collecte des données en archivant les données sur les biocénoses (France).

- organiser et assembler les données sur les éléments biologiques collectées dans le cadre de la recherche fondamentale, des études biologiques et de la surveillance avant d'établir une évaluation nationale générale (Israël)

et la mise en avant de certains problèmes concernant :

- la dispersion des informations à travers les diverses administrations, une méconnaissance des inventaires existants, la difficulté d'accéder aux données contenues dans les rapports (Maroc)

Renforcer le financement et les capacités humaines/des laboratoires (en répondant ainsi au besoin en exercices d'intercalibration et en programmes AQ/CQ

Tous les pays ont souligné la nécessité d'un financement accru pour le maintien et l'extension des dispositifs de surveillance. La plupart des pays du sud de la Méditerranée ont préconisé un renforcement des capacités (humaines et des laboratoires) en vue:

- de développer la capacité des laboratoires à étudier tous les paramètres en les soumettant les données aux programmes AQ/CQ appropriés (Bosnie-Herzégovine)
- de remédier au manque de données sur les biomarqueurs attribué à la difficulté de réaliser les analyses pertinentes et au coût élevé de celles-ci; ces types d'indicateurs exigent des laboratoires spécialisés dotés d'un matériel très sophistiqué et d'un personnel spécialisé. Il faut donc que les pays possédant une grande expérience dans ce domaine apportent une aide financière et technique (Égypte)
- de travailler sur les questions identifiées d'harmonisation et de normalisation des méthodes afin d'assurer la comparabilité entre les ensembles de données et la détermination de valeurs de référence (Malte)
- de remédier à l'état actuel de développement des IPM grâce à l'échange de personnel et de matériaux de référence pour une bonne exploitation des IPM, puisque l'application des IPM pourrait être possible avec la nouvelle Phase IV

de MED POL, sous réserve d'une aide renforcée aux divers laboratoires (Tunisie)

- d'améliorer l'AQ/CQ étant donné que certains laboratoires de taille plus réduite ne suivent pas cet interétalonnage. Il convient de remédier à la situation par l'échange de personnel et de matériaux de référence en vue de la bonne exploitation des IPM (Tunisie)
- d'employer des spécialistes en matière de formation qui seront à même de contrôler l'écologie benthique et de mettre à disposition le matériel et les biens consommables nécessaires aux stages
- de renforcer les capacités des institutions du réseau de surveillance en développant davantage l'assurance et le contrôle qualité entre laboratoires, en étoffant les capacités d'interétalonnage et en dispensant davantage de ressources et moyens financiers et une assistance plus active dans le cadre du MED POL (Maroc)
- d'appuyer la recherche scientifique sur la surveillance du milieu marin, notamment la biosurveillance et la surveillance des biomarqueurs (Syrie)
- de valoriser les capacités humaines sur le terrain (Liban)
- de formuler un programme de surveillance judicieux basé sur un suivi intensif des tendances tant temporelles que spatiales en ayant recours à des méthodes d'échantillonnage et d'analyse normalisées, assorties de protocoles AQ/CQ améliorés avec une affectation de ressources adéquates (Espagne).

Harmonisation avec les initiatives de l'UE/Collaboration internationale

Dans le droit fil de la nécessité d'accroître les capacités humaines/des laboratoires (exposée ci-dessus), il est proposé de favoriser l'harmonisation et la collaboration avec des initiatives similaires, et cela par:

- la mise en réseau des laboratoires participant au développement d'IPM, de manière à ce que les tâches soient réparties en fonction des possibilités offertes par les scientifiques et le personnel technique coopérants (Maroc)

- la coopération avec les institutions compétentes d'autres pays, en particulier de l'Italie et de la Slovénie, et avec des instances internationales (par ex. le PNUE) (Croatie)
- les stages (en écologie benthique) ainsi que l'assistance et la mise en commun d'expériences entre les rives nord et sud de la Méditerranée (Tunisie)
- l'adoption d'un ensemble de normes méthodologiques régissant l'ensemble de la procédure requise pour l'élaboration d'indicateurs sur la base d'évaluations réalisées dans un cadre juridique commun qui peut être complété par les initiatives nationales et internationales (comme l'UE) (Malte)

Nécessité d'une stratégie nationale

L'adoption d'une stratégie de surveillance nationale est essentielle au contrôle global de la surveillance et de l'application ultérieure des politiques d'environnement. Des exemples en sont:

- l'adoption d'une nouvelle politique scientifique (PIST: Politique d'innovation scientifique et technologique) pour appuyer le développement durable de la zone côtière aidera au développement d'IPM puisqu'elle fournira les fonds nécessaires pour étendre le système d'étude des côtes à la totalité du littoral libanais; l'adoption de nouvelles stations de référence côtières et au large et l'utilisation de biomarqueurs permettront de mieux tirer parti des capacités humaine dans ce domaine (Liban)
- la nécessité de mettre en place un programme national de surveillance intégré pour l'évaluation des IPM dans les eaux côtières méditerranéennes. Dans le même temps, il s'impose de coordonner les réseaux régionaux existants. Comme la plupart des informations disponibles sur les différents IPM proposés ont été ou sont obtenues par des activités qui sont exécutées dans le cadre des différents programmes MED POL, une campagne de sensibilisation sera nécessaire pour que les auteurs comprennent que les informations produites seront réévaluées si l'on peut élargir leur champ d'application (Espagne)

Adoption de valeurs/stations de référence (en particulier pour les indicateurs biologiques/biomarqueurs)

Des valeurs de référence et des stations de référence ont été proposées par certains pays pour une bonne évaluation des tendances/résultats des IPM. Bien que le besoin soit plus général pour des paramètres particuliers, des besoins spécifiques ont été recensés, comme par exemple:

- un réseau de sites de référence qui pourrait être mis en place pour les biomarqueurs (Malte)
- la désignation de stations permanentes pour le suivi des écosystèmes benthiques avec une station de référence présentant un minimum de perturbations d'origine anthropique pour servir de station témoin (Tunisie)
- l'extension des études de surveillance du benthos (en couverture tant spatiale que temporelle) afin d'obtenir un tableau très complet de la faune et de la flore dans les mers grecques et de disposer ainsi des indispensables niveaux de référence de base pour le développement des indices biotiques prescrits par la directive-cadre sur l'eau (Grèce).

Réduction du nombre des IPM proposés

Des observations ont été formulées quant à la faisabilité et l'"utilité" de certains indicateurs, accompagnées de la proposition de les supprimer du jeu d'IPM:

- la fréquence des micronoyaux a été considérée comme un indicateur extrêmement lourd à appliquer sur une base de routine, compte tenu de la difficulté et du temps qu'entraîne la lecture des lames au microscope (France)
- il serait réaliste de sélectionner les indicateurs biologiques les plus représentatifs puisque plusieurs indicateurs peuvent viser des tendances similaires. Les efforts portent essentiellement sur un jeu limité d'indicateurs biologiques qui pourraient être convenablement développés grâce à des programmes de surveillance harmonisés et stables en veillant à appliquer des stratégies d'échantillonnage, une couverture spatiale et une production de séries chronologiques appropriées (Malta)
- il est nécessaire d'appliquer un indice intégré au lieu de plusieurs indices isolés (Espagne, Slovaquie, Israël)

Adjonction de nouveaux IPM

Dans la même optique, de nouveaux indicateurs ont été proposés:

- indicateurs de qualité des sédiments (Malte)
- paramètres chimiques additionnels (Malte)
- structure et diversité des communautés planctoniques (Croatie)
- phytoplancton (Israël, Slovénie, Grèce)
- biomarqueurs ne devant pas se limiter aux IPM individuels, le dernier état de la technique d'utilisation des biomarqueurs en tant qu'IPM reposant sur une approche holistique de biomarqueurs à produits géniques, à savoir les gènes affectés par la pollution qui sont exprimés comme protéines ou transcrits (Israël)
- indices biotiques pour le zoobenthos: MEDOCC, AMBI, m-AMBI (Espagne)
- indices biotiques pour le phytobenthos: BENTHOS-CARLIT, POMI (Espagne)
- proposition générale visant à introduire et étayer des indices "intégrés" au lieu de plusieurs indices isolés, comme dans le cas de l'indice TRIX. L'indice TRIX a été évalué au moyen de données collectées dans un certain nombre de programmes pilotes de Slovénie, Turquie et Grèce en vue du rapport d'évaluation de l'eutrophisation (2007). Dans tous les cas, les résultats ont démontré l'efficacité de l'indice (sur la base des données collectées pour évaluer l'état de qualité environnementale des zones (UNEP/MAP 2007b) bien que son adoption comme indicateur fasse encore débat (en se fondant essentiellement son intérêt scientifique) (UNEP/MAP, 2007c).

Élaboration plus poussée des IPM proposés

Enfin, les IPM peuvent faire l'objet d'une élaboration plus poussée:

- en y incluant, par précaution, l'anticipation de nouveaux risques pour l'environnement, comme par ex. l'introduction de nouveaux IPM à même de détecter les contaminants issus des biotechnologies et des nanotechnologies moléculaires (Croatie)
- en développant des systèmes de classification nationaux des macrophytes et en définissant les espèces opportunistes, endémiques et exotiques (Égypte)

- en harmonisant les méthodes d'échantillonnage et d'analyse à des fins d'intercomparaison (Malte).

7. CONCLUSIONS

Très peu de pays surveillent tous les paramètres spécifiés; cependant, ils sont nombreux à surveiller des paramètres supplémentaires qu'ils jugent plus importants (sur la base de critères scientifiques et locaux), comme le phytoplancton. Les pays de l'UE paraissent entreprendre des programmes de surveillance plus détaillés.

Les indicateurs chimiques sont plus avancés en ce qui concerne la notation générale, suivis par les indicateurs biologiques, alors que les biomarqueurs en sont encore au bas de l'échelle. Il existe des données sur les IMP écologiques écosystémiques en vue d'établir des rapports d'évaluation nationaux, tout comme existe la capacité de compléter les données dans des zones qui ne sont pas couvertes actuellement.

En ce qui concerne les IPM chimiques et les biomarqueurs, les méthodologies paraissent uniformes et normalisées à la suite des procédures d'analyse instaurées par le MED POL et soumises à des protocoles AQ/CQ nationaux et internationaux et à des exercices d'interétalonnage. Par contre, il est nécessaire de s'employer à mieux harmoniser les indicateurs écologiques (en définissant les limites de classes écologiques, en mettant en place des stations de référence et en développant des bases de données).

Néanmoins, il est manifeste qu'il y a la capacité et la volonté d'étendre les programmes de surveillance conformément à la stratégie MED POL pour les IPM, en particulier si davantage de ressources (humaines, financières) et de compétences techniques deviennent disponibles.

Les IPM de la recherche environnementale devraient être utilisés d'une manière intégrée, pluridisciplinaire et holistique. Ils devraient aussi être axés sur la création d'une base de données intégrée qui pourrait être incorporée dans les modèles écosystémiques.

8. RÉFÉRENCES

- Arévalo R., Pinedo S., Ballesteros E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55: 104-113.
- Albayrak, S., Balkis, H., Zenetos, A., Kurun, A., & Kubanc, C. 2006. Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 7: 790-79
- Ammar, I.A. 2002. *Study on zoon benthos in Baniyas coast and effect of petroleum hydrocarbons on them*. Phd. Thesis, Tishreen University.
- Bitar, G. & Kouli-Bitar, S. 2001. Nouvelles données sur la faune et la flore benthiques de la côte Libanaise. Migration Lessepsienne. *Thalassia Salentina*, 25: 71-74
- Bradai, M.N., Quignard, J.P., Bouain, A., Jarboui, O., Ouannes-Ghorbel, A., Ben Abdallah, L., Zaouali, J. & Ben Salem, S. 2004. Ichtyofaune autochtone et exotique des côtes tunisiennes: recensement et biogéographie. *Cybiurn*, 28: 315–328.
- Buzzurro, G. & Greppi, E. 1997. Notes on the molluscs of Cyprus, with special attention to the alloctone species. *La Conchiglia*, 283: 21-31 and 61-62.
- Cecalupo, A. & Quadri P. 1994. Contributo alla conoscenza malacologica per il nord dell' isola di Cipro. *Bollettino Malacologico*, 30(1-4): 5-16.
- Çinar, M.E., Bilecenoglu, M., Oztürk, B., Katagan, T., & Aysel, V. 2005. Alien species on the coasts of Turkey. *Mediterranean Marine Science*, 6: 119-146
- Çinar, ME. 2005. Polychaetes from the coast of northern Cyprus (eastern Mediterranean Sea), with two new records for the Mediterranean Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 46: 143-159
- Cormaci, M., Lanfranco, E., Borg, J. A., Buttigieg, S., Furnari, G., Micallef, S.A., Misfud, C., Pizzuto, F., Ncammacca, B. & Serio, D. 1997. Contribution to the knowledge of benthic marine algae on rocky substrata of the Maltese Islands (Mediterranean Sea). *Botanica Marina*, 40: 203-215
- De Min, R. & Vio E., 1997. Molluschi conchiferi del litorale sloveno. *Annals for Istran and Mediterranean Studies, Koper, Annales 11, Serie historia naturalis* 4: 241-258.

DG Environment, 2006. A Marine Strategy to save Europe's seas and oceans

<http://ec.europa.eu/environment/water/marine.htm>

Djellouli, A., Verlaque, M. & Rais, C. 2000. Macroflore benthique de la Lagune de Bizerte. In : PNUE – PAN – RACSPA (ed.), *Proceedings of the First Mediterranean Symposium on Marine Vegetation*, Ajaccio, 3-4 October 2000: 128-131.

Dogan, A., 2004. Ecological Quality Assessment in Izmir Bay Using the Bentix Index. *Workshop on Marine Sciences & Biological Resources*, Univ. Tishreen, Lattakia Syria, 25–26 May 2004.

Ecologic, 2002. *The Mediterranean Action Plan and the Euro-Mediterranean Partnership: Identifying Goals and Capacities – Improving Co-operation and Synergies*. (eds Axel Conrads, Eduard Interwies, R. Andreas Kraemer), 74pp.

EEA, 2006. *Priority issues in the Mediterranean Sea. (AEE) Problèmes d'environnement prioritaires en Méditerranée* (ed. Papathanassiou E. Wlodarczyk E. & A. Zenetos).

Rapport de l'agence européenne pour l'environnement.

http://reports.eea.eu.int/eea_report_2006_4/en

Enzenross, L. & Enzenross R., 2001. Untersuchungen über das Vorkommen mariner Mollusken in tunesischen Gewässern. *Schriften für Malakozoologie*, 17: 45-62.

González, J.A., & Conde, F., 1991. Estudio florístico, fenológico, autoecológico y fitogeográfico del macrofitobentos de la Mar Chica (Sebcha Buareg de Nador, Mediterraneo marroquí). *Acta Botanica Malacitana*, 16: 63–80.

Harmelin-Vivien, M.L., Bitar, G., Harmelin, J.G. & Monestiez P. 2005. The littoral fish community of the Lebanese rocky coast (eastern Mediterranean Sea) with emphasis on Red Sea immigrants. *Biological Invasions*, 7: 625-637.

Lipej, L., Mozetic, P., Orlando-Bonaca, M., Mavric, B., Sisko, M., Bettoso, N. 2006. *Evaluation of the Ecological Status of Coastal Waters in accordance with the European Water Framework Directive (Water Framework Directive, 2000/60/EC)*. Final national report in Slovenian, Marine Biology Station Piran, National Institute of Biology, October 2006, 180 pp.

MEDA Programme régional indicatif 2005-2006:

http://ec.europa.eu/comm/external_relations/euromed/rsp/nip0506.htm

Melian, I. 2002. *Contribution to the knowledge of the Ascidian fauna in the South East of Tunisia*. MSc Thesis. Universidad de Alicante, 65 pp. (unpublished).

Message de Malahide, 2004. Message final de Malahide – Mettre un terme à l'appauvrissement de la biodiversité – Objectifs prioritaires pour 2010. Conférence des parties intéressées "La biodiversité et l'UE – Conserver la vie et les ressources", Grand Hotel, Malahide, Irlande, 25-27 mai 2004

MPI- Algeria, 2006. *Rapport sur l'application des listes d'indicateurs de pollution marine pour la côte ALGERIENNE*. République Algérienne Démocratique et Populaire, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement - Juin 2006, 34pp.

MPI- Bosnia and Herzegovina, 2006. *Report on testing of Marine Pollution Indicators in the Mediterranean region – BOSNIA AND HERZEGOVINA*. MAP office for B&H, Sarajevo, March 2006, 5pp.

MPI –Croatia, 2006. *Report on testing of Marine Pollution Indicators in CROATIA*, 25pp

MPI – Egypt, 2006. *Testing Procedure for the feasibility of the Marine Pollution Indicators in Egypt* (by Eng. Ahmed Abou Elseoud Ahmed), EIMP Project, April, 2006, 42pp

MPI –France, 2006. *Indicateurs de la pollution marine en Méditerranée*.

Expertise de faisabilité pour la France (by Bruno ANDRAL) IFREMER, Laboratoire Environnement Ressources Provence-Côte d'Azur-Corse, 14pp.

MPI – Greece, 2006. *Report on testing of feasibility of MED POL marine pollution indicators in Greece* (by N. A. Streftaris). Hellenic Centre for Marine Research, June 2006, 50pp

MPI – Israel, 2006. *Report on Testing of Marine Pollution Indicators in the Mediterranean region, ISRAEL* (by Nurit Kress). IOLR Report H22/2006, May 2006, 14pp

MPI – Lebanon, 2006. *Report on Testing Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region, LEBANON* (co-ordin. Khaled NAKHLE). National Center for Marine Sciences, Batroun, 2006, 19pp.

MPI – Malta, 2006. *Testing of Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region, MALTA*. UNEP / MAP – MEPA, 2006, 24pp

MPI, Slovenia, 2006. *Report on Testing of Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region*. MBP/NIB Technical Report, Piran, August 2006, 12pp.

MPI – Spain, 2006. *Testing the feasibility of application of marine pollution indicators in the Mediterranean waters of Spain* (by J. Albaladejo). Spanish Institute of Oceanography (IEO), Oceanographic Centre of Murcia, 104pp.

MPI – Syria, 2006. *Testing Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region, Syrian Coastal Area* (by Eng. Atef Deeb). Department of Water Pollution Control Ministry of Irrigation, Damascus – 2006, 22pp

MPI –Tunisia, 2006. *Rapport sur l'opportunité d'application des listes d'indicateurs de pollution marine*. République Tunisienne, Ministère de l'environnement et du Développement Durable - Agence Nationale de Protection de l'environnement, mars 2006, 35pp.

National Action Plan France, 2005. UNEP/MAP, pp. 109.

National Diagnostic Analysis Albania, 2003. UNEP/MAP, pp. 44.

National Diagnostic Analysis Cyprus, 2003. UNEP/MAP, pp. 67.

National Diagnostic Analysis Libya, 2003. UNEP/MAP, p. 91.

National Diagnostic Analysis Turkey, 2003. UNEP/ MAP, pp. 67.

Rebzani-Zahaf C. & Bellan, G., 2006. *Indices biotiques et mesure de la qualité de l'état de peuplements benthiques soumis à des actions anthropiques : deux exemples en Méditerranée occidentale, Marseille et Alger*. Premier Congrès Méditerranéen d'Océanologie, FSB-USTHB, 20-23 novembre 2006.

Saad, A. 2002. Characterization Of Lessepsian Migrant Fish At Syrian Sea Waters, In: “Mediterranean Vermittid Terrace and Migratory/ Invasive Organisms” INOC and SNRSL, Beirut/ Lebanon, act of workshop.

Saad, A., Ali, M.. & Seret, B. 2005. *Shark Exploitation and Conservation in Syria*. Workshop On Mediterranean Cartilaginous Fish, 14-16 September 2005, Istanbul, Turkey

SoHel ME, 2005. *State of the Hellenic Marine Environment* (E. Papathanassiou & A. Zenetos (eds)), HCMR Publ., 360 pp

Syria, 2000. *National country study of biological diversity in Syria (2000)*. State Ministry of Environment/UNEP

UNEP/MAP, 2003a. *Concept Paper on Mediterranean Marine Pollution Indicators*. (UNEP(DEC)/MED WG.231/17)

UNEP/MAP, 2003b. *Guidelines for the development of Ecological Status and Stress Reduction Indicators* – PAM/PNUE, 2003b. *Lignes directrices: Élaboration d'indicateurs d'état écologique et de réduction du stress pour la région méditerranéenne* (UNEP(DEC)/MED WG.231/18).

UNEP/MAP – PAM/PNUE, 2004. *Indicateurs de pollution marine: fiches de synthèse*. Document UNEP(DEC)MEDWG.264/Inf.14.

UNEP/MAP – PAM/PNUE, 2005a. Réunion d'experts sur les indicateurs de pollution marine (IPM) PNUE, Athènes, Grèce, 4–5 avril 2005.

UNEP/MAP, 2005b. *MEDPOL Eutrophication Monitoring Strategy: update reports and proposals for new indicators*. 3rd Review Meeting of MED POL – Phase III Monitoring activities. Palermo (Sicily), Italy 12-15 December 2005. UNEP/MAP, pp. 10

UNEP/MAP, 2007a. *First Draft – Eutrophication assessment for Mediterranean coastal waters*. Workshop on Eutrophication Assessment and Monitoring. Anavissos (Greece), 5-6 February 2007. UNEP/MAP, pp169

UNEP/MAP, 2007b. *Analysis of eutrophication data for TRIX*. Workshop on Eutrophication Assessment and Monitoring. Anavissos (Greece), 5-6 February 2007. UNEP/MAP, pp.62

UNEP/MAP, 2007c *Workshop on Eutrophication Assessment and Monitoring*. Anavissos (Greece), 5-6 February 2007, UNEP/MAP,

UNEP/WHO, 2003. *Second Report on the pollution hot spots in the Mediterranean-Part II-Revised Country Reports*. Meeting of the MED POL National Coordinators, Sangemini Italy, 27–30 May 2003. UNEP(DEC)MED WG.231/5b.

UNESCO/IOC, IMC, 2005. *Proceedings of The Workshop "Indicators of Stress in the Marine Benthos"*. (Magni, P., J. Hyland, G. Manzella, H. Rumhor, P. Viaroli, A. Zenetos (Eds.)). Torregrande-Oristano (Italy), 8–9 October 2004. Paris,. Iv + 45 Pp. (IOC Workshop Reports, 195)

Verlaque M. & Boudouresque C.F., 2005. Checklist of the introduced macroalgae of the Mediterranean lagoons harboring shellfish industry: a bibliographic survey. *5th PCRD European Program "ALIENS" ALGAL INTRODUCTIONS TO EUROPEAN SHORES.*

Zibrowius, H. & Bitar, G. 2003. Invertébrés marins exotiques sur la côte du Liban. *Lebanese Science Journal*, 4: 67-74