

ETAT DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET CÔTIER DE LA MÉDITERRANÉE



PNUE



Avertissement

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du PNUE/PAM - Convention de Barcelone aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Copyright

La présente publication peut être citée ou reproduite en totalité ou en partie et sous quelque forme que ce soit dans un but pédagogique et non lucratif sans autorisation spéciale du détenteur du droit d'auteur, sous réserve qu'il soit fait clairement mention de ladite publication et de sa cote. Le PNUE/PAM - Convention de Barcelone serait reconnaissant de recevoir une copie de tout support faisant référence à la présente publication. Cette dernière ne peut toutefois pas être vendue ou exploitée de façon commerciale sans l'autorisation préalable écrite du PNUE/PAM - Convention de Barcelone.

Mention de la source

Le présent rapport doit être cité de la façon suivante: PNUE/PAM: *Etat de l'environnement marin et côtier de la Méditerranée*, PNUE/PAM - Convention de Barcelone, Athènes, 2012

© 2012 Programme des Nations Unies pour l'environnement / Plan d'action pour la Méditerranée (PNUE/PAM) - Convention de Barcelone

Maquette et conception graphique: GRID-Arendal
Cartographie: GRID-Arendal
Traduction française: Upwelling, Genève
Photo de couverture: Angela Sorrentino, iStockphoto
Photo 4e de couverture: Atila Uras

PNUE/PAM - Convention de Barcelone
48 av. Vassileos Konstantinou
11635 Athènes, Grèce
www.unepmap.org



Le PNUE favorise les pratiques environnementales au niveau mondial et dans l'exécution de ses propres activités. Cette publication est imprimée sur du papier entièrement recyclé, certifié FSC, issu de fibres recyclées et sans chlore. L'encre utilisée est à base végétale et les enduits à base aqueuse. Notre politique de distribution vise à réduire l'empreinte carbone du PNUE.

ETAT DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET CÔTIER DE LA MÉDITERRANÉE

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	7
Préface	9
Résumé pour les décideurs	11
PREMIERE PARTIE	
Introduction au bassin méditerranéen	15
Approche écosystémique de la gestion des activités humaines	17
Les eaux du bassin méditerranéen	20
Le bassin méditerranéen et les hommes	28
DEUXIEME PARTIE	
Pression humaine, état et impacts sur les écosystèmes méditerranéens	39
Ecosystèmes et paysages littoraux	41
Pollution	45
Eutrophisation	53
Détritus marins	56
Le bruit marin	57
Espèces non indigènes	58
Poissons et crustacés exploités à des fins commerciales	60
Intégrité du fond de la mer	63
Conditions hydrographiques	64
Réseaux trophiques marins	66
La biodiversité	67
Impacts cumulatifs et concurrents	71
TROISIEME PARTIE	
Cadre réglementaire, principaux résultats et lacunes et prochaines étapes de l'approche écosystémique	73
Gouvernance globale et régionale et instruments de régulation	75
Principaux résultats concernant les pressions et l'état de l'environnement en Méditerranée	87
Analyse des lacunes	88
Prochaines étapes dans la mise en œuvre de l'approche écosystémique	89
Annexe: Liste des espèces en danger ou menacées	92
Bibliographie	94

Remerciements

Le présent rapport a été élaboré sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement / Plan d'action pour la Méditerranée (PNUE/PAM).

Le Plan d'action pour la Méditerranée souhaite exprimer sa gratitude aux personnes et organisations suivantes :

Joan Fabres (sous la direction de qui le Rapport a été réalisé), Tiina Kurvits, Rannveig Rivedal Nilsen et Riccardo Pravettoni (pour la cartographie) de GRID-Arendal et Tundi Agardy de Sound Seas.

Toute la famille du PNUE/PAM et en particulier Michael Angelidis et Tatjana Hema (MEDPOL), Sophie Martin, Jonathan Pace et Frédéric Hébert (REMPEC), Jean-Pierre Giraud et Didier Sauzade (Plan bleu), Marko Premi (CAR/PAP), Abderrahmen Gannoun et Daniel Cebrian (CAR/ASP), Meryem Chérif (CAR/PP), Virginie Hart, Maria Luisa Silva Mejias et Atila Uras (Unité de coordination) et également Matt Billot, Charles Davies et Elina Rautalahti (PNUE/DEWA).

Les experts qui ont contribué à la relecture : Lucien Chabason, Ljubomir Jeftic, Ivica Trumbic and Ameer Abdulla.

Avant-propos

Le Plan d'action pour la Méditerranée a été créé en 1975 et forme un cadre légal et institutionnel cohérent visant à permettre à tous les pays méditerranéens de coopérer face aux difficultés communes qu'ils rencontrent en matière de dégradation de l'environnement, tout en faisant le lien entre la gestion durable des ressources et le développement. La Convention de Barcelone et ses sept protocoles ont suivi peu après afin de faire face aux problèmes liés à la conservation et à l'utilisation durable des ressources marines et côtières et aux nombreuses politiques et mesures visant à en améliorer la gestion.

L'information est un facteur essentiel du succès du PNUE/PAM – Convention de Barcelone, qui est avant tout un cadre de gouvernance. Le Programme agit comme catalyseur pour la coopération et la prise de décision en région méditerranéenne. Il est bien connu que la disponibilité et l'accessibilité d'informations pertinentes est une condition préalable à la prise de décisions bien informées et à la gouvernance.

A la suite de la Conférence de Rio, il y a vingt ans, des mesures ont été prises pour fournir l'information de façon plus systématique. Les pays méditerranéens ont décidé de renforcer leurs échanges d'informations relatives aux évolutions en matière environnementale, ce qui constitue un «feed-back» essentiel pour améliorer l'efficacité des mesures mises en œuvre. En 2008, les Parties contractantes de la Convention ont été encore plus loin en chargeant le PNUE/PAM – Convention de Barcelone d'établir à intervalles réguliers des rapports sur l'état de l'environnement.

Le présent Rapport sur l'état de l'environnement en Méditerranée constitue une nouvelle étape, tout en s'appuyant sur les rapports thématiques que nous avons établis précédemment. Il contient des informations portant sur la nature générale des écosystèmes méditerranéens et inventorie les pressions récurrentes et émergentes – comme l'aquaculture et la désalinisation – qui ont un effet sur l'état de l'environnement. Il évalue également la disponibilité et la qualité des informations et indique où sont les lacunes des connaissances afin que les recherches scientifiques et les actions de suivi entreprises par les Parties contractantes puissent être orientées en conséquence. Il donne, en dernier lieu, un aperçu important des services vitaux que les écosystèmes marins et côtiers fournissent.

Pour la première fois, le rapport s'organise autour des 11 Objectifs écologiques sur lesquelles les Parties contractantes à la Convention de Barcelone se sont mises d'accord et qu'elles ont érigé en stratégie commune visant à appliquer l'approche écosystémique à la gestion des activités humaines. La préservation de la diversité biologique, la dynamique des littoraux, la gestion des pêcheries, la diminution de la pollution, les déchets marins et l'hydrographie font désormais l'objet d'un consensus et forment un cadre intégré d'analyse et d'application qui fera l'objet d'un suivi régulier et d'un réexamen tous les six ans exactement.

De la sorte, le présent rapport inaugure la période de l'après-Rio+20 pour le PNUE/PAM – Convention de Barcelone. Il inaugure un processus découlant des deux principales leçons de l'expérience tirées du cinquième Rapport sur l'environnement mondial (GEO-5) que le PNUE a rendu public lors du Sommet sur le développement durable Rio+20 en 2012, et notamment du fait que les accords internationaux qui ont le plus de succès sont ceux qui visent des objectifs précis, à l'aide de cibles spécifiques, portant sur un nombre réduit de problèmes prioritaires, et que la prise de décisions basée sur des faits a besoin de données plus fiables. De fait, l'une des conclusions les plus frappantes du présent rapport est que les connaissances présentent encore des lacunes significatives.

Il reste beaucoup à faire en termes de connaissances et de gestion. Mais j'ai confiance qu'avec le temps nous parviendrons à constituer le corpus de connaissances et le portefeuille de gestion dont nous avons besoin pour comprendre les risques et impacts cumulatifs et y faire pièce. C'est indispensable, si nous voulons redonner à nos écosystèmes marins et côtiers, qui sont mis à rude épreuve, un bon état environnemental.

Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre les différentes composantes du PNUE/PAM – Convention de Barcelone ainsi que des parties et de nos partenaires. L'évaluation initiale intégrée de l'approche écosystémique a constitué notre principale source d'information. Cette évaluation a fait l'objet d'un examen par les pairs au GESAMP. Le présent rapport, établi par GRID/ARENDAL, a été examiné par des experts qui ont travaillé bénévolement. Le Secrétariat exprime sa reconnaissance à tous ceux qui y ont contribué et se réjouit de recevoir retours et commentaires, qui permettront d'enrichir ses futures éditions.

Maria Luisa Silva Mejias
Secrétaire exécutive et coordinatrice du PNUE/PAM,
Convention de Barcelone

Préface

Le Plan d'action pour la Méditerranée (PAM) est une initiative de coopération lancée en 1975 par seize pays méditerranéens et par la Communauté européenne. Premier plan en date du Programme pour les mers régionales du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), il réunit les pays riverains de la Méditerranée et l'Union européenne.

La « Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution » (Convention de Barcelone) a été adoptée par les Etats riverains de la Méditerranée et par la Communauté européenne en 1976; elle est entrée en vigueur en 1978. Les principaux objectifs du PAM étaient d'aider les pays méditerranéens à évaluer et à contrôler la pollution marine, à mettre au point leurs politiques environnementales à l'échelon national, à améliorer la capacité des gouvernements à faire les meilleurs choix en matière de développement et à allouer les ressources au mieux. Bien que le PAM se soit dans un premier temps concentré sur le contrôle de la pollution en milieu marin, l'expérience a montré que ce sont les évolutions socio-économiques qui sont à l'origine de la plupart des problèmes environnementaux, lorsque le développement est mal planifié et mal géré. Par conséquent, le PAM a progressivement englobé la planification et la gestion intégrée des zones côtières, la préservation de la biodiversité et le développement durable. Il les considère aujourd'hui comme des outils clés pour résoudre ces problèmes.

Vingt ans après, le « Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée » (PAM Phase II) a été élaboré en prenant en compte les résultats de la première Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED), tenue à Rio en 1992, ainsi que les succès et les échecs de la première phase du PAM dans le contexte des précédentes évolutions. Simultanément, les Parties contractantes ont adopté une version modifiée de la Convention de Barcelone, rebaptisée « Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée » afin de refléter l'élargissement de son mandat. Ainsi modifiée, la Convention est entrée en vigueur en 2004. Sept Protocoles ciblant des aspects spécifiques de la protection et de la conservation de l'environnement méditerranéen complètent le cadre légal du PAM.

Aujourd'hui, 21 pays riverains de la mer Méditerranée (à savoir l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Egypte, l'Espagne, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, le Maroc, Monaco, le Monténégro, la Slovénie, la Syrie, la Tunisie, et la Turquie, ainsi que l'Union européenne) sont Parties à la Convention de Barcelone. Ces Etats sont déterminés à travailler ensemble afin de répondre aux défis posés par la dégradation de l'environnement en zone marine et littorale et de lier gestion durable des ressources et développement, afin de protéger la région méditerranéenne et d'y contribuer à l'amélioration des conditions de vie.

L'Unité de coordination du PAM fait office de Secrétariat pour le Plan d'action pour la Méditerranée / Convention de Barcelone. Elle effectue les tâches diplomatiques, politiques et de communication, supervise les principaux composants du PAM (MED POL, la composante d'évaluation et de contrôle de la pollution marine du PAM et les six Centres d'activités régionales), et coordonne les principaux programmes.

Les Parties contractantes à la Convention de Barcelone se sont engagées, par son article 26, à rendre compte au Secrétariat des mesures juridiques, administratives et autres qu'elles prennent pour mettre en œuvre la Convention et ses Protocoles. Elles s'engagent aussi à rendre rapport sur l'application concrète de ces mesures et des problèmes rencontrés et, en application de l'article 15, elles ont accepté de publier les informations relatives à l'état de l'environnement dans les domaines où ces instruments s'appliquent. Elles ont réaffirmé que la publication d'un rapport à intervalles réguliers sur l'état et l'évolution de l'environnement en Méditerranée figure parmi leurs objectifs prioritaires. Enfin, en 2008, elles ont demandé au Secrétariat de faire périodiquement rapport sur l'état de l'environnement dans la région.

La présente édition de « L'état de l'environnement marin et côtier de la Méditerranée » fait la synthèse des connaissances disponibles concernant les principaux éléments et pressions qui affectent la mer et les populations littorales, l'état de l'environnement en Méditerranée, les impacts actuels et potentiels des activités humaines et les nouveaux enjeux de la gestion marine et côtière. Il est destiné à permettre aux décideurs de faire une synthèse intégrée, au niveau régional, en ce moment critique dans l'application de l'approche écosystémique pour la gestion des activités humaines en Méditerranée (voir décision IC.17/6 de 2008 et IG.20/4 de 2012). Les Parties contractantes ont fait d'importants progrès dans la mise en œuvre de la feuille de route de l'approche écosystémique adoptée en 2008. La dernière étape importante en date est l'accord sur les objectifs écologiques de l'approche écosystémique, qui a été adopté lors de la réunion des Parties qui a eu lieu en février 2012. Pour chacun des enjeux écologiques majeurs qui ont été sélectionnés à cet effet, les objectifs écologiques décrivent les résultats qu'on attend de l'approche écosystémique de la gestion des activités humaines. Le présent rapport donne, en outre, des indications susceptibles d'encadrer les futures orientations à cet effet.

Le présent Rapport prend en considération la Méditerranée dans son ensemble, zones côtières comprises.

Pour évaluer l'état de l'environnement, on utilise un cadre conceptuel dit Facteur-pression-état-impact-réponse (FPEIR) dont la structure est reflétée par celle du présent rapport :

- La première partie donne des informations générales sur le bassin méditerranéen, un aperçu des principaux facteurs à l'œuvre dans la région ainsi qu'une introduction sur l'interrelation existante entre les facteurs humains et les écosystèmes méditerranéens.
- La deuxième partie analyse les pressions, l'état et les impacts connus associés à chacun des problèmes visés par les objectifs écologiques de l'approche écosystémique.
- La troisième partie analyse les réponses à apporter concrètement aux problèmes évoqués dans la deuxième partie. Elle met aussi en évidence les principaux faits établis quant à l'état de l'environnement marin et côtier ainsi que les principales lacunes dans les connaissances. Finalement, elle discute des perspectives permettant la mise en œuvre de l'approche écosystémique.

Bien que les informations sur les impacts environnementaux et socio-économiques des activités humaines en mer Méditerranée existent et qu'une série d'actions visant à les contrebalancer ait déjà été mise en œuvre, le rapport met principalement l'accent sur les facteurs, les pressions, l'état et les impacts connus afin de préparer clairement le terrain pour la discussion relative aux prochaines étapes de l'approche écosystémique, à savoir : la définition d'un bon état écologique, la fixation d'objectifs et l'élaboration d'un programme de surveillance intégré. Toutes ces étapes nécessiteront un examen approfondi des impacts qu'ont les activités humaines et, au final, la révision et l'élaboration de plans d'action et de programmes de mesures, ce qui exigera une analyse plus approfondie des actions précédemment entreprises. Dans l'ensemble, ce processus permettra une mise en œuvre complète du cadre FPEIR dans les prochaines versions du Rapport.

Les directives et recommandations fournies dans la discussion des moyens de concrétiser l'approche écosystémique se concentrent sur les décisions qui permettront de mettre en place un système de surveillance systématique, complet, holistique et efficace. Ce régime de surveillance vise à recueillir des bases scientifiques rigoureuses afin de déterminer périodiquement l'état de l'environnement méditerranéen, ainsi que les tendances relevées en matière environnementale afin d'appuyer des prises de décisions fondées sur la science. Ce système de surveillance permettra la pleine mise en œuvre de l'approche écosystémique dans la région et permettra aux recommandations découlant des rapports sur l'état de l'environnement d'être orientées vers une gestion cohérente avec celle-ci.

L'évaluation initiale intégrée de la mer Méditerranée (PNUE/PAM 2012), effectuée dans le cadre de l'application de la feuille de route de mise en œuvre de l'approche écosystémique, constitue la principale source d'information sur laquelle se base le présent rapport, qui a été produit à l'aide d'une approche participative impliquant tous les pays méditerranéens. Il a été révisé par des experts désignés par les représentants des pays, commenté par les représentants des pays et évalués par les pairs du GESAMP (Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin). Lorsque l'information contenue dans *l'évaluation initiale intégrée* n'était pas suffisante pour illustrer les thèmes abordés dans ce rapport, des compléments d'information ont été tirés du *Rapport sur l'état de l'environnement et du développement en Méditerranée 2009* du PNUE/PAM (PNUE/PAM/PB/CAR 2009), du rapport de l'AEE-PNUE/PAM de 2006 *Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerranéen* (AEE et PNUE 2006), du rapport du PNUE/PAM de 2005 intitulé *Transboundary diagnostic analysis (T.D.A.) for the Mediterranean Sea* (PNUE/PAM/MED POL 2005, en anglais seulement), et

le rapport de l'AEE-PNUE/PAM de 1999 intitulé *Le milieu marin et littoral méditerranéen : Etat et pressions* (AEE et PNUE 1999), ainsi que des revues scientifiques. De précédents rapports sur l'état de l'environnement marin et côtier en Méditerranée ont été publiés dans le cadre du PAM en 1996 et en 1989 (PNUE/PAM/MEDPO 1996 et PNUE/PAM/MED POL/OMS/FAO 1989).

Certains des sujets abordés dans le rapport, comme la pollution et la biodiversité, ont fait l'objet de recherches et de suivi depuis de nombreuses années, et une foule d'informations sont à disposition. Pour d'autres sujets, par contre, beaucoup moins d'informations sont disponibles. C'est le cas pour le bruit, les déchets marins, l'intégrité des fonds marins et les niveaux et les réseaux trophiques. Par conséquent, certains chapitres du présent rapport sont soutenus par des preuves solides tandis que d'autres sont nécessairement plus qualitatifs. Cette dichotomie montre clairement la nécessité d'une collecte d'informations plus robuste afin de pouvoir s'attaquer aux principaux problèmes que visent les objectifs écologiques de l'approche écosystémique sur des bases plus solides. Pour certaines questions, l'information existante suffit à appuyer les décisions à prendre lors des prochaines étapes du développement de l'approche écosystémique. Pour d'autres, des informations devront être recueillies par le biais de programmes de surveillance ciblés afin de fournir une base scientifique à la prise de décisions.

La stratégie suivie dans la préparation du rapport a visé à combiner les exigences de la Convention de Barcelone avec la compilation systématique des informations nécessaires à l'application de l'approche écosystémique. Le rapport vise à éviter les doublons dans les rapports réalisés par les Parties contractantes au PAM et cherche à fournir un modèle solide à l'usage des rédacteurs des futurs rapports sur l'état du milieu marin et côtier de Méditerranée.

A la demande du PNUE/PAM, le présent rapport a été réalisé par le PNUE/GRID-Arendal en collaboration avec Sound Seas. Tout au long du processus, les auteurs ont reçu des apports, orientations et révisions de la part de l'unité de coordination du PNUE/PAM et de tous les composants du système du PNUE/PAM, MED POL (le Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine), REMPEC (le Centre régional méditerranéen pour l'Intervention d'Urgence contre la Pollution marine accidentelle), CAR/PAP (Centre d'activités régionales du Programme d'action prioritaire), CAR/PB (Centre d'activités régionales du Plan Bleu), CAR/PP (Centre d'activités régionales de la production propre), CAR/ASP (Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées), et CAR/INFO (Centre d'activités régionales pour l'information). Pour finir, le rapport a été révisé à titre bénévole par plusieurs spécialistes indépendants.

Résumé pour les décideurs

Introduction

La Méditerranée est une des mers les plus appréciées au monde. La région comprend un vaste ensemble d'écosystèmes marins et côtiers qui offrent d'importants avantages à tous les habitants du littoral. Il s'agit notamment des lagunes d'eau saumâtre, des estuaires ou des zones de transition, des plaines côtières, des zones humides, des côtes rocheuses et des zones littorales, des herbiers, des communautés coralligènes, des systèmes frontaux et des remontées d'eau riches en éléments nutritifs (*upwellings*), des guyots ou monts sous-marins et des systèmes pélagiques.

La Méditerranée est non seulement complexe sur le plan écologique mais aussi sur le plan socio-politique : vingt et un pays entourent cette mer très sollicitée. La Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone) constitue un partenariat international visant à protéger la mer, ses littoraux, les usages qu'on en fait et les modes de vie qu'elle soutient.

La Convention fournit un cadre essentiel permettant de fixer des normes et des objectifs environnementaux acceptés par toutes les Parties, ainsi que pour partager des informations importantes relatives à la gestion de cet environnement. Les objectifs de la Convention (évaluer et maîtriser la pollution; assurer la gestion durable des ressources naturelles marines et côtières; intégrer l'environnement dans le développement économique et social; protéger le milieu marin et les zones côtières par des actions visant à prévenir et à réduire la pollution et, dans la mesure du possible, l'éliminer, qu'elle soit due à des activités menées à terre ou en mer; protéger le patrimoine naturel et culturel; renforcer la solidarité parmi les pays riverains de la Méditerranée; et contribuer à l'amélioration de la qualité de vie) ont permis de nombreux progrès. En tant que Parties à la Convention de Barcelone, les pays méditerranéens, en collaboration avec l'Union européenne, sont déterminés à relever les défis persistants et émergents de la protection de l'environnement marin et côtier méditerranéen tout en renforçant les plans régionaux et nationaux menant à un développement durable.

L'effet des activités humaines sur l'environnement marin et côtier de la Méditerranée

Très utilisée et très appréciée, la mer Méditerranée est aussi une des mers les plus soigneusement surveillées et les mieux étudiées. Le cadre de la Convention de Barcelone permet la collecte coordonnée d'informations sur les concentrations de contaminants clés à travers le MEDPOL, tandis que le Centre d'activités régionales (CAR/ASP) situé à Tunis coordonne la collecte d'informations touchant à la biodiversité. D'autres Centre d'activités régionales suivent le développement côtier ainsi que les industries côtières et maritimes. Ces informations sont diffusées dans différentes filières. Des rapports sur l'état de l'environnement sont régulièrement préparés par le PAM. Si les précédents rapports ont traité des questions les plus critiques affectant l'environnement méditerranéen, notamment la pêche, la pollution, et la des-

truction d'habitats naturels en zone côtière, le présent rapport diffère de ses précédents du fait qu'il aborde systématiquement toute la gamme de pressions que les activités humaines exercent sur l'environnement marin et côtier méditerranéen, et la perte de services écosystémiques concomitante.

Si l'état de l'environnement marin et côtier méditerranéen varie d'un endroit à l'autre, toutes les zones de la Méditerranée sont soumises à des pressions multiples qui agissent simultanément et dans bien des cas de manière chronique. Selon le rapport sur l'état de l'environnement marin et côtier de Méditerranée, les éléments suivants constituent les principales difficultés nécessitant des réponses coordonnées sur le plan politique et de la gestion, dans les années à venir, afin d'endiguer la vague de dégradation des écosystèmes méditerranéens.

- Le **développement et l'étalement côtier**, entraînés par le développement urbain et touristique, conduisent à la fragmentation, à la dégradation et à la disparition d'habitats et de paysages, notamment à la déstabilisation et à l'érosion du littoral. Si toute la zone côtière mérite attention, une attention particulière devrait être portée à la dégradation des zones de transition, notamment les deltas, les estuaires, et les lagunes côtières, qui constituent des zones critiques d'alevinage pour les poissons commercialisés et qui accueillent des combinaisons uniques d'espèces animales et végétales.
- La **contamination chimique** des sédiments et du biote, due à la pollution émise par l'urbanisation, l'industrie, les agents antisalissures et le transport atmosphérique. Dans de nombreuses régions de la Méditerranée, les conditions environnementales s'améliorent grâce au renforcement des contrôles des rejets des pollutions d'origine tellurique, mais les contaminations liées aux substances dangereuses et à certains polluants restent un problème dans de nombreuses régions.
- L'**eutrophisation**, causée par l'apport d'origine humaine d'éléments nutritifs dans les eaux marines, est une source de préoccupation, en particulier dans les zones côtières situées à proximité des grands cours d'eau et/ou des villes. Les effets de l'eutrophisation incluent la prolifération d'algues, certaines d'entre elles étant dangereuses, et l'hypoxie. Les effets socio-économiques directs sont liés à la toxicité voir à la mortalité des poissons et des fruits de mer récoltés, à la perte de valeur esthétique des écosystèmes côtiers, et la réduction de la qualité de l'eau impactant le tourisme.
- L'impact des **déchets marins**, principalement concentré dans les baies et les zones peu profondes, est de plus en plus considéré comme un sujet de préoccupation à travers toute la Méditerranée.
- L'impact du **bruit sous-marin** sur le biote, en particulier sur les mammifères marins et les poissons, nécessite davantage de recherches ciblées. Le trafic maritime intense, en particulier en Méditerranée occidentale, et l'intensité des activités militaires et d'exploration offshore à certains endroits, suggèrent de sérieux impacts potentiels.

- Les **espèces non indigènes invasives** ont augmenté ces dernières années, en particulier à l'extrémité orientale de la Méditerranée. Parmi les impacts sur la diversité naturelle documentés se trouvent la prédation, l'altération du réseau alimentaire, la compétition pour les niches, et la modification des habitats. Ces impacts entraînent toute une série de conséquences sur la pêche, l'aquaculture, la navigation, la santé humaine, et le tourisme.
- La **surexploitation** au-delà des limites de la durabilité affecte de nombreux stocks de poissons méditerranéens exploités commercialement. Il en résulte des changements dans la diversité des espèces, certaines espèces étant considérées comme en danger, vulnérable, ou quasi menacées. La surexploitation conduit aussi à des modifications de la structure communautaire, du réseau trophique, et en définitive, des processus écologiques et de la fourniture des services écosystémiques. Les prises accessoires, les méthodes de pêche non sélective, et la pêche destructrice constituent d'autres pressions liées à l'activité de pêche intensive en Méditerranée. Comprendre comment ces multiples pressions réduisent les limites soutenables de prises est nécessaire à une gestion efficace des pêches, ce qui est crucial dans une région du monde dans laquelle les produits de la mer sont culturellement et économiquement vitaux. Bien que présentée comme un moyen de réduire la pression sur les stocks sauvages, l'aquaculture, qui s'est sensiblement accrue depuis les années 1990, est à l'origine de nouvelles pressions. Parmi ces dernières se trouvent la pollution organique qui conduit à une eutrophisation et à une éventuelle anoxie des communautés benthiques, la pollution inorganique à travers le rejet d'antibiotiques et de biocides, et l'introduction d'espèces non indigènes.
- **L'intégrité des fonds marins** est principalement touchée par le chalutage de fond, mais aussi par le dragage et les installations offshore. La pêche de fond et le dragage conduisent à une remise en suspension des sédiments et des organismes et à des changements dans la structure des communautés benthiques. Les conséquences des installations offshore ne sont pas très bien documentées.
- **Des modifications des conditions hydrologiques** causées par une perturbation locale des schémas de circulation entraînée par des structures d'origine artificielle, lorsque les flux d'eau douce se jetant dans la mer sont modifiés, que usines de désalinisation rejettent de la saumure ou lorsque les changements climatiques influencent à la fois les zones littorales et le large. Les changements dans les flux d'eau douce affectent aussi le transport de sédiments vers la zone côtière, à proximité des embouchures des fleuves, et agissent sur la stabilité du littoral et sur des systèmes clés comme les dunes.
- **Les réseaux trophiques marins** ont souffert des pressions exercées par la pêche. On estime que les prises ont baissé en moyenne à chaque niveau trophique au cours des cinquante dernières années. Il faut y ajouter la recrudescence des méduses, et la baisse du nombre d'espèces de grands prédateurs.
- Pour finir, l'état de la **biodiversité** reflète les effets cumulatifs des pressions touchant l'environnement marin et côtier méditerranéen. Bien que la diversité soit toujours élevée en Méditerranée, les effectifs d'espèces de reptiles, de mammifères marins, d'oiseaux et de poissons baissent dangereuse-

ment. La Méditerranée abrite également un large éventail d'habitats d'importance commerciale, écologique et culturelle. Nombreux sont ceux qui subissent toute une variété de pressions. Il s'avère que de nombreuses zones situées au large, dans lesquelles les upwellings se développent et où les monts sous-marins fournissent un habitat important, sont situées au-delà des eaux territoriales, ce qui complique encore davantage la situation.

Ce tableau, composé de multiples pressions qui agissent de manière simultanée et qui affectent les différentes composantes du milieu marin et côtier méditerranéen, affaiblissant ainsi la résilience et la santé des écosystèmes et mettant certaines espèces et habitats en grave danger, est très complexe. À l'avenir, la surveillance permettra de faire des analyses plus robustes et systématiques afin de comprendre précisément comment ces pressions et leurs impacts affectent la Méditerranée dans son ensemble mais aussi l'économie et le bien-être des communautés et des pays côtiers.

Ces informations sont plus urgentes que jamais, alors que les pays définissent leurs priorités en matière de gestion, et disposent de très peu de temps et de ressources pour les mettre en œuvre. La Méditerranée reste une région précieuse et estimée, mais aussi une région clairement menacée. L'engagement des pays du pourtour méditerranéen reste le seul espoir de voir ces écosystèmes marins et côtiers prospérer en dépit de ces pressions croissantes.

Analyse des réponses et recommandations

A mesure que l'utilisation des ressources et des espaces marins et côtiers s'accroît, la capacité qu'ont ces écosystèmes interconnectés de fournir des biens et services est compromise. Toutefois, il y a toutes les raisons d'espérer, car les pays se sont attaqués aux enjeux marins de façon admirable, et la région dans son ensemble évolue vers une approche écosystémique plus efficace et efficiente. Ce type d'approche écosystémique reconnaît les liens existants entre les différents habitats, entre l'environnement et le biote qu'il soutient, ainsi qu'entre l'environnement, les économies et le bien-être des communautés littorales. L'approche écosystémique permet de dégager des priorités en matière de gestion, et est en même temps source d'efficacité pour répondre aux besoins de gestion et de conservation.

Les Parties à la Convention de Barcelone se sont engagées en faveur de l'approche écosystémique. Elles y ont consacré du temps et des ressources et partagé leurs données afin de faire face aux menaces et aux facteurs qui sont à l'origine de ces menaces de façon plus systématique. Une meilleure compréhension des nombreux apports que les infrastructures naturelles et la mer dans son ensemble fournissent a contribué à sensibiliser le public et rendu encore plus pressant le besoin d'une gestion plus efficace.

Pour le moment, les informations relatives aux pressions d'origine humaine et à leurs impacts sur la Méditerranée sont réparties de façons très inégales en fonction des thématiques, mais aussi en termes d'espace et de temps. Cependant, il est indiscutable qu'une compréhension régionale commune se développe quant à la manière dont les activités humaines agissent sur l'environnement marin et côtier méditerranéen et dont ces impacts affectent en retour les industries, les modes de vie locaux et le bien-être des êtres humains. On peut donc s'attendre à ce que des actions plus efficaces en matière de gestion, tant au niveau des pays qu'à

travers la coopération internationale, découlent d'un suivi coordonné et d'une compréhension systématique de ces pressions, ce qui permettra, le cas échéant d'effectuer des arbitrages entre ces nombreux et complexes enjeux de gestion. A l'aide de ce cadre systématique et coordonné favorisant l'établissement de priorités, les réponses des politiques sectorielles atténueront les effets les plus néfastes des activités humaines et permettront la mise en œuvre d'une démarche écosystémique efficace afin de protéger les services essentiels que fournissent la biodiversité et les écosystèmes dont dépendent les pays méditerranéens.

L'impact cumulatif net de la myriade de pressions touchant les différentes régions méditerranéennes est difficile à déterminer de manière précise, au-delà des modèles basés sur le jugement des experts, car les mécanismes de suivi n'étaient, dans le passé, pas intégrés et souvent focalisés sur une seule espèce, un seul site ou un seul secteur. Cela souligne la nécessité d'un régime de suivi systématique permettant d'évaluer avec précision l'état de l'environnement côtier et marin méditerranéen. Au-delà de l'établissement d'un régime de suivi systématique permettant d'obtenir des données sur les conditions et tendances, les futures recherches devront aborder les relations de causalité afin de soutenir la mise en place de mesures de gestion conduisant aux résultats souhaités.

L'approche écosystémique fournit un cadre d'analyse intégré et holistique permettant un regard plus que nécessaire sur, par exemple, l'influence que l'utilisation d'eau douce dans les bassins versants et l'occupation des sols dans les zones côtières, en lien avec l'urbanisation, l'industrialisation et la recrudescence du tourisme côtier, ont sur la productivité et la santé des écosystèmes côtiers et marins, et sur la fourniture de services écosystémiques de grande valeur.

L'engagement des Parties contractantes en faveur de l'approche écosystémique signale l'importance que les pays accordent aux ressources et environnements côtiers et marins de la Méditerranée.

Des progrès tangibles vers la vision « d'une Méditerranée saine dotée d'écosystèmes marins et côtiers productifs et biologiquement divers, dans l'intérêt des générations actuelles et futures » ne font aucun doute après l'important travail fourni ces quatre dernières décennies dans le cadre de la Convention, de ses Protocoles et de la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable. Les enjeux majeurs décrits ci-dessus sont à la base des objectifs écologiques de l'approche écosystémique qui ont été approuvés par les Parties en février 2012.

Des indices importants laissent à penser que des mesures en faveur d'une meilleure gestion ont été prises (exemple avec l'entrée en vigueur en 2011 du Protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée signé en 2008). Dans le cadre de ce protocole, les Parties s'engagent à établir un cadre commun pour la gestion intégrée du littoral méditerranéen et à prendre les mesures nécessaires pour renforcer la coopération régionale à cette fin. Parmi les autres étapes importantes en termes de gestion des zones côtières et marines, il faut citer la ratification du Protocole « immersions » de 1995, ce qui a permis son entrée en vigueur, l'identification de zones d'importance écologique ou biologique (ZIEB), proposée par le PAM et son CAR/ASP, la décision de 2005 de la CGPM d'interdire le chalutage de fond dans les eaux d'une profondeur supérieure à 1 000 mètres et les nombreux accords bilatéraux et sous-régionaux qui favorisent une meilleure compréhension et l'harmonisation de la gestion. Le plus important de tous ces développements pourrait bien être l'engouement que suscite l'approche écosystémique. Cette approche permet d'utiliser les technologies et outils disponibles pour mieux évaluer les changements en cours, comprendre leurs causes, et entreprendre une gestion efficace. Ce mouvement vers une approche davantage basée sur les écosystèmes tombe à point nommé, à un moment où les écosystèmes, bien que faisant face à de multiples menaces, sont toujours suffisamment sains et productifs pour être en mesure de répondre positivement à une gestion améliorée.

Introduction au bassin méditerranéen

Approche écosystémique de la gestion des activités humaines

Les eaux du bassin méditerranéen

Le bassin méditerranéen et les hommes

La région située autour de la mer Méditerranée s'étend sur trois continents : l'Europe et ses péninsules méridionales au Nord, l'Asie du Sud-ouest à l'est, et le Maghreb au sud. Dans l'ensemble, il s'agit d'une région très peuplée, dotée d'une histoire politique complexe impliquant de multiples groupes ethniques. Il en résulte une carte politique complexe et hétérogène. Aujourd'hui, 21 pays, d'une superficie allant de 2 à 2,4 millions de km², bordent la mer Méditerranée. Il s'agit de l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie-Herzégovine, la Croatie, Chypre, l'Égypte, l'Espagne, la France, la Grèce, Israël, l'Italie, le Liban, la Libye, Malte, le Maroc, Monaco, le Monténégro, la Slovaquie, la Syrie, la Tunisie et la Turquie.

La Méditerranée a toujours été une région d'activité humaine intense. Les récoltes de la région proviennent en grande partie de la mer et de son littoral, plaque tournante du commerce, où les effets de ces activités se concentrent. La Méditerranée est une mer fermée, relativement petite, qui n'a que peu d'échanges avec les bassins océaniques. Elle connaît une intense circulation interne à mésoéchelle, et une grande diversité d'écosystèmes sensibles.

Combinées à la complexité politique de la région, ces caractéristiques impliquent que la gestion et la protection de l'environnement marin et côtier nécessitent des règlements et des accords multilatéraux sur l'environnement, gérés à un niveau supranational. Cette approche est essentielle au développement durable de toutes les nations riveraines de plans d'eau s'étendant au-delà de leurs frontières.

Afin de pouvoir analyser les différents enjeux et problèmes environnementaux qui touchent les écosystèmes marins et côtiers méditerranéens, il est nécessaire de connaître les caractéristiques naturelles du bassin méditerranéen et d'avoir une vue d'ensemble des principaux facteurs influant la région, notamment tous les secteurs économiques du bassin méditerranéen et tout particulièrement ceux consacrés à l'exploitation des ressources naturelles marines et côtières. Ces informations permettent de mieux comprendre l'interrelation globale qui existe entre les écosystèmes méditerranéens et les facteurs humains.

Approche écosystémique de la gestion des activités humaines

Les écosystèmes marins et côtiers de la Méditerranée : productivité, diversité et services

À bien des égards, la mer Méditerranée et ses franges côtières sont uniques. Bien que le niveau de productivité biologique soit faible, la mer Méditerranée et les terres environnantes sont caractérisées par une diversité biologique relativement élevée. La faune est composée de nombreuses espèces endémiques et est considérée comme plus riche que les zones côtières atlantiques (Bianchi et Morri, 2000). Le plateau continental est dans l'ensemble très étroit, mais la zone marine côtière de la Méditerranée, qui s'étend de la rive à l'extrémité extérieure de ce plateau continental, abrite de riches écosystèmes ainsi que les quelques zones à forte productivité de la Méditerranée. Les zones centrales de la Méditerranée contiennent peu de nutriments alors que les zones côtières bénéficient d'apports en nutriments qui favorisent des niveaux élevés de productivité. La grande diversité de l'habitat s'explique en partie par l'abrupt gradient de profondeur du bassin et par la gamme latitudinale, entraînant des conditions climatiques allant de subtropicale à tempérée.

Les écosystèmes côtiers et marins méditerranéens fournissent des services écosystémiques extrêmement précieux qui profitent à tous les habitants de la région. Ces services comprennent les ressources halieutiques et la valorisation touristique, dont les valeurs économiques peuvent être déterminées relativement facilement, mais ils comprennent aussi l'assimilation des déchets, un moyen de transport, la protection contre les tempêtes, et les moyens de maintenir les équilibres écologiques permettant la vie sur terre.

Les pays méditerranéens reconnaissent la valeur de ces services écosystémiques, mais ce n'est que récemment qu'ils ont commencé à les quantifier. En 2010, le Centre d'activités régionales du Plan Bleu du PNUE/PAM a produit un rapport préliminaire sur la valeur des services écosystémiques marins de Méditerranée (PNUE/PAM/PB, 2010). Cette étude conclut qu'à travers la région méditerranéenne, les bénéfices des services écosystémiques pourraient

dépasser 26,128 millions d'euros par an. Plus des deux tiers proviennent du tourisme et de la valeur tirée de la nature. L'approvisionnement en produits de la mer, l'assimilation des déchets, la stabilisation du littoral, la prévention de l'érosion et la captation du carbone constituent d'autres services écosystémiques précieux. Bien que les résultats de l'étude soient en cours de vérification, l'ampleur des estimations des services écosystémiques indique l'importance qu'ont certains types d'habitat et de ressources pour le bien-être de l'homme dans tout le bassin. Alors que les pays se concertent pour savoir comment progresser vers une gestion marine basée davantage sur l'approche écosystémique, la priorité devrait être donnée aux habitats fournissant la majeure partie des services économiques, écologiques, et culturels.

La compréhension de la valeur économique et sociale des services écosystémiques méditerranéens permet d'évaluer les coûts de l'inaction ou de la poursuite de la gestion sectorielle. Le régime de gestion actuellement en place ne prend généralement pas en compte la manière dont les multiples usages de l'environnement côtier et marin agissent en synergie et portent ainsi atteinte à la santé et à la productivité de régions entières. La perte de services écosystémiques peut être très coûteuse et les effets peuvent se faire ressentir sur une longue période. En adoptant une gestion basée sur une approche écosystémique, de petits investissements pourraient enrayer la dégradation.

Vers une gestion des activités humaines

La Méditerranée et ses côtes constituent la force vive de la région. La région n'est pas seulement le lieu où les hommes vivent et dont ils tirent leur subsistance, c'est la toile de fond culturelle sur laquelle les civilisations méditerranéennes se sont épanouies et continuent à prospérer. Le bassin méditerranéen est l'une des zones marines les plus utilisées et appréciées du monde. La longue histoire d'occupation humaine et d'utilisation des ressources a indéniablement modifié les écosystèmes marins et côtiers du bassin méditerranéen. Toutefois, ces écosystèmes continuent à soutenir les pays et communautés qui entourent la mer.

De précédents rapports consacrés à l'environnement côtier et marin de la Méditerranée (AEE et PNUE 1999 ; PNUE/PAM/MED POL 2005 ; AEE et PNUE 2006 ; PNUE/PAM/PB/CAR 2009) ont mis en évidence la manière dont le développement des zones côtières et marines a affecté la Méditerranée dans son ensemble. Les enjeux mis en lumière par le passé restent toujours d'actualité :

- Développement du littoral mal planifié conduisant à une fragmentation et à une perte de l'intégrité des habitats et des paysages côtiers
- Destruction d'habitats marins
- Pollution
- Pêches non durables
- Propagation d'espèces invasives
- Changements climatiques.

Les changements ont des répercussions sur le bien-être actuel des humains. La perte de biodiversité, les baisses de produc-

Les écosystèmes marins et côtiers de la Méditerranée comprennent:

- Les côtes et zones littorales rocheuses (y compris les systèmes karstiques)
- Les plaines côtières
- Les lagunes d'eau saumâtre, les estuaires ou les zones de transition
- Les zones humides
- Les herbiers
- Les zones coralligènes (formations calcaires produites par l'incrustation d'algues)
- Les systèmes frontaux et les remontées d'eau riches en éléments nutritifs (*upwellings*)
- Les systèmes benthiques des grands fonds, y compris les monts sous-marins et les récifs coralliens d'eau froide
- Les systèmes pélagiques.

tivité, et la contamination par les polluants affectent non seulement les systèmes marins et leur bon fonctionnement, mais aussi la santé et les économies humaines, et le tissu même de ces sociétés littorales.

Aujourd'hui, les pays méditerranéens commencent à porter un regard holistique sur les conditions de l'environnement méditerranéen dans le but de comprendre comment des effets multiples et cumulatifs affectent l'environnement et comment, en retour, la dégradation continue de l'environnement affecte le bien-être humain. Cette approche holistique s'appuiera certainement sur les étapes déjà couvertes par les précédentes approches de gestion intégrée comme la Gestion intégrée des zones côtières (GIZC), récemment renforcée par l'entrée en vigueur de son Protocole. L'engagement des Parties contractantes à la Convention de Barcelone en faveur de l'approche écosystémique montre que l'immense valeur des côtes et des mers de la région n'a pas échappé aux décideurs, non plus que l'importance particulière d'une gestion qui en permette une exploitation durable.

L'augmentation de la population en zone littorale, l'urbanisation, un commerce maritime en constante augmentation, l'exploitation des ressources naturelles, et le tourisme côtier sont les principaux facteurs à l'origine des pressions qui continuent de dégrader la mer Méditerranée et son littoral. Cependant, ces facteurs et pressions ne sont pas homogènes à travers le bassin. La mise en place d'une gestion assurant l'utilisation durable et continue aux écosystèmes exige une compréhension solide des niveaux de pressions, de l'état sous-jacent des écosystèmes, des incidences sur l'écologie, et de la manière dont répondent les institutions. La situation de l'environnement de la Méditerranée est en réalité l'histoire de multiples situations de l'environnement, qui varient d'un endroit à l'autre. C'est aussi l'histoire de la manière dont cet éventail de situations touche la mer dans son ensemble et sur la capacité de ses écosystèmes marins et côtiers de continuer à fournir les biens et services dont la population a besoin.

Depuis le rapport de l'AEE-PNUE/PAM de 2006 sur les problèmes prioritaires concernant l'environnement méditerranéen, les changements sont manifestes. Les améliorations de la qualité de l'eau sont perceptibles à certains endroits, grâce aux efforts stratégiques visant à réduire la charge de polluants. Les quantités de substances dangereuses telles que le DDT et les métaux lourds sont en baisse dans d'autres (PNUE/PAM/MED POL 2011). Cependant, de nouveaux enjeux ont émergé. La désalinisation et ses effets, en particulier les rejets de saumure, nécessitent qu'on s'y intéresse davantage. Le développement des activités d'aquaculture dans l'espace marin et côtier, notamment pour l'engraissement du thon rouge, s'accompagne de menaces de pollution accrue, d'eutrophisation, de rejet d'espèces invasives et de pathogènes, ainsi que de la recrudescence des conflits liés à la réduction des accès et de la disponibilité de l'espace pour les autres utilisations. Enfin, l'impact des espèces invasives sur l'économie et l'écologie de la région continue de croître, nécessitant des efforts plus soutenus pour empêcher de nouvelles invasions, et pour contrôler, lorsque c'est possible, les dommages causés par ces espèces.

L'incapacité historique de procéder à une évaluation uniforme des situations et des pressions en vue de formuler des réponses est une des raisons pour lesquelles les écosystèmes méditerranéens continuent à être menacés, en dépit d'une reconnaissance de plus en plus grande de leur valeur.

À l'exception des données concernant les polluants localisés, les nutriments et les enrichissements en matière organique pour certains pays, les données restent limitées. Cependant, quelques pays ont commencé à évaluer les effets du changement climatique et à étudier les enjeux émergents, comme les effets du bruit et l'évaluation des impacts conjugués. D'autres pays, dotés de ressources humaines et financières moins importantes, se concentrent sur leurs obligations découlant des différents protocoles de la Convention de Barcelone. Dans le futur, un programme de surveillance rationalisé (basé sur certains objectifs écologiques et opérationnels que les Parties à la Convention de Barcelone sont en train de choisir) permettra de surmonter les obstacles à la compréhension de la séquence Facteur-pression-état-impact-réponse qui concernent toute une série d'impacts des activités humaines.

Lors de la réunion des Parties à la Convention de Barcelone tenue en février 2012, elles ont convenu (Décision IG.20/4) de s'efforcer de répondre à une série d'objectifs écologiques et opérationnels (voire la troisième partie) afin de garantir que les écosystèmes méditerranéens continuent à offrir de précieux services et des ressources rentables en faveur des pays méditerranéens. Ces objectifs peuvent se résumer comme suit:

- Les processus côtiers ne sont pas perturbés par l'urbanisation, le développement des côtes et la protection insuffisante des habitats, écosystèmes et paysages côtiers, de sorte que les rivages restent stables, que l'élévation du niveau de la mer soit contenue dans la mesure du possible par l'adaptation naturelle, et que la fragmentation de l'habitat soit réduite au minimum.
- La pollution causée par les contaminants est réduite au minimum afin d'éviter de perturber l'écologie, de provoquer la perte de la biodiversité et d'entraîner des impacts négatifs sur la santé humaine.
- L'eutrophisation due aux activités humaines, ainsi que l'augmentation de l'hypoxie et de l'anoxie sont évitées ou réduites au minimum grâce à des contrôles sur les apports en éléments nutritifs dans les eaux côtières.
- Les déchets marins n'ont pas d'effets néfastes sur l'environnement côtier et marin, ni sur la vie marine.
- Le bruit des activités humaines n'a aucun impact significatif sur les écosystèmes marins et côtiers.
- Les espèces non indigènes introduites par les activités humaines sont contenues, dans la mesure du possible, afin d'éviter qu'elles ne deviennent invasives et perturbent la productivité et les équilibres naturels.
- La pêche (et le prélèvement de poisson en appui des industries agricoles et aquacoles) ne dépassent pas les limites durables, laissant des ressources afin de soutenir l'ensemble des écosystèmes et de permettre la reconstitution des stocks.
- Les dommages d'origine anthropique au fond de la mer sont évités ou réduits au minimum de façon à ce que l'intégrité des

systèmes benthiques soit maintenue et que le couplage benthique/pélagique puisse perdurer, comme cela est nécessaire à des écosystèmes marins en bonne santé.

- Les conditions hydrographiques ne sont pas excessivement modifiées par des constructions littorales mal planifiées, des changements de débit des fleuves menant aux estuaires, ou d'autres modifications physiques de la mer et des côtes.
- Lorsque c'est possible, les réseaux trophiques ne sont pas modifiés par l'exploitation des ressources et des modifications apportées à l'environnement, afin que les soldes de population et la productivité soient maintenus.

- La biodiversité marine et côtière est préservée de pertes irréversibles, à tous les niveaux (génétique, biologique et écosystémique), de sorte que les rôles écologiques des espèces puissent se maintenir et que les écosystèmes puissent fournir des bénéfices culturels et d'agrément au maximum de leur potentiel.

Tant que ces conditions ne seront pas remplies, l'environnement des systèmes marins et côtiers méditerranéens continuera à être menacé, et la fourniture d'importants et précieux services écosystémiques sera en péril, tout comme le seront les communautés et les pays qui bordent le bassin.

Les eaux du bassin méditerranéen

Géographie, physiographie et paysages

Un aperçu général de la géographie physique de la région méditerranéenne révèle un littoral irrégulier et profondément découpé, en particulier sur sa rive nord, découpée par les péninsules de la France, de l'Italie et de la Grèce (ibérique, italienne et balkanique).

Les îles, nombreuses, correspondent à des blocs tectoniques isolés, à des sommets de dorsales sous-marines ou aux extrémités des volcans sous-marins. Les plus grandes îles sont la Sicile, la Sardaigne, la Corse et la Crète, et les archipels les plus importants les Baléares au large des côtes espagnoles et les îles grecques de la mer Ionienne, des Cyclades et du Dodécanèse.

Mis à part les plaines côtières et les zones deltaïques des grands fleuves (l'Èbre, le Rhône, le Pô et le Nil), le littoral est surtout bordé par des chaînes de montagnes. Seules les plaines côtières situées à l'est de la Tunisie et dans la péninsule du Sinaï, bordées principalement par un désert de basse altitude, sont exemptes de montagnes. De fait, le point culminant des principales chaînes de montagnes marque généralement la limite du bassin hydrographique qui s'écoule vers la mer Méditerranée. Ces chaînes de montagnes comprennent l'Atlas, le Rif, les cordillères Bétiques et Ibériques, les Pyrénées, les Alpes, les Alpes dinariques, les Hellénides, les Balkans, et le Taurus (Amblas et al. 2004).

La Méditerranée occupe un bassin d'environ 2,6 millions de km². Le littoral est long de 46 000 km et le bassin en tant que tel fait 3 800 km d'est en ouest et de 900 km du nord au sud, à son maximum (entre la France et l'Algérie). La profondeur moyenne est d'environ 1 500 m avec une profondeur maximale de 5 121 m au sud-ouest de la Grèce. Le nord de la mer Adriatique est la zone la moins profonde de la mer Méditerranée, la profondeur n'y dépassant pas 50 m en moyenne. La Méditerranée peut être

divisée en deux sous-bassins, le bassin occidental et le bassin oriental, qui à leur tour, se composent d'une série de bassins de plus petite taille (Amblas et al. 2004).

La superficie du bassin occidental est d'environ 0,9 million de km² et comprend la mer d'Alboran, le bassin algérien-Baléares, la mer Catalano-Baléare, le Golfe du Lion, la mer Ligurienne et le bassin formé par la mer Tyrrhénienne. Le détroit de Gibraltar, situé à l'extrême ouest, constitue la seule liaison naturelle entre la mer Méditerranée et les océans de la planète.

Ce passage, large de seulement 14 km et profond de 290 mètres à son seuil, exerce un contrôle essentiel sur la circulation des eaux, avec des entrées d'environ 35 000 km³ / an.

Au large du nord et du sud de la péninsule Ibérique, des Baléares, de la Corse, de la Sardaigne, des côtes occidentales de l'Italie, de l'Afrique du Nord et des Alpes-Maritimes, les plateaux continentaux sont souvent étroits, les versants de chaînes de montagne plongeant presque directement dans la mer. Au large des embouchures du Rhône et de l'Èbre, on trouve des plateaux continentaux plus larges (plus de 50 km), principalement à cause de l'extension de systèmes deltaïques vers le large. Le plateau continental situé au large des côtes septentrionales de la Tunisie est aussi relativement large. Les plaines bathyales, les zones plates les plus profondes du bassin, occupent la partie centrale du bassin algérien-Baléare, avec des profondeurs atteignant 2 800 m, ainsi que le bassin Tyrrhénien, dont la profondeur atteint 3 430 m.

Par contraste, le bassin oriental de la Méditerranée, bien plus grand (environ 1,7 million de km²), présente des caractéristiques physiographiques très variables. Il comprend le canal de Sicile, la mer Adriatique, la mer Ionienne, le bassin Levantin et la mer Égée. Les principales structures bathymétriques du bassin orien-



Fleuve	Région de drainage	Sous-bassin de déversement	Superficie du bassin versant
Èbre	■ Versant sud des Pyrénées et flancs nord de la cordillère Ibérique	Mer Baléare-Catalane	84.000 km ²
Rhône	■ Alpes centrales et écoulement à travers le lac Léman et le sud-est de la France	Golfe du Lion	96.000 km ²
Pô	■ Versant sud des Alpes et nord de la chaîne de montagnes des Apennins	Mer Adriatique	75.000 km ²
Nil	■ Nord-est du craton africain	Mer du Levant	3.300.000 km ²

tal sont la fosse hellénique et la dorsale méditerranéenne. La fosse hellénique est une zone de subduction (une zone où les plaques tectoniques terrestres se rencontrent et où l'une glisse sous l'autre) qui atteint 5 267 m de profondeur à l'ouest de la Crète, soit le plancher de la Méditerranée. Cette fosse clôt la mer Égée au nord et forme un arc de cercle allant de l'ouest du Péloponnèse au sud-est de l'île de Rhodes. La dorsale méditerranéenne s'étend parallèlement à cette structure, s'étirant du bassin Ionien à l'Ouest, à l'arc de Chypre à l'est (Amblas et al. 2004).

Le bassin oriental est relié au bassin occidental par le canal de Sicile, dont la profondeur atteint 400 m, et à la mer Noire par le détroit des Dardanelles, large de seulement 7 km au maximum et d'une profondeur moyenne de 55 m. Les entrées provenant de la mer Noire atteignent environ 200-300 km³ par an : elle sont cent fois moindres que celles qui viennent de l'océan Atlantique. La liaison du sud-est de la Méditerranée et de la mer Rouge se fait par le canal (artificiel) de Suez. Les plateaux continentaux du bassin oriental sont étroits au large du Péloponnèse et de la Crète, ainsi qu'au nord et au sud de la Turquie. Par contre, les plateaux sont particulièrement bien développés à l'est de la Libye, dans une zone influencée par les dépôts du delta du Nil, et en mer Adriatique, où on trouve de larges zones de faible profondeur (inférieure à 100 m) en raison des dépôts provenant du delta du Pô. La mer Égée est également assez peu profonde, ce qui est en revanche dû à la jeunesse relative de la croûte plutôt qu'à l'épaisseur de la couche sédimentaire. Les plaines bathyales du bassin oriental sont plus profondes et plus petites que celles du bassin occidental. La plaine abyssale Ionienne atteint 4 200 m de profondeur au maximum. La plaine abyssale d'Hérodote atteint 3 200 m (Amblas et al. 2004).

Le bassin versant de la Méditerranée s'étend sur plus de cinq millions de km². Ce chiffre comprend le Nil et le littoral de Libye, sachant qu'aucun d'entre eux n'est une composante active du bassin versant. En effet, l'essentiel de l'eau qui s'écoule du Nil s'évapore, surtout depuis la construction du grand barrage d'Assouan qui a augmenté la quantité d'eau puisée dans le système à des fins agricoles. Le bassin versant du sud-est de la Méditerranée (y compris l'essentiel du littoral libyen) est essentiellement désertique et pourvue de quelques petits cours d'eau saisonniers. Si l'on exclut ces zones de faibles apports fluviaux, le bassin versant de la Méditerranée mesure moins de 1,5 millions de km² (Ludwig et al. 2009). Les principaux cours d'eau pérennes (l'Èbre, le Rhône, le Pô et le Nil) sont alimentés par de très grands bassins versants qui, dans la plupart des cas, recueillent les eaux venant d'au-delà des limites de la zone climatique méditerranéenne. Les plus petits fleuves, dotés de bassins de drainage inférieurs à 10 000 km², couvrent près de

60% du bassin versant méditerranéen et jouent un rôle très important. Toutefois, ils sont éphémères ou de faible débit en raison de maigres précipitations annuelles (moins de 500 mm), de l'importance de l'évaporation et de l'infiltration, et de la nature sporadique et saisonnière des pluies.

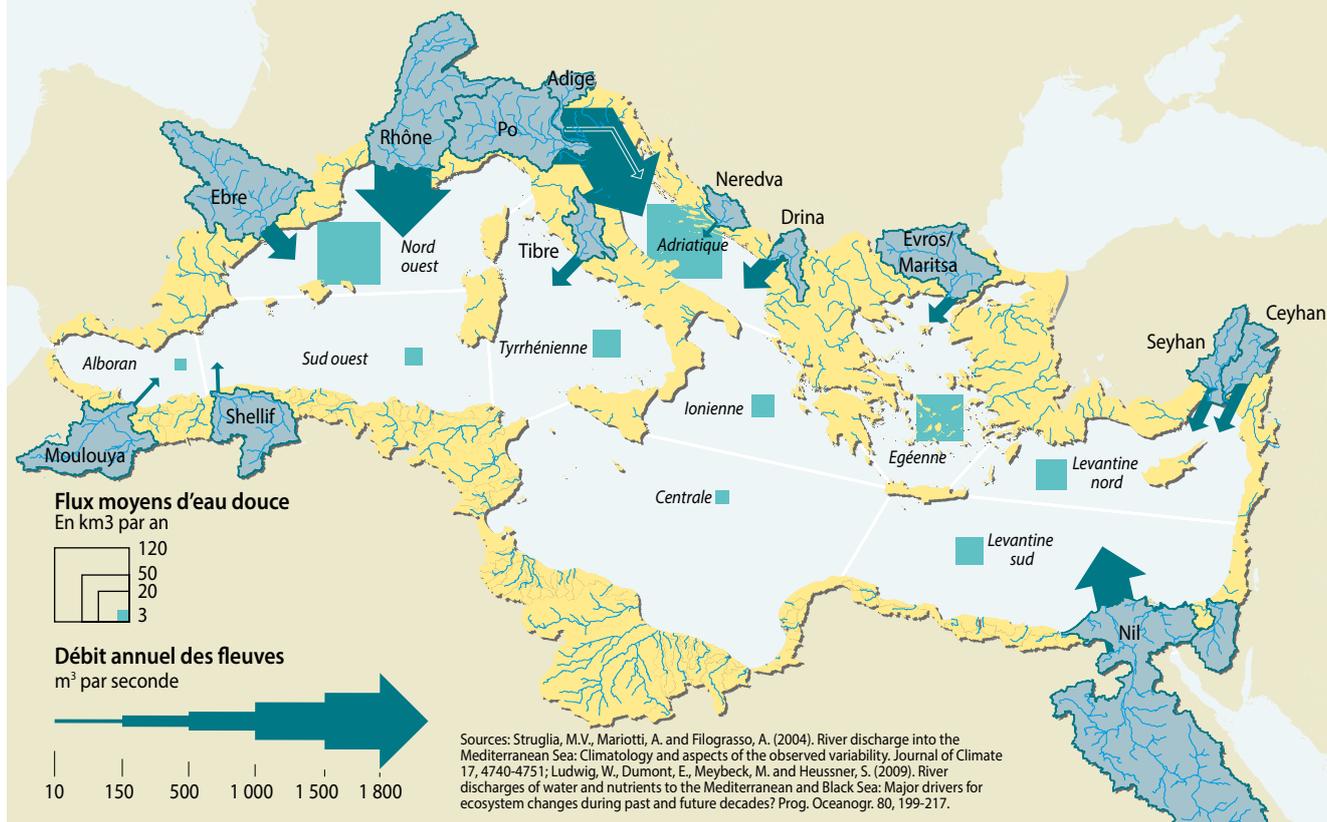
Les systèmes sédimentaires associés aux plus grands fleuves ont créé de grandes plaines côtières, définissant les caractéristiques de la zone côtière et de la marge continentale. Sous l'influence d'un régime de faibles marées, ces plaines côtières se sont agrandies pour former de grands systèmes deltaïques, de larges plateaux formés par des processus deltaïques et des talus continentaux creusés de profonds canyons longs de centaines de kilomètres (Canals et al. 2004). Le système du Nil charrie des sédiments sur 6 650 km et forme ainsi une impressionnante plaine deltaïque intérieure (jusqu'à la construction du barrage d'Assouan) sur la côte nord-est de l'Égypte. Ce système sédimentaire se termine par l'éventail terrigènes sous-marin du Nil, qui couvre environ 140 000 km². C'est l'un des plus grands de la planète.

Les paysages côtiers méditerranéens sont aisément reconnaissables en raison de leur caractère unique et ont été façonnés, pendant des siècles, par l'interaction entre les diverses caractéristiques naturelles de la région méditerranéenne et les tout aussi diverses activités humaines qui s'y déroulent aujourd'hui comme hier. La campagne méditerranéenne se caractérise par des pentes en terrasses, construites pour la culture mixte de légumes, d'herbes aromatiques, de céréales, de raisin, d'olives et d'arbres fruitiers. Les forêts ou les parcelles boisées jouent également important pour le paysage du point de vue visuel, biologique et climatique, bien que les forêts soient relativement rares. Les cultures mixtes sont de plus en plus souvent remplacées par des cultures intensives, et le modèle traditionnel de culture en terrasses le long des pentes remplacé par l'aménagement moderne de terres agricoles étendues et denses dans les zones de plaine. Cependant, le paysage en terrasses reste visible, jusqu'à ce que la végétation reprenne progressivement le dessus.

Dans les secteurs de la zone côtière de basse altitude, de grandes plaines occupent les régions situées à proximité des embouchures des rivières. De vastes marais salants s'y trouvaient autrefois. De nos jours, les activités agricoles prennent le dessus à certains endroits, le sel continuant à être produit à moindre échelle. Ailleurs, les marais salants sont tout bonnement laissés à l'abandon.

Les paysages culturels méditerranéens sont également façonnés par l'activité humaine, en premier lieu par l'architecture et l'urbanisation. Par le passé, les humains choisissaient de s'installer à

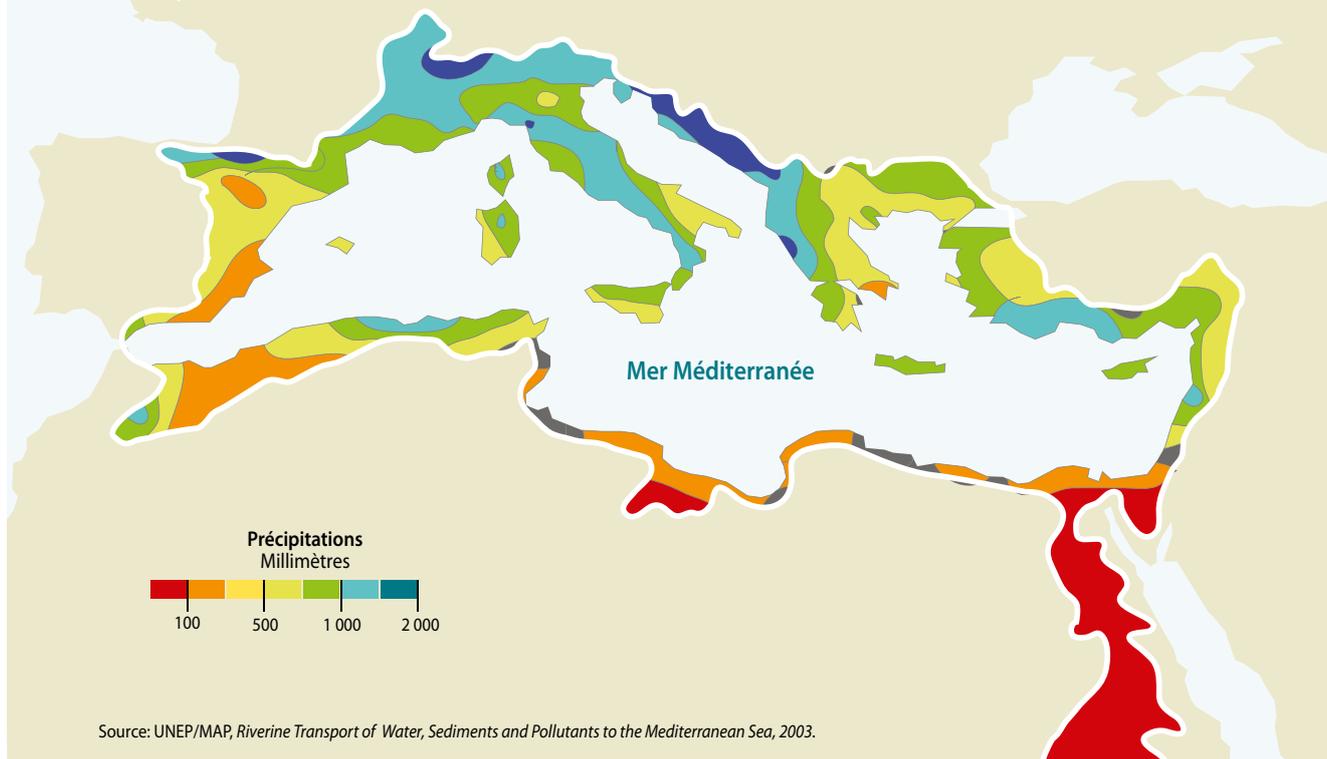
Déversement d'eaux douces d'origine fluviale en Méditerranée



certaines endroits en fonction du climat, et leur habitat étaient généralement contigu, le long d'une grande partie de la côte méditerranéenne. Aujourd'hui, le modèle est passé d'un habitat contigu à un étalement dispersé autour des grandes villes, entraînant une dégradation du paysage.

Au-delà des paysages caractéristiques décrits ci-dessus, on trouve de multiples autres paysages en Méditerranée. Jusqu'à présent, aucun système pan-méditerranéen de classification des paysages ne permet une cartographie détaillée des paysages du bassin dans son entier. Néanmoins, la disponibilité croissante de

Total des précipitations annuelles



données spatiales en format numérique et les progrès des systèmes d'information géographique et des disciplines associées permettraient aujourd'hui de faire une évaluation plus complète, intégrée et systématique de l'environnement côtier (Vogiatzakis et Cassar 2007).

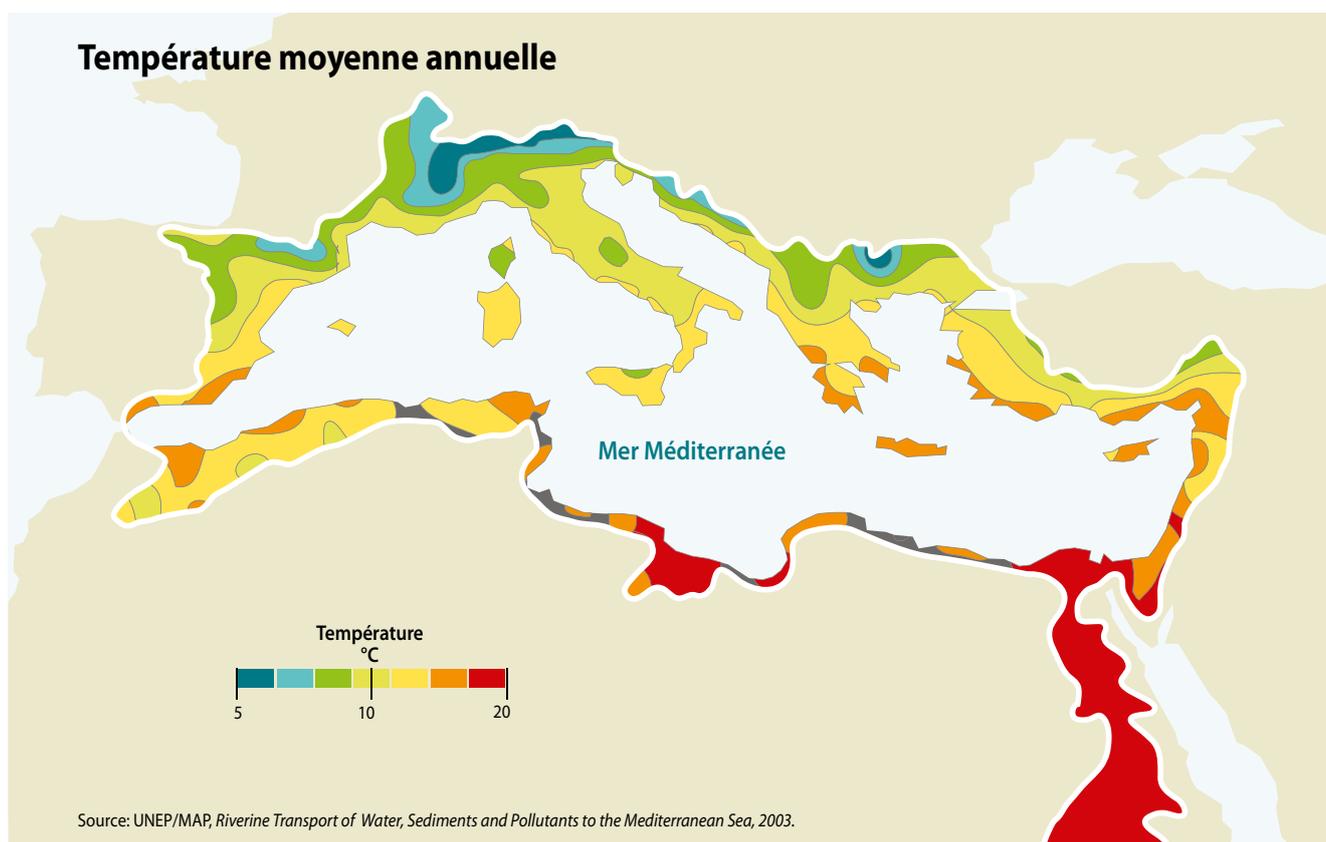
Paramètres hydrologiques et climatiques

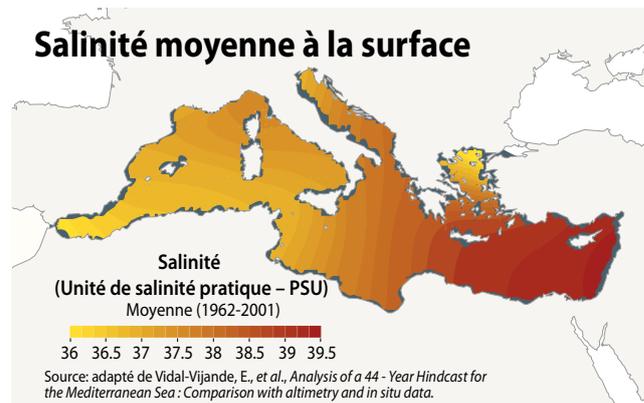
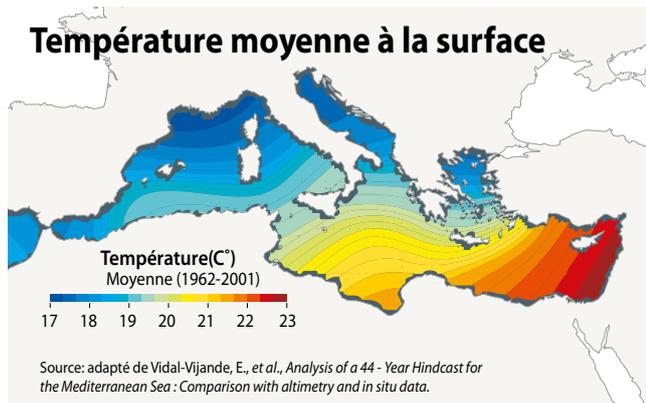
Les fleuves jouent un rôle clé dans la circulation de l'eau et la géochimie de la région méditerranéenne. Comme la Méditerranée est un bassin océanique semi-fermé recevant des quantités relativement importantes d'eaux de drainage, les fleuves jouent également un rôle dans le maintien de la productivité marine. Lorsque les apports d'eau douce changent en raison de la variabilité naturelle ou de la régulation des principaux fleuves, la salinité des eaux de surface de la Méditerranée varie également. Ces variations peuvent modifier la circulation verticale et le mélange des masses d'eau de l'ensemble du bassin, ce qui aura des conséquences sur la productivité des eaux de surface et sur les caractéristiques et la ventilation des masses d'eaux profondes (Rohling et Bryden 1992). Le rejet de polluants à travers le réseau fluvial relèvera inévitablement les niveaux de ces contaminants dans le bassin marin. Enfin, en raison du caractère oligotrophe – faible en nutriments – de la Méditerranée, les changements dans les apports en nutriments fluviaux, qu'ils soient naturels ou causés par l'homme, sont des facteurs qui peuvent à long terme modifier la productivité marine côtière et du large, ainsi que des écosystèmes marins (Ludwig et al. 2009).

On estime le débit annuel moyen des fleuves, en Méditerranée, à environ 10 000 m³/s ces dernières années, avec une saison sèche au mi-été et un pic au début du printemps (Struglia et al. 2004). Les dix plus grands fleuves alimentant la Méditerranée, par ordre de débit annuel, sont le Rhône, le Pô, la Drina-Bojana, le Nil, la Neretva, l'Èbre, le Tibre, l'Adige, le Seyhan et le Ceyhan. Ces fleuves

représentent la moitié du débit annuel moyen, le Rhône et le Pô formant un tiers à eux deux (Ludwig et al. 2009). Des trois continents qui alimentent la mer Méditerranée en eau douce, l'Europe est le premier et représente la moitié du débit total annuel moyen. Le débit européen détermine clairement le cycle saisonnier de la Méditerranée, les apports en provenance d'Asie et d'Afrique étant considérablement plus faibles. Les débits des fleuves qui se déversent en mer Adriatique (dans le bassin nord-ouest) et en mer Egée représentent 76% du total des apports. Un tiers de l'apport total du bassin se déverse en mer Adriatique (3 700 m³/s) (données de Ludwig et al. 2009). Par comparaison, le Nil, bien que disposant d'un bassin versant dix fois supérieur à tout autre fleuve méditerranéen, a un débit annuel moyen, au niveau du barrage d'Assouan, de 2 800 m³/s. Le débit du Nil ne représente plus que 5% de ce chiffre (150m³/s) lorsqu'il atteint la mer.

Les schémas de débit des fleuves méditerranéens dépendent des propriétés du bilan hydrique atmosphérique ainsi que des caractéristiques géographiques du bassin méditerranéen. Un important gradient latitudinal caractérise les précipitations méditerranéennes tout au long de l'année, avec des zones sèches le long de la côte africaine et des zones beaucoup plus humides au nord (Struglia et al. 2004). L'hiver constitue la principale saison des pluies dans les régions européennes continentales et contribue à la majeure partie du débit. Au sud du 40^e parallèle nord, les étés sont fondamentalement secs. L'essentiel du débit d'eau douce provenant des régions septentrionales se produit lors de brèves crues associées à un débit maximal des fleuves à la suite de fortes pluies se produisant généralement entre les mois de février et mai. Le fort contraste entre les précipitations hivernales et les précipitations estivales constitue la principale caractéristique du climat méditerranéen. Ce contraste augmente du nord au sud et d'ouest en est (PNUE/PAM/MED POL 2003). Dans les bassins versants des moyens et grands fleuves d'Europe centrale et du Nord, les crues sont le plus souvent causées par des précipi-





pitations continues et de grande ampleur. Les crues surviennent aussi lors de la fonte des neiges de la fin du printemps et du début de l'été. Dans les régions arides et semi-arides du bassin méditerranéen, les pluies courtes et intenses du printemps et de l'automne qui touchent les petits bassins versants côtiers constituent la principale cause de crues en zone côtière.

Dans l'ensemble, le débit d'eau douce en Méditerranée a diminué d'environ 20% entre 1960 et 2000, avec peu de différence entre le bassin occidental et le bassin oriental. Cette baisse est due à des variations importantes des précipitations et des températures. Elle reflète par conséquent l'effet potentiel du changement climatique sur les débits des fleuves et représente une estimation minimale. Dans les régions les plus sèches du bassin de drainage de la Méditerranée, l'utilisation de l'eau par les humains peut aussi réduire le débit sur le long terme. C'est particulièrement le cas dans les sous-bassins tels que les bassins Levantin sud, d'Alboran, du Sud-Ouest, de la mer Egée ainsi que dans les bassins central et Levantin nord. Étant donné l'importance des ressources hydriques pour les économies locales dans cette région du monde, une baisse de 20% en seulement 40 ans est tout à fait significative. Les études de modélisation et de surveillance du climat révèlent une tendance générale vers des conditions plus sèches et plus chaudes, tendance amorcée au siècle dernier et qui devrait s'aggraver à l'avenir. Cette tendance pourrait avoir de sérieuses conséquences sur les débits des fleuves (Ludwig et al. 2009).

Plusieurs grands fleuves méditerranéens, comme le Rhône et l'Èbre, ont connu une réduction de leur débit d'eau douce, suite à la construction de barrages. On estime que la régulation du débit fluvial à des fins d'irrigation a causé une réduction supplémentaire de l'apport d'eau douce en mer Méditerranée, allant jusqu'à 40 % (Poulos 2011). Dans le cas de l'Èbre, en Espagne, les analyses montrent une réduction du débit du fleuve d'environ 50% depuis les années 1950. Cette baisse est attribuée à l'augmentation de l'utilisation des ressources en eau par les humains (milieu urbain, agriculture, industrie, et tourisme) ainsi qu'à la régulation du fleuve, mais aussi à une augmentation des arbustes et de la couverture végétale liée au boisement là où les pâturages et l'agriculture traditionnelle ont disparu (Lopez-Moreno et al. 2011). De même, Zahar et Albergel (1999) ont signalé que la fermeture du barrage de Sidi Salem en Tunisie a entraîné une diminution de 65% du débit annuel moyen de la Medjerda en raison des pompages pour l'irrigation et des pertes par évaporation.

Les aquifères côtiers sont une autre source d'apport d'eau douce en Méditerranée. Le débit sous-marin d'eaux souterraines des

aquifères côtiers, estimé à 2 200 m³/s, représente près d'un cinquième de l'apport total d'eau douce en mer Méditerranée. Plus d'un tiers de cet apport provient du littoral européen (Zektser et al. 2006). Les eaux d'infiltration sont fréquentes sur la côte orientale de l'Adriatique, dominée par des systèmes aquifères karstiques, ainsi que sur les côtes orientale et méridionale de la Méditerranée, régions connaissant des conditions semi-arides et arides, de faibles précipitations et ruissellements, ainsi que des eaux de surface et des lieux de déversement limités. Les eaux d'infiltration et les apports sous-marins sont essentiels à l'équilibre hydrique et à la qualité de l'eau de mer des sous-bassins marins. Ils soutiennent aussi les zones humides et les habitats d'eau saumâtre, importants en matière de biodiversité, ainsi que les zones d'alevinage. Les aquifères côtiers sont menacés par la surexploitation et les intrusions d'eau de mer, la salinisation des eaux et du sol qui en découlent, ce qui s'ajoutera au déficit de recharge de la Méditerranée (PNUE/PAM MED POL 2005). Dans certaines régions, les débits sous-marins d'eaux souterraines sont aussi une source importante d'apports nutritifs et pourraient permettre aux polluants de se disperser en mer (Lobkovsky et al. 2003).

Sur le plan climatique, le bassin méditerranéen se caractérise par des températures élevées, des précipitations principalement hivernales, des étés secs et une profusion de microclimats (PNUE/PAM/MED POL 2003). Les températures annuelles moyennes suivent un gradient nord-sud marqué, avec des variations locales dues à des caractéristiques géographiques.

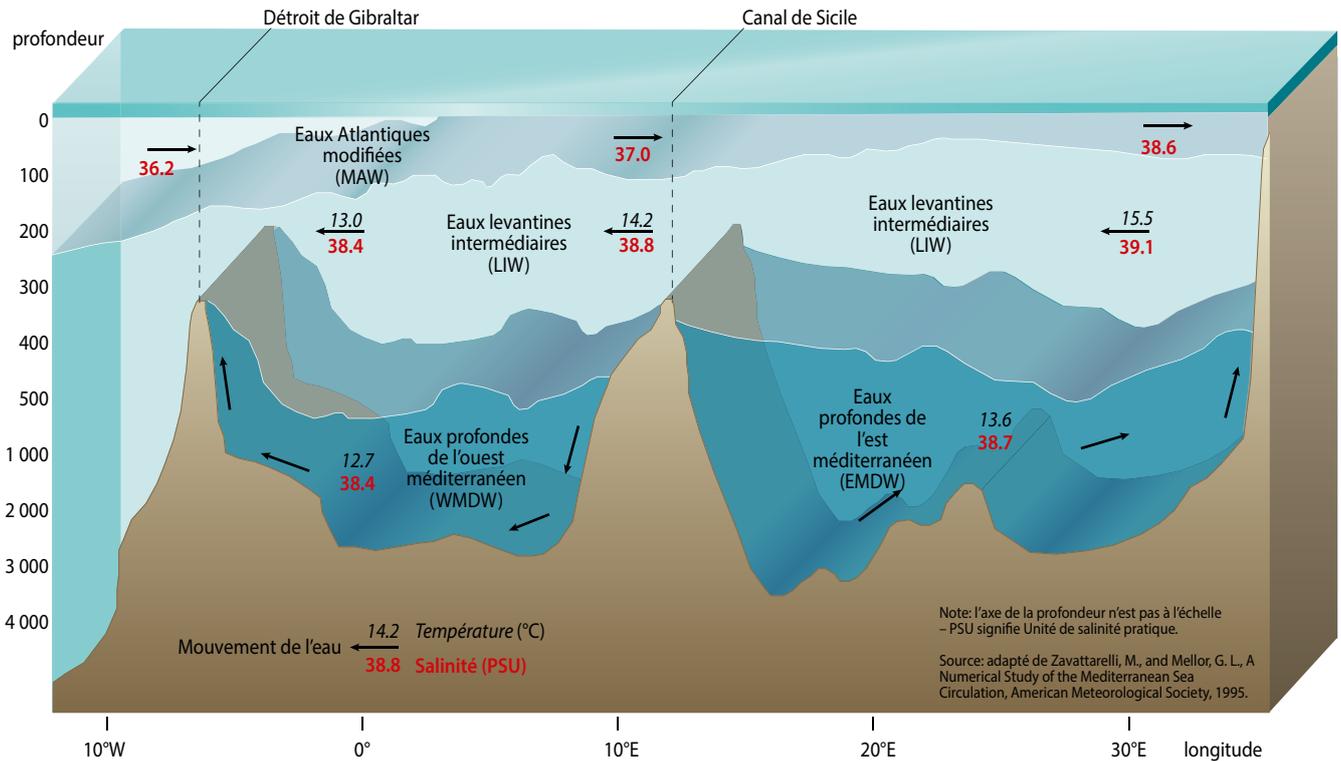
Circulation et masses d'eau en Méditerranée

La circulation générale de la Méditerranée est marquée par la présence d'une grande cellule thermohaline (influencée à la fois par la température et la salinité). La circulation résulte du déficit du bilan hydrique et des flux de chaleur entre la mer et l'atmosphère. Le déficit du bilan hydrique, causé par une évaporation supérieure aux précipitations et par les écoulements fluviaux, est principalement compensé par les arrivées d'eau atlantique via le détroit de Gibraltar et par les contributions en eau de la mer Noire par les Dardanelles. L'échange de chaleur avec l'atmosphère, conduisant à un refroidissement et donc à un naufrage des eaux de surface, contribue également à la circulation thermohaline.

La mer Méditerranée comprend trois grandes masses d'eau (AEE et PNUE 1999) :

- L'eau atlantique modifiée (*Modified Atlantic Water, MAW*), se trouve sur la couche superficielle sur une colonne de 50 à 200

Masses d'eaux de mer en Méditerranée: distribution verticale



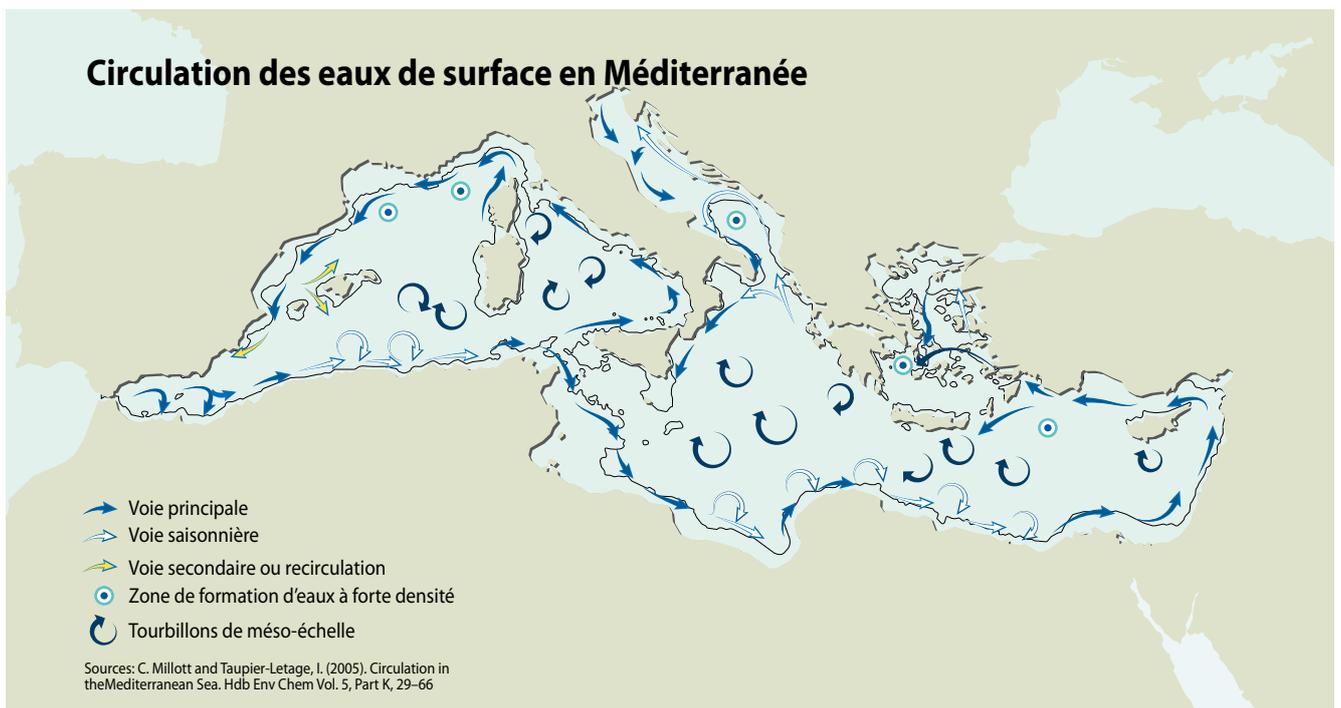
m. Elle se caractérise par une salinité de 36,2 psu (unité de salinité pratique) à proximité de Gibraltar et de 38,6 psu dans le bassin Levantin.

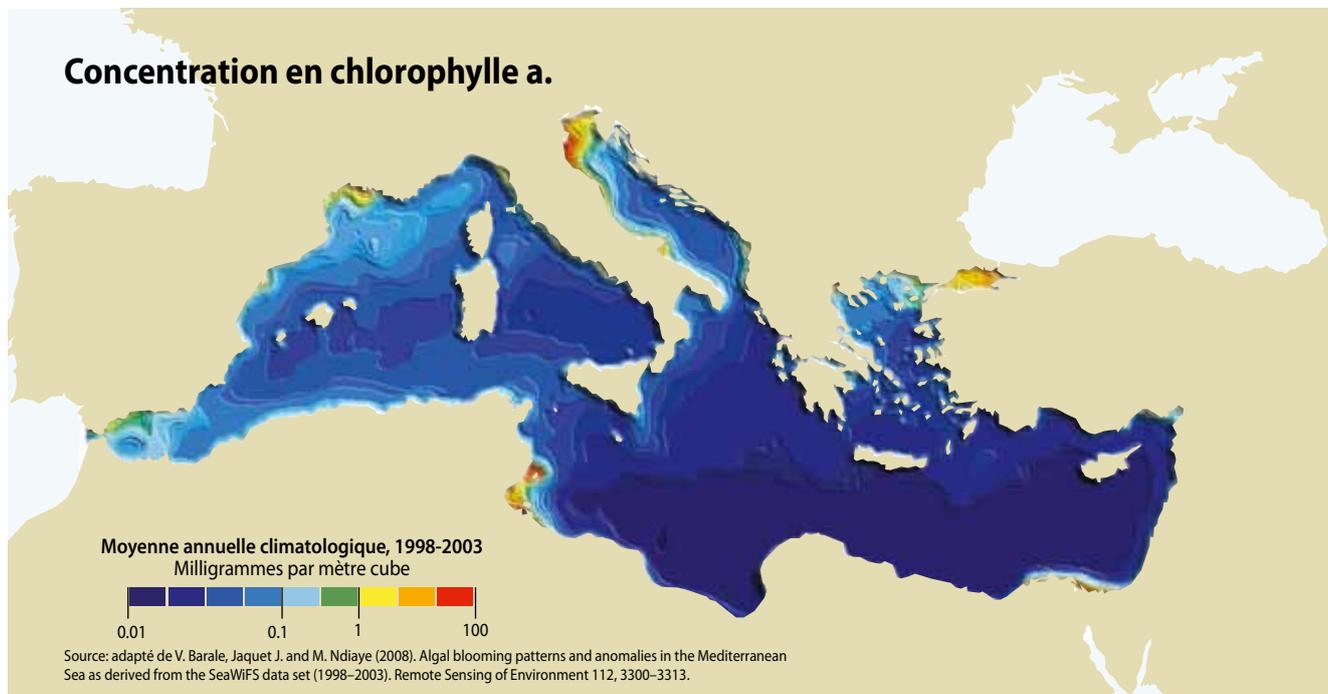
- L'eau levantine intermédiaire (*Levantine Intermediate Water*, LIW), formée dans le bassin Levantin, se trouve dans des profondeurs allant de 200 à 800 m. Elle se caractérise par des températures situées entre 13°C et 15,5°C et une salinité de 38,4-39,1 psu.
- L'eau profonde de Méditerranée (*Mediterranean Deep Water*, MDW) se trouve à la fois dans le bassin occidental et le bassin oriental. L'eau profonde de Méditerranée occidentale (Wes-

tern *Mediterranean Deep Water*, WMDW) se caractérise par une température de 12,7°C et une salinité de 38,4 psu, tandis que l'eau profonde de Méditerranée orientale (*Eastern Mediterranean Deep Water*, EMDW) se caractérise par une température de 13,6°C et une salinité de 38,7 psu.

Dans la mer, l'eau atlantique est continuellement transformée par ses interactions avec l'atmosphère et le mélange avec les eaux de surfaces plus anciennes, ainsi qu'avec les eaux plus profondes. Tout au long de son parcours, l'eau atlantique modifiée chauffe ou refroidit selon les saisons, mais dans l'ensemble,

Circulation des eaux de surface en Méditerranée





elle se charge en sel et gagne en densité. A l'automne, au nord des deux bassins, l'eau atlantique modifiée reste à la surface. En hiver, des masses d'air froid et sec provoquent une forte évaporation et un refroidissement direct de l'eau atlantique modifiée ce qui entraîne une augmentation spectaculaire de sa densité et l'entraîne vers le fond. Ce mouvement vers les profondeurs a lieu dans des zones bien spécifiques, généralement situées au nord des bassins, et c'est par lui que se forment les eaux profondes de la Méditerranée.

Outre les quelques formations secondaires d'eaux profondes liées au refroidissement des eaux de plateau, l'essentiel des processus de formation d'eau profonde ont lieu au large, dans quelques sous-bassins. Pour résumer, l'eau atlantique modifiée sombre et se mélange avec les eaux situées en dessous, plus denses. La densité de ce mélange s'accroît. Les masses d'eau qui en résultent seront alors soit intermédiaires, soit profondes. La convection verticale profonde qui a lieu dans le nord du bassin occidental forme le WMDW.

Les vents froids qui soufflent l'hiver entre Rhodes et Chypre et sur la mer Adriatique nord et du centre sont responsables de la formation de LIW. LIW est l'eau intermédiaire la plus chaude, la plus salée, et la plus importante en volume. En raison de ses caractéristiques et de sa quantité, l'eau levantine intermédiaire est reconnaissable presque partout en mer. Du fait de sa densité relativement faible, cette eau se situe juste en dessous de l'eau atlantique modifiée, et se mélange à l'eau atlantique modifiée dès que cette dernière commence à descendre.

Le taux global de formation d'eaux intermédiaires et profondes de la Méditerranée est estimé à environ 90% de l'apport en eau atlantique à Gibraltar (10% d'évaporation). Les trois quarts environ des eaux intermédiaires et profondes se forment dans le bassin oriental. Le temps de séjour estimé des eaux méditerranéennes est relativement élevé, entre 50 et 100 ans (Millot et Taupier-Letage 2005), ce qui a des conséquences importantes sur le cycle des contaminants et leur éventuelle exportation.

La circulation à grande échelle de la mer Méditerranée est formée de ce qu'on a appelé des courants tourbillonnaires à échelle et méso-échelle de sous-bassin, reliés entre eux et délimités par des courants et des courants de jet à forte variabilité saisonnière et interannuelle (Millot et Taupier-Letage 2005). Ce flux de circulation général empiète sur les régions côtières et influence fortement les dynamiques locales des courants. Les zones de plateau continental sont relativement étroites en Méditerranée et séparées des zones les plus profondes par un rebord abrupt. Cette configuration permet l'intrusion du champ d'écoulement à grande échelle dans les zones côtières et sur le plateau continental et permet aux grands courants d'influencer directement l'écoulement côtier. Le transport de matières des zones côtières vers le large est favorisé par ce mécanisme, ce qui a d'importantes conséquences pour le maintien des cycles écologiques dans le bassin (AEE et PNUE 1999) et pour le potentiel de redistribution des pollutions d'origine terrestre.

Caractéristiques chimiques des eaux méditerranéennes

La mer Méditerranée est une zone appauvrie et ses concentrations en nutriments de surface sont trop faibles pour soutenir une grande quantité de biomasse (McGill 1961). Du fait de son bilan hydrique négatif et de la circulation d'eau qui en résulte, les eaux profondes de la Méditerranée exportent de grandes quantités de nutriments vers l'océan atlantique (Hopkins 1985). Ils sont perdus pour le bassin et ne servent donc pas la production primaire interne. L'apport limité de nutriments vers les eaux de surface de la Méditerranée, que ce soit par ses couches inférieures ou par des sources externes, ne compense par les exportations en profondeur. Les zones à forte productivité sont donc principalement limitées aux zones situées à proximité des principales sources d'eau douce et/ou des zones accueillant une intense circulation méso-échelle.

Le phosphore, suivi de près par l'azote, est le nutriment limitant le plus important de la Méditerranée (Margalef 1963 ; Berland et al. 1980). L'eau atlantique entrant dans le bassin méditerranéen transporte des nutriments nécessaires à la photosynthèse, mais

dans l'ensemble, cette eau est pauvre en éléments nutritifs. Les estimations des formes inorganiques de nutriments dans les eaux entrantes vont de 0,05 à 0,20 μM ($\mu\text{mol/L}$) pour le phosphate/phosphore, de 1 à 4 pour le nitrate-azote et à près de 1,2 μM pour le silicate-silicone (Coste et al. 1988). Les gradients de densité se développent dans la partie inférieure des eaux atlantiques entrantes, ce qui empêche l'échange avec les eaux plus profondes et riches en éléments nutritifs du bassin. Le contenu en nutriments des eaux de surface baisse à mesure que l'eau se déplace à travers la Méditerranée et rencontre les activités biologiques et l'eau du bassin, faible en éléments nutritifs. La concentration en nutriments de la mer Égée est douze fois inférieure à celle de l'océan Atlantique et huit fois inférieure à celle de la mer d'Alboran (McGill 1969), ce qui explique la plus faible productivité de la Méditerranée orientale. Coste et al. (1988) ont calculé un déficit en nutriments d'environ 10% pour les sorties totales d'azote et de phosphore, et d'environ 50% pour les sorties totales de silicone. Bethoux et al. (1992) ont émis l'hypothèse qu'à l'échelle du bassin, le déficit de phosphore

soit contrebalancé par les ruissellements provenant des terres et des retombées atmosphériques, tandis que les pertes en azote seraient compensées par une fixation supplémentaire par les épiphytes des herbiers et les bactérioplanctons pélagiques.

On estime la production primaire brute (PP) annuelle moyenne en Méditerranée à environ 110-120 g C/m^2 pour le bassin oriental et à environ 120-160 g C/m^2 pour le bassin occidental (Bethoux et al. 1998 ; Crispi et al. 2002 ; Bosc et al. 2004). Selon des estimations récentes réalisées par Ludwig et al. (2009) la production primaire maximale que les apports d'éléments nutritifs fluviaux permettent ne correspond qu'à 1 à 2% de la production primaire totale de la Méditerranée. Toutefois, pour les zones côtières accueillant de grands fleuves, cette contribution peut être bien plus importante. Des changements dans les apports en nutriments d'origine fluviale peuvent donc avoir un impact substantiel sur la productivité biologique des systèmes côtiers influencés par les fleuves les plus productifs, comme c'est le cas pour la mer Adriatique.

Le bassin méditerranéen et les hommes

Population et développement

La population totale des pays méditerranéens est passée de 276 millions en 1970 à 412 millions en 2000 (soit une hausse moyenne de 1,35% par an) et à 466 millions en 2010. La population devrait atteindre 529 millions en 2025. Quatre pays forment environ 60% de la population totale : la Turquie (81 millions), l'Égypte (72 millions), la France (62 millions), et l'Italie (60 millions) (calculs du Plan Bleu sur la base des chiffres du DAES des Nations Unies 2011). Au total, plus de la moitié de la population vit sur le littoral méditerranéen et cette proportion devrait monter à trois quarts d'ici 2025 (PNUE/PAM/MED POL 2005). La population méditerranéenne se concentre près des côtes. Plus d'un tiers d'entre elle vit dans des entités administratives côtières dont la superficie représente moins de 12% de celle des pays auxquelles elles appartiennent. La population des régions côtières est passée de 95 millions en 1979 à 143 millions en 2000. Elle pourrait atteindre 174 millions d'ici 2025 (ONU/PAM/PB/CAR 2005). La concentration de la population le long des côtes est particulièrement élevée en Méditerranée occidentale, sur la côte ouest de l'Adriatique, le long du littoral oriental de la région levantine et de la mer Égée, et dans le delta du Nil. Au total, la concentration de population sur le littoral est plus importante dans les pays de la rive sud. C'est aussi dans cette région que les différences de densités de population des zones littorales sont les plus importantes, allant de plus de 1 000 habitants/km² dans le delta du Nil à moins de 20 habitants/km² le long de certaines parties du littoral libyen.

Le développement urbain a été très rapide dans la région. Sur les 190 millions d'habitants supplémentaires qu'elle a accueillis

Densité de population et centres urbains dans le bassin méditerranéen

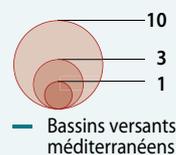
Densité de population, 2008

Habitants par km²



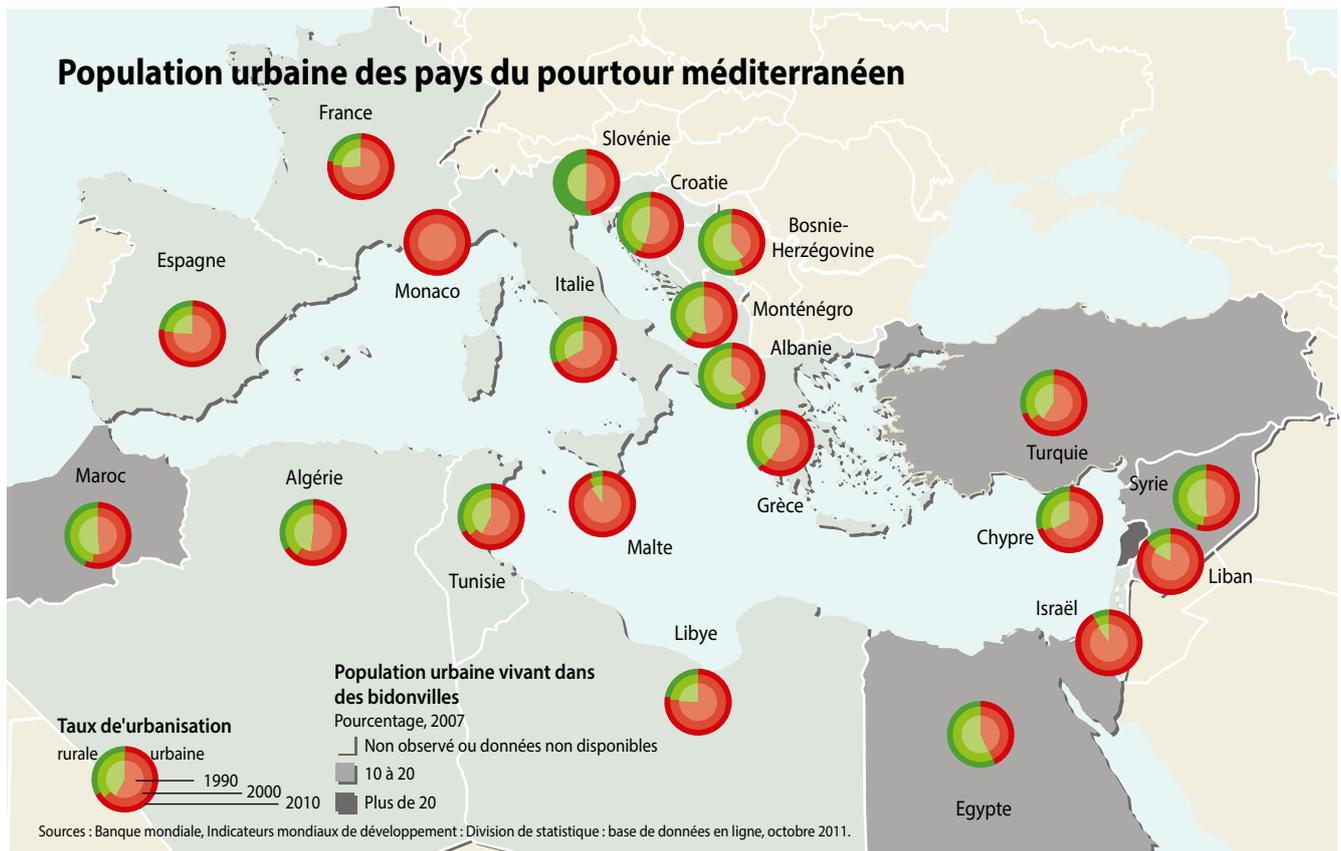
Population dans les centres urbains, 2010

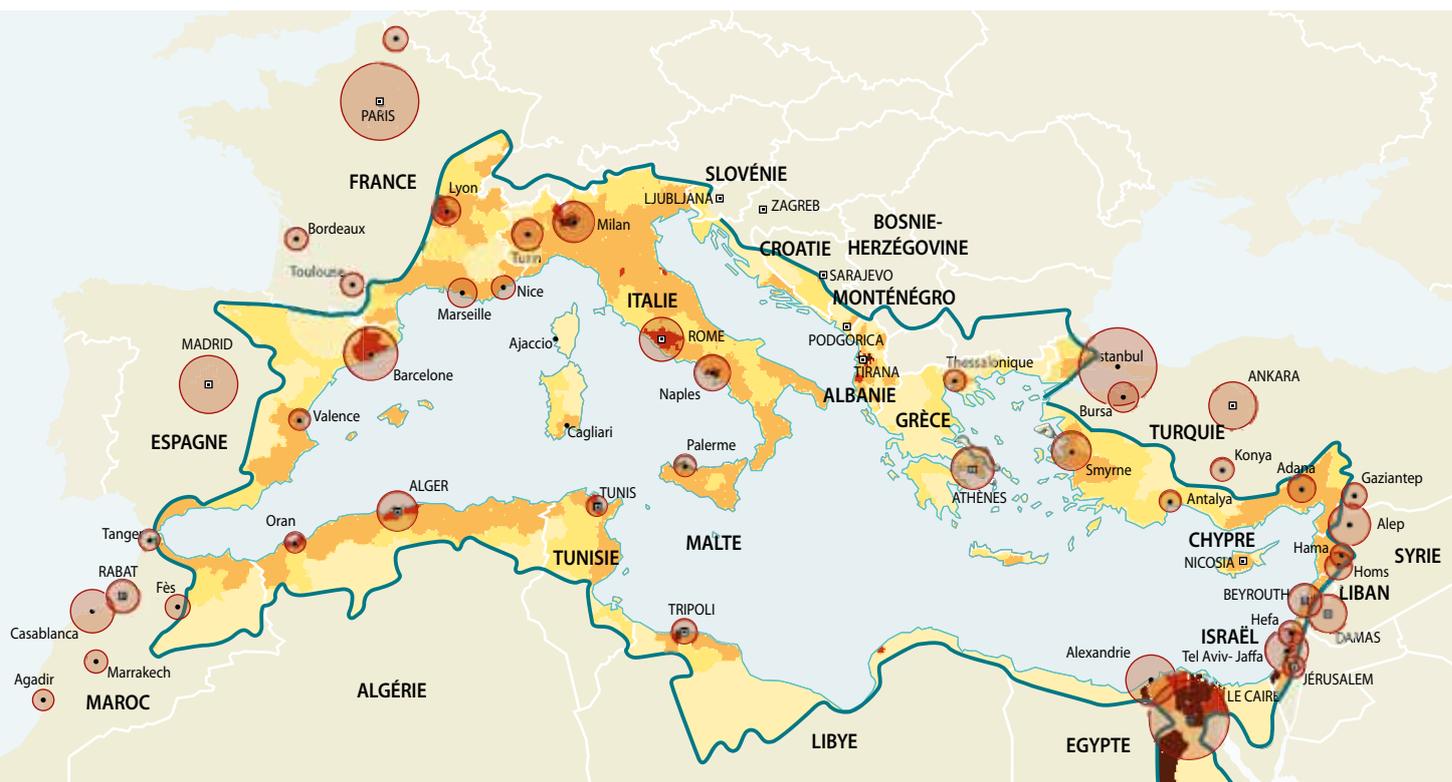
(en millions)



Sources: Communication personnelle avec le Plan Bleu, données récoltées depuis des sources nationales, 2011: DAES, Division de la Population, base de données en ligne, extraite en août 2011.

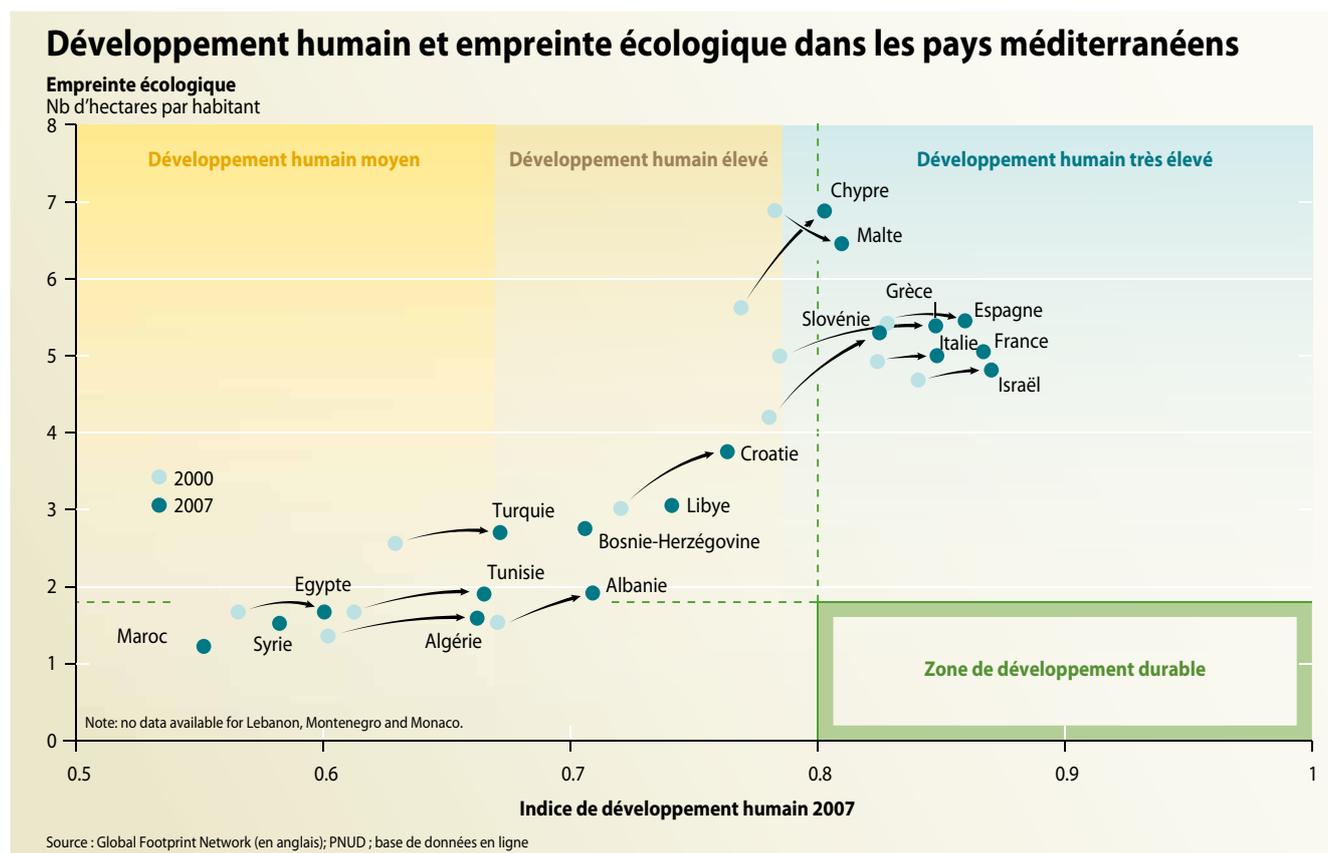
entre 1970 et 2012, 163 millions vivent en ville. La population urbaine (plus de 10 000 habitants) s'est accrue de 1,9% par an durant cette période, passant de 152 millions à 315 millions. La population urbaine totale pourrait atteindre 385 millions d'ici





2025. Plus de 74% de cette croissance a eu lieu au sud et à l'est de la Méditerranée, où l'urbanisation a connu une croissance moyenne de 3,1% par an entre 1970 et 2000, et à peu près 4% par an en Libye, en Syrie et en Turquie. Autour de la Méditerranée,

le taux d'urbanisation est passé de 54 à 66% pendant la même période. Le sud et l'est du bassin méditerranéen connaissent une urbanisation plus rapide que le reste de la planète et les projections indiquent une évolution brutale. Ces pays, en majorité



composés d'un tissu rural en 1971 (taux d'urbanisation : 41%), s'urbanisent et atteindront un taux d'urbanisation de 66% d'ici 2025 (calculs du Plan Bleu sur la base des chiffres du DAES des Nations Unies 2011). Dans les régions côtières, où le processus d'urbanisation entraîne un surdéveloppement, la population urbaine pourrait croître de 33 millions (dont 30 millions à l'est et au sud du bassin méditerranéen) entre 2000 et 2025.

Concernant la distribution générale de la population, le nombre de villes côtières de plus d'un million d'habitants est plus élevé à l'ouest du bassin méditerranéen, sur la côte est du bassin levantin, et dans la région du delta du Nil. En termes absolus, la croissance de la population reste élevée, et ses impacts sur l'environnement risquent d'augmenter au fur et à mesure que la population des villes et des zones littorales continuera d'augmenter.

La longue histoire du bassin méditerranéen a conduit à une diversification des approches politiques et de gouvernance, à toutes sortes de modèles de développement économique et à une grande diversité de systèmes sociaux. Ces différences se reflètent dans les niveaux de développement et sur l'empreinte écologique des États méditerranéens. L'empreinte écologique est une mesure de la demande humaine sur les écosystèmes de la planète et représente la quantité de terres biologiquement productives et d'espaces maritimes nécessaires pour alimenter en ressources la consommation humaine et pour assimiler les déchets qui y sont associés.

On peut classer les pays méditerranéens en deux groupes:

1. Les pays à revenus intermédiaires, avec des indices de développement humain bas (IDH) mais en progrès rapide, et à faible empreinte écologique. Ils sont concentrés dans le Sud et l'est du bassin méditerranéen et sur le littoral oriental de la mer Adriatique ;
1. Les pays à hauts revenus, avec des IDH élevés et une grande empreinte écologique. Il s'agit des pays méditerranéens membres de l'UE et d'Israël.

Entre 2000 et 2007, tous les pays méditerranéens ont amélioré leur IDH et ont accru leur empreinte écologique, à l'exception de Malte, qui est parvenue à réduire son empreinte (PNUE/PAM/PB 2011).

Les activités économiques ont un impact sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes naturels et sur les nombreux services fournis par ces écosystèmes tels que les loisirs, la régulation du climat et la disponibilité des ressources naturelles, que ces dernières soient vivantes comme les poissons et les mollusques ou non renouvelables comme le pétrole, le gaz et les minéraux. Les zones côtières, et en particulier leurs paysages, font face à des pressions considérables dues aux fortes concentrations de populations et d'activités économiques. Face à une population en pleine recrudescence et au renforcement de l'urbanisation, les habitats côtiers et les paysages naturels se fragmentent toujours plus. L'utilisation des sols change en raison des activités humaines. Cette tendance entraîne en parallèle une modification des paysages conduisant à une diminution de l'intégrité des écosystèmes et des paysages côtiers.

Les secteurs économiques

Agriculture et sylviculture

Malgré un grand nombre de sous-climats différents, l'agriculture du bassin méditerranéen est avant tout une agriculture pluviale. Céréales, légumes, et agrumes représentent plus de 85% de la

production agricole méditerranéenne totale (PNUE/PAM/PB/CAR 2009). Une proportion importante des terres agricoles est consacrée à l'oléiculture et à la viticulture (Leff et al. 2004).

La production de légumes, de céréales, et d'agrumes a été multipliée par un facteur allant de 2,5 à 5 depuis les années 1960. Durant cette période, cependant, la surface totale de terres cultivées dans le bassin méditerranéen est restée à peu près stable. L'augmentation de la production résulte d'une intensification de la production par une utilisation plus importante de l'irrigation (20 millions d'hectares environ en 1960, 38 millions d'hectares en 1999). Malgré cette augmentation de la production, les pays des rives méridionale et orientale de la Méditerranée dépendent encore des importations de nourriture pour répondre aux besoins d'une population croissante (PNUE/PAM/BP/CAR 2009).

Outre l'agriculture pluviale et irriguée, les autres utilisations communes de terres agricoles dans le bassin méditerranéen comprennent les pâturages, les parcs d'élevage laitier et les vergers. L'aquaculture est aussi pratiquée. Toutes ces activités ont des conséquences environnementales. La fertilisation, le labour, l'application de pesticides, l'épandage de fumier et l'élevage bovin alimentent le système en éléments nutritifs (nitrates et phosphates), en pesticides et en agents pathogènes (AEE et PNUE 1999). Les ruissellements de surface, le transport de sédiments et le lessivage les transportent dans les fleuves, les nappes souterraines, les lacs, les zones humides et enfin dans la mer.

La production agricole dans les régions les plus arides du bassin méditerranéen repose souvent sur l'utilisation et parfois la surexploitation des zones présentant un sol de bonne qualité et des précipitations ou une irrigation adéquates. La demande en denrées alimentaires entraîne une surutilisation des cultures sur des terres marginales, facilement dégradées en raison de précipitations irrégulières et de sols fragiles situés sur des pentes propices à l'érosion. Cela conduit à l'érosion des sols, à la destruction du couvert ligneux et herbacé, et à la réduction des zones de pâturage optimales. Le

Agriculture et population du bassin méditerranéen

Personnes employées dans l'agriculture

Pour 10 000 personnes vivant en zone agricole

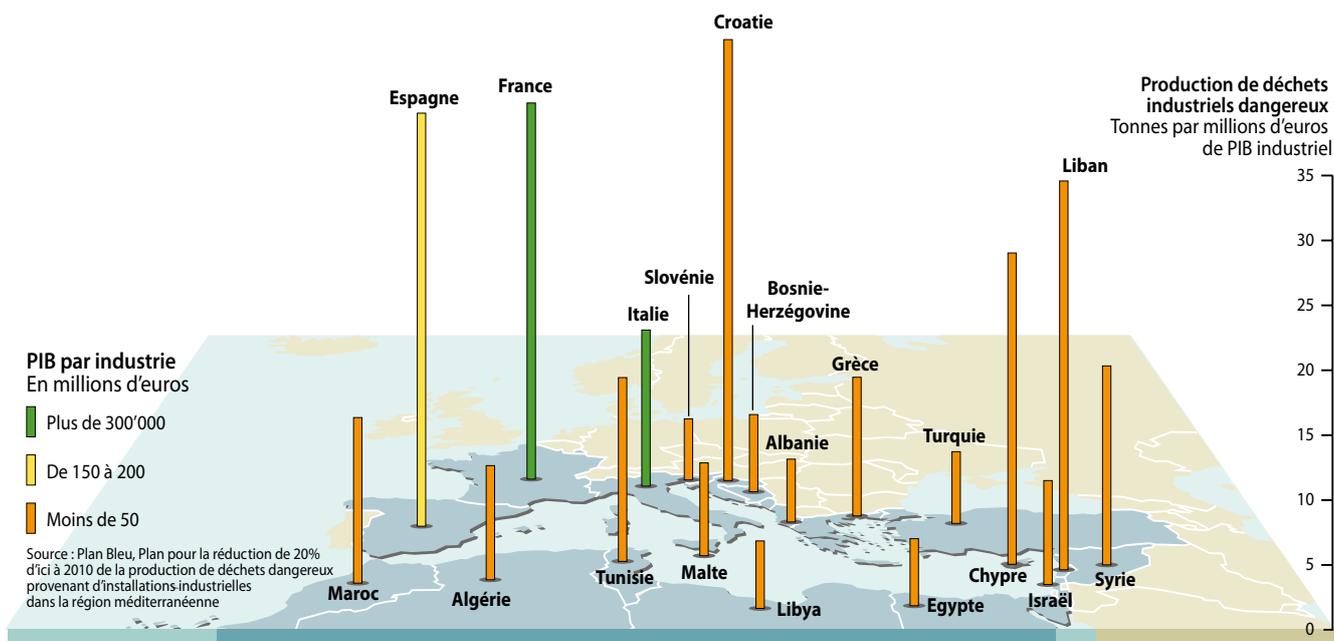


Terres agricoles



Sources: World Bank, World Development Indicators, on line database, accessed October 2011; Beilstein, M., Bournay, E., Environment and Security in the Mediterranean: Desertification, ENVSEC, 2009.

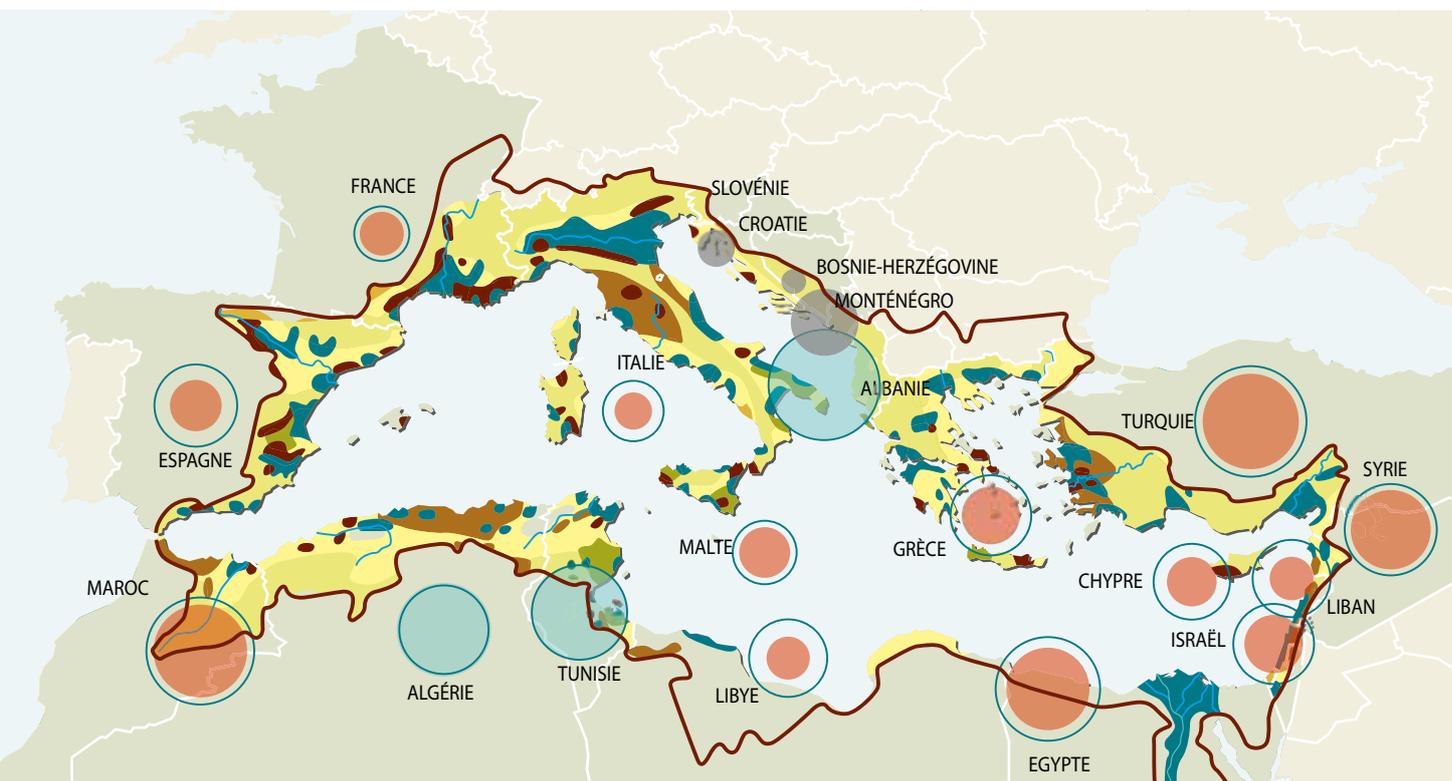
Déchets industriels dangereux dans les pays méditerranéens



pâturage des animaux est à son tour repoussé vers les forêts et les zones de pâturages plus pauvres. Il en résulte un surpâturage et une inévitable dégradation des sols et de la végétation, aggravant le processus de désertification. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les rives sud de la Méditerranée seront sévèrement affectées par le changement climatique, infligeant un fardeau supplémentaire à la production agricole, déjà restreinte par l'étroitesse des ressources naturelles.

Bien que caractérisées par une faible productivité, les forêts méditerranéennes fournissent d'importants services écosystémiques (séquestration du carbone, biodiversité, qualité du paysage, préservation des ressources en eau et lutte contre la dégradation des

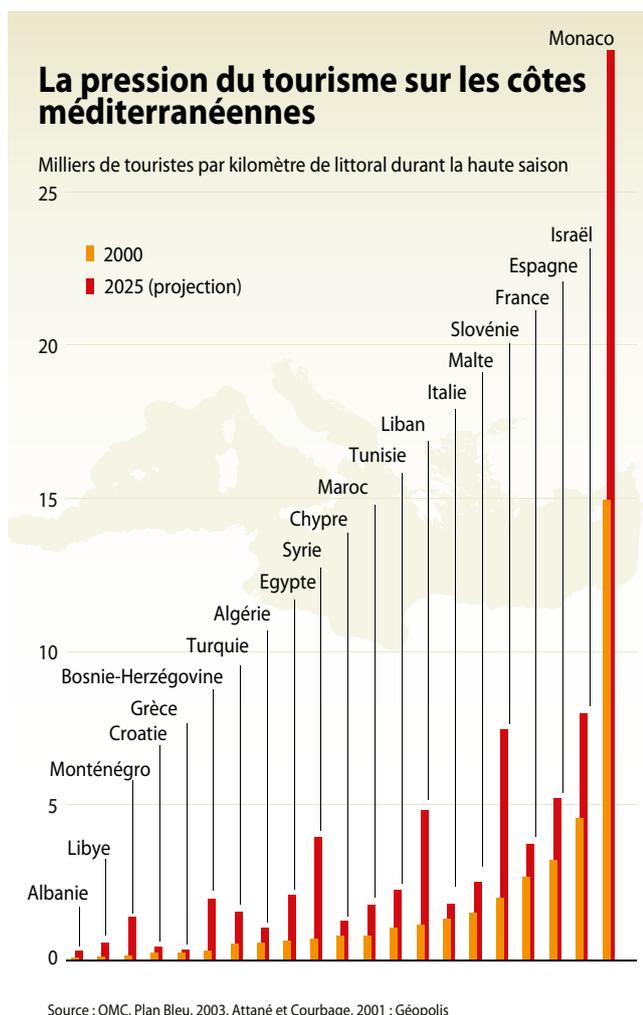
sols). Malgré leur apparente fragilité, les paysages forestiers méditerranéens ont été façonnés par les activités humaines. Ils ont démontré leur forte résilience aux changements d'origines anthropogéniques au cours des siècles. Toutefois, ils font aujourd'hui face à une menace d'une magnitude sans précédent, dominée par le changement climatique et l'augmentation de la population, et à laquelle ils devront s'adapter dans les décennies à venir. Plus du tiers de la valeur économique des forêts méditerranéennes est liée aux produits utilisant du bois prélevé dans les forêts. Viennent ensuite l'industrie des loisirs, la régulation du bassin hydrographique, le pâturage du bétail et les produits forestiers non-ligneux, qui représentent au total, dans des portions semblables, la moitié de la valeur économique restante (FAO/DF 2011).



Exploitation minière et industrie manufacturière

L'absence de réserves de fer et de charbon d'importance dans le bassin méditerranéen a influencé le développement industriel des pays de la région. La production d'acier s'est concentrée dans le nord (Italie, France, Espagne, Turquie et Grèce), avec quelques producteurs au sud (Égypte, Algérie et Tunisie). Les autres activités minières du bassin méditerranéen se concentrent sur le mercure (Espagne), les phosphates (Maroc et Tunisie), la chromite (Albanie et Turquie), le plomb, le sel, la bauxite (Bosnie-Herzégovine, Croatie, France, Grèce, Slovaquie et Monténégro) et le zinc (Espagne et Maroc) (AEE et PNUE 1999).

L'existence de réserves de pétrole et de gaz en Algérie, à Chypre, en Égypte, en Israël, en Italie, au Liban, en Libye et en Syrie explique la présence de plus de quarante raffineries et installations pétrochimiques sur le littoral méditerranéen. Ces installations produisent de l'ammoniac, du méthanol, de l'urée, de l'éthylène, du naphte, du propylène, du butane, du butadiène, des arômes et d'autres produits chimiques industriels. En plus des secteurs minier, pétrochimique et métallurgique, le bassin méditerranéen accueille un secteur industriel manufacturier très divers comprenant la fabrication d'aliments, de textiles, de cuir, de papier, de ciment et de produits chimiques, notamment des engrais. Toutefois, la répartition géographique des activités industrielles du bassin méditerranéen est très inégale, l'essentiel des industries étant concentrées au nord-ouest, particulièrement en Italie, en France et en Espagne.



L'étude des substances rejetées par les différents secteurs industriels, associée à la dangerosité de leurs activités, permet d'identifier les industries les plus polluantes (PNUE/PAM/MED POL, 2012) :

- Production énergétique
- Métallurgie
- Cimenterie
- Raffinerie pétrolière
- Traitement des eaux usées urbaines
- Industrie chimique
- Fabrication d'engrais

Les industries sont souvent situées le long des côtes, dans des zones à forte densité de population, parfois même dans les centres urbains, et souvent à proximité d'autres activités économiques comme l'agriculture et le tourisme. Par conséquent, les pressions que fait porter l'industrie sur les environnements côtiers et marins se cumulent et interagissent avec d'autres types de pressions.

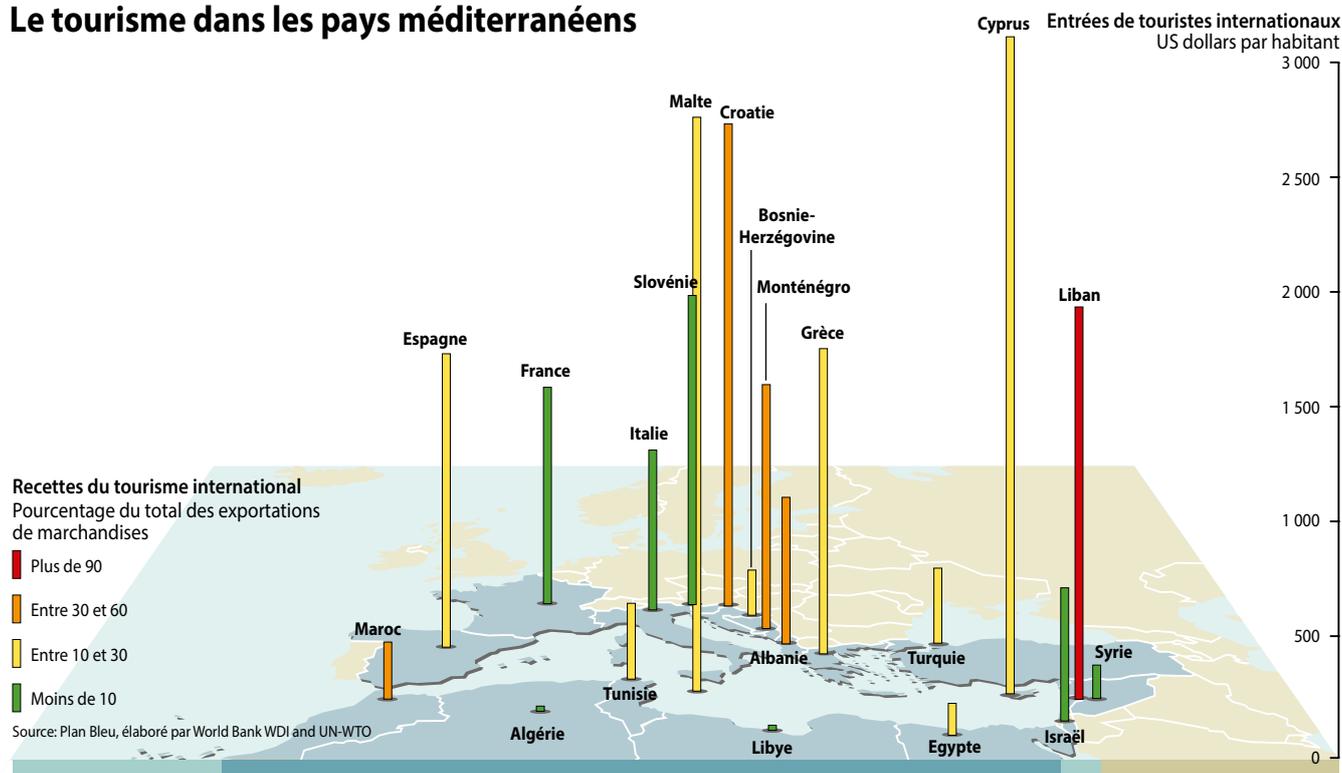
Toutes ces activités industrielles entraînent des pressions multiples et variées sur l'environnement côtier et marin méditerranéen, dont l'utilisation de territoires et de ressources naturelles (marines et terrestres), la production de déchets, et le rejet de polluants dans l'eau et dans l'atmosphère.

Tourisme

Si l'on considère le bassin méditerranéen dans son ensemble, celui-ci constitue de loin la destination touristique mondiale la plus importante, attirant près d'un tiers des touristes internationaux de la planète (en tout, 306 millions sur 980) et générant plus du quart des recettes touristiques internationales (en tout, 190 milliards d'euros sur 738). Il est prévu que le nombre d'entrées de touristes internationaux dans la région méditerranéenne atteigne 500 millions d'ici 2030 (OMT 2012). La grande majorité des touristes sont d'origine européenne (81,1% en 2010), suivis par ceux du Moyen-Orient (6,4%) qui ont récemment dépassé les touristes venant du continent américain (5,7%). Le tourisme intérieur est aussi important dans la région. Sur un total de 450 millions de visiteurs chaque année, y compris les touristes intérieurs et internationaux, 100 millions choisissent de rester sur les côtes de leur propre pays, augmentant considérablement la concentration humaine dans ces régions (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Le secteur touristique est plus développé dans les économies avancées d'Europe. Ces pays comptent plus de deux tiers des arrivées de touristes internationaux de la région. Cependant, les économies émergentes de Méditerranée orientale, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient ont connu une croissance supérieure à la moyenne (9% par an), avec des entrées internationales qui ont plus que triplé entre 1995 et 2010. Le Moyen-Orient a connu une croissance moyenne de 12% par an, l'Afrique du Nord de 6%, et l'Europe émergente de 9%. 2011 et 2012 furent des années particulièrement difficiles pour les destinations d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient à l'international, avec une chute de 31% au Moyen-Orient et de 10% en Afrique du Nord. Toutefois, les prévisions à long terme montrent toujours que les destinations situées dans les pays émergents devraient connaître une croissance plus importante que les destinations dont le marché est mature. Pour la période 2010-2030, l'Afrique méditerranéenne (4,6% par an), le Moyen-Orient (4,5% par an) et les économies européennes émergentes (4,1% par an) devraient connaître des taux de croissance bien plus élevés que les économies avancées d'Europe (1,6% par an) (OMT, 2012).

Le tourisme dans les pays méditerranéens



Le tourisme est un secteur vital pour l'économie méditerranéenne et constitue une source très importante d'emplois et de devises étrangères pour tous les Etats du littoral méditerranéen. 68% des profits tirés des écosystèmes marins et côtiers méditerranéens sont liés à des activités et équipement récréatifs et ces écosystèmes comptent pour 17% du total des dépenses des touristes internationaux (PNUE/PAM/PB 2010).

Le tourisme contribue aux émissions de CO₂, principalement à cause de l'augmentation des transports par voie aérienne et routière. Au-delà des transports, la principale pression que le tourisme côtier fait directement subir à l'environnement marin et côtier est l'emprise au sol, tant dans la zone côtière, qui conduit principalement à une urbanisation des côtes, que sur la côte elle-même, à travers la construction de marinas et autres infrastructures qui poussent à bétonner le littoral. La concentration du tourisme dans des zones géographiques bien spécifiques et des périodes limitées accroît la pression sur les ressources naturelles telles que l'eau douce et augmente la production de déchets et la production d'eaux usées. Par définition, le tourisme côtier est localisé dans les habitats sensibles de la zone côtière, comme les plages, les dunes de sable, et les zones humides. Il en découle inévitablement une modification de l'état de ces habitats et de leurs écosystèmes associés, ainsi que des impacts économiques sur les autres activités qui bénéficient de ces services écosystémiques côtiers. Le développement incontrôlé du tourisme de masse entraînera une dégradation rapide des habitats naturels fragiles (AEE et PNUE 1999, PNUE/PAM/MED POL 2005).

Transport maritime

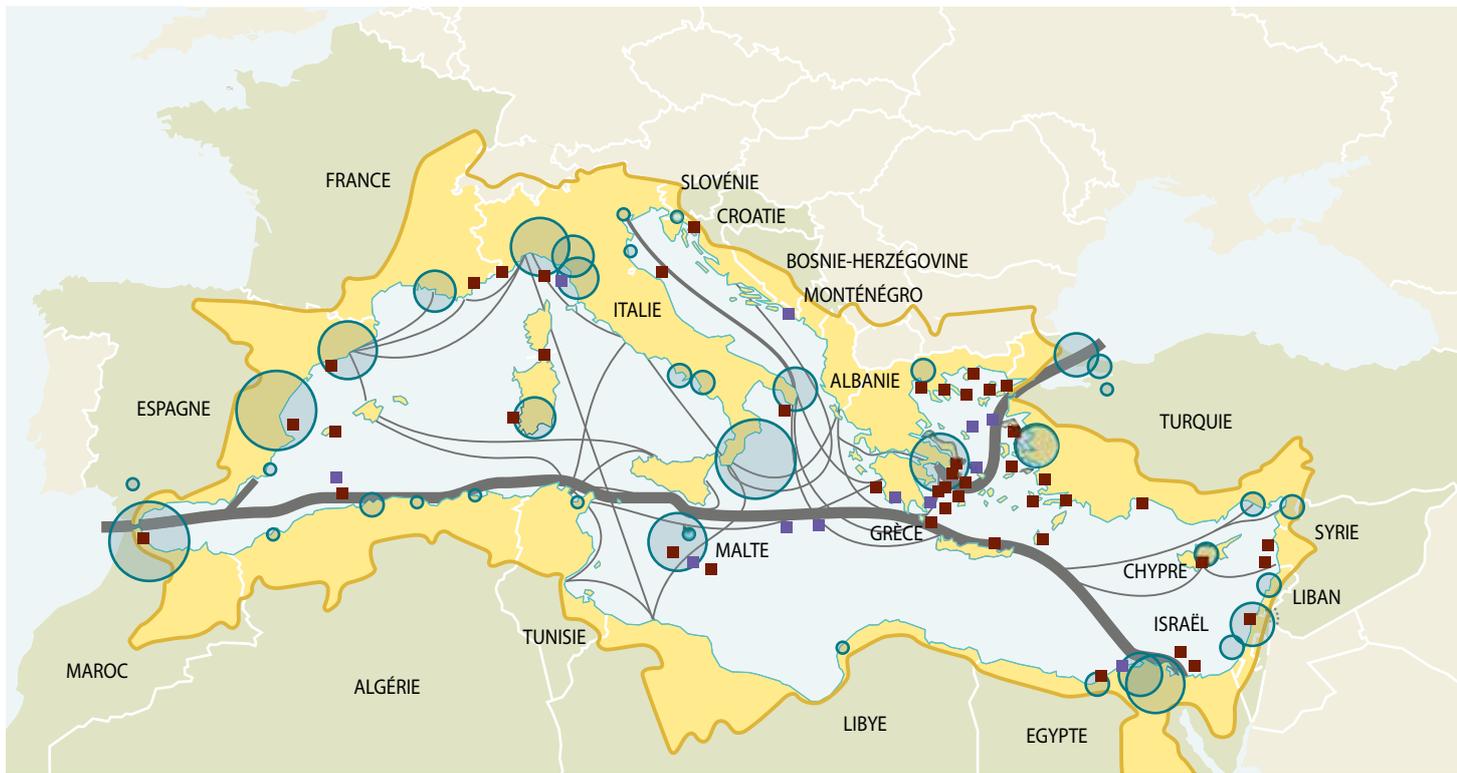
Le transport constitue un autre secteur économique important pour le bassin méditerranéen, en particulier le transport maritime. La mer Méditerranée est l'une des voies navigables les plus fréquentées de la planète, représentant 15% du nombre total de navires et 10% des tonnes de DWT (poids en lourd). Plus de 325 000 trajets ont eu lieu en mer Méditerranée en 2007, ce qui représente une capacité de 3 800 millions de tonnes. Près de deux

tiers de ce trafic correspondait à un trafic intérieur (Méditerranée à Méditerranée), un quart à un trafic de semi-transit, principalement de navires de petite taille, alors que le reste correspondait à un trafic de transit, constitué de gros navires naviguant entre des ports non-méditerranéens via les différents détroits méditerranéens : le détroit de Gibraltar, le détroit des Dardanelles, et le Canal de Suez (données transmises par le REMPEC).

Au cours des dix dernières années, les navires marchands opérant dans et à travers la Méditerranée sont devenus de plus en plus imposants, transportant davantage de marchandises dans des conteneurs toujours plus grands. Les navires transitant à travers la Méditerranée ont une moyenne de 50 000 DWT et sont, en moyenne, trois fois plus grands que ceux opérant à l'intérieur des eaux méditerranéennes. Les densités de transport, mesurées en nombre de trajets, sont dominées par un trafic de passager intra-méditerranéen de petite taille et à forte fréquence. Cependant, la majorité du commerce, y compris le transport du pétrole et du gaz, est réalisée par de grands navires naviguant moins fréquemment (données transmises par REMPEC)

L'axe principal par lequel transite 90% du trafic pétrolier est un axe est-ouest, reliant les passages orientaux des Dardanelles et du canal de Suez au détroit de Gibraltar. Cet axe passe entre la Sicile et Malte et longe les côtes de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc. Le trafic bifurque à mesure qu'il se déplace vers l'ouest à destination des terminaux de déchargement situés en Grèce, dans le nord de l'Adriatique, dans le golfe de Gênes et près de Marseille. Ce trafic est traversé par les routes des pétroliers reliant les terminaux de chargement en Algérie et en Libye à ceux de la rive nord. Dans le bassin méditerranéen oriental, une autre route importante relie les terminaux pétroliers du golfe d'Iskenderun et des côtes syriennes avec l'axe de transport principal (AEE et PNUE 1999).

Les navires de passagers (34% et concentrés en Méditerranée occidentale) et les navires à cargaison sèche (31%) représentent l'essentiel des navires faisant escale dans les ports méditerranéens.



néens. Les bateaux transitant à travers la Méditerranée sans faire escale sont dominés par les navires à cargaison sèche, qui représentent près de deux tiers (61%) des voyages effectués. Les autres navires transitant en mer Méditerranée sont des porte-conteneurs (13%), des pétroliers (chimiquier 8%, transporteurs de produits 5%, transporteur de pétrole brut 4%), et des navires de passagers (4%). Les porte-conteneurs et les pétroliers représentent toutefois une part importante du tonnage.

La Méditerranée est un centre important de chargement et de déchargement de pétrole brut. Environ 18% du transport maritime de pétrole brut mondial a lieu en, ou à travers la Méditerranée, et ce alors que seuls 2% des navires faisant escale en Méditerranée sont des transporteurs de pétrole brut. Les principales voies maritimes sont dominées par l'acheminement de pétrole brut de Novorossiysk (mer Noire) vers des destinations méditerranéennes par les Dardanelles, ainsi que par des exportations en provenance du golfe Persique via le canal de Suez et l'oléoduc Sumed (qui aboutit à Sidi Kerir, près d'Alexandrie), à destination de ports méditerranéens et de ports situés à l'ouest de Gibraltar. En 2006, les trajets de transit ne représentaient que 15% des transports de pétrole brut. Le reste des trajets avaient pour origine ou destination un port méditerranéen.

Le transport de gaz naturel liquéfié (GNL) ou de gaz de pétrole liquéfié (GPL) représente aussi une proportion considérable des livraisons de produits énergétiques en Méditerranée. La grande majorité consistant en exportations intra-méditerranéennes d'Afrique du Nord vers d'autres ports méditerranéens, situés principalement en Europe.

Les prévisions concernant le transport maritime méditerranéen montrent une croissance du trafic, liée en partie à une augmentation des exportations de pétrole brut en provenance de la mer Caspienne et de la mer Noire.

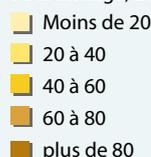
L'amélioration des infrastructures en Europe centrale et de l'Est est un autre facteur concourant à l'augmentation du trafic. Cela

pourrait conduire à une augmentation des cargaisons en vrac dans les ports de l'Adriatique au détriment des ports d'Europe du Nord qui accueillent actuellement une grande partie du trafic.

Les principales conséquences du transport maritime sur l'environnement marin sont la pollution engendrée par les accidents maritimes et par les biocides contenus dans les peintures anti-végétatives, l'introduction de germes pathogènes et d'espèces invasives, la mortalité de cétacés et de tortues de mer due à des collisions et le bruit sous-marin. En dépit des règlements et des éventuelles interdictions des rejets de déchets en mer, la pratique de déverse-

Stress hydrique dans le bassin méditerranéen

Indice d'exploitation de l'eau⁽¹⁾ Pourcentage, 2000-2010



(1) Part des ressources hydriques en exploitation qui sont non renouvelables.

Usines de dessalement existantes et prévues

Capacité, en milliers de m³



Désertification

Zone de grave désertification

Sources : Plan Bleu, informations basées sur des sources nationales : Eau, énergie, désalinisation et changement climatique en Méditerranée, 2008 ; IDA Worldwide Desalting Plants Inventory ; Beilstein, M. ; Bournay, E., Environnement et sécurité en Méditerranée : désertification, ENVSEC, 2009.

Voies maritimes de transport en Méditerranée

Accident maritimes

2000-2009

- Déversements de pétrole
- Déversements de substances nocives

Principales voies maritimes

- Intensité très élevée
- Intensité plus basse

(L'épaisseur de la ligne indique le volume du trafic)

Trafic de conteneurs, 2005

Milliers de conteneurs ou équivalent



Un conteneur est égal à 39 m³

Sources : REMPEC ; Beilstein, M. ; Bournay, E., Environnement et sécurité en Méditerranée : désertification, ENVSEC, 2009.

ment de déchets et d'autres substances nocives perdue. Les rejets actuels, additionnés à l'héritage des rejets passés, continuent de soumettre l'environnement marin à une pression considérable.

Le développement du transport maritime est intrinsèquement lié au développement des infrastructures côtières telles que les ports, les autoroutes et les chemins de fer reliant les terres intérieures aux ports. Le développement de grands complexes logistiques côtiers entraîne, entre autre, une fragmentation des paysages et des habitats, des modifications de l'affectation des sols, et une augmentation des charges de polluants.

Ressources naturelles marines et côtières

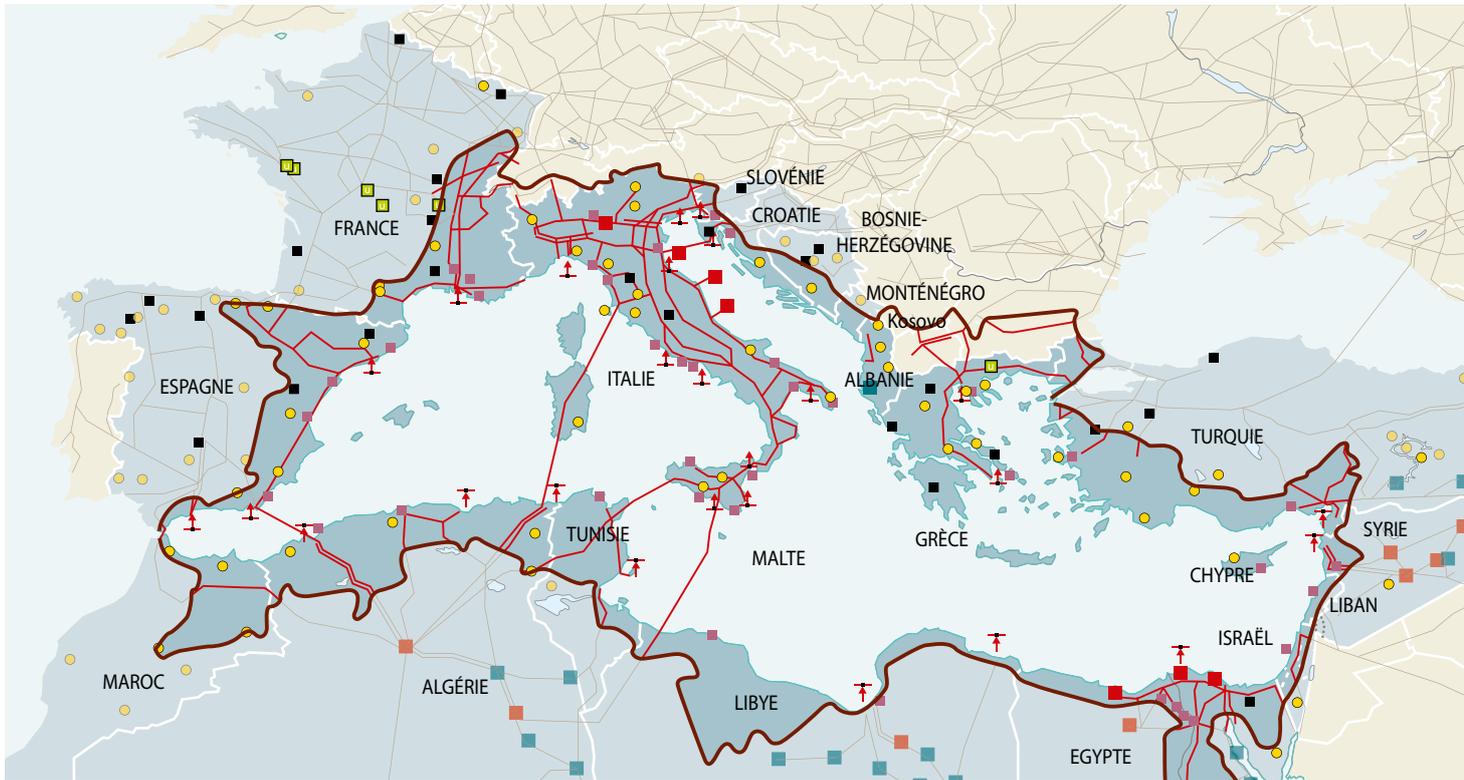
Les ressources marines et côtières comprennent à la fois des ressources non biologiques, telles que des sols fertiles, l'eau douce et les combustibles fossiles, et des ressources biologiques comme les poissons. La disponibilité de ces ressources est un prérequis à un développement économique durable de la région. Le bassin méditerranéen rencontre toujours plus de problèmes de dégradation des terres et de raréfaction de l'eau du fait de l'activité humaine. Les ressources halieutiques, également vitales pour les économies méditerranéennes, sont menacées par la surexploitation et des pratiques non durables (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Sol et eau douce

Le pourtour méditerranéen contient peu de plaines alluviales et côtières et ces dernières sont relativement restreintes, à l'exception du delta du Nil. Les plaines côtières sont particulièrement vulnérables au changement climatique, qui peut avoir des répercussions sur l'hydrologie, le niveau de la mer et les écosystèmes. Elles sont également menacées par les activités humaines, telles que la pollution et les flux de sédiments émis par l'agriculture intensive et le développement industriel, que ces activités aient lieu au niveau local ou en amont. L'intensification des pratiques agricoles a renforcé une tendance déjà forte à la désertification de la région. Près de la moitié des terres du bassin méditerranéen sont sujettes à l'érosion (PNUE/PAM/MED POL 2005) et donc au lessivage des sols par ruissellement.

L'irrigation et l'accroissement de la population réduisent également le débit en eau douce des fleuves alimentant les plaines alluviales méditerranéennes. La plupart des pays méditerranéens connaissant un régime pluviométrique irrégulier et la plupart des sources d'eau disponibles ont déjà été exploitées ou sont en cours d'exploitation. Selon des estimations du Plan Bleu, d'ici 2025, huit des douze pays des rives méridionale et orientale de la Méditerranée pourraient consommer davantage d'eau douce que le total des sources d'eau renouvelables (PNUE/PAM/MED POL 2005). Au cours des quarante dernières



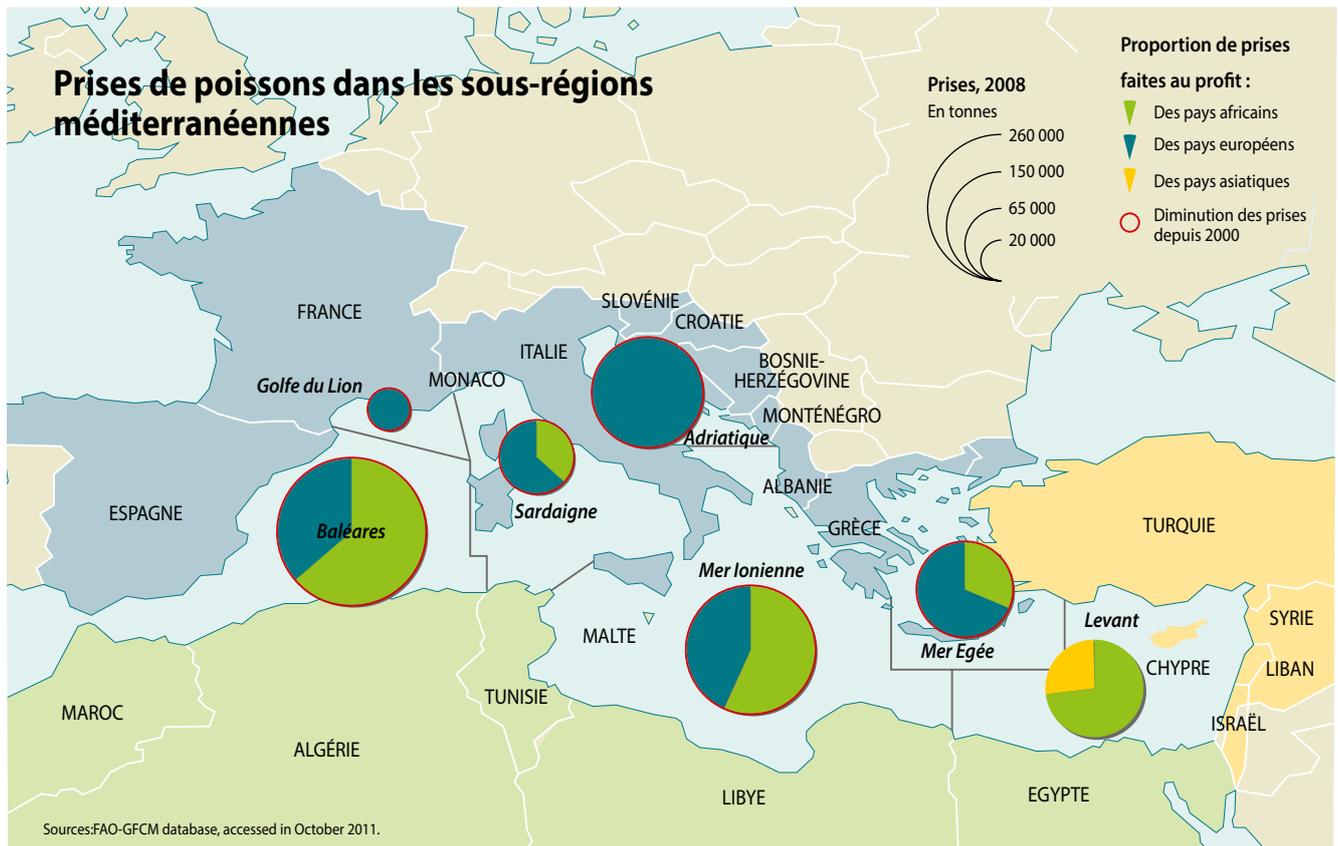


années, tous les grands fleuves qui se jettent dans la Méditerranée ont déjà vu une grande partie de leur débit détourné vers l'agriculture et vers d'autres utilisations, ce qui implique une baisse de 20% de l'apport en eau douce dans la Méditerranée (Ludwig et al. 2009).

Pétrole et gaz

L'industrie pétrolière est extrêmement active dans le bassin méditerranéen. La Libye, l'Algérie et l'Égypte sont considé-

rés comme des producteurs de pétrole de taille moyenne et des raffineries sont réparties tout autour du bassin. Certains pays, comme la Grèce, l'Italie, Chypre, Israël, le Liban et la Turquie, ont une production intérieure de pétrole et de gaz relativement faible, mais connaissent une activité d'exploration intense, particulièrement depuis les découvertes et la prospection de vastes réserves inconnues jusque alors dans la province du bassin levantin, en Méditerranée orientale (AEE et PNUE 1999, Schenk et al. 2010). Le bassin méditerranéen pré-



Ressources en énergie non renouvelable en Méditerranée

Mines

- Installations minières
- Mines de charbon
- Mines d'uranium

Infrastructures pétrolières et gazières

- Champs d'extraction de gaz
- Champs d'extraction de pétrole
- Raffineries
- ↑ Port de chargement de pétrole brut
- ↓ Port de déchargement de pétrole brut
- Oléoducs du bassin méditerranéen
- Principales voies maritimes

Sources : Beilstein, M., Bournay, E., Environnement et sécurité en Méditerranée : désertification, ENVSEC, 2009.

sentant une géologie complexe et de grandes régions encore inexplorées, il est difficile de déterminer la taille des ressources en hydrocarbures de la région. On estime les réserves pétrolières connues à plus de 45 000 millions de barils. La plupart des entreprises présentes dans la région se concentrent sur l'exploration. Les régions les plus prometteuses se situent aussi bien sur le littoral qu'offshore.

Parmi les sites les plus prospectés, quatre se trouvent en Algérie (dans les bassins de Ghadamès et d'Illizi situés à proximité des frontières entre l'Algérie, la Tunisie et la Libye), trois se trouvent en Libye (dans les bassins de Syrte, Ghadamès et Murzuq), six en Egypte (à Ashrafi dans le golfe de Suez, East Tanka offshore, le désert occidental, Meleiha, Qarum et Abu Gharadiq), quatre en Grèce (Nord-ouest du Péloponnèse, Ioannina, Aitolokrannia et le golfe offshore de Patras), trois en Italie (Val d'Agri dans la région de Basilicate au sud du pays, dans la région des Abruzzes, en offshore et au large de Brindisi, en mer Adriatique) (AEE et PNUE 1999). S'ajoutent à cela des réserves considérables dans la province du bassin levantin (Schenk et al. 2010).

Le commerce et la distribution du pétrole et du gaz dans le bassin méditerranéen nécessite un vaste réseau d'oléoducs et de gazoducs, en mer comme sur terre, principalement dans les pays de production, reliant leurs champs pétroliers à leurs raffineries et terminaux pétroliers ou à d'autres pays.

La pêche

La pêche est un enjeu important en Méditerranée. Bien que ne représentant qu'une petite quantité des produits consommés sur le marché, elle constitue une source d'emplois importante ainsi qu'une des bases de l'identité culturelle méditerranéenne. Le secteur emploie 420 000 personnes, dont 280 000 pêcheurs, et le prix moyen des produits débarqués est beaucoup plus élevé que la moyenne mondiale.

La durabilité des ressources halieutiques (et *de facto*, de la pêche) est favorisée par la diversité des profondeurs et par la présence de nombreuses zones refuge pour la reproduction. Ces deux facteurs permettent d'améliorer la résilience des populations halieutiques face aux pressions. La proportion exceptionnellement élevée d'opérateurs de petite taille engagés dans la pêche commerciale est également un avantage en matière de durabilité. La flotte de pêche côtière s'intéresse en premier lieu aux espèces de poisson qui ont de la valeur sur le marché. Elle crée de nombreux emplois et est beaucoup plus sélective dans ses prises que les flottes industrielles à grande échelle (en particulier les chalutiers). Plus de 85% des bateaux de pêche de la flotte méditerranéenne (71 800 sur un total de 84 100) relèvent de la pêche artisanale. Ces bateaux sont parfois non motorisés (4 000 sur 13 700 en Tunisie, par exemple).

De nombreux pêcheurs cumulent plusieurs emplois (c'est le cas de 80% d'entre eux à Malte et 92% en Syrie par exemple). La part de la pêche côtière dans le total des prises varie selon les pays (87% en Syrie, 58% à Chypre, 56% en Grèce, 44% en Tunisie, 41% en Italie, 39% en Israël, et 10% en Slovénie). La flotte industrielle se concentre principalement dans les pays méditerranéens membres de l'Union européenne (57% de la flotte totale). La pêche récréative représente 10% du total des prises, ce qui est considérable (PNUE/PAM/PB 2005).

Les poissons débarqués dans les ports méditerranéens ne représentent qu'une infime partie des prises mondiales (un peu plus de 1% des débarquements totaux, en volume). Toutefois, sachant que la Méditerranée représente moins de 0,8% de la surface globale des océans, cela représente une pression significative. De plus, la pêche méditerranéenne tend à être concentrée dans les zones côtières, certains bateaux pêchant sur le talus continental des espèces prisées comme la crevette rose (*Aristeus antermarus*), la crevette rose du large (*Parapenaeus longirostris*), et le merlu (*Merluccius merluccius*). Les eaux profondes ne sont pas exploitées pour l'instant et il est peu probable qu'elles le soient dans un futur proche. La production de poisson varie actuellement entre 1,5 et 1,7 million de tonnes par an, dont 85% de cette production se concentre dans six pays (Italie, Turquie, Grèce, Espagne, Tunisie et Algérie). La pêche ne satisfait plus la demande des pays du littoral, laquelle correspond en moyenne à un tiers de la demande totale (PNUE/PAM 2012).

Pression humaine, état et impacts sur les écosystèmes méditerranéens

Ecosystèmes et paysages littoraux

Pollution

Eutrophisation

Détritus marins

Le bruit marin

Espèces non indigènes

Poissons et crustacés exploités à des fins commerciales

Intégrité du fond de la mer

Conditions hydrographiques

Réseaux trophiques marins

La biodiversité

Impacts cumulatifs et concurrents

C'est en analysant systématiquement des principaux problèmes répertoriés qu'il sera possible de formuler des propositions de mesures permettant d'atteindre les objectifs approuvés par consensus dans le cadre de l'approche écosystémique. Les chapitres qui suivent ci-dessous contiennent des informations sur les pressions, l'état et les impacts associés à chaque problème d'importance, allant progressivement de ceux qui sont liés à une pression particulière à des questions qui concernent un état particulier en particulier, et des questions côtières aux questions offshore. La quantité d'informations relative à chacun de ces problèmes varie en fonction de l'attention qui lui a été portée par le passé, ce qui constitue un premier indice permettant d'identifier les secteurs pour lesquels des recherches supplémentaires sont nécessaires afin d'atteindre les objectifs qui leur sont liés.

Ecosystèmes et paysages littoraux

Paysages littoraux

Plusieurs siècles d'interaction entre les processus naturels et anthropiques ont créé une mosaïque complexe de paysages dans le bassin méditerranéen (Bratina-Jurkovič 2011). Cette évolution a été marquée par l'histoire. La période de croissance démographique, d'industrialisation et d'avancées techniques et technologiques qui a suivi la Seconde Guerre mondiale a entraîné un changement radical de l'utilisation du sol, en particulier en raison de l'accroissement de l'urbanisation accrue et de l'intensification de l'agriculture. De cette évolution découlent de nouvelles pressions sur les écosystèmes méditerranéens, notamment un besoin accru de terres arables et d'eau douce et une demande accrue pour les transports par voies maritime et terrestre. L'augmentation de la superficie des terres cultivées et urbanisées et du trafic maritime ont eu de multiples conséquences, notamment la perte d'habitat, la réduction des rejets d'eau douce et de sédiments par les fleuves, la salinisation des aquifères côtiers, l'érosion du sol et du littoral et l'eutrophisation de certaines eaux côtières. Ces pressions constantes et leurs conséquences menacent aujourd'hui l'intégrité et la diversité du paysage naturel et culturel de la région, modifiant un paysage subtil et multifonctionnel, ce qui limite les possibilités de mettre sur pied un développement durable.

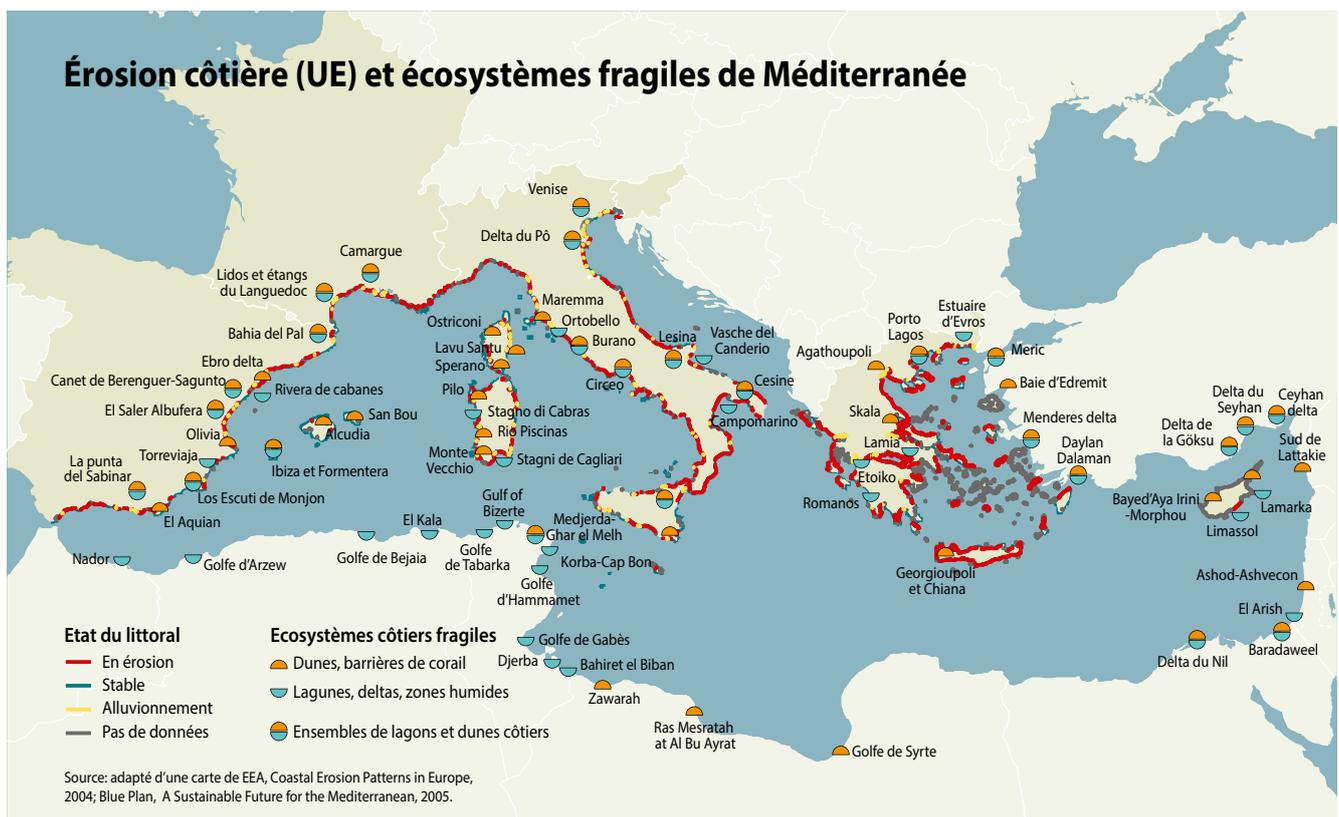
Dans le bassin méditerranéen, les régions qui ont connu le plus de changements anthropiques sont les régions les plus intensément exploitées du fait de leur disponibilité en ressources naturelles nécessaires aux établissements humains. Les deltas en sont de bons exemples, car ils se composent de terrains de faible altitude, propices à la construction de logements, de terres arables, comportent des ressources en eau douce, et ont un accès facile à la mer.

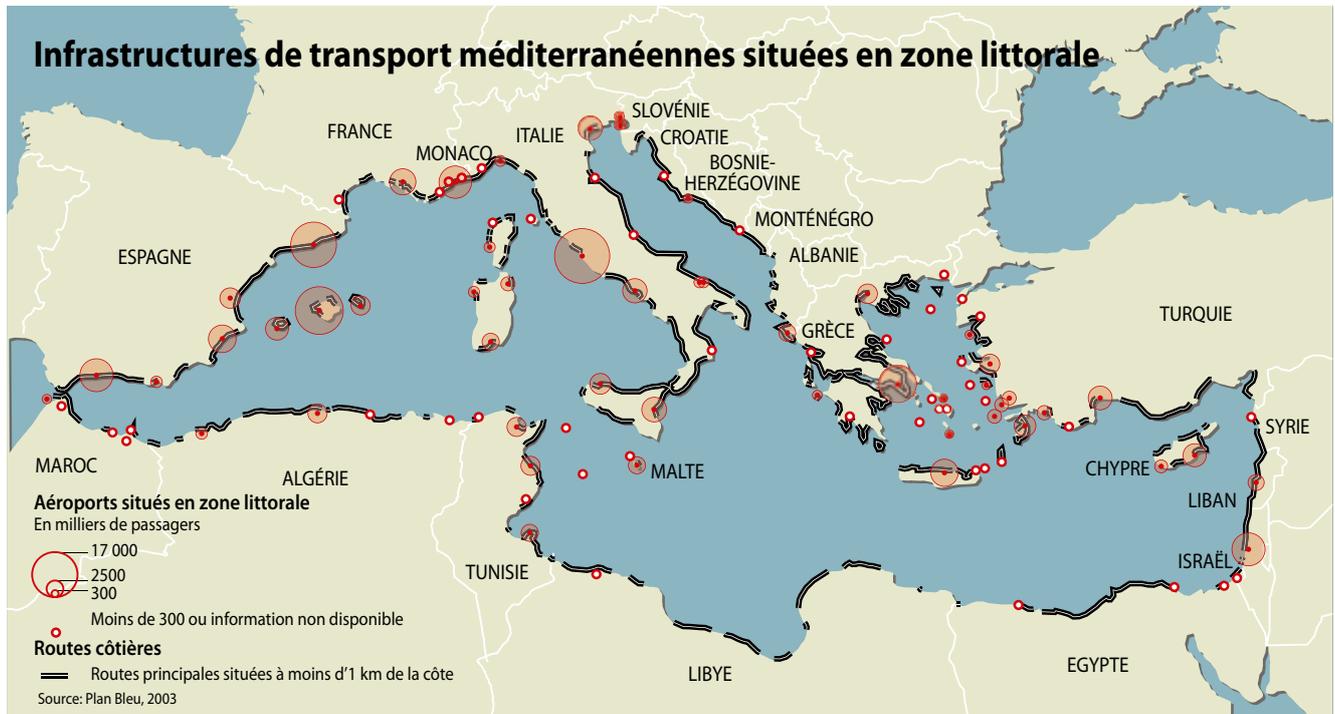
Stabilité et érosion du littoral

Le littoral méditerranéen s'étire sur environ 46 000 kilomètres, dont près de 19 000 sur les îles. 54% des côtes sont rocheuses ; 46% sont sédimentaires et comprennent d'importants écosystèmes fragiles tels que plages, dunes, récifs, lagunes, marécages, estuaires ou deltas. Les côtes sédimentaires de basse altitude sont plus dynamiques que les côtes rocheuses. L'équilibre entre l'élévation du niveau de la mer, l'apport de sédiments, les vagues et les régimes côtiers actuels déterminera si le littoral progresse (accumulation), reste stable ou recule (érosion).

Les prévisions basées sur les modèles de calcul de la hausse du niveau de la mer Méditerranée pour le XXI^e siècle vont jusqu'à 61 cm (dans le pire des scénarios) pour la Méditerranée orientale (Marcos et Tsimplis, 2008). Les données altimétriques satellitaires sur les variations du niveau de la mer Méditerranée, de janvier 1993 à juin 2006, indiquent que l'augmentation du niveau de la mer sera plus importante en Méditerranée orientale qu'en Méditerranée occidentale. Les deltas, en raison de leur topographie et de leurs dynamiques sensibles, sont les plus vulnérables aux impacts de l'augmentation du niveau de la mer.

La stabilité du littoral est également affectée par l'augmentation de structures artificielles, tant à l'intérieur du bassin versant (en particulier les réservoirs) que le long du littoral (la prolifération des marinas et autres infrastructures urbaines et touristiques). Chaque année, environ 45% des sédiments naturels transportés par les cours d'eau en direction de la Méditerranée sont soit retenus derrière les barrages, soit extraits du lit des cours d'eau pour une utilisation du sable et des graviers, conduisant à un déficit





global de sédiments sur la côte (PNUE/PAM 2009). Les structures artificielles associées aux ensembles de plages de dunes et de berges, la destruction ou la dégradation d'herbiers marins et de la végétation des dunes, ainsi que l'extraction de gaz naturel, d'eau et de sable peuvent également affecter le cycle des sédiments et leur redistribution dans les zones côtières voisines, tout particulièrement si ces modifications du littoral n'ont pas été correctement planifiées et conçues (EEE et PNUE 1999).

Seuls les pays méditerranéens membres de l'Union européenne ont réalisé des recherches systématiques et ont documenté l'érosion du littoral, dans le cadre des projets LaCoast, CORINE (Coordination des informations sur l'environnement), et EuroSION. Environ un quart du littoral de l'Union européenne est touché par l'érosion, plus ou moins marquée selon les pays. Afin de contrôler l'érosion, des digues ont été construites sur 10% du littoral européen. Mais ces digues engendrent souvent des effets indésirables, dont l'augmentation de l'érosion dans d'autres zones.

Les données CORINE sur le littoral montrent qu'à la fin du XXe siècle, 1 500 km des côtes méditerranéennes de l'Union européenne avaient été transformées en « côte artificielle » (concentrée principalement dans les Baléares, le Golfe du Lion, la Sardaigne et les mers Adriatique, Ionienne et Égée). Sur ce total, les ports européens représentaient 1 237 km (CE 1998). Le manque d'information et la difficulté d'accéder à des données éparpillées ont constitué des obstacles à l'évaluation de l'état et des tendances de l'érosion, même pour les pays de l'UE, ce qui entrave

sérieusement la mise en œuvre des politiques de protection et de gestion de l'environnement côtier aux niveaux local, national et régional (CORINE 1995).

L'érosion a de nombreuses conséquences sur les écosystèmes littoraux. Parmi ceux-ci il faut citer la destruction des couches superficielles du sol, entraînant une pollution des eaux souterraines et la réduction des ressources en eau; la dégradation des dunes, entraînant la désertification ; la baisse de la biodiversité biologique ; des effets néfastes sur les dynamiques des plages ; la réduction des ressources sédimentaires ; et la disparition des couloirs sablonneux du littoral qui protègent les terres agricoles contre l'intrusion d'eau de mer, menant à une salinisation du sol et des eaux souterraines (EEE et PNUE 2006).

Des données CORINE ont été utilisées pour produire un inventaire des sites naturels de grande valeur écologique touchés par l'érosion côtière. Le Golfe du Lion, la mer Ligure, la côte tyrrhénienne de l'Italie, et le delta du Pô contiennent tous nombre de ces sites. Le projet CORINE est notamment parvenu à mettre en évidence que les activités qui entraînent l'érosion du littoral portent souvent préjudice, indirectement, à des zones naturelles protégées établies au titre de Natura 2000 (un réseau européen de zones protégées) en y prélevant des sédiments. Sachant que les sites Natura 2000 ont été sélectionnés pour leur caractère essentiel à la survie des espèces et des habitats les plus menacés d'Europe, ces pratiques ont des conséquences importantes à long terme sur la biodiversité côtière et la résilience des écosystèmes (Salman et al. 2004).

Pollution

La pollution marine et côtière affecte l'eau, les sédiments et le biote. Elle peut être liée à des substances appauvrissant l'oxygène, aux métaux lourds, aux polluants organiques persistants (POP), aux hydrocarbures, aux micro-organismes, aux nutriments anthropogénique ou aux débris. Ces deux dernières sources de pollution font l'objet, respectivement, des chapitres relatifs à l'eutrophisation et aux déchets marins. De nombreux types de polluants pénètrent dans la mer Méditerranée à partir des côtes (sources terrestres), soit par l'intermédiaire de lieux de rejet et de décharges (pollution ponctuelle) soit en surface, par le ruissellement fluvial (pollution diffuse). Les polluants pénètrent aussi les environnements marins et côtiers à travers les retombées atmosphériques, alors que d'autres sont directement introduits par les activités maritimes comme le transport maritime, la pêche, l'exploitation minière, et l'exploration pétrolière et gazière.

Les recherches portant sur les conséquences des polluants sur l'environnement ont eu tendance, jusqu'à présent, à se concentrer sur les polluants dont les effets sur la santé humaine sont les plus importants (le mercure par exemple). La répartition régionale des études est inégale et on sait peu de choses sur l'impact des polluants dans de nombreuses régions de la Méditerranée.

Concentration, répartition et impacts potentiels des contaminants prioritaires

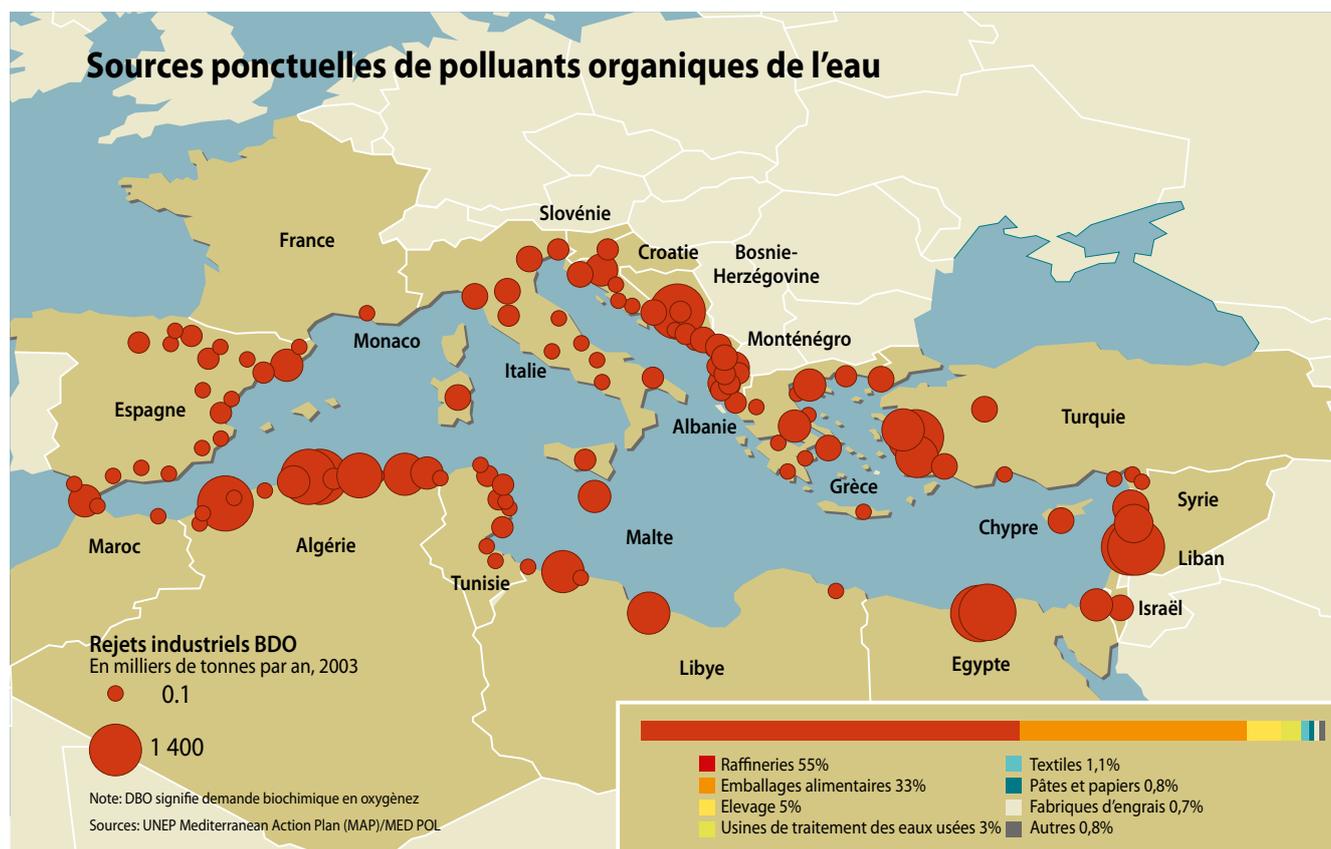
Matières organiques des eaux usées

Les matières organiques présentes dans les eaux côtières et du large proviennent principalement des eaux usées urbaines, domestiques et industrielles rejetées dans la mer, soit directement

par des sources ponctuelles, soit par l'intermédiaire des fleuves. L'ampleur de la pollution en matières organiques est mesurée par la demande biochimique en oxygène (DBO), c'est-à-dire la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes en suspension dans l'eau pour oxyder les matières organiques.

On peut utiliser, à titre d'approximation, une cartographie des villes situées sur le littoral et n'ayant pas d'usines de traitement des eaux usées ou ayant des usines de traitement inadéquates (usines extrayant moins de 70 à 90% de la DBO) afin d'identifier les zones dans lesquelles des quantités potentiellement dangereuses de matières organiques sont déversées dans l'environnement marin. Pour éliminer efficacement les polluants contenus dans les eaux usées, on utilise un traitement secondaire qui élimine, par des processus physiques et biochimiques, les matières organiques responsables de 70 à 90 % de la DBO. Environ la moitié de la pollution causée par les matières organiques des eaux usées provient de rejets directs et non traités, alors que moins d'un tiers provient de rejets d'eaux usées insuffisamment traitées.

Soixante-trois pour cent des établissements humains côtiers comptant plus de 2 000 habitants disposent d'une usine de traitement des eaux usées alors que 37% n'en ont pas. Si la plupart des usines de traitement utilisent un traitement secondaire (67%), 18% des usines ne disposent que d'un traitement primaire (PNUE/PAM/MED POL et OMS 2010). Les usines de traitement ne se répartissent pas uniformément dans la région méditerranéenne et elles sont absentes de nombreuses villes de la côte sud du bassin occidental, des côtes siciliennes, de la côte orientale de l'Adriatique, de la mer Égée et du nord-est du bassin oriental.

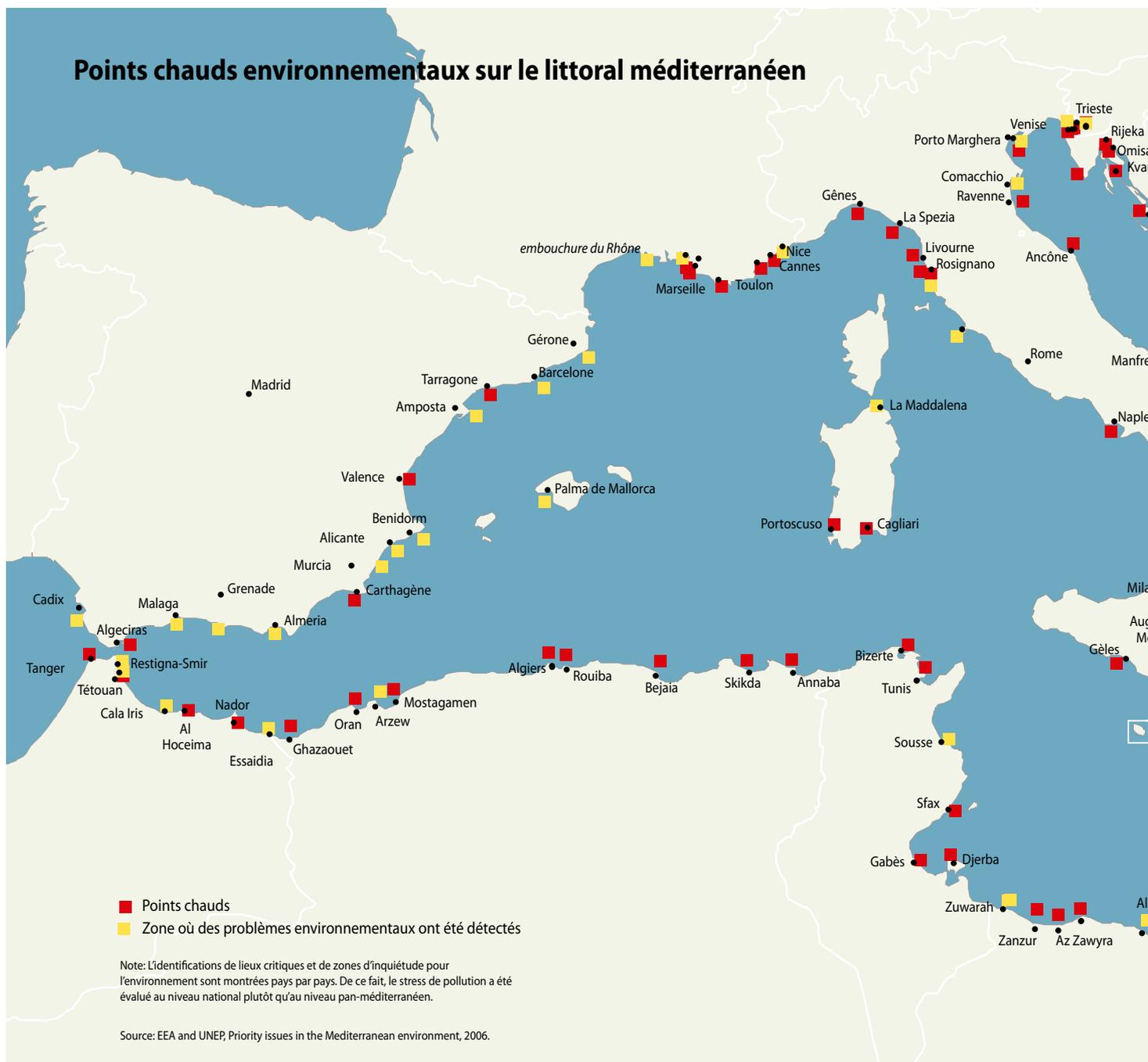


La pollution en matières organiques des eaux usées industrielles a été documentée par le MED POL à travers un inventaire des sources ponctuelles de pollution industrielle en 2003. Les zones contenant les plus fortes teneurs en DBO se trouvent sur la côte sud du bassin occidental, la côte est de l'Adriatique, la mer Égée et le secteur nord-est du bassin oriental. Généralement, ces régions ne disposent pas suffisamment de stations d'épuration et de traitement des eaux usées. Cela indique probablement une accumulation de quantités élevées de matières organiques en raison de l'addition des sources industrielles et domestiques de pollution (PNUE/PAM 2012). Sur la côte nord de la Méditerranée, la DBO est principalement émise par des usines de traitement des eaux usées et par l'industrie agroalimentaire, tandis que dans les zones sud et orientale de la méditerranée, d'autres secteurs comme le raffinage pétrolier, l'élevage, le textile, l'industrie du papier ou des engrais constituent d'importants émetteurs (PNUE/PAM/MED POL 2012).

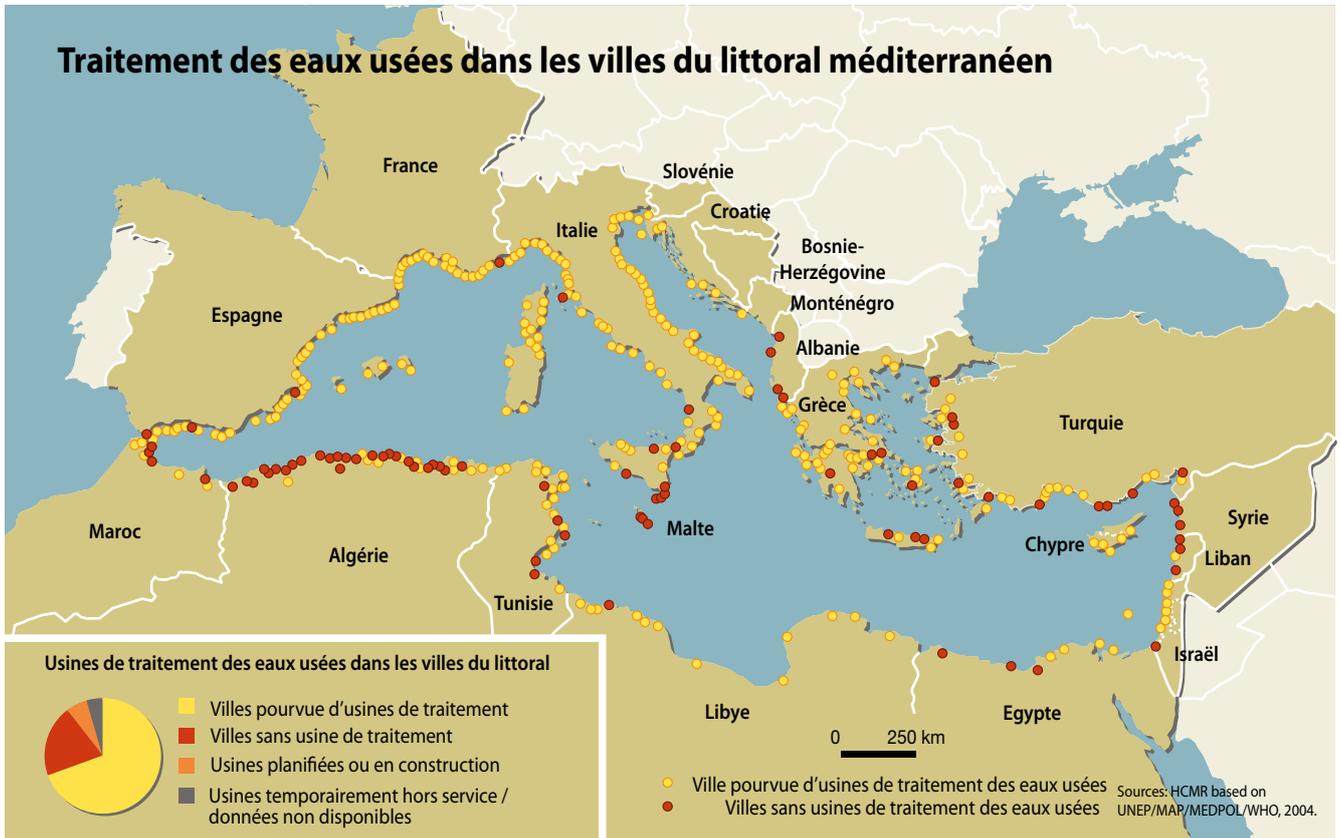
L'appauvrissement en oxygène causé par l'eutrophisation d'origine anthropique ou par l'apport de matières organiques dans

les eaux usées peut être fatal aux animaux marins et aux végétaux, pris collectivement. L'apport de matières organiques et l'eutrophisation (découlant de l'augmentation de la productivité du fait de l'apport supplémentaire en nutriments) découlent souvent des mêmes sources et contribuent l'un avec l'autre pour épuiser l'oxygène dissous dans l'eau. Se référer au chapitre consacré à l'eutrophisation pour un examen approfondi de la question.

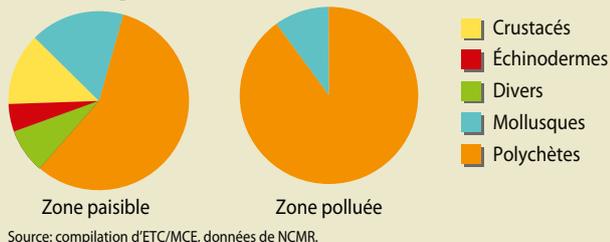
Les matières organiques contenues dans les eaux usées réduisent l'oxygène de l'eau à travers deux processus. Premièrement, l'accroissement de la concentration des particules réduit la pénétration de la lumière dans l'eau, réduisant ainsi l'intervalle de profondeurs où se produit la photosynthèse. Ce phénomène aboutit à une diminution de la libération d'oxygène par la colonne d'eau. Deuxièmement, la matière organique introduite utilise de l'oxygène en se décomposant, en particulier à proximité du fond, où la matière organique particulaire se dépose. En Méditerranée, de nombreux cas de mort de poissons et de crustacés ont été enregistrés, ceux-ci étant les premiers à être touchés par l'appauvrissement en oxygène.



Traitement des eaux usées dans les villes du littoral méditerranéen



Composition des communautés benthiques



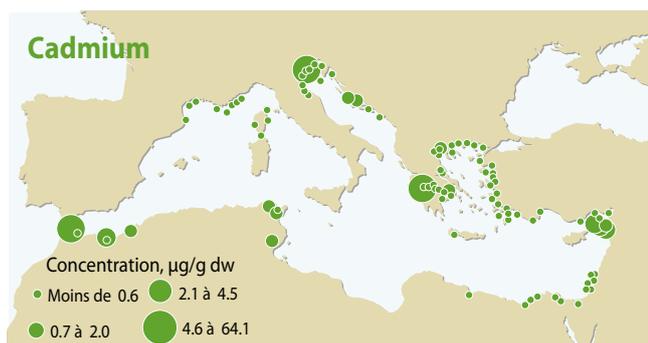
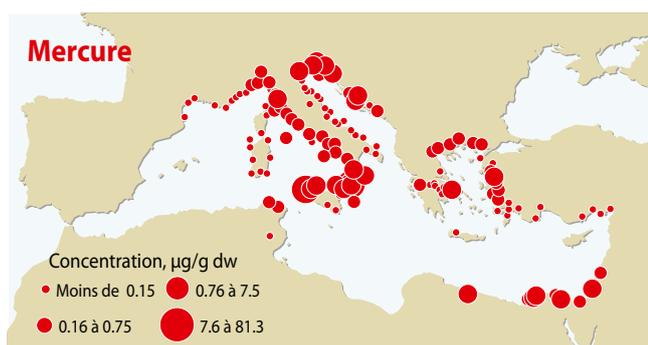
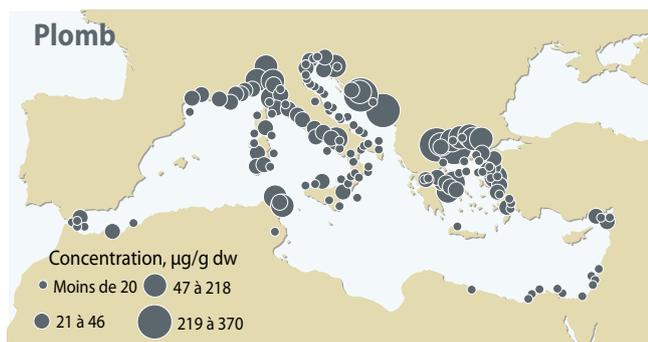
Les communautés benthiques sont parmi les premières à disparaître face à des conditions de stress intense. Les organismes benthiques jouent un rôle écologique important, car ils remanient les sédiments et influencent le flux de nutriments à travers l'interface eau-sédiment. Ainsi, leur disparition est une menace pour l'ensemble de l'écosystème. Dans les zones encore intactes de l'Est méditerranéen, les communautés benthiques contiennent une forte diversité d'espèces, comprenant des po-

lychètes (50-65%), des mollusques (15-25%), des crustacés (10-20%), des échinodermes (5-8%), et divers taxons. En revanche, dans les zones fortement perturbées (p.ex. : à proximité des points de rejet d'eaux usées) à polluées (p.ex. : baie urbanisée), les échinodermes, crustacés et divers taxons ont largement disparu alors qu'un petit nombre d'espèces polychètes représentent 70-90% du total des espèces (Stergiou et al. 1997). Le même scénario s'applique aux communautés benthiques de l'Ouest méditerranéen, où l'accroissement des perturbations conduit aussi à une réduction de la diversité des espèces présentes.

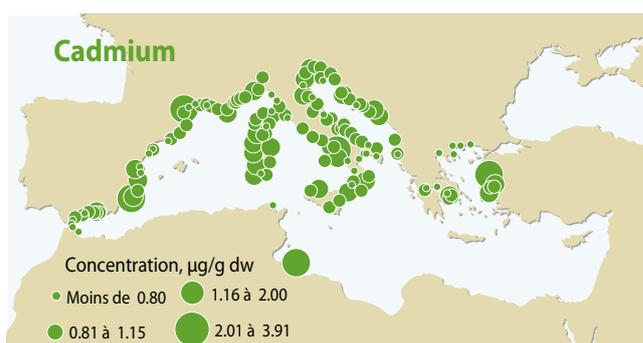
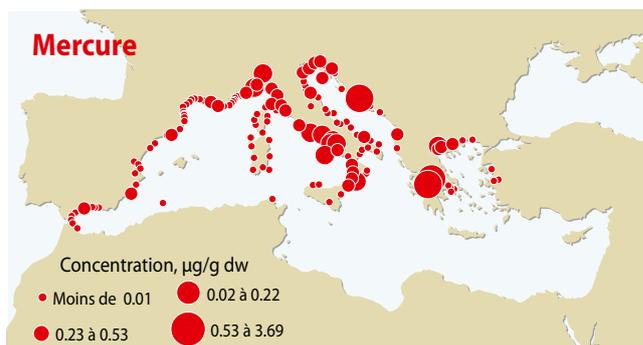
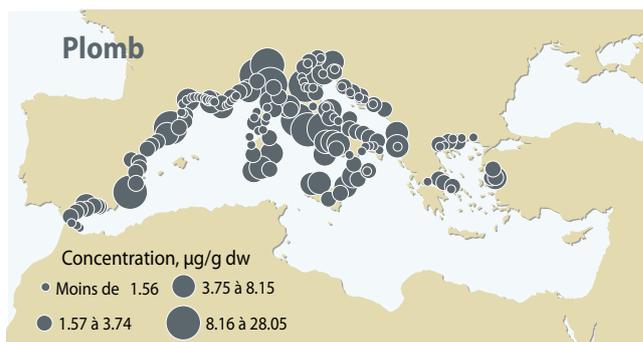
Lorsque les effets de l'enrichissement organique dépassent le potentiel de reminéralisation par les organismes benthiques (transformant la matière organique en matière inorganique), des zones anoxiques sont alors créées et un tapis bactérien couvre les fonds marins. Bien que ce type de changement dans l'écosystème soit en général réversible, les conséquences peuvent être dramatiques lorsque les fonds marins touchés constituent un habitat essentiel tel que l'herbier *Posidonia oceanica* (PNUE/MAP/MED POL 2005).

Concentrations moyennes d'oligo-métaux

Dans les sédiments



Dans les moules bleues (*Mytilus galloprovincialis*)



Les métaux lourds

Le terme de métaux lourds est ici utilisé pour parler des métaux potentiellement toxiques qui subsistent dans l'environnement, s'accumulent dans les tissus humains et animaux, et s'amplifient à travers la chaîne alimentaire. Les métaux et composés organométalliques sont généralement inclus dans les inventaires d'émission et les réseaux de surveillance, particulièrement le mercure, le cadmium et le plomb. Les eaux usées d'origine industrielle et urbaine, les retombées atmosphériques et les ruissellements provenant de sites contaminés par des métaux constituent les principales sources de métaux toxiques.

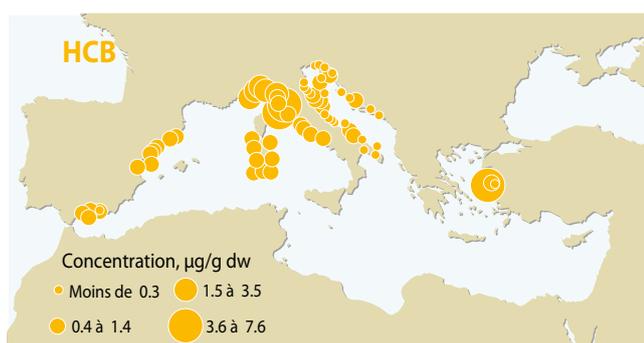
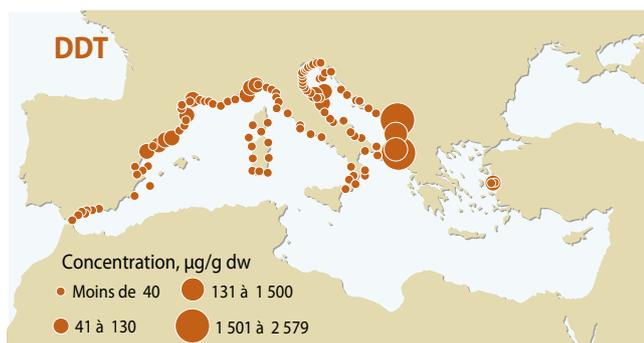
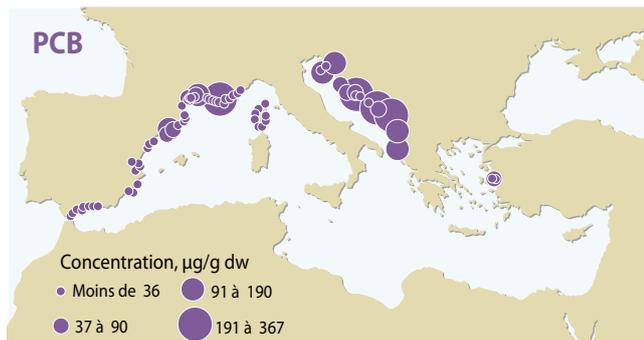
D'après l'inventaire Bilan Bases Nationales (*National Baseline Budget*, BBN), mené dans les pays méditerranéens, les émissions atmosphériques de métaux sont principalement liées à l'industrie cimentière (Hg, Cu), à la production d'énergie (As, Cd, Ni), et à la métallurgie (Pb, Zn). Les rejets aquatiques semblent être principalement liés à l'industrie des engrais (Hg, As, Pb), à la métallurgie (Ni, Zn) et aux usines de traitements des eaux usées (Cd, Cu), auxquels s'ajoute une part non négligeable provenant

du secteur de l'énergie et de l'industrie chimique. Quant au raffinage pétrolier, il apparaît comme la principale source de rejet de chrome, que ce soit dans l'eau ou dans l'atmosphère (PNUE/PAM/MED POL, 2012).

Mis à part les rejets directs provenant des sources urbaines et industrielles, ce sont les fleuves et cours d'eau qui sont les principaux vecteurs de métaux d'origine humaine et naturelle dans les zones côtières, bien que les quantités de métaux géologiquement présentes dans la région puissent aussi modifier la teneur des sédiments en métaux. Les métaux lourds de source terrestre peuvent non seulement s'accumuler dans les zones côtières, mais aussi migrer par advection vers les zones plus profondes de la marge continentale et même se retrouver dans le bassin profond à travers des processus de transfert le long du talus. Les retombées atmosphériques sont le principal canal par lequel des métaux lourds se retrouvent au large. Les métaux pénétrant la mer à travers les échanges air-mer peuvent s'accumuler à travers le réseau trophique, se concentrant ainsi dans les organismes marins, ou adhérant à des particules et coulant au fond, où ils s'accumulent dans les sédiments.

Concentrations moyennes de polluants organiques persistants (POPs)

Dans les moules bleues (*Mytilus galloprovincialis*)

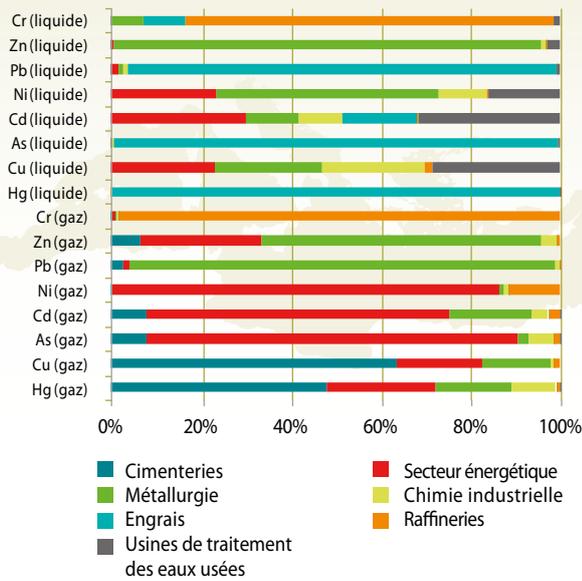


Source: UNEP/MAP, Hazardous Substances in the Mediterranean: A Spatial and Temporal Assessment, 2011

Une récente étude (PNUE/MAP/MED POL 2011) basée sur les données MED POL et des publications récentes, fournit un aperçu de la distribution et de l'évolution des métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, zinc et cuivre) dans les sédiments et le biote côtiers (principalement dans les moules communes, *Mytilus galloprovincialis*, et le rouget barbet, *Mullus barbatus*). La répartition de l'information n'est pas idéale du fait de la sous-représentation du sud de la mer Ionienne, de la mer Égée et du bassin oriental. Cependant, les résultats peuvent tout de même être utilisés à des fins de comparaison, tout particulièrement les résultats concernant le cadmium, le mercure et le plomb, pour lesquels la couverture spatiale de l'échantillonnage est légèrement meilleure.

Les sédiments des régions de Marseille-Fos et de Toulon (France), de Carthagène (Espagne), de la côte occidentale de l'Italie (autour de Naples) et du golfe de Gênes révèlent une forte teneur en plomb, qu'on retrouve également dans les sédiments du golfe de Trieste, le long de la côte méridionale de la Croatie, en mer Égée (particulièrement le long de la côte nord, près de Thessalonique et Kavala et dans la région d'Athènes), le long de la côte turque de la mer Egée (baie d'Izmir), et au nord de la Tunisie, à Tunis et dans les lacs de Bizerte. Ces sites à forte teneur en plomb dans les sédiments sont corrélés à des zones de rejets de déchets industriels et domestiques ainsi qu'à des activités portuaires. Dans le biote (moule commune), la teneur en plomb est systématiquement élevée dans les zones dans lesquelles les sédiments sont contaminés au plomb : côte occidentale de l'Italie, golfe de Gênes, à Naples, à divers endroits de la mer Tyrrhénienne, le long de la côte ouest de l'Italie, le long de la côte nord de la Sicile (Palerme), et au sud de la Sardaigne (Portoscuso). De fortes teneurs en plomb ont aussi été détectées à divers endroits le long de la côte sud française, dans le biote (Marseille, golfe et baie d'Hyères) et de la côte espagnole (Barcelone, Carthagène et Malaga). En mer Adriatique, des niveaux élevés de plomb ont été enregistrés dans le biote de la lagune de Venise et dans les zones touchées par les rejets du Pô (conformément au modèle de diffusion des rejets urbains et industriels), dans le golfe de Trieste, la baie de Vlorë et à proximité de Durrës. Généralement, la présence de niveaux élevés de plomb dans le biote est corrélée à la présence de rejets et de sources ponctuelles de pollution provenant de mines, de l'industrie et des eaux usées.

Principaux secteurs industriels émettant des métaux dans la région méditerranéenne



Source: MEDPOL; Releases, emissions and sources of pollutants in the Mediterranean region. An assessment of 2003-2008 trends; 2012.

Les teneurs en mercure sont élevées dans les sédiments des environs de Messine et Palerme en Sicile et Reggio en Calabre, ce qui dénote une possible influence naturelle issue des sources volcaniques et géothermales situées au sud de la mer Tyrrhénienne. Des anomalies dans la teneur en mercure des sédiments de certaines îles de cette région peuvent aussi s'expliquer par leur proximité avec des sources volcaniques et géothermales de mercure. Des niveaux élevés de mercure ont aussi été enregistrés dans les sédiments de la région du delta du Pô, du golfe de Trieste, de la côte turque de la mer Égée et d'Israël (par exemple dans la baie de Haïfa). De fortes teneurs en mercure ont été mesurées dans le biote le long de la côte nord-ouest italienne (golfe de Gênes, Portoscuso, Palerme), les eaux côtières de la mer Tyrrhénienne (particulièrement entre Fiumicino et Naples et autour de Messine), Skikda (Algérie), Carthagène (Espagne), et dans la baie de Kastela (à proximité de Split) sur la côte occidentale de l'Adriatique. Des concentrations significatives de cadmium ont été mesurées dans les sédiments le long des côtes françaises (Marseille-Fos), espagnoles (Carthagène), marocaines (Tangers-Martil et Nador), dans la partie nord-est du bassin oriental entre Chypre et la Turquie (y compris la baie d'Iskenderum), et sur la côte nord de la Syrie. Des niveaux relativement élevés de cadmium ont été enregistrés dans le biote de certains sites le long des côtes sud et sud-est espagnoles (Cabo de Gata, Almeria et Carthagène) qui est une zone d'intense activité minière, ainsi que dans quelques sites le long de la côte occidentale italienne (Naples), des côtes sud de la mer Tyrrhénienne (Messine et Palerme), à l'ouest de la Sardaigne et en France (Sète et Nice). En mer Adriatique, des niveaux élevés de cadmium se trouvent dans le biote du delta du Pô et dans les baies de Kastela et Rijeka (Croatie) du fait des rejets d'eaux usées urbaines et industrielles non traitées. Des échantillons épars d'organismes dans les bassins centraux et orientaux permettent d'identifier quelques sites dans lesquels le biote contient de fortes concentrations de cadmium. Le biote de la côte ouest turque (baie d'Izmir), au Pirée (à proximité d'Athènes) en mer Égée et dans la baie de Vlorë (Albanie) en Adriatique contient également une forte concentration en cadmium.

Malgré les travaux du programme MED POL, les données relatives à la pollution en Méditerranée disponibles actuellement ne sont pas encore suffisantes pour permettre une analyse solide des tendances, car les séries chronologiques sont trop courtes et les conditions de prélèvement d'échantillon varient (PNUE/MAP/MED POL 2011). Les études préliminaires indiquent des évolutions contrastées. Par exemple, alors que les données de Haïfa (Israël) et du golfe du Lion (France) indiquent une baisse de la teneur en métaux lourds dans les sédiments, aucun changement en termes de concentration de mercure n'a été observé dans le golfe de Trieste, et ce malgré la fermeture des mines d'Idrija (Slovénie).

L'évolution de la concentration en métaux lourds du biote a été examinée sur les sites disposant de données pour des périodes d'au moins cinq ans à compter de la fin des années 1990. Ces analyses montrent que si les tendances individuelles des sites ne semblent pas être significatives, la tendance générale est à la stabilisation voire à la baisse. Dans l'Ouest méditerranéen (Marseille, Fos et Pombino, par exemple) et en Adriatique (les baies de Rijeka et Kastela en Croatie et Durrës et la baie de Vlorë en Albanie, par exemple), quelques stations où on a constaté des taux élevés de métaux dans le biote présentent des tendances légèrement à la hausse. En revanche, Naples, Gênes et le lagon de Bizerte (Tunisie) présentent des tendances à la baisse. De plus, dans plusieurs cas, comme en Italie, les valeurs mathématiquement aberrantes se font rares, ce qui peut signifier une amélioration générale de la situation dans les zones connaissant des niveaux particulièrement élevés de pollution par les métaux.

L'exposition des organismes marins et côtiers à des concentrations élevées de métaux lourds exacerbe le stress écologique auquel ils sont régulièrement sujets, dû à des facteurs de stress naturels, comme les fluctuations de température et de salinité. La présence de substances toxiques dans l'environnement marin, même à petites doses, conduira à des réactions biochimiques pouvant causer un stress pour les organismes marins. S'il se prolonge, il peut conduire à un affaiblissement du système immunitaire, augmentant ainsi les risques d'infection. Bien que de nouvelles techniques de mesure des réponses des organismes à tous les facteurs possibles de stress aient été développées, aucune ne peut donner une estimation correcte des niveaux de toxicité aiguë des contaminants en-deçà des concentrations mortelles. Il faudra mener des essais biologiques *in situ*, délicats à mettre en place et nécessitant d'utiliser des organismes indigènes pour mesurer la toxicité de l'eau et des sédiments (PNUE/MAP/MED POL 2005).

Le mercure est un élément hautement toxique que l'on trouve à des taux de concentration élevés dans le biote marin de la mer Méditerranée. Des études conduites dans les années 1970 et, plus récemment, sur des poissons pélagiques ont révélé que les concentrations de Hg dans les poissons de la Méditerranée sont deux fois plus élevées que chez les mêmes espèces vivant dans l'océan atlantique. La présence de gisements de cinabre et de volcans dans la région méditerranéenne, ainsi que les émissions anthropiques provenant des diverses sources terrestres sont des sources potentielles de Hg, qui sont ensuite transportées dans l'environnement marin au travers des fleuves et de points terrestres ponctuels, ainsi qu'au travers des précipitations atmosphériques (Cossa et Coquery, 2005). Les effets du cadmium sur les prédateurs supérieurs et du plomb sur les prédateurs de crustacés entraînent aussi des risques pour les écosystèmes méditerranéens (PNUE/MAP/MED POL 2005).

Polluants organiques persistants (POP)

Les Polluants organiques persistants (POP) sont des composés organiques résistant à la dégradation dans l'environnement par des procédés chimiques, biologiques ou photolytique. Les POP subsistent dans l'environnement, sont capables de traverser de longues distances, s'accumulent dans les tissus humains et animaux, s'amplifient à travers la chaîne alimentaire, et peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et l'environnement. Les POP comprennent certains pesticides chlorés et certains produits chimiques industriels comme le polychlorobiphényle (PCB). La plupart des POP sont déjà interdits dans les pays méditerranéens. Cependant, les POP peuvent être disséminés accidentellement, en particulier du fait de procédés de combustion ou comme sous-produits de certains procédés industriels. Les dioxines et les furannes, l'hexachlorure de benzène (HCB), les PCB, ou les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) constituent quelques exemples de POP.

L'inventaire BBN MED POL (PNUE/PAM/MED POL 2012) affirme qu'en Méditerranée, des niveaux de POP historiquement élevés ont été mesurés dans l'environnement marin, en particulier chez les cétacés et les prédateurs supérieurs. On a toutefois observé, ces dernières années, une baisse générale, bien que les concentrations restent relativement élevées ici et là.

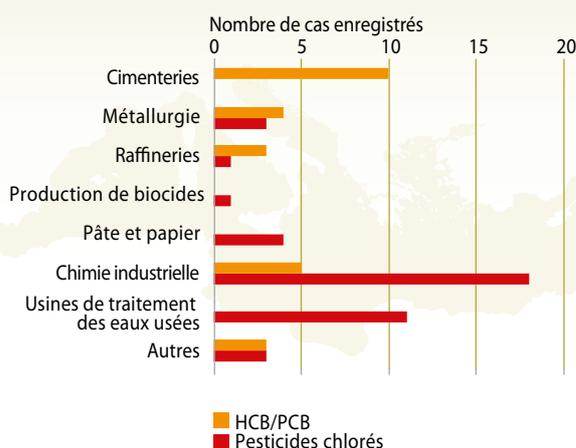
L'inventaire ne comporte que très peu de traces d'organochlorés, produit déjà interdit, ce qui confirme qu'ils ne sont plus rejetés par les pollutions industrielles ponctuelles. Alors que les HCB et PCB sont principalement rejetés en tant que sous-produits indésirables de l'industrie métallurgique et du ciment, les pesticides chlorés sont émis par l'industrie de la chimie organique, ou par les usines de traitement des eaux usées, qui peuvent recueillir les pesticides contenus dans les eaux usées et les eaux de ruissellement.

Des données publiées entre 1971 et 2005 ont été reprises par une évaluation régionale de la pollution des sédiments par certains POP, à savoir les polychlorobiphényles (PCB), et les pesticides chlorés tels que le dichlorodiphényltrichloréthane et ses produits de dégradation (DDT) et l'hexachlorure de benzène (HCB) (Gomez-Gutierrez et al. 2007). Bien que les séries de données présentent encore des lacunes, les auteurs ont pu conclure que la contamination des sédiments par les POP est davantage un problème local, principalement lié aux rejets urbains/industriels et fluviaux ainsi qu'aux enceintes côtières (ports et lagunes littorales), qu'un problème généralisé. Les auteurs concluent aussi que la côte nord de la Méditerranée est la zone la plus problématique en ce qui concerne la pollution des sédiments par les POP et que les POP ont diminué (le déclin étant plus marqué pour les DDT que pour les PCB). Ces résultats pourraient indiquer un apport continu de PCB, soulignant la nécessité d'une meilleure gestion des sources potentielles.

La récente étude du MED POL (PNUE/ PAM/ MED POL 2011) inclut les PCB et pesticides chlorés (DDT, HCB, aldrine, endrine, dieldrine et lindane). Elle donne un aperçu à jour de la répartition géographique et des évolutions des POP dans le biote en synthétisant en particulier les données relatives aux moules communes et aux rougets barbets.

Des PCB ont été trouvés à proximité des sites industriels et urbains, ainsi qu'aux alentours des embouchures des principaux fleuves. En ce qui concerne les niveaux de PCB dans le biote, les régions

Pesticides chlorés et rejets de HCB/PCB secteur par secteur, 2008



Source: MEDPOL; Releases, emissions and sources of pollutants in the Mediterranean region. An assessment of 2003-2008 trends; 2012.

qui posent problème comprennent les zones côtières du nord-ouest méditerranéen. Elles comportent généralement des taux élevés de PCB. C'est particulièrement le cas autour des villes de Barcelone, Marseille (avec la teneur la plus élevée de 1500 Ng/g de poids sec) et Gênes. Des niveaux particulièrement élevés de PCB ont aussi été trouvés dans le biote de la bande côtière allant de Livourne à Nice et dans les embouchures du Rhône et de l'Èbre (ce qui démontre que les fleuves et les rejets d'eaux usées sont des sources majeures de PCB). En mer Adriatique, les biotes situés le long de la rive orientale (Croatie et Albanie) contenaient un taux élevé de PCB. Les niveaux étaient généralement moins élevés dans le bassin oriental, mais des niveaux moyens à élevés ont été enregistrés chez les rougets barbets de Chypre et de Turquie. De fortes teneurs en PCB, également liées aux effluents industriels et urbains, ont été enregistrées au large du Pirée, le port d'Athènes.

Il est difficile d'évaluer les tendances régionales de teneurs en PCB en raison des différentes méthodes d'analyse et de suivi employées. Sur les sites côtiers du nord-ouest méditerranéen (France et Italie), là où une analyse tendancielle est possible, les concentrations en PCB dans le biote sont restées à peu près constantes ou, dans certains cas, ont légèrement augmenté. Des tendances similaires ont été enregistrées dans des stations de l'Est méditerranéen (Athènes en Grèce, et Izmir et Mersin en Turquie).

Malgré le suivi des pesticides chlorés par le MED POL depuis les années 1990 et le renforcement des contrôles systématiques au cours de la dernière décennie, la couverture en données spatiales n'est pas suffisante pour en tirer des conclusions sur la répartition régionale de ces composés. Les données disponibles indiquent que les contaminants ne sont pas répartis uniformément à travers la Méditerranée. Quelques points chauds ont été identifiés concernant des pesticides spécifiques.

Dans l'ouest de la Méditerranée, les zones posant particulièrement problème sont les estuaires (Rhône et Èbre), les ports, les baies et les golfes (Barcelone, Marseille-Fos, Ligurie, Lagune de Nador, et les baies d'Alger, de Tunis, de Naples, entre autres). Ces régions ont des niveaux modérés d'aldrine, de HCB et de DDT. Il est prouvé que les fleuves sont la source la plus importante de pesticides entrant en Méditerranée occidentale.

Quelques stations situées le long de la côte italienne de la mer Adriatique ont relevé des valeurs modérées d'aldrine et de dieldrine, tandis que Durrës et la baie de Vlorë (Albanie) montrent des niveaux très élevés de DDT et de lindane. Des concentrations modérées de lindane et de DDT ont été relevées, dans le golfe de Trieste et dans la région des Marches (Italie), respectivement. En Méditerranée orientale, les concentrations de DDT dans le biote étaient relativement faibles, bien que des concentrations modérées de DDT aient été trouvées dans la baie d'Izmir (Turquie), sur trois stations au sud de Chypre, ainsi qu'à Saronique, Thermaïkos et dans le golfe Ambracique (Grèce) où les concentrations d'aldrine et de dieldrine étaient aussi très élevées, en raison probablement des activités agricoles de la région.

Les niveaux de pesticides chlorés dans les moules ont décliné depuis les années 1990, ce qui est logique au vu de l'interdiction de produire et d'utiliser ces composés. Les valeurs médianes de la teneur en pesticides relevées dans les tissus des moules croates et françaises présentent une nette tendance baissière, tout comme les valeurs aberrantes en France. La seule exception semble être l'Albanie (par exemple Durrës et la baie de Vlorë), probablement du fait de stocks anciens de pesticides chlorés. A Mersin (Turquie), la présence de pesticides chlorés dans les moules tend à décroître, bien que des augmentations occasionnelles aient été enregistrées dans la baie d'Izmir (Turquie). En général, la baisse est moins importante pour les DDT que pour le lindane et les autres pesticides chlorés, ce qui est logique au regard de la demi-vie plus longue des DDT.

Les deux derniers groupes de POP problématiques en mer Méditerranée sont principalement liés au trafic maritime et à la navigation de plaisance. Il s'agit de biocides (principalement les composés organostanniques comme le tributylétain, communément appelé TBT) utilisés dans les peintures anti-végétatives et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et résultant entre autres de déversements d'hydrocarbures et de rejets accidentels. Les HAP sont abordés dans la section suivante, dédiée à la pollution par les hydrocarbures.

Des organostanniques ont été détectés dans les eaux et sédiments méditerranéens depuis la fin des années 1980 et on y relève encore des teneurs élevées, bien qu'ils soient interdits depuis 1990. La dégradation des TBT est lente, leur demi-vie va de quelques semaines dans les eaux des plateaux continentaux à plusieurs années dans les sédiments profonds (Abdulla et Linden 2008). Les données relatives à leur répartition sont pauvres, mais suffisent à démontrer que les TBT ont été détectés dans tous les échantillons d'eaux et de sédiments analysés en mer d'Alboran, dans le nord-ouest de la Méditerranée, sur le littoral italien de la mer Tyrrhénienne, dans la lagune de Venise, le Golfe de Saronique (Grèce), le littoral sud de la Turquie, les côtes israéliennes et à Alexandrie. Des sondages montrent une amélioration de la situation suite à l'interdiction de leur utilisation, en particulier dans les ports de plaisance, mais montrent aussi que les TBT ont été acheminés dans des zones très éloignées de leurs sources (Abdulla et Linden 2008).

En plus des ceux décrits plus haut (PCB et pesticides chlorés), des POP d'origine industrielle et domestique, comme les retardateurs de flamme bromés (polybromodiphényléther ou PBDE), ont aussi été trouvés dans le biote marin, y compris dans les moules communes.

Il a été démontré que les POP perturbent les systèmes endocriniens d'un certain nombre d'organismes et modifient les systèmes reproductifs des espadons méditerranéens, constituant ainsi une menace pour la survie des espèces. Il existe également des preuves de possibles effets trans-générationnels chez les petits cétagés (Abdulla et Linden 2008).

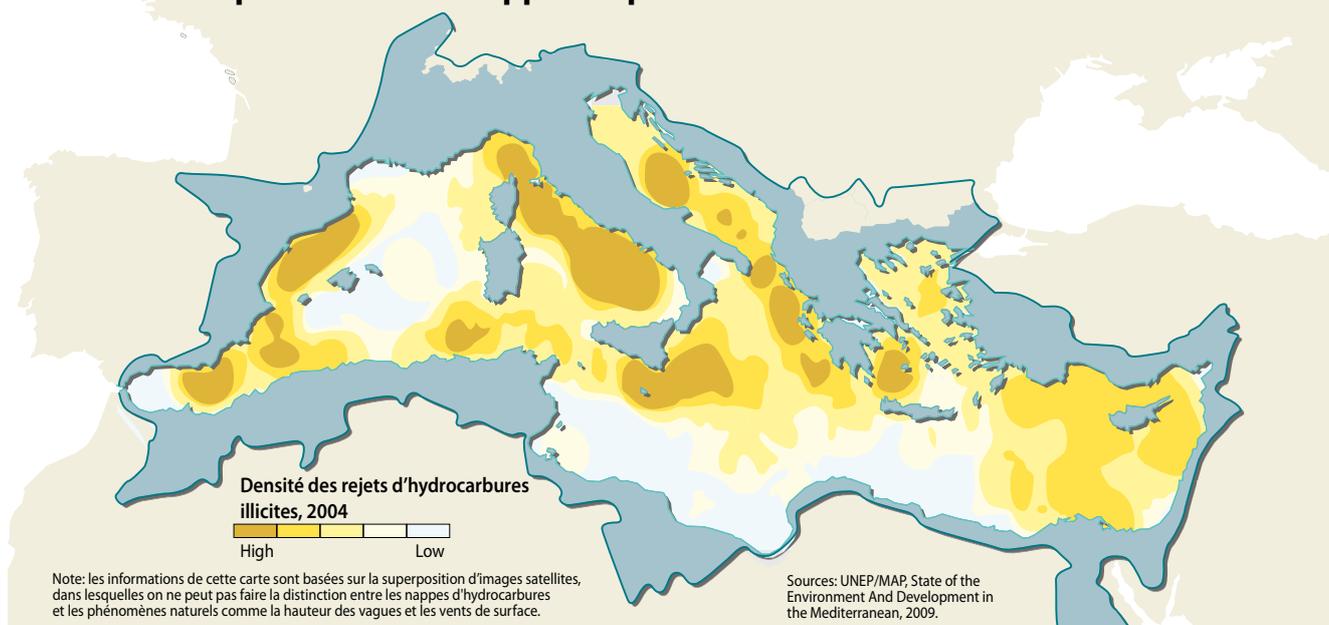
Les effets des composés organostanniques ont été bien documentés en mer Méditerranée. Le TBT est considéré comme la substance la plus toxique jamais introduite intentionnellement dans un environnement marin. Il touche le biote de manière non-ciblée, en particulier dans des zones où la densité de navires est élevée et la circulation de l'eau restreinte, comme les ports et les marinas. Les invertébrés marins sont particulièrement sensibles au TBT. Les effets comprennent des changements morphologiques, une réduction de la croissance, une disparition de l'immunité, une réduction du potentiel reproductif et une modification de la structure de la population. Un autre effet connu du TBT (d'après des études en laboratoire) est le développement de caractères sexuels mâles dans les gastéropodes prosobranches femelles. Il a été démontré que ce phénomène se produit à des taux de concentration en TBT bien inférieurs à ceux enregistrés dans les eaux et sédiments de la mer Méditerranée. Ces développements d'anomalies reproductives ont été enregistrés chez des gastéropodes collectés dans des zones sujettes à la fois à de fortes et à de faibles activités maritimes depuis le début des années quatre-vingt-dix le long du littoral de Catalogne et de Ligurie, autour de Naples, et au large des côtes nord-ouest de Sicile, de Malte, de Venise (Italie), de Rovinj (Croatie) et de Bizerte (Tunisie). Au-delà des conséquences pour les gastéropodes, le TBT et ses produits dégradés ont tendance à s'accumuler dans les tissus des organismes marins et à se propager à travers la chaîne alimentaire. De très fortes concentrations ont ainsi été trouvées chez des prédateurs supérieurs y compris le grand dauphin, le thon rouge, et le requin bleu prélevés au large de l'Italie (Abdulla et Linden 2008).

Pollution par les hydrocarbures et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les transports maritimes sont une source très importante de pollution par les hydrocarbures pétroliers (pétrole) et les HAP en mer Méditerranée. Une étude réalisée récemment par l'UICN (Abdulla et Linden 2008), a analysé les conséquences des transports maritimes sur la biodiversité de la mer Méditerranée en s'intéressant, entre autres, à la pression et à l'impact des rejets d'hydrocarbures par les navires. Neuf mille trajets de pétroliers, transportant plus de 400 millions de tonnes de pétrole brut, ont été enregistrés en 2006. La plupart de ces trajets partaient ou arrivaient dans des installations portuaires méditerranéennes. D'après certaines études, environ 0,1% du pétrole brut transporté est délibérément déversé dans la mer chaque année à la suite d'opérations de nettoyage des citernes (Solberg & Theophilopoulos 1997 ; PNUE/PAM 2006). Tous les autres types de navires sont également des sources potentielles de rejet de déchets pétroliers. Parmi les autres sources de rejets d'hydrocarbures se trouvent, entre autres, le chargement / déchargement, la mise en soute, les opérations de mise en cale sèche et le rejet des huiles minérales de fond de cale (Abdulla et Linden 2008).

Malgré l'importance du secteur maritime et les implications potentielles des rejets d'hydrocarbures, les données sur le sujet sont rares. Les rejets illicites de la part des navires peuvent être détectés par satellite, ce qui permet de cartographier approxi-

Détection par satellite de nappes de pétrole en mer



mativement les marées noires et de repérer de points chauds (Abdulla et Linden 2008). Ces images prouvent que la distribution des rejets d'hydrocarbures est corrélée aux principales routes maritimes, le long de l'axe principal est-ouest qui relie le détroit de Gibraltar et les différentes branches de distribution de l'est méditerranéen, via le canal de Sicile et la mer Ionienne, et le long des routes menant aux principaux ports de déchargement de la côte nord de l'Adriatique, à l'est de la Corse, en bordure de la mer Ligure et autour du golfe du Lion (Abdulla et Linden 2008).

Le pétrole brut est composé de milliers de composés complexes parmi lesquels les HAP sont les plus toxiques. La quantité de HAP pénétrant la mer Méditerranée varie selon les types et les quantités de pétrole rejetés. Les entrées annuelles sont estimées entre 0,3 et 1 000 tonnes (AEE et PNUE 2006). Les HAP sont aussi introduits en Méditerranée via l'aquaculture (Tsapakis et al. 2010) et par les particules atmosphériques provenant de la combustion de carburants fossiles et de la combustion incomplète de biomasse et de déchets solides (AEE et PNUE 1999).

La quasi-totalité (99%) des rejets d'hydrocarbures d'origine minérale et de phénols sont déclarés par le secteur du raffinage pétrolier de quelques pays méridionaux tels que l'Égypte, la Libye, l'Algérie et la Tunisie. Ce secteur est aussi responsable de 66% des rejets de composés organiques volatils, auquel s'ajoutent l'industrie de la chimie organique, l'industrie du textile, les transports et la production d'énergie. Entre 2003 et 2008, les émissions de ces polluants ont été réduites dans certains pays tels que l'Algérie, la Syrie ou la Tunisie, mais ont augmenté dans d'autres comme en Égypte ou en Turquie. Certains pays ont aussi rapporté des données sur les rejets d'huiles et de graisses dans l'eau. Ce paramètre comprend également les huiles non minérales. Par conséquent, l'industrie agro-alimentaire apparaît comme la principale source dans les pays méditerranéens, représentant 83% des rejets totaux. Elle est suivie par le secteur du raffinage pétrolier (13%) et les usines de traitement des eaux usées (3%) (PNUE/PAM/MED POL 2012).

Dans certaines zones, les niveaux de HAP sont plus élevés au large que sur le littoral. Abdulla et Linden (2008) estiment que

cela est dû au trafic maritime intensif et aux rejets directs des navires dans les eaux extraterritoriales. Dans les eaux littorales, les taux de HAP dans les sédiments sont généralement plus élevés près des ports et des zones industrielles, jusqu'à 100 fois plus élevés que dans la colonne d'eau sus-jacente. Ce phénomène est dû à l'absorption des HAP par les particules, où elles deviennent alors encore plus résistantes à la dégradation (De Luca et al. 2005). Les concentrations de HAP dans le biote marin tendent à être liées aux installations pétrolières, notamment les raffineries, les terminaux et les ports. Cependant, la plupart des études ont été menées dans le nord-ouest de la Méditerranée. De plus, on manque totalement d'informations quant aux niveaux de pollution des mers profondes. En conséquence, afin d'être en mesure d'évaluer l'état de la contamination de la mer Méditerranée par les hydrocarbures pétroliers, davantage d'études sont nécessaires, en particulier le long des côtes méridionales et le long des principales routes maritimes (Abdulla et Linden 2008).

Les HAP sont connus pour avoir des effets sur différentes espèces aux niveaux génétique, cellulaire, biochimique et physiologique. Les dégâts encourus sur le plan génétique peuvent entraîner des aberrations chromosomiques, avoir des conséquences sur les étapes embryonnaires et des effets à long terme tels qu'une croissance cancérigène et mutagène chez les vertébrés. Certains de ces effets ont été observés au large des côtes de Ligurie en Italie près de dix ans après le déversement d'hydrocarbures. Il a été démontré que certains HAP hydrosolubles rompent les membranes biochimiques, entraînant des modifications dans les activités des enzymes et des récepteurs chez les organismes touchés. Des études expérimentales ont aussi démontré qu'une exposition aux hydrocarbures pétroliers peut provoquer diverses anomalies dans la formule sanguine. Des études menées en laboratoire et sur le terrain ont démontré que les hydrocarbures pétroliers pouvaient conduire à un stress oxydant. Les poissons exposés à des hydrocarbures pétroliers de façon chronique présentent souvent différents types de lésions. Plusieurs études de terrain ont montré de tels changements histopathologiques dans le biote des eaux contaminées par du pétrole. Par exemple, neuf ans après l'accident du *Haven* au large du port de Gênes,

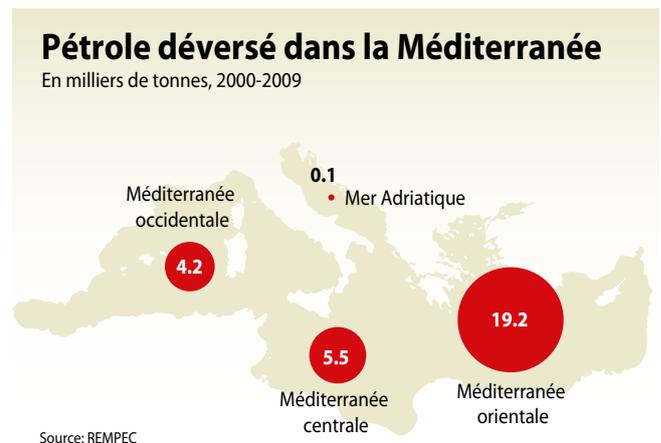
les poissons prélevés dans la zone contaminée présentaient encore des lésions. Des anomalies comportementales réduisant les chances de survie dans l'environnement naturel ont aussi été observées parmi les organismes exposés aux nappes d'hydrocarbures (Abdulla et Linden 2008).

Au niveau communautaire, des changements ont été observés au large de Livourne suite à la marée noire de l'*Agip Abruzzo* en 1991. Les différentes espèces de la communauté meiobenthique ont réagi différemment, certaines voyant leurs populations augmenter et d'autres diminuer. Les foraminifères, les turbellariés et les nématodes furent particulièrement touchés tandis que les populations de copépodes ont augmenté. Des études menées ultérieurement indiquent une réponse initiale importante de la part de ces organismes suivis d'un rétablissement rapide. Ceci semble indiquer une forte résilience face aux cas isolés de déversements d'hydrocarbures. Il se peut que la microfaune benthique soit aussi résistante aux conséquences des hydrocarbures pétroliers, en particulier au pétrole visqueux. Les échantillons pris sur les lieux de la marée noire du Haven n'ont pas montré de différences significatives entre les sites contaminés au goudron et les sites sous contrôle. Toutefois, d'autres études indiquent irréfutablement que les herbiers d'eau profonde sont endommagés, sur de larges étendues près de huit ans après l'accident (Abdulla et Linden 2008).

Cas de pollution aigüe

Les données utilisées dans cette section sont extraites de la base de données « Alertes et Accidents » du REMPEC. Elles comprennent les incidents ayant causé, ou qui auraient pu causer, des dommages par pollution. Les principales sources d'information sont le Lloyd's Casualty Reporting Service (LCRS) et les rapports d'urgence envoyés au REMPEC par les points de contact au sein des pays méditerranéens. Cette base de données ne peut toutefois pas être considérée comme une liste exhaustive de tous les déversements se produisant en mer Méditerranée. D'autres incidents non contenus dans la base de données peuvent avoir eu des conséquences significatives sur les écosystèmes, tel qu'un endommagement du fond de la mer ou un apport de composés organostanniques lors de l'échouement de navires.

Au cours de la dernière décennie, près de la moitié des accidents ayant conduit à des déversements importants (plus de 100 tonnes) et qui ont été signalés au REMPEC ont eu lieu dans l'ouest de la Méditerranée (sept accidents, représentant 47% des tous les accidents). Un tiers des accidents ont eu lieu dans



l'est de la Méditerranée (cinq accidents représentant 33% du total) et un cinquième en Méditerranée centrale. Aucun accident n'a été signalé en mer Adriatique.

Le montant cumulé des substances chimiques déversées chaque année suit une tendance différente. Un seul accident peut conduire au déversement d'une grande quantité de ces substances. Les quantités cumulées sont donc variables. Le pire déversement dans la Méditerranée est lié à l'embarquement et à l'explosion du MT Haven en 1991, qui a sombré dans le golfe de Gênes et déversé 20% de sa cargaison de 145 500 tonnes de pétrole brut dans les eaux italiennes. La nappe d'hydrocarbures du Haven a souillé le littoral de la Ligurie ainsi que les côtes de Monaco et de la France jusqu'à Toulon.

Les deux tiers de la quantité totale déversée au cours de la dernière décennie ont eu lieu en Méditerranée orientale. Si la marée noire libanaise de 2006 est sortie des calculs, il s'avère que l'Ouest, le centre et l'est méditerranéens ont subi à peu près les mêmes quantités de pétrole déversé (entre 4 000 et 6 000 tonnes), alors que moins de 100 tonnes ont été déversées en mer Adriatique, toujours selon les informations mises à la disposition du REMPEC.

Le cas le plus courant d'accident conduisant à un déversement est une défaillance lors des opérations de cargaison. Dans la plupart des cas, ces incidents entraînent de petits déversements. Les autres types d'accidents sont, par ordre de fréquence : les collisions/ contact, les échouements, les naufrages, et finalement, les feux et explosions. Il existe en outre toutes sortes de types d'accident peu fréquents, notamment les fuites d'oléoducs.

Eutrophisation

Nutriments d'origine humaine

Les nutriments présents dans l'eau de mer ont un effet paradoxal. D'un côté, ils sont bien sûr essentiels à la vie. Dans le milieu oligotrophe de la Méditerranée, les écosystèmes contenant le plus de nutriments sont en général les plus variés et les plus productifs. En même temps, de nombreuses zones littorales méditerranéennes sont menacées par un excès de nutriments dû au développement du littoral et des bassins versants. Les eaux usées municipales sont les principales responsables, suivies des écoulements d'engrais provenant des régions agricoles, des pelouses et des terrains de golf. Le problème est particulièrement aigu dans les sous-bassins peu profonds qui connaissent une circulation limitée, caractéristique commune à certaines régions de l'Adriatique et de la rive sud de la Méditerranée.

De nombreuses régions côtières souffrent tout particulièrement de l'augmentation de l'afflux en azote dissous et en phosphore. Les sources en sont les eaux usées, les déchets animaux, le transport, les engrais et les décharges industrielles. Le traitement des eaux urbaines (45%), l'élevage (24%) et l'industrie de la chimie organique (2%) sont les plus importants émetteurs d'azote. Les émissions d'ammoniac provenant du fumier utilisé pour amender les sols contribuent aussi à l'apport en azote. Les principales sources de phosphore sont les usines de fabrication d'engrais (40%), l'élevage (39%) et le traitement des eaux urbaines (13%) (PNUE/PAM/MED POL 2012). Bien que les apports totaux en azote (environ 1,5 à 4,5 millions de tonnes par an) et en phosphore (environ 0,1 à 0,4 million de tonnes par an) soient faibles comparés à d'autres mers (par exemple la mer Noire), ces nutriments continuent à poser problème dans les zones littorales (PNUE/PAM/MED POL 2005). Selon les données 2008 du Bilan Bases Nationales, l'azote est principalement émis par les usines de traitement des eaux usées, les fermes d'élevage, l'industrie de la chimie organique dans les pays de la rive nord de la Méditerranée et par le secteur du tannage sur les rives sud et orientale de la Méditerranée. L'industrie de production d'engrais est la principale

Eutrophisation et impacts des activités humaines

Dans les écosystèmes aquatiques naturels, des fortes concentrations en nutriments peuvent mener à une croissance rapide du phytoplancton, processus plus communément appelé eutrophisation (PNUE/PAM 2009). Les efflorescences algales sont un phénomène naturel souvent associé à l'eutrophisation. En outre, il se produit un changement dans la composition des espèces de phytoplancton, les grandes espèces étant favorisées par rapport aux petites. Les plantes ayant une longue espérance de vie et une croissance lente ne peuvent rivaliser face aux algues à croissance rapide. Sachant que les plus grandes plantes fournissent protection et nourriture aux poissons et servent de substrat aux organismes invertébrés, la biodiversité en souffre. Bien que l'eutrophisation soit un processus naturel de vieillissement d'un plan d'eau, l'ajout de nutriments par l'activité humaine peut fortement accélérer le processus et entraîner des conséquences négatives pour l'écosystème entier.

source de phosphore, en particulier dans les pays producteurs de phosphore tels que la Tunisie, l'Algérie, le Liban et la Grèce. L'aquaculture est aussi signalée comme une source importante de nutriments et de solides en suspension. Bien que les rejets totaux ne soient pas comparables aux autres secteurs, ils peuvent avoir des impacts localisés sur l'environnement marin. C'est en Espagne, en Grèce, en Turquie, en Italie et en Croatie que l'aquaculture connaît sa plus forte croissance (PNUE/PAM/MED POL 2012).

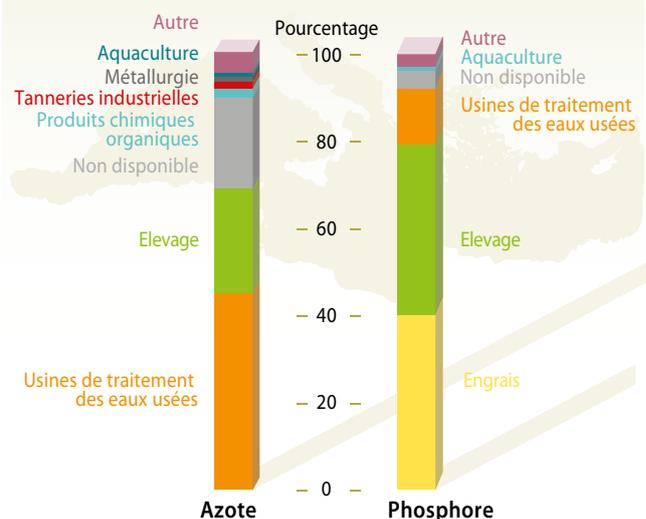
L'agriculture est la source diffuse de polluants la plus importante de Méditerranée (PNUE/PAM 2011). Les nutriments utilisés dans l'agriculture pénètrent dans la mer à travers les nappes phréatiques, les lacs, les zones humides, et les fleuves. La consommation d'azote par unité de terre cultivable est la plus élevée dans les pays du bassin versant nord, la Bosnie-Herzégovine faisant exception. En revanche, les rejets ponctuels sont les plus élevés sur la côte est de l'Adriatique. Le bassin versant de l'Èbre, la côte est du bassin oriental et la côte occidentale de la Tunisie constituent aussi des sources ponctuelles d'azote.

Effets directs des excès de nutriments

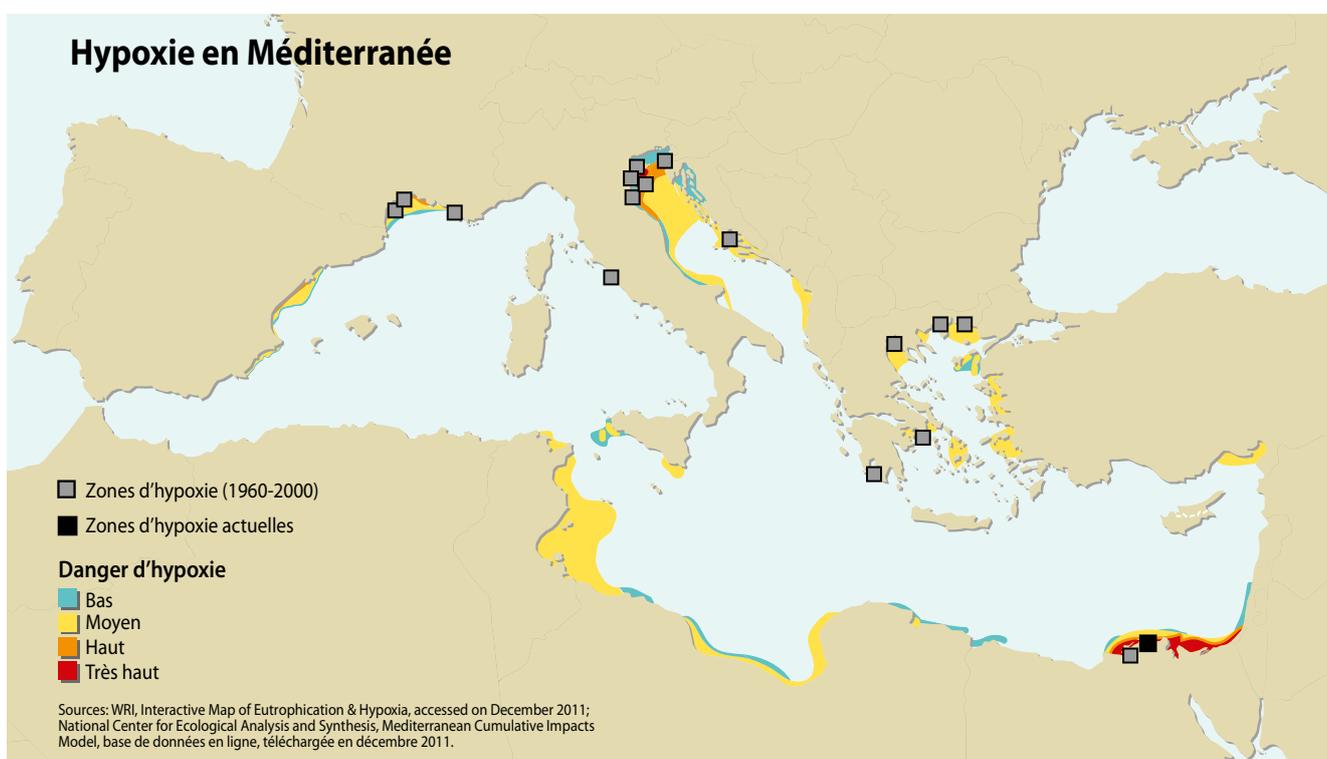
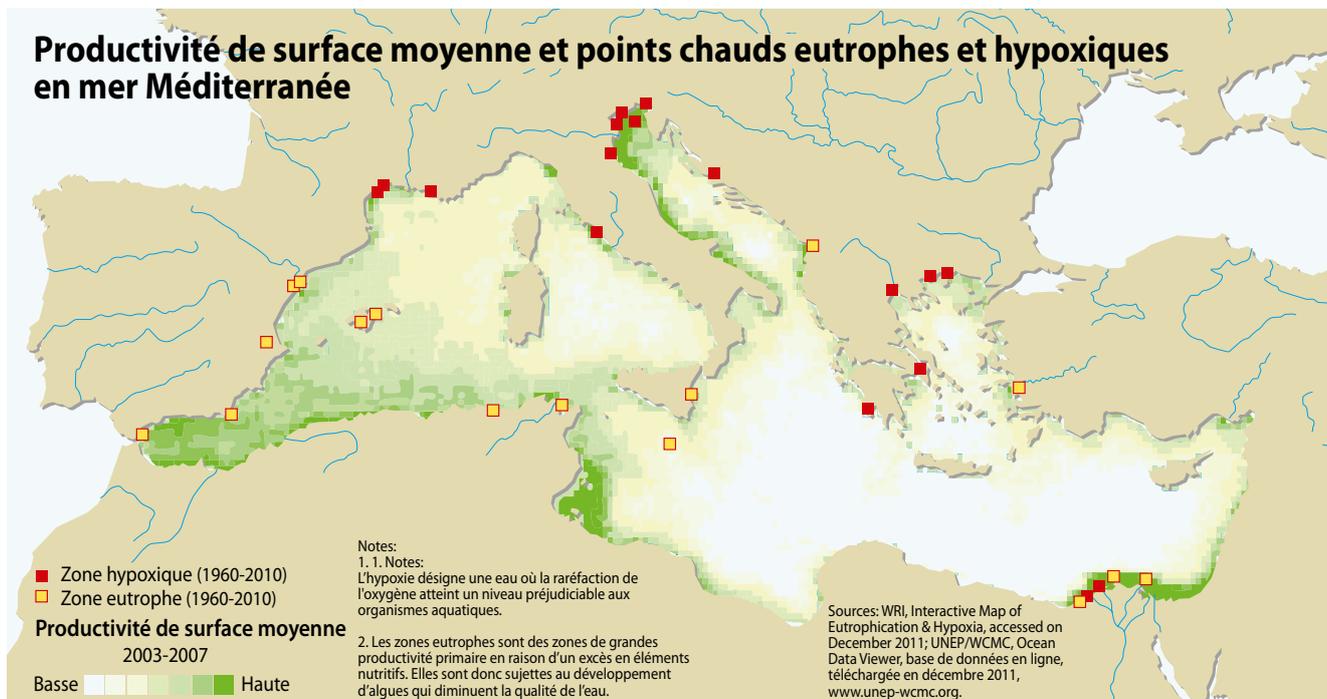
Les zones les plus eutrophes de la Méditerranée sont dues au mélange des nutriments des eaux profondes via d'intenses circulations à moyenne échelle (mer d'Alboran), aux mélanges localisés de marées (golfe de Gabès) ou à l'apport et à la redistribution des nutriments venant des grands fleuves, le long du littoral. De plus, des niveaux élevés de chlorophylle et de productivité ont été trouvés à proximité des grands centres urbains.

La communauté phytoplanctonique méditerranéenne n'est pas très bien décrite, mais on pense qu'elle est en pleine mutation, comme le reste de l'écosystème marin. Les modifications dans

Sources des émissions d'éléments nutritifs dans la région méditerranéenne, 2008



Source: MEDPOL; Releases, emissions and sources of pollutants in the Mediterranean region. An assessment of 2003-2008 trends; 2012.



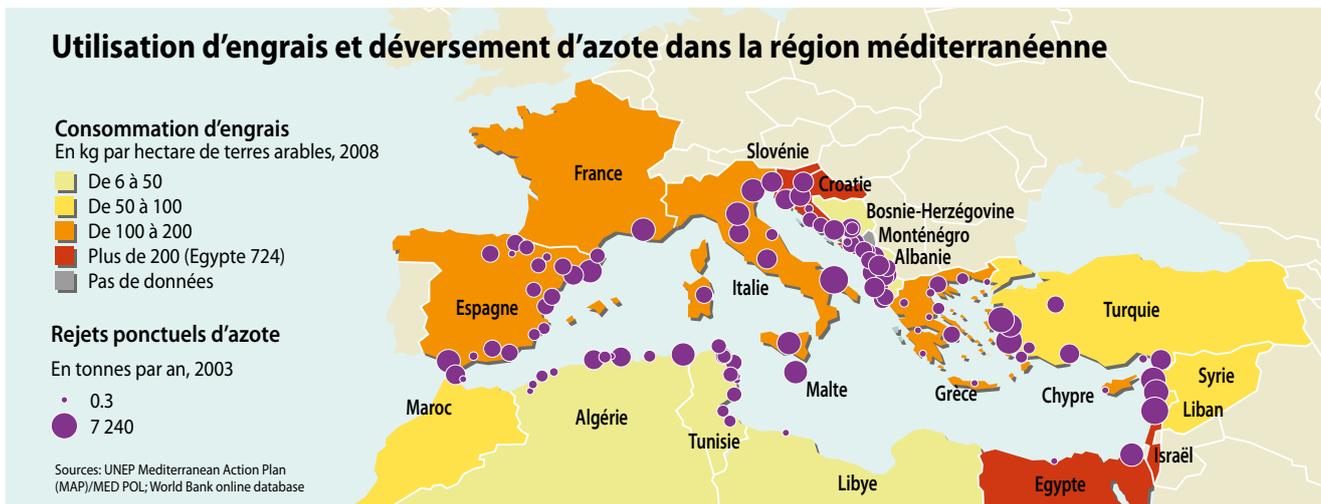
les concentrations et le ratio des nutriments suggèrent un changement dans la distribution des nutriments et, par conséquent, dans la distribution des espèces de phytoplancton (PNUE/PAM/2009). Les macrophytes tels que le *Cystoseira* spp., *Ciclyota* spp. et l'*Halymenia* spp. sont en déclin et sont remplacés par des espèces d'algues à durée de vie plus limitée (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Les efflorescences algales et les marées rouges sont l'un des effets les plus graves de l'eutrophisation. On a signalé au moins 57 espèces d'algues provoquant des efflorescences en Méditerranée (PNUE/PAM/MED POL 2005). Durant l'efflorescence, les algues s'accumulent très rapidement, provoquant une décoloration de la colonne d'eau. Lorsque des algues marines apparaissent en grand nombre et produisent des biotoxines,

on observe un développement d'efflorescences algales nocives (Harmful Algal Bloom, ou HAB, en anglais). Les HAB favorisent les maladies humaines et la mortalité (par consommation ou par exposition indirecte aux toxines), entraînent des pertes économiques pour les communautés côtières et la pêche commerciale, et une mortalité accrue des poissons, des oiseaux et des mammifères (PNUE/PAM 2011). La bioaccumulation des toxines chez les poissons pourrait aussi être responsable d'un taux de mortalité élevé chez les dauphins (PNUE/PAM/MED POL 2005). Bien que la pollution côtière ne soit pas la cause principale des efflorescences algales, il y a une relation directe entre cette pollution et leur fréquence (PNUE/PAM/MED POL et OMS 2008).

L'eutrophisation peut aussi provoquer des conditions d'hypoxie (faible taux d'oxygène dissous dans l'eau) et d'anoxie

Utilisation d'engrais et déversement d'azote dans la région méditerranéenne



(épaulement total de l'oxygène). La raréfaction de l'oxygène est due à la fois à la réduction de l'oxygène absorbé par les algues et par la décomposition des algues mortes. Dans des cas extrêmes, l'épuisement de l'oxygène peut entraîner la mort des organismes marins. Des mortalités massives de poissons et de crustacés ont été enregistrées en mer Méditerranée (PNUE/PAM/MED POL 2005).

De nombreuses espèces méditerranéennes ont ainsi disparu localement du fait de l'eutrophisation. Les échinodermes (p.ex. : étoile de mer, oursins), crustacés et autres types de taxon ont tendance à disparaître des zones polluées ou perturbées, pour être remplacés par un plus petit nombre d'espèces de polychètes (ver marin) (PNUE/PAM/MED POL 2005). Par exemple, nous avons assisté à des réductions majeures des populations d'organismes benthiques dans le nord de la mer Adriatique du fait de l'anoxie récurrente des eaux de fond (PNUE/MAP/MED POL 2005). On estime que quelque quinze espèces de mollusques et trois espèces de crustacés ont disparu du fait de ce phénomène. A long terme, la création de tapis bactériens dans les zones anoxiques peut avoir des effets négatifs sur certains herbiers essentiels (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Conséquences de l'excès de nutriments

Les conséquences socio-économiques associées à l'eutrophisation sont nombreuses, notamment:

- Toxicité ou mortalité des espèces de poissons et de crustacés commercialisés entraînant une baisse des prises ;
- Perte d'emplois et de revenus dans le secteur de la pêche du fait de la baisse des ressources de base ;

- Perte de valeur esthétique du fait des efflorescences algales ;
- Baisse du tourisme du fait de la détérioration de la qualité de l'eau ;
- Perte d'emplois et de revenus dans l'industrie du tourisme, en particulier pour la pêche sportive ;
- Perte de l'héritage culturel (PNUE/PAM/MED POL, 2005).

Les zones les plus susceptibles de subir les conséquences néfastes de l'eutrophisation sont les bassins semi-fermés, les estuaires et les lagunes, dans lesquelles les excès de nutriments se dispersent plus difficilement (PNUE/PAM/MED POL, 2005).

Les marées rouges sont un vrai problème pour certaines pêches méditerranéennes. Dans le nord-ouest de l'Adriatique, la pêche et l'élevage de mollusques ont été touchés par l'efflorescence de dinoflagellés, *Dinophysis* spp., provoquant des intoxications diarrhéiques par les mollusques (IDM). L'apparition de cet organisme a entraîné des interdictions temporaires et prolongées de pêcher et de vendre des moules dans les zones côtières et lagunaires d'Emilie-Romagne (PNUE/PAM/MED POL 2005). *Alexandrium tamarenis*, un dinoflagellé produisant des toxines IPM (intoxications paralysantes par les mollusques), a été observé dans le nord de l'Adriatique (PNUE/PAM/MED POL 2005).

D'après les données du rapport d'évaluation initiale, l'eutrophisation reste un phénomène localisé dans le bassin méditerranéen. Un meilleur régime de surveillance et l'analyse des données récoltées permettront de déterminer les tendances, et, dans le futur, d'établir clairement les effets de l'eutrophisation sur l'écologie ainsi que sur la pêche et les autres services écosystémiques de grande valeur (PNUE/PAM 2012).

Détritus marins

Détritus marins sur le littoral, les fonds marins et dans les colonnes d'eau

Les ménages représentent la principale source de débris marins en Méditerranée, suivie des infrastructures touristiques, des décharges municipales, des navires et des bateaux de plaisance.

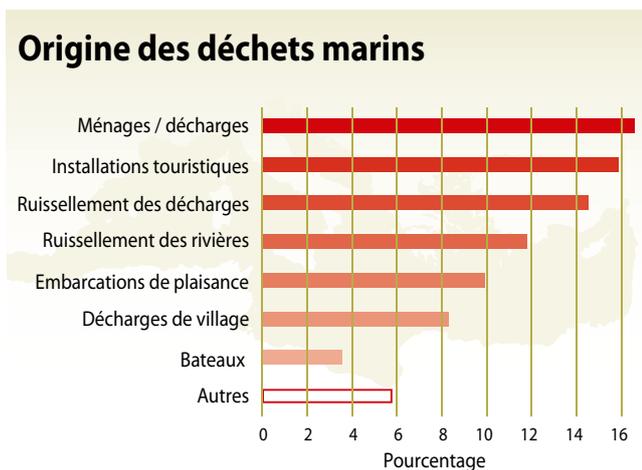
La plupart des études relatives aux débris marins en Méditerranée se sont concentrées sur les plages, les débris flottants et les fonds marins (PNUE/ PAM 2012). Ces études montrent que les débris marins sont plus nombreux dans les baies que dans les espaces ouverts (Galgani et al. 2010), et dans les zones côtières peu profondes que dans les eaux plus profondes (Koutsodendris et al. 2008).

Les matières plastiques représentent une large proportion des débris marins (PNUE 2009). Les impacts des grands matériaux plastiques sur l'environnement ont été largement étudiés. Ces

On appelle débris marin « tout matériel solide persistant, fabriqué, transformé, jeté ou abandonné dans le milieu marin et côtier ». Il atteint l'environnement marin par un dépôt délibéré ou non, en mer ou, sur terre, par l'intermédiaire des fleuves, des systèmes de drainage, et du vent.

Source : Galgani et al. 2010

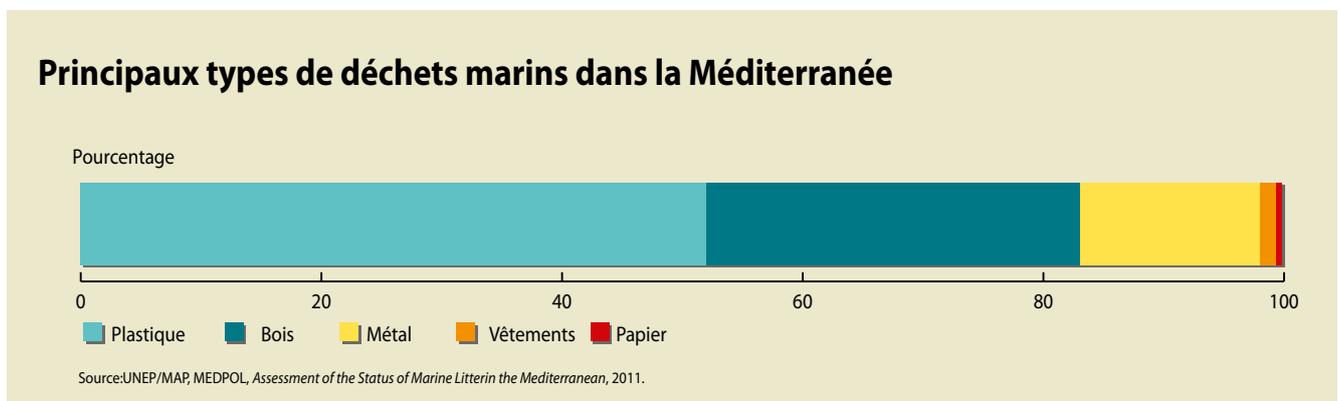
effets comprennent l'enchevêtrement des animaux marins dans des matières plastiques ou leur ingestion (AEE et PNUE 2006). On s'intéresse dorénavant davantage à l'impact des microplastiques, qu'ils soient utilisés comme matière première dans l'industrie du plastique ou qu'ils proviennent de l'éclatement de plus gros objets (GESAMP 2010). Bien que la dangerosité des microplastiques sur les organismes marins soit de plus en plus claire, peu d'études scientifiques ont abordé le problème, que ce soit en Méditerranée ou ailleurs (GESAMP 2010). Les microplastiques posent un défi supplémentaire du fait de leur petite taille qui complique leur élimination.



Source: UNEP/MAP - BP/RAC, 2009.

Impact des débris marins sur la vie marine

A travers la planète, les débris marins sont responsables, chaque année, de la mort de plus d'un million d'oiseaux marins et de 100 000 tortues et mammifères marins (PNUE/PAM 2012). On dispose de peu d'informations, à l'heure actuelle, sur l'impact des débris marins sur la faune méditerranéenne. Leurs effets les plus significatifs proviennent de l'enchevêtrement ou de l'ingestion par les animaux, particulièrement des plastiques. En Méditerranée, les tortues de mer, déjà sérieusement mises en danger par la destruction de leur habitat et par les prises accidentelles, sont encore davantage menacées par les débris plastiques marins, qu'elles confondent avec leur principale proie, les méduses, et avalent (Galgani et al. 2010). Le plastique peut se loger dans le tractus gastro-intestinal des tortues, entraînant des blessures ou la mort.



Source: UNEP/MAP, MEDPOL, Assessment of the Status of Marine Litter in the Mediterranean, 2011.

Le bruit marin

Le bruit sous-marin est une préoccupation croissante en Méditerranée du fait de l'augmentation de l'activité maritime, en particulier dans l'ouest de la Méditerranée. Les bruits sous-marins affectent les communications et le comportement des mammifères marins et de certains poissons (PNUE/PAM 2012 ; Notarbartolo di Sciara et Birkun 2010). Le bruit émis par les activités humaines peut étouffer les sons qu'utilisent les animaux pour communiquer et s'orienter, provoquant de graves conséquences, voire la mort.

Les réponses des cétacés au bruit d'origine humaine sont de trois ordres :

- comportemental : modification des plongées et des remontées ainsi que des déplacements, abandon de l'habitat ;
- acoustique : modification du type ou du timing des stridulations ; occultation à large échelle du signal acoustique sur de larges étendues ;
- physiologique : Perte temporaire et permanente de l'ouïe, mort (Notarbartolo di Sciara et Birkun 2010; Abdulla et Linden 2008).

Les baleines à bec semblent être particulièrement vulnérables au bruit (Notarbartolo di Sciara et Birkun 2010). On a rapporté de nombreux échouages et une forte mortalité des baleines à bec de Cuvier en Méditerranée, qu'on pense liés à l'emploi de sonars militaires (Notarbartolo di Sciara et Birkun 2010). Les sonars sismiques (utilisés dans l'industrie pétrolière et gazière), seconde source majeure de potentiels impacts sur les mammifères marins

Le bruit marin est un son d'origine humaine émis par des activités telles que le sonar à haute intensité et la prospection sismique, les bruits de fond des navires de commerce et des fermes éoliennes.

de la Méditerranée en matière de bruit, ont fait l'objet de moins d'attention. Il devient de plus en plus évident que les poissons sont aussi touchés par le bruit. Les impacts potentiels comprennent la baisse de la capacité à communiquer, un stress accru, l'abandon des habitats, une perte de l'ouïe, et des dommages causés aux œufs (Abdulla et Linden 2008).

Ces dernières années, l'impact des sonars militaires sur les mammifères marins a influencé la politique maritime régionale en Méditerranée, mais cela ne s'est pas encore traduit dans une mitigation à grande échelle (Dolman et al. 2011). En 2007, les Parties à l'accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS) ont adopté des *Lignes Directrices pour traiter l'impact du bruit d'origine anthropique sur les cétacés dans la zone de ACCOBAMS*. Toutefois, un récent rapport de l'ACCOBAMS conclut qu'aucun progrès significatif n'a fait face au problème du bruit marin et qu'aucune tentative de coordination des activités industrielles et des initiatives de conservation des mammifères marins n'a été entreprise de façon systématique (Notarbartolo di Sciara et Birkun 2010).

Espèces non indigènes

Répartition spatiale et abondance des espèces non indigènes en Méditerranée

Le nombre et le taux d'espèces non indigènes présentes en Méditerranée ont tous deux augmenté ces dernières années (PNUE/PAM 2009). Actuellement, environ mille espèces non indigènes aquatiques ont été identifiées en mer Méditerranée, une nouvelle espèce étant introduite tous les dix jours. Parmi celles-ci, à peu près 500 espèces sont bien implantées ; beaucoup d'autres ont fait l'objet d'observations ponctuelles (PNUE/MAP 2012). En outre, des espèces terrestres exotiques ont aussi été introduites sur le littoral méditerranéen, mais ces espèces n'ont pour l'instant pas été contrôlées de manière systématique.

Les animaux benthiques, ou animaux vivants dans les fonds marins, constituent les espèces non indigènes les plus nombreuses en Méditerranée. La plupart sont des mollusques, des crustacés, ou des vers marins (PNUE/MAP 2009). On trouve plus d'espèces non indigènes dans l'est que dans l'ouest de la Méditerranée.

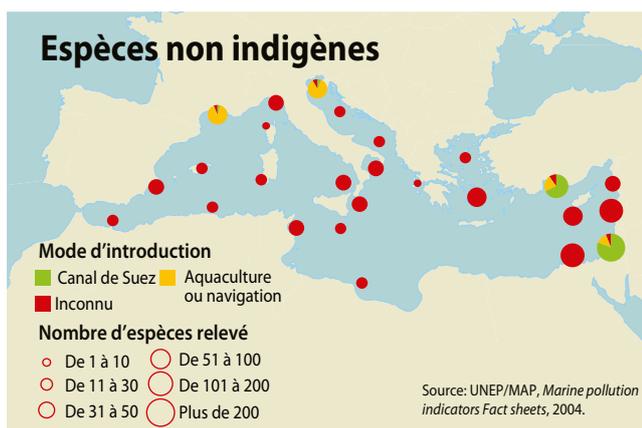
Principaux vecteurs d'introduction

Les espèces non indigènes pénètrent en mer Méditerranée via trois routes principales :

1. L'invasion naturelle à travers les voies d'eau telles que le Canal de Suez ou le détroit de Gibraltar ;
2. Le transport par navires par adhésion ou encrassement sur les coques des navires ou par les eaux de ballast ;
3. Les fuites, intentionnelles ou non, par l'aquaculture, y compris d'espèces commerciales, les appâts et les espèces destinées au commerce aquariophile (AEE et PNUE 1999).

Le transport maritime et l'aquaculture sont les principales voies d'entrée des espèces non indigènes dans le bassin occidental de la Méditerranée. La migration à travers le canal de Suez est à l'origine de la plupart des espèces non indigènes dans le bassin oriental.

On estime que 47% des espèces non indigènes présentes aujourd'hui en Méditerranée sont entrées par le Canal de Suez, 28% via le transport par navires et 10% via l'aquaculture (PNUE/MAP 2009). L'introduction d'espèces via le transport maritime a augmenté du fait de la croissance de l'acheminement



Les espèces non indigènes, aussi appelées espèces exotiques, sont des organismes ayant pénétré des écosystèmes situés à l'extérieur de leur périmètre connu et qui peuvent y survivre et s'y reproduire.

Elles peuvent être classées comme :

- Non établies

- Etablies

- Invasives (nombres et types augmentant rapidement)

- Nuisibles (présentant un risque)

Source : Occhipinti-Ambrogi et Galil 2004

ment du pétrole en provenance du Moyen-Orient et des biens de consommation en provenance d'Asie du sud-est (PNUE/PAM 2009). C'est dans les eaux bordant Israël et la Turquie qu'on trouve le plus grand nombre d'espèces non indigènes, principalement du fait de leur proximité avec le Canal de Suez (PNUE/PAM 2009).

Impact des espèces non indigènes particulièrement invasives

La vulnérabilité d'un écosystème face aux espèces non indigènes dépend de la santé de son système (PNUE/PAM 2009). Un environnement pollué, par exemple, sera plus vulnérable qu'un environnement vierge. Les dommages physiques liés au dragage, au chalutage de fond et aux autres formes de destruction de l'habitat rendent aussi l'environnement plus vulnérable aux pressions associées aux espèces non indigènes (PNUE/PAM 2009).

Quelques impacts écologiques des espèces non indigènes

- Prédation d'espèces indigènes affectant la chaîne alimentaire marine
 - Des espèces de poissons invasifs non indigènes – perroquet de Méditerranée (*Thalassoma pavo*), bécune à bouche jaune (*Sphyræna viridensis*), et tassergal (*Pomatomus saltator*), par exemple – s'attaquent aux poissons commercialisés.
- Compétition avec les espèces indigènes
 - Les algues invasives non indigènes du genre *Caulerpa* recouvrent des herbiers indigènes (*Posidonia* spp.)
 - En Israël, trois espèces indigènes – une étoile de mer (*Asterina gibbosa*), une crevette (*Melicertus kerathurus*), et une méduse (*Rhizostoma pulmo*) – ont vu leur population baisser alors que dans le même temps, trois espèces non indigènes – également une étoile de mer (*A. Burtoni*), une crevette (*Maruspenaues japonicas*), et une méduse (*Rhopilema pulma*) – ont vu leur population s'accroître.
- Modification des communautés indigènes
 - Une algue invasive non indigène (*Caulerpa taxifolia*) peut créer d'épais tapis qui affectent les communautés benthiques et réduisent les aires de frai et d'alimentation des poissons.
 - Une autre espèce non indigène (*C. racemosa*), peut croître au-dessus d'autres espèces d'algues et a été associée à la raréfaction des éponges.

Sources : PNUE/PAM 2012 ; AEE et PNUE 2006

Impact écologique

Dans la plupart des cas, l'effet des espèces non indigènes sur la biodiversité indigène est mal compris (PNUE/PAM 2012). Bien qu'aucune extinction d'espèces indigènes méditerranéennes n'ait été attribuée à des espèces non indigènes, des changements soudains dans l'abondance des espèces indigènes, ainsi que des disparitions locales associées à des espèces non indigènes, ont été signalés (PNUE/PAM/CAR/PB 2009).

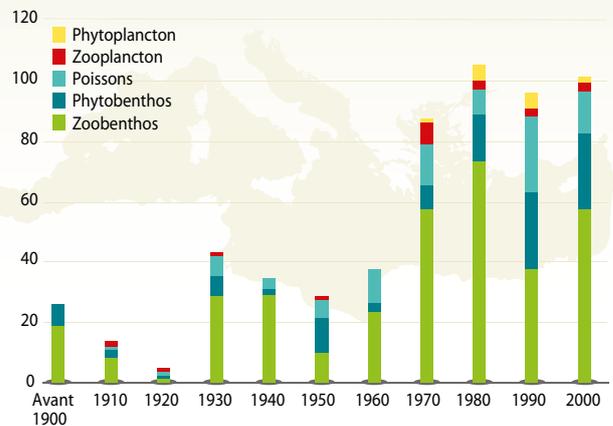
Impacts socio-économiques

Les espèces non indigènes ont un impact économique sur toute une série de secteurs, incluant la pêche (filet souillé), l'aquaculture (baisse de la luminosité), le transport maritime (hélices obstruées, altération de la navigation), la santé publique (algues toxiques), et le tourisme (nuisances) (AEE et PNUE 1999). Des pertes économiques ont été enregistrées en France et en Italie en raison de filets de pêche obstrués par des macroalgues non indigènes (*Womersleyella setacea* et *Acrothamnion preissii*) (PNUE/PAM 2012). La méduse *Rhopilema nomadica* a un impact négatif sur le tourisme, la pêche, et les installations côtières de l'est de la Méditerranée. Le petit monocellulaire dinoflagellé *Gambierdiscus*, que l'on trouve au large des côtes occidentales de Crète, transmet la ciguatera, maladie alimentaire causée par la consommation de certaines espèces de poissons de récifs (SOE 2009).

D'un autre côté, certaines espèces non indigènes sont ou pourraient former des ressources halieutiques importantes. En Méditerranée, c'est le cas pour la conque (*Strombus persicus*), la crevette (*Marsupenaeus japonicus*, *Metapenaeus monocerus*,

Espèces non-indigènes au cours du XXe siècle

Nombre de nouvelles espèces détectées par décennie



Source: UNEP/MAP, Marine pollution indicators Fact sheets, 2004.

et *Metapenaeus stebbingi*), le crabe (*Portunus pelagicus*), et les poissons tels que les mullidés (*Upeneus moluccensis* et *U. pori*), le poisson lézard (*Saurida undosquamis*), la bécune obtuse de mer Rouge (*Sphyræna chrysotaenia*), les clupéidés (*Dussummiera acuta*, *Herklotsichthy punctatus*), le tassergal (*Pomatomus saltator*), et la chimère commune (*Siganus rivulatus*) (AEE et PNUE 2006). En Tunisie, une espèce non indigène de crevette (*Metapenaeus monoceros*) a partiellement supplanté l'espèce indigène *Penaeus kerathurus* sans effet que les prises totales de crevettes ne bougent (PNUE/PAM 2012).

Poissons et crustacés exploités à des fins commerciales

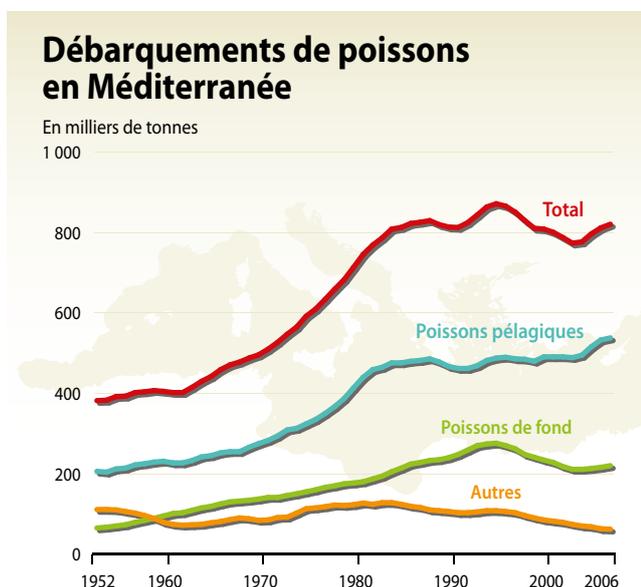
Exploitation des poissons et des crustacés

La pêche est la plus grande consommatrice de ressources marines en Méditerranée. La pêche commerciale tend à se concentrer dans les zones littorales, bien qu'il y ait aussi des pêches à la crevette rose (*Penaeus duorarum*), à la crevette rose du large (*Parapenaeus longirostris*) et au merlu (*Merluccius merluccius*) sur le talus continental (PNUE/PAM 2009). Les prises de poisson ont augmenté de façon exponentielle entre 1950 et 1980, avec une production atteignant les 800'000 tonnes par an (Garcia 2011) au cours des trois dernières décennies. Six pays représentent 85% de ce total : l'Italie, la Turquie, la Grèce, l'Espagne, la Tunisie et l'Algérie (PNUE/PAM 2012).

La pêche est principalement côtière en Méditerranée. L'abondance et la répartition des espèces exploitées dans les eaux du littoral varient en fonction de la profondeur, le plateau continental étant la zone la plus productive. Le plateau s'étend du littoral jusqu'à une profondeur d'environ 250 m. Dans cette zone, la pêche est très diverse même si la pêche artisanale effectuée par de petits bateaux – moins de 15 m de long – domine (PNUE/PAM 2009). La flotte de pêche méditerranéenne était estimée à 85 000 bateaux en 2008, mais le nombre réel est probablement bien supérieur (Sacchi 2011).

Capacité de reconstitution des stocks

De nombreuses espèces de poissons méditerranéens sont surexploitées du fait des pêches commerciales et récréatives (PNUE/PAM 2012). Dans l'ensemble de la Méditerranée, les stocks de base sont dominés par des poissons jeunes, ce qui pourrait être l'indication d'une forte pression de la pêche (AEE et PNUE 2006). La surpêche de jeunes poissons peut conduire à des modifications de la structure de la population, affectant en définitive la durabilité et la reconstitution des stocks (PNUE/PAM 2012). Certaines espèces connaissent des cycles de vie qui les rendent plus vulnérables à la surexploitation, tels qu'une croissance lente ou une maturité plus tardive.



Les principales espèces de poissons exploitées dans les zones littorales sont la sardine (*Sardina pilchardus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) parmi les petits pélagiques, le merlu (*Merluccius merluccius*), le mullet (*Mullus* spp.), le merlan (*Micromesistius poutasou*), la baudroie (*Lophius piscatorius*), la dorade (*Pagellus* spp.), la pieuvre commune (*Octopus* spp.), le calmar (*Loligo* spp.), et la crevette rouge (*Aristeus antennatus*) parmi les espèces demersales, et les gros pélagiques tels que le thon rouge et (*Thunnus thynnus*) et l'espadon (*Xiphias gladius*). Ces poissons représentent 70 à 80% des prises totales en Méditerranée. Des invertébrés font aussi l'objet d'une exploitation, comme le corail rouge (*Corallium rubrum*), de nombreuses espèces d'éponges (*Spongia* spp., *Hypospongia* spp.) et certains bivalves (*Lithophaga lithophaga*, *Acanthocardia* spp., *Callista chione*, etc.) (PNUE/PAM 2012).

La pêche tend à cibler les espèces les plus grosses et de plus grande valeur, situées en haut du réseau trophique. A mesure que les prédateurs supérieurs diminuent du fait de la surexploitation, les espèces situées plus bas dans le réseau trophique commencent à dominer les prises. Ce phénomène est connu sous le nom de « descente vers les espèces de plus faible niveau trophique » (« *fishing down the food web* »). Il semble que ce processus ait commencé en Méditerranée au moins depuis le milieu du XXe siècle (Pauly et al. 1998).

Enjeux clefs de la pêche en Méditerranée

La surexploitation

La surexploitation des stocks de poissons est signalée à travers toute la Méditerranée. Plus de 65 pour cent des stocks commerciaux sont pêchés au-delà de leurs seuils de durabilité (PNUE/PAM 2012 et Abdul Malak et al. 2011). Si la pêche commerciale a le plus grand impact, la pêche récréative place aussi les stocks sous pression. Certaines espèces comme le thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*) et le mérrou noir (*Epinephelus marginatus*) ont été pêchées à une telle intensité qu'elles sont tous deux répertoriées sous la rubrique « en danger » de la liste rouge de l'UICN (Abdul Malak et al. 2011). Le sciaenidé (*Sciaena umbra*) et l'ombrine côtière ont été répertoriés comme « vulnérables », et la plie d'Europe (*Pleuronectes platessa*), le flet de la Baltique (*Platichthys flesus*), le bar européen (*Dicentrarchus labrax*), le mérrou blanc (*Epinephelus aeneus*), l'espadon (*Xiphias gladius*), le maquereau blanc (*Scomber colias*), et le turbot (*Psetta maxima*) sont répertoriés comme « quasi menacés » (Abdul Malak et al. 2011). Parmi les 86 espèces de requins, raies et chimères de Méditerranée, quinze sont en danger critique d'extinction, neuf sont en danger, et huit sont vulnérables (Abdul Malak et al. 2011). Dix autres espèces sont considérées comme quasi menacées (Abdul Malak et al. 2011). La reconstitution de nombreux stocks est difficile en raison d'autres facteurs comme la pollution et le réchauffement de l'eau.

Les prises accessoires

Les prises accessoires – la capture inintentionnelle d'animaux qu'on ne cherchait pas à pêcher – sont un grave problème dans de nombreuses régions de la Méditerranée. Les espèces que les

hommes ne mangent pas sont rejetées à la mer. A l'échelle globale, un quart à un cinquième de tous les poissons capturés sont rejetés par-dessus bord (CMS [pas de date]). Si certains rejets sont consommés par des espèces opportunistes, l'essentiel est perdu (PNUE/PAM 2012). Les lignes de fond et les filets dérivants entraînent de nombreuses prises accessoires de tortues de mer, de mammifères marins (en particulier de baleines et dauphins), d'oiseaux marins, et de requins (Abdul Malak et al. 2011).

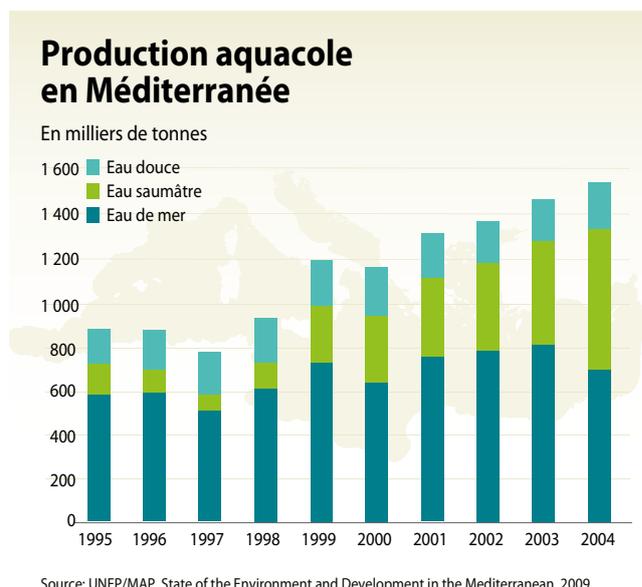
Impacts directs et indirects des engins de pêche

Les méthodes de pêche, de plus en plus efficaces, ont un impact significatif sur de nombreuses espèces. Il s'agit notamment de la puissance des moteurs des navires, de l'importance des engins, des caractéristiques des navires, des progrès des appareils de navigation et de localisation des poissons et du développement de la pêche à engins fixes, qui ciblent les classes de reproduction de plusieurs espèces à grande longévité dans des zones qui n'étaient pas chalutées par le passé. Tous ces changements contribuent au déclin des stocks de poissons (PNUE/PAM 2012 et PNUE/PAM/MED POL 2005). De plus, sachant que les flottes sont modernisées afin de permettre des voyages plus longs et par forte mer, on peut s'attendre à une pression accrue sur les espèces situées en haute mer et dans les eaux profondes (PNUE/PAM 2012).

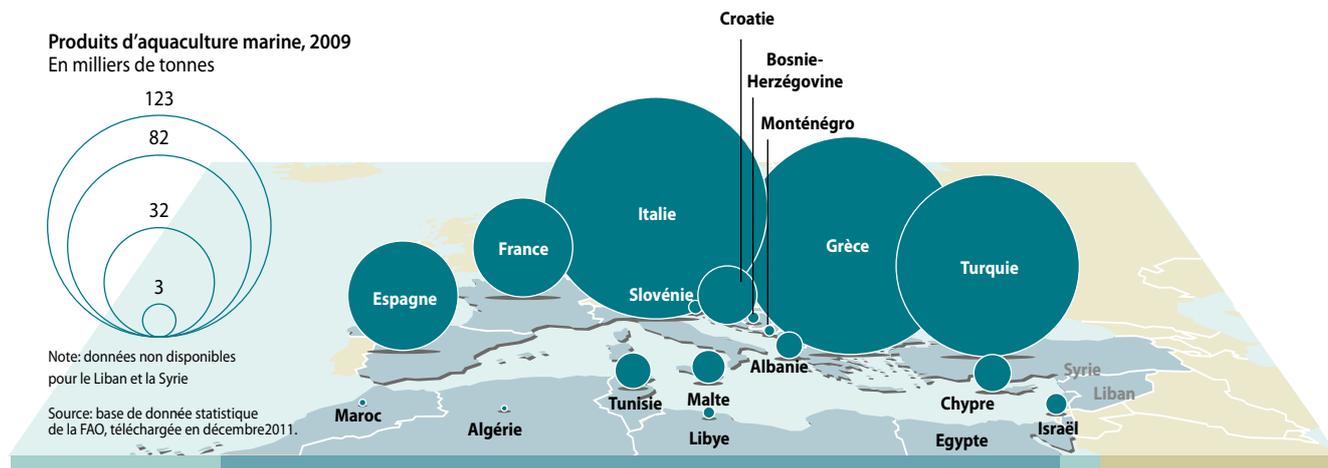
La sélection des engins a des conséquences sur les habitats et les espèces. Les engins de pêche non sélectifs comme les « tonailles » – filets utilisés pour la pêche au thon – les lignes de fond, les filets dérivants, les filets à fines mailles et le chalutage sont les plus nuisibles (PNUE/PAM 2012). Bien que les filets dérivants aient été interdits en Méditerranée, ils sont toujours utilisés (PNUE/PAM 2012). La pêche fantôme – lorsque des engins de pêche perdus ou abandonnés continuent à attraper des poissons et d'autres animaux – est aussi un problème, spécialement avec les engins passifs (ex : lignes de fond, filet maillant, pièges). L'engin perdu représente une menace pour les espèces marines et un danger pour les navires de passage s'il s'emmêle dans leurs hélices ou dans leur propre engin de pêche.

Le chalutage est particulièrement destructeur pour les communautés benthiques. Il altère gravement les écosystèmes des coraux des eaux profondes et des prairies sous-marines ainsi que leur faune, réduisant à la fois le nombre d'espèces et l'habitat disponible (PNUE/PAM 2012 et Abdul Malak et al. 2011). Les monts sous-marins sont particulièrement sensibles aux impacts de la pêche car ils sont rares et isolés (PNUE/PAM 2012). Des règlements limitent l'utilisation d'engins remorqués à des profondeurs supérieures à 50 m ou à des distances de plus de trois milles marins des côtes si la profondeur est inférieure à 50 m. Malgré ces réglementations, la pêche illégale au chalut est encore très répandue (PNUE/PAM/MED POL 2005).

L'utilisation de dynamite et de poison pour pêcher est illégale mais toujours pratiquée dans certaines régions (PNUE/PAM 2012). Ces techniques de pêche non sélectives tuent de nombreuses espèces et ont un impact extrêmement négatif sur l'écosystème dans son entier (PNUE/PAM 2012).



Aquaculture en Méditerranée et en Mer Noire



Pêche artisanale, aquaculture et mariculture

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) définit la pêche artisanale comme suit : « pêche traditionnelle, pratiquée par des familles de pêcheurs (par opposition aux sociétés commerciales) utilisant des quantités relativement faibles de capital et d'énergie, des bateaux de pêche relativement petits (le cas échéant), ce qui limite la durée des sorties de pêche, lesquelles ont lieu à proximité des côtes et visent principalement à alimenter la consommation locale (...) La pêche artisanale peut être une pêche de subsistance ou commerciale, alimentant la consommation locale ou l'exportation » (FAO/FD 2010). La pêche artisanale continue à être pratiquée en Méditerranée, même si son importance socio-économique varie selon les pays et les communautés. Dans certaines régions, elle représente toujours une importante source de revenus et garantit la sécurité alimentaire.

La pêche artisanale est considérée comme moins nuisible à la biodiversité que la pêche industrielle, car elle utilise des engins moins agressifs. Toutefois, en raison de la grande diversité d'engins et d'espèces ciblées, il est difficile de déterminer les effets de la pêche artisanale sur l'écosystème (PNUE/PAM 2012). En même temps, la pêche artisanale elle-même peut être touchée par d'autres facteurs de stress, comme la pollution et la perte d'habitat important.

L'aquaculture est le secteur alimentaire qui connaît la plus forte croissance au niveau mondial. Environ un tiers de la consommation globale de poisson provient aujourd'hui d'une ferme aquacole. Bien que le bassin méditerranéen ait une longue tradition piscicole, la pisciculture, en particulier la pisciculture marine, s'est considérablement répandue depuis les années 1990. La diminution des stocks de poissons sauvages, combinée à l'augmentation de la demande en poissons de la part des consommateurs, a stimulé la croissance de l'industrie. Cela concerne particulièrement la dorade royale *Sparus aurata*, le bar commun *Dicentrarchus labrax*, la moule *Mytilus galloprovincialis* et l'huître plate *Crassostrea gigas*. Bien que la Grèce soit un des principaux pro-

ducteurs mondiaux de dorade royale, plus de la moitié de la production aquacole méditerranéenne provient des pays d'Europe de l'Ouest (58%) (PNUE/PAM 2012).

Afin de répondre à la demande en produits de mer, l'aquaculture méditerranéenne est passée d'opérations terrestres et côtières à un élevage en cage au large des côtes (mariculture) (CIESM 2007). Pour certaines espèces, comme le loup de mer et la dorade, une majorité de fermes aquacoles limitent leurs activités terrestres aux couvoirs, la plus grande partie de la croissance ayant lieu dans des cages en mer.

Si l'aquaculture offre de considérables bénéfices économiques, elle peut aussi avoir des impacts sur la biodiversité locale. Ses effets sont les suivants : une pollution organique et une eutrophisation dues aux déchets et à la nourriture non consommée (conduisant dans certains cas à des hypoxies et anoxies locales) ; une dégradation des habitats benthiques situés sous les cages, y compris des herbiers de grande valeur ; le rejet de biocides et d'antibiotiques ; la diffusion de pathogènes benthiques ; et l'introduction d'espèces non indigènes (PNUE/PAM 2009 et CIESM 2007).

Les installations d'engraissement de thon méritent une attention particulière de par leur impact sur les thons rouges et les autres espèces. Dans ces opérations, des bancs de thons sont attrapés vivants par des sennes coulissantes puis engraisés dans des cages jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille commercialisable. En 2004, près de 225 000 tonnes de thon étaient élevés suivant cette méthode en Méditerranée (PNUE/PAM 2009). De nombreuses prises n'étant pas déclarées, on ne dispose pas de chiffres exacts. On estime qu'en 2005, 44 000 tonnes de thon ont été capturées, un chiffre supérieur de 37% au quota légal et de 77% au quota recommandé par les experts (PNUE/PAM 2009). Cette pratique accroît les pressions à la fois sur les populations de thon sauvage et les poissons qui sont capturés pour nourrir les thons parqués (ex. anchois, maquereau, sardines). On estime ainsi qu'il faut 25kg de poissons pour produire un kg de thon (PNUE/PAM 2009). Ceci a aussi des conséquences pour les populations humaines dépendant de ces poissons pour leur nourriture, particulièrement en Afrique de l'Ouest.

Intégrité du fond de la mer

Répartition géographique des dommages physiques causés au fond de la mer

La pêche constitue l'une des principales causes des dommages infligés aux habitats de la Méditerranée. La plupart de ces dommages sont dus au chalutage. Sachant que la pêche est plus intensive dans l'ouest méditerranéen, il n'est pas surprenant de constater que les impacts sur les habitats marins sont particulièrement sévères dans cette région (PNUE/PAM 2012). Les habitats benthiques ou de fond et les communautés qui y sont associées sont particulièrement vulnérables.

Dans les habitats du fond de la mer situés en haute mer, les écosystèmes coralliens des mers profondes, la comatule profonde de Méditerranée (*Leptometra phalangium*), le pennatule (*Funiculina quadrangularis*), les bancs de corail bambou (*Isidella elongata*) sont considérés comme les plus vulnérables aux impacts de la pêche (PNUE/PAM 2012). L'emplacement et l'étendue de ces habitats ne sont toutefois pas très bien connus. Les connaissances sont encore plus limitées en ce qui concerne la faune des grands fonds, vivant dans les plaines abyssales de la Méditerranée.

Impacts des perturbations sur les principaux habitats benthiques

Les dommages physiques subis par le fond de la mer peuvent provenir de différentes activités humaines, notamment les constructions offshore, le dragage, et la pêche. Les impacts des constructions offshore en mer Méditerranée – généralement sous la forme de plate-formes pétrolières, de fermes éoliennes, ou d'autres installations du secteur énergétique – n'ont pas été évalués de manière systématique (PNUE/PAM 2012). La construction et l'exploitation de ces installations pourraient avoir des impacts directs et indirects sur la communauté benthique et son écologie.

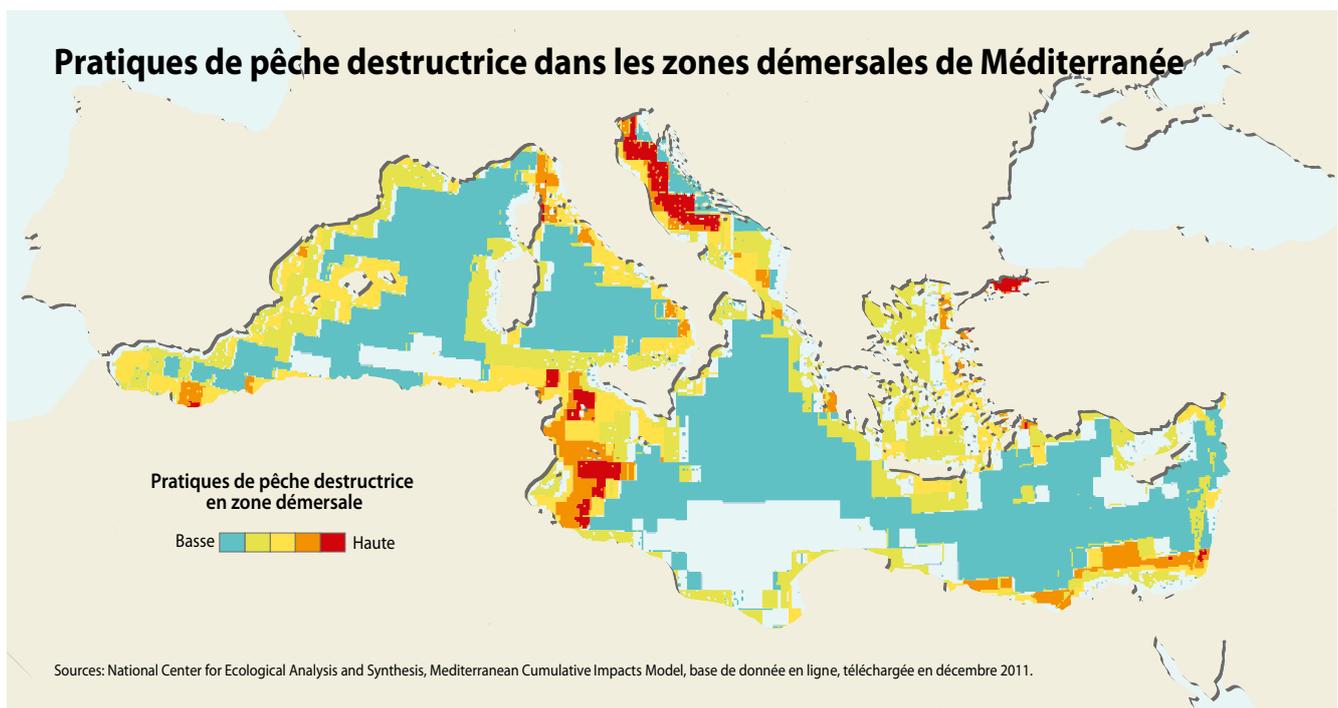
L'écologie et le comportement des organismes pélagiques pourraient être aussi affectés (par exemple s'ils évitent les zones où se trouvent ces installations) (PNUE/PAM 2012).

Les chaluts, dragues, et autres types d'engins de fond utilisés par la pêche peuvent endommager le fond de la mer de différentes manières. Par exemple :

- Remise en suspension ou mélange des sédiments, ce qui a des conséquences sur les plantes aquatiques, les animaux benthiques et les poissons qui se nourrissent au fond de la mer et provoque une remontée des contaminants ;
- Arrachage de grandes espèces benthiques, comme les crustacés et bivalves, dont certaines sont importantes pour le mouvement et le mélange des sédiments marins ;
- Modifications de la structure des communautés benthiques.

Les perturbations physiques causées par les chaluts peuvent avoir des effets à long terme sur les écosystèmes marins fragiles. Les communautés coralligènes et d'éponges sont particulièrement sensibles aux perturbations. Les écosystèmes coralliens des eaux profondes ont été sévèrement touchés par le chalutage à travers toute la Méditerranée (PNUE/PAM 2012). Le chalutage est responsable de la disparition de communautés d'algues rouges dans de vastes zones de la Méditerranée (IAR 2011). Un seul coup de chalut peut détruire tout un récif corallien d'eau froide (Gianni 2004 dans AEE 2006).

Les prairies sous-marines fournissent une importante zone de frai et d'alevinage pour de nombreuses espèces de poissons. Cependant, les prairies sous-marines sont en déclin, en parti dû au chalutage mais aussi à cause de l'amarrage des bateaux (PNUE/PAM/MED POL 2005). Enfin, les herbiers régulièrement pêchés présentent une densité et une biomasse plus faibles (PNUE/PAM/MED POL 2005).



Conditions hydrographiques

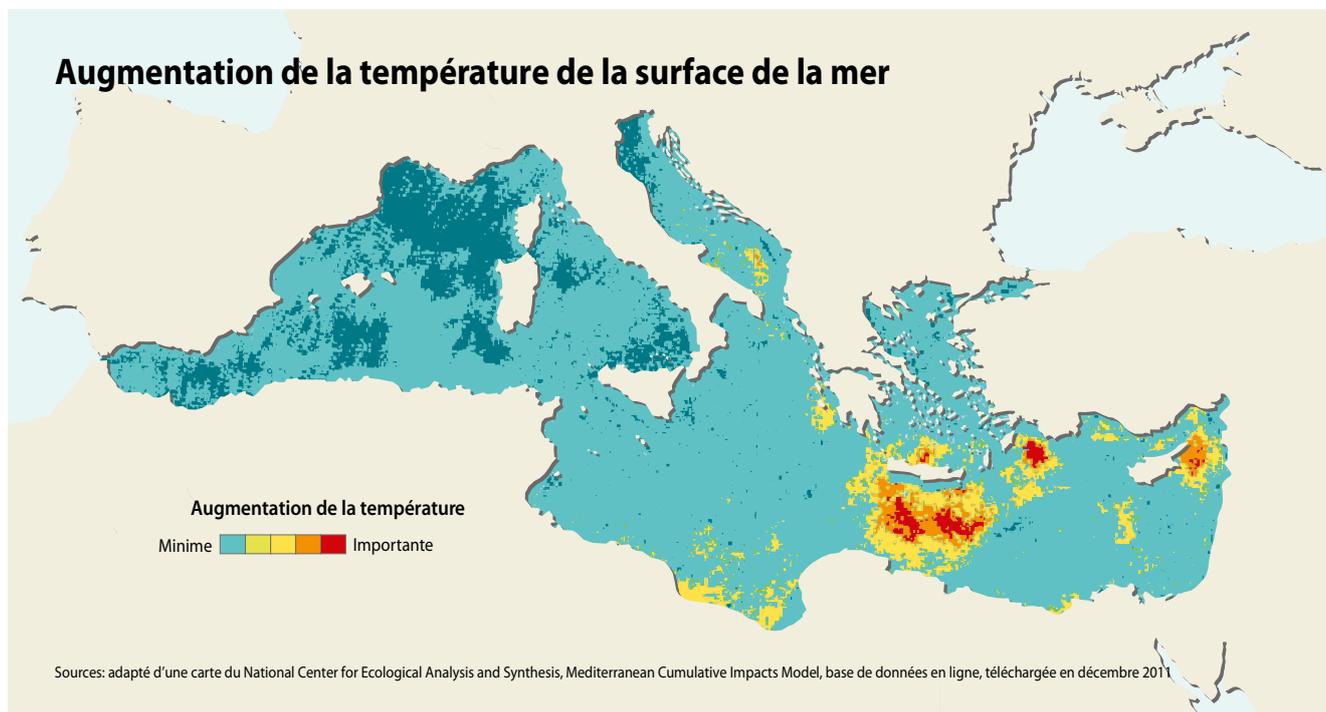
L'altération des dynamiques de circulation de l'eau induite par les activités humaines peut modifier en profondeur l'écologie marine et la fourniture des services écosystémiques. Si certains aspects des conditions hydrologiques ont été bien étudiés dans certaines zones de la Méditerranée, les impacts des activités humaines sur l'hydrologie de la région n'ont pas fait l'objet d'une évaluation systématique d'ensemble.

Les mers semi-fermées comme la Méditerranée peuvent grandement se dégrader du fait des suites d'une modification de leur hydrologie. Restreindre les apports en eau douce d'une mer semi-fermée la prive des eaux et des nutriments qui l'alimentent. Si les terres qui entourent la mer sont fortement industrialisées et utilisées à des fins agricoles, l'eau qui atteint le bassin est souvent de piètre qualité car polluée par les activités terrestres (GESAMP 2001). Ce type de dégradation est évident dans le cas du bassin méditerranéen, particulièrement dans les régions disposant de bassins fluviaux importants (Gognetti et al. 2000). Le long des plaines côtières, l'agriculture intensive s'est développée au détriment des zones humides côtières (AEE 2000) et l'érosion des côtes s'accélère du fait de l'extraction non contrôlée de sable, de l'étalement des infrastructures touristiques, de l'urbanisation et de la construction de barrages.

Le régime traditionnel méditerranéen d'alternance de périodes sèches et de crues soudaines affecte la salinité à l'échelle locale. Les évolutions de la salinité, accompagnées des températures, influencent la direction et la force des courants, ce qui, en retour, affecte les processus écologiques qui maintiennent ces écosystèmes. Les modifications locales de la salinité, provoquées par différentes causes, sont un phénomène grandissant dans certaines régions arides du bassin méditerranéen.

L'apport de sédiments en direction des côtes est un processus clé qui permet l'entretien des rivages. La construction de barrages et autres détournements d'eau douce réduit l'apport de sédiments et peut être la cause de l'érosion du littoral. Les changements de courants dans les bassins fluviaux et la disposition du littoral influencent directement les apports en sédiments. Par exemple, la construction de digues, d'épis, ou d'infrastructures offshore peuvent influencer les dépôts de sédiment et la côte peut, le cas échéant, se déplacer.

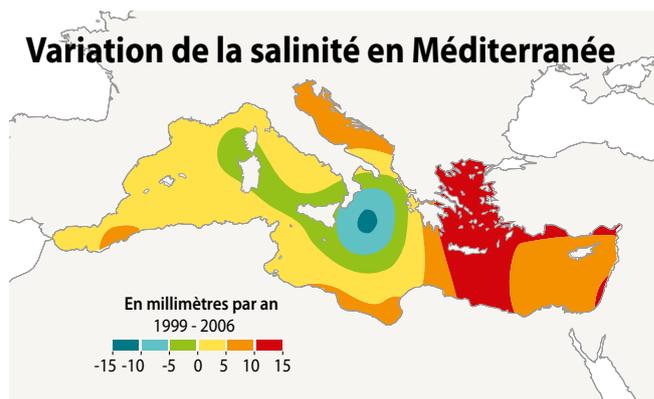
Le ratio de l'apport en sédiments par rapport au ruissellement annuel des torrents de la région méditerranéenne est plus élevé que la moyenne mondiale, mais cette situation pourrait



changer avec les changements d'affectation des sols. Sur les vingt fleuves méditerranéens pour lesquels les taux de déversement à long terme sont connus, seuls deux (la Segura et le Rhône) montrent une augmentation des déversements, tandis que quatorze montrent une diminution d'au moins 30% (Milliman et Farnsworth 2011). Les conséquences en sont un creusage des lits des fleuves, une érosion des bandes côtières, et l'érosion des deltas (comme c'est le cas pour le Nil, l'Èbre et le Rhône).

Le changement climatique accélère la dégradation liée à l'hydrologie et peut en aggraver ses impacts. Selon le CIESM, les eaux de l'ouest méditerranéen connaissent actuellement une tendance substantielle au réchauffement (+0,2°C au cours des dix dernières années), ce qui pourrait avoir des conséquences brutales sur les espèces adaptées à des températures plus uniformes, particulièrement sur les organismes des eaux plus profondes accoutumés à une température quasiment constante de 13°C. Le niveau de la mer augmente de manière significative dans l'est de la Méditerranée, avec en moyenne, une hausse de 12 cm enregistrée sur la côte orientale depuis 1992. Toutefois, les causes n'en sont pas encore connues, et un

lien de causalité avec le changement climatique n'a pas encore été établi. On s'attend aussi à ce que le changement climatique modifie les régimes de précipitation et la fréquence des tempêtes catastrophiques. A leur tour, ces changements modifient la circulation côtière et offshore, affectant la pêche, la biodiversité, la stabilité de la bande côtière, le déversement des sédiments dans les estuaires, l'accrétion de terre et d'autres aspects de l'écosystème.



Réseaux trophiques marins

Dynamiques des écosystèmes selon les niveaux trophiques

Les bassins semi-fermés, les estuaires et les lagunes sont les plus susceptibles de subir les effets négatifs de l'eutrophisation, du fait de la faible dispersion des excès de nutriments (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Les marées rouges sont un réel problème pour certaines pêches de la Méditerranée. Dans le nord-ouest de l'Adriatique, la pêche et l'élevage des mollusques ont été touchés par l'efflorescence de dinoflagellés *Dinophysis* spp., provoquant des intoxications diarrhéiques par les mollusques (IDM). L'apparition de cet organisme a entraîné des interdictions temporaires et prolongées de pêcher et de vendre des moules dans les zones côtières et lagunaires d'Emilie-Romagne (PNUE/PAM/MED POL 2005). *Alexandrium tamarensis*, un dinoflagellé produisant des toxines IPM (intoxications paralysantes par les mollusques), a été observé dans le nord de l'Adriatique (PNUE/PAM/MED POL 2005).

D'après les données du rapport d'évaluation initial, dans le bassin méditerranéen, l'eutrophisation reste un phénomène localisé. Un meilleur régime de surveillance et l'analyse des données récoltées permettront de déterminer les tendances, et, dans le futur, d'établir clairement les effets de l'eutrophisation sur l'écologie ainsi que sur la pêche et les autres services écosystémiques de grande valeur.

Proportion et abondance à différents niveaux trophiques

La surpêche est responsable de la modification de la répartition et de l'abondance de nombreuses espèces en Méditerranée. Il est prouvé que les espèces démersales et les stocks benthiques,

sont de plus en plus dominés par des poissons jeunes. Parmi les espèces touchées se trouvent le rouget barbet (*Mullus barbatus*), le rouget barbet de roche (*Mullus surmuletus*), la cardine à quatre taches (*Lepidorhombus boschii*) et la cithare (*Citharus linguatula*) (AEE et PNUE 2006).

La surpêche a également provoqué un effondrement du corail rouge (*Corallium rubrum*), de la datte de mer (*Lithophaga lithophaga*), de quelques éponges, telles que l'*Hypospongia communis* et de quelques espèces *spongia*, ainsi que de quelques crustacés *Decapoda*, comme le homard européen (*Homarus gammarus*) et la langouste européenne (*Palinurus elephas*) (PNUE/PAM 2012). De nombreux stocks sont surexploités et en déclin. C'est le cas de l'anguille commune (*Anguilla anguilla*), du mérrou noir (*Epinephelus marginatus*) et du corb (*Sciaena umbra*) (UNEP/MAP 2012). Le merlu (*Merluccius merluccius*), le mulot (*Mullus barbatus*), la crevette rose du large (*Parapenaeus longirostris*), la sole (*Solea solea*), la sardine (*Sardina pilchardus*) et l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) sont aussi surpêchés dans diverses parties de la Méditerranée (PNUE/PAM 2012).

La surpêche des grandes espèces pélagiques est particulièrement inquiétante, en particulier pour le thon rouge (*Thunnus thynnus*), l'espadon (*Xiphias gladius*), le germon (*Thunnus alalunga*), et les requins pélagiques, comme le requin bleu (*Prionace glauca*) (PNUE/PAM 2012). Les requins sont particulièrement sous stress en Méditerranée. En 2008, une étude couvrant vingt espèces de requins et utilisant des données allant jusqu'au début de 19ème et du milieu du 20ème siècle, n'a trouvé de données suffisantes que pour cinq espèces, qui avaient toutes décliné de plus de 96% (Ferretti et al. 2008). En mer Méditerranée, la diminution des prédateurs supérieurs entraîne déjà une modification des chaînes alimentaires marines à de nombreux endroits (Sala 2004).

La biodiversité

Biodiversité des espèces

La biodiversité marine et côtière de la Méditerranée est très élevée. Le bassin accueille une faune et une flore parmi les plus riches du monde et une extraordinaire diversité d'habitats. La Méditerranée est considérée comme l'un des 25 « points chauds » du monde en matière de biodiversité, défini en tant que zone dotée d'une riche biodiversité, d'un grand nombre d'espèces endémiques – espèces uniques à la région – et d'un niveau critique de perte d'habitats (Meyers et al. 2000). On estime le nombre d'espèces marines présentes en Méditerranée entre 10 et 12 000, dont environ 8 500 espèces de faune macroscopique, plus de 1 300 espèces végétales et près de 2 500 autres groupes taxonomiques (PNUE/PAM 2012). Cela correspond de 4 à 18 % des espèces marines connues dans le monde, selon les groupes taxonomiques considérés (de 4,1 % des poissons osseux à 18,4% des mammifères marins), dans une zone représentant moins d'un pour cent des océans mondiaux et moins de 0,3% de son volume (PNUE/PAM 2012 et Bianchi et Morri 2000).

Les taux d'endémisme méditerranéens sont supérieurs à ceux observés dans d'autres mers et océans, y compris l'océan Atlantique. De 50 à 77% des espèces marines méditerranéennes sont des espèces atlantiques (présentes aussi dans l'Atlantique), 3 à 10 % sont des espèces pantropicales en provenance des mers chaudes du globe, 5 % sont des espèces lessepsiennes (originaires de la mer Rouge et qui ont pénétré en Méditerranée via le canal de Suez). Les 20 à 30 % des espèces restantes sont des espèces endémiques, c'est-à-dire des espèces originaires de la mer Méditerranée (PNUE/PAM 2012).

Le pourcentage d'endémisme est particulièrement élevé chez les groupes sessiles et sédentaires, notamment les ascidies (50,4 %), les éponges (42,4%), les hydres (27,1%), et les échinodermes (24,3%). L'endémisme est également considérable chez d'autres organismes tels que les crustacés décapodes (13,2%) et les poissons (10,9%).

La diversité des espèces du bassin méditerranéen tend à croître d'est en ouest avec 43% d'espèces connues en Méditerranée orientale, 49% en Adriatique, et 87% en Méditerranée occidentale (PNUE/PAM 2012). Le bassin occidental de la Méditerranée accueille aussi davantage d'espèces endémiques que les autres

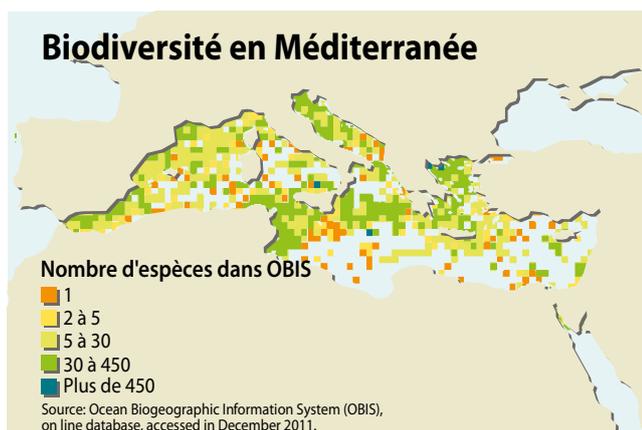
régions. De plus, sa proximité avec l'océan Atlantique et ses systèmes frontaux et d'upwelling l'alimentent en nutriments. Le bassin occidental contient aussi la plus grande diversité de mammifères marins, de tortues de mer et d'oiseaux de mer de Méditerranée (PNUE/MAP 2012). Le sud-est de la Méditerranée (le bassin levantin) constitue la zone biologique la plus appauvrie (PNUE/PAM 2012). Toutefois, bien qu'il y ait des raisons écologiques qui expliquent la plus faible diversité qu'on y constate, cette zone n'a pas été aussi bien étudiée que d'autres (PNUE/PAM 2012).

La distribution des espèces dépend aussi de la profondeur, les 50 premiers mètres comptant l'essentiel de la faune et de la flore. Si cette zone ne correspond qu'à 5 % des eaux méditerranéennes, 90% des espèces de plantes benthiques et 75% des espèces de poissons s'y trouvent (PNUE/PAM – CAR/ASP 2010). La haute mer de la Méditerranée accueille aussi une grande variété de vie marine dans des zones de grande productivité (gyres, upwellings et fronts) (PNUE/PAM – CAR/ASP 2010). Nous n'avons que très peu d'informations sur les mers profondes de la Méditerranée.

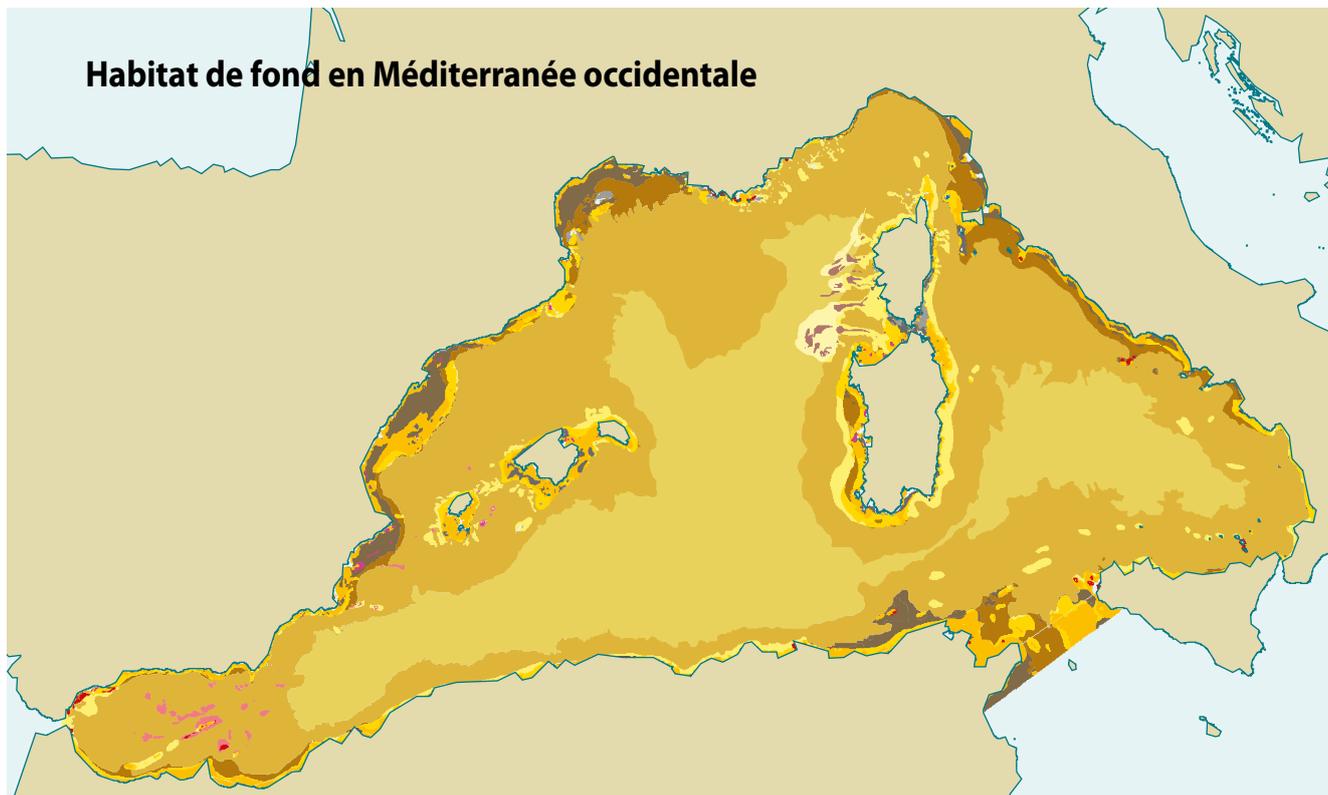
Bien que le bassin méditerranéen contienne une grande biodiversité, nombreuses sont ses espèces menacées par différentes activités humaines. Les tortues caouanne (*Caretta caretta*), luth (*Dermodochelys coriacea*) et verte (*Chelonia mydas*) sont toutes présentes dans la région. Bien que les tortues caouannes restent relativement abondantes, elles semblent avoir pratiquement déserté le bassin occidental. Les deux autres espèces se font de plus en plus rares. Les sites de reproduction des tortues vertes, herbivores et migratrices, se trouvent à Chypre, en Turquie, en Syrie, en Egypte, au Liban et en Israël. Seules 2 000 femelles y nichent et leur nombre est en plein déclin. Pour la tortue caouanne, les sites de nidification les plus importants se trouvent le long des côtes grecques et turques, sur un certain nombre d'îles méditerranéennes, en Tunisie, en Libye et en Egypte le long de la côte nord-africaine. Quant à la tortue luth, elle est plus rare en Méditerranée et elle ne dispose pas de sites de nidification permanent bien que quelques nids aient été enregistrés en Israël et en Sicile.

Les populations de goéland d'Audouin (*Larus audouinii*) ont atteint un niveau dangereusement bas, car il nécessite que les archipels et les îles rocheuses qu'ils utilisent comme site de reproduction soient exempt de perturbations et de compétition avec le goéland leucophaée. Plusieurs espèces d'oiseaux typiques de la région climatique méditerranéenne sont menacées dans leur espace européen voire méditerranéen, du fait de la disparition d'un habitat adéquat et exempt de perturbation. C'est en particulier le cas du pélican blanc (*Pelecanus onocrotalus*), du pélican dalmatien (*Pelecanus crispus*), du grand héron blanc (*Egretta alba*), et du goéland railleur (*Larus genei*).

La Méditerranée est d'une très grande importance pour les oiseaux migrateurs. Deux fois par an, quelque 150 oiseaux migrateurs traversent les passages naturels étroits dans les régions du détroit de Gibraltar (entre l'Espagne et le Maroc), du détroit de Sicile (entre l'Italie et la Tunisie), de Messine (Italie), du col de Bellen (Turquie), de la côte libanaise, et de l'isthme de Suez (Egypte), tirant profit des zones humides se présentant sur leur chemin.



Habitat de fond en Méditerranée occidentale



Peu profond

- Roche photique ou récif biogénique
- Roche aphotique ou récif biogénique
- Sables
- Boues
- Sédiments grossiers ou mixtes

Plateau

- Roche ou récif biogénique
- Sables
- Boues
- Sédiments grossiers ou mixtes

Abyssal

- Sables
- Boues

Bathyal

- Sables
- Boues
- Sédiments grossiers ou mixtes



Source : adapté du European Marine Observation and Data Network, EUSeaMap web-GIS, base téléchargée en décembre 2011.

Plusieurs espèces de mammifères marins ont atteint des niveaux de population dangereusement bas. Leur survie est en question si des mesures ne sont pas immédiatement prises en faveur de leur conservation. C'est particulièrement le cas du phoque moine méditerranéen (*Monachus monachus*) qui se reproduit sur des îles rocheuses et des archipels exempts de perturbations humaines. La population totale de ces phoques en Méditerranée ne dépasse probablement pas les 300 individus, qui se concentrent le long des côtes turques et grecques. Une très faible population se trouve toujours en Chypre, en Croatie et peut être en Libye alors que des individus errants peuvent être aperçus occasionnellement en Syrie, en Algérie et en Tunisie.

Environ vingt espèces de cétacés ont été enregistrées en Méditerranée, dont la moitié provient de populations atlantiques qui ne viennent que sporadiquement en Méditerranée. Seules neuf espèces de petits cétacés et trois espèces de grande baleine sont régulièrement observées en mer Méditerranée. Il s'agit du petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*), du rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), du dauphin commun (*Delphinus delphis*), du globicéphale noir (*Globicephala melas*), du dauphin de Risso (*Grampus griseus*), de l'orque (*Orcinus orca*), du cachalot (*Physeter macrocephalus*), de l'orque noire (*Pseudorca crassidens*), du dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*), du dauphin à dents dures (*Steno bredanensis*), du grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et de la baleine à bec d'oiie (*Ziphius cavirostris*). La mer Égée est

d'une importance particulière pour le marsouin commun (*Phocoena phocoena*), une espèce rare qu'on ne trouve nulle part ailleurs si ce n'est en mer Noire (PNUE/PAM 2012).

La faune méditerranéenne de poissons est diverse, mais les stocks sont généralement en déclin. Sur les 900 espèces connues de poissons, environ 100 sont exploitées à des fins commerciales. Les taux de prise non durables de raies (y compris la disparition de certains taxons des prises commerciales) et d'autres espèces démersales sont particulièrement inquiétants (Tudela 2004). Les impacts de la pêche s'étendent au-delà des éla-mobran-ches, des poissons à nageoires, et des autres espèces ciblées. La pêche à la palangre est la principale cause de mortalité des oiseaux de mer en Méditerranée et est responsable, avec d'autres types de pêche, de la mort accidentelle de tortues de mer (Tudela 2004). Les flottes à palangre sont un danger pour les populations de tortues caouannes, tout comme le sont les chalutiers et les plus petits engins de pêche dans certaines zones, comme le golfe de Gabès. La pêche par filet maillant, et dans une bien moindre mesure, les pêches à petite échelle utilisant des filets fixes et des sennes coulissantes, semblent avoir le plus fort impact sur les cétacés de la région. Ces méthodes sont aussi responsables des plus forts taux de mortalité d'origine anthropique. La population méditerranéenne de phoques moines continue d'être menacée de mortalité directe par les équipages de pêche artisanale, et dans une moindre mesure, par leurs engins de pêche.

La biodiversité des habitats

Le bassin méditerranéen contient une grande variété d'habitats, comme des herbiers, des rivages rocheux intacts, des systèmes frontaux persistants, des estuaires, des canyons sous-marins, des regroupements de coraux en eaux profondes et des monts sous-marins (PNUE/PAM 2012).

Les herbiers sont parmi les habitats les plus importants et productifs de la Méditerranée, offrant des aires de frai et de reproduction à de nombreuses espèces commerciales. Cinq espèces d'herbiers sont présentes en Méditerranée : *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina* et *Zostera noltii*. Les prairies endémiques de *Posidonia oceanica* sont considérées comme les plus importants écosystèmes d'herbiers, accueillant 25% des espèces de poissons de Méditerranée (PNUE/PAM – CAR/ASP 2010 et PNUE/PAM 2009). Les prairies de posidonies jouent un rôle central dans la stabilisation du littoral et dans le maintien de la qualité de l'eau, en particulier à travers la production d'oxygène. On a constaté à plusieurs endroits que les plages de sable fin ont disparu après la mort des prairies sous-marines (Batisse et de Grissac 1995). Il s'agit des plus importantes zones de reproduction pour les poissons de la Méditerranée. On considère que deux espèces d'herbiers (*Posidonia oceanica* et *Zostera marina*) sont en danger (voir la liste des espèces en danger et menacées en annexe).

La valeur économique totale des herbiers est estimée à plus de 15 000 euros l'hectare (PNUE/PAM 2009). Toutefois, malgré leur valeur économique et écologique, la superficie des prairies sous-marines est en déclin. Ce déclin est en partie dû aux activités de chalutage (PNUE/PAM/MED POL 2005). Les herbiers endémiques du Nord-ouest méditerranéen sont aussi menacés par l'invasion d'une espèce d'algue tropicale invasive, *Caulerpa taxifolia*, accidentellement introduite en 1984 et qui s'est depuis largement répandue.

Les communautés coralligènes, constituées d'une accumulation d'algues marines calcaires – de la famille des corallines – sont les seconds « points chauds » les plus importants en matière de biodiversité en Méditerranée après les prairies de posidonies (PNUE/PAM – CAR/ASP 2010). Ces concrétions sont communes à pratiquement toute la Méditerranée et se trouvent à des profondeurs de 40 à 120 m de profondeur (PNUE/PAM 2009). Elles accueillent plus de 17 000 espèces, y compris de nombreuses espèces d'intérêt commercial. Beaucoup de petits requins habitent aussi ces récifs. Les communautés vivant dans les récifs sont particulièrement menacées par l'utilisation d'engins de fond.

Les **zones humides et les lagunes** sont aussi très productives, accueillant à la fois des organismes côtiers (terrestre et d'eau douce) et des organismes marins. Ces zones remplissent de nombreuses autres fonctions liées au contrôle des inondations, aux loisirs, au tourisme, à la pêche, à l'agriculture, mais aussi à la réduction chimique et physique des pollutions. Les zones humides et les lagunes fournissent des aires de reproduction et d'hivernage pour une grande variété d'oiseaux et sont des escales essentielles sur les routes migratoires de nombreuses espèces d'oiseaux. Toutefois, un nombre important de zones humides méditerranéennes ont été reconstituées au long de l'histoire. Des lagunes importantes sont toujours présentes en Espagne (Valence), en France (Languedoc et Giens), en Italie (Sardaigne, Toscane, Apulie, et Venise), en Grèce centrale, à Chypre, au Maroc (Nador), en Algérie,

dans de nombreux endroits de Tunisie et à travers le delta du Nil en Egypte. Les estuaires constituent un autre habitat important et répandu, sachant que quelque 70 fleuves et ruisseaux d'importance se jettent en Méditerranée. Enfin, les côtes rocheuses de la région méditerranéenne ont des constructions biogènes caractéristiques, y compris des plate-formes composées de *Lithophyllum lichenoides* (une algue calcaire) sur les côtes pentues, et des plateformes de vermétides (constituées de dépôts de coquilles du gastropode *Dendropoma*) sur les côtes calcaires (Batisse et de Grissac 1995).

Ces écosystèmes, tout comme les autres écosystèmes côtiers, sont en outre importants pour les espèces menacées. Le phoque moine de Méditerranée utilise les grottes comme habitat terrestre. Les tortues marines menacées utilisent les plages de sable fin pour pondre, et les prairies sous-marines pour s'alimenter. Elles utilisent aussi les prairies sous-marines ou les fonds boueux pour hiberner. Quant aux oiseaux marins, ils utilisent les zones humides, les côtes rocheuses ou les îles comme sites de nidification et de repos.

La **haute mer**, c'est-à-dire la zone située au-delà des eaux territoriales des pays méditerranéens, constitue une part importante de la Méditerranée (2,5 millions de km²) (PNUE/PAM 2012). Ce type d'habitat accueille une grande variété d'espèces marines. Upwellings, gyres et fronts (zones dans lesquelles des masses d'eaux de températures différentes se rencontrent) sont caractéristiques des hautes mers (PNUE/PAM – CAR/ASP 2010). Les remontées d'eau sont considérées comme les écosystèmes les plus productifs de l'environnement marin. Les hautes mers sont particulièrement importantes pour les tortues marines, les baleines, et les prédateurs supérieurs, tels que les requins, les dauphins et les oiseaux de mer.

Habitats et espèces particulièrement vulnérables

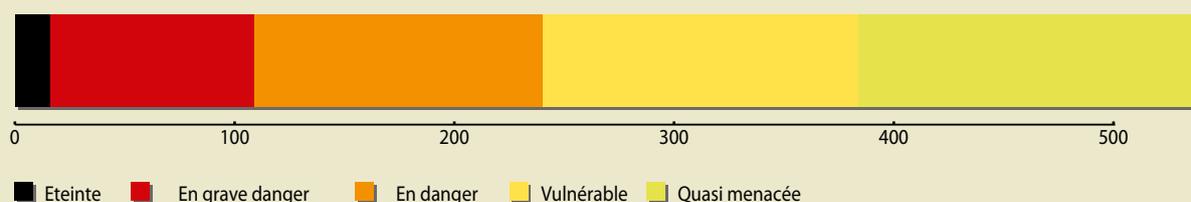
Les activités humaines font subir de nombreuses pressions aux habitats et espèces méditerranéens. Ces pressions incluent la surexploitation, la dégradation d'habitats de grande valeur, l'invasion d'espèces exotiques, la pollution, y compris les excès de nutriments, les polluants toxiques, et les déchets, ainsi que l'utilisation de méthodes de pêche non sélectives (ex : les filets maillants et les sennes coulissantes) (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Bien qu'il n'y ait pas de preuve d'extinction d'espèces en Méditerranée, le statut d'un certain nombre d'entre elles est préoccupant. En 2012, plus de 120 espèces marines et d'eau douce ont été classées sous le *Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée* (voir Annexe). Nous ne disposons pas de suffisamment d'informations pour déterminer si la biodiversité génétique a baissé.

Parmi les vertébrés marins les plus menacés se trouvent le phoque moine de Méditerranée; le grand dauphin, le dauphin commun et le dauphin bleu et blanc; le cachalot; la tortue verte, la tortue caouanne et la tortue luth; ainsi que les poissons cartilagineux (requins, raies, et chimères) (PNUE/PAM/MED POL 2005).

Les **phoques moines**, jadis présents dans toute la Méditerranée, sont de nos jours principalement cantonnés aux côtes de la mer Égée (PNUE/PAM 2012). Leur nombre a largement baissé du fait du braconnage, des prises accessoires, de la destruction de leur habitat et de la fragmentation de leur population (PNUE/

Nombre d'espèces méditerranéennes figurant à la liste rouge de l'UICN, par catégorie



Source: IUCN, *The Mediterranean: a Biodiversity Hotspot Under Threat*, 2008.

Note : comprend les amphibiens, les oiseaux, les poissons cartilagineux, les crabes et écrevisses, les poissons d'eau douce endémiques, les mammifères, les libellules et les reptiles.

PAM 2012). Le phoque moine de la Méditerranée est aujourd'hui répertorié parmi les espèces en danger critique d'extinction sur la liste rouge de l'UICN (PNUE/PAM 2009).

Les **dauphins** sont vulnérables à la réduction de la quantité de proies disponible, à la dégradation de leur habitat, aux prises accessoires et à la pollution. Il a été proposé de mettre le grand dauphin et le dauphin bleu et blanc sur la liste rouge, sous la rubrique « vulnérable ». Le dauphin commun figure désormais dans la rubrique « en danger » (Notabartolo di Sciarra et Birkun 2010).

Les **tortues de mer** sont vulnérables aux activités humaines tout au long de leur cycle de vie. Les facteurs contribuant à leur déclin en Méditerranée sont : l'exploitation dans le passé ; l'enchevêtrement dans les engins de pêche ; la disparition des prairies sous-marines, qui servent de zone d'alimentation des tortues adultes ; la dégradation des plages, utilisées comme habitat de reproduction, du fait de l'extraction de sable, du tourisme et de la pollution lumineuse, etc. ; la pollution et les déchets plastiques ; et l'augmentation du trafic maritime. Chaque année, environ 2 500 tortues de mer sont capturées lors de prises accessoires par des chalutiers en mer Adriatique orientale, et plus de 4 000 sont prises par les bateaux de pêche italiens (PNUE/PAM 2012). Les tortues caouannes et vertes figurent à la liste des espèces en danger par l'UICN tandis que la tortue luth est enregistrée comme espèce en danger critique d'extinction (PNUE/PAM et Seminoff 2004).

Les **chondrichthyens** (poissons cartilagineux) de Méditerranée sont dans une situation particulièrement désastreuse. Près de 7% des requins, raies et chimères de la planète vivent en Méditerranée. Trente-six (42%) des 86 espèces qui vivent et se reproduisent en Méditerranée sont menacées. Parmi ceux-ci, quatorze espèces sont en danger critique d'extinction, neuf sont en danger, et huit sont vulnérables (Abdul Malak et al. 2011). Ces chiffres sont à comparer aux 20% de poissons cartilagineux menacés au niveau mondial (Abdul Malak et al. 2011). Dix espèces méditerranéennes sont quasi menacées tandis que seules dix espèces sont listées sous la mention « préoccupation mineure ». 25 espèces sont quant à elles listées sous « données insuffisantes », ce qui signifie qu'on dispose de trop peu d'informations pour juger de leur état. Vingt-quatre espèces sont protégées par la Convention de Barcelone et figurent à l'annexe I du Protocole ASP/BD (voir liste des espèces en danger et menacées en annexe). Les prises accessoires constituent la plus grande menace pour ces poissons cartilagineux, suivies de la pollution, de la dégradation et de la perte de leur habitat, et des perturbations humaines. Leur vulnérabilité est amplifiée par leurs cycles de vie, caractérisés par une croissance lente, une maturité tardive, une faible fécondité et de longues périodes de gestation.

Des **oiseaux de mer** dont la préservation est importante nichent en Méditerranée occidentale. C'est particulièrement le cas de la Méditerranée espagnole, qui accueille l'une des communautés les plus diverses d'oiseaux nicheurs et migrateurs d'Europe, y compris les trois espèces endémiques d'oiseaux de mer (le puffin yelkouan, *Puffinus yelkouan* ; le puffin baléarique, *Puffinus mauritanicus* ; et le goéland d'Audouin, *Larus audouinii*) (PNUE/PAM 2012). En Méditerranée orientale, les oiseaux de mer sont menacés par la perte de leur habitat du fait des drainages, des diversions d'eau, des changements dans le régime annuel de l'eau, de l'eutrophisation, du fauchage des roseaux, des décharges, de la pollution chimique, et de la chasse (PNUE/PAM 2012).

Les **communautés benthiques**, notamment les communautés des monts sous-marins, les communautés des cheminées hydrothermales, les bryozoaires, les coraux, les hydrozoaires et les éponges sont vulnérables aux perturbations d'origine humaine. Les perturbations mécaniques des habitats marins découlant des activités de chalutage, de dragage, de déversement et d'exploration et d'extraction pétrolière, gazière et minière peuvent modifier significativement la structure et la composition des communautés benthiques (Froude 1998).

Comme c'est le cas dans d'autres zones de pêche intensive à travers le monde, ces impacts sur les communautés benthiques sont bien visibles en Méditerranée (Dayton et al. 1995 ; Thrush et al. 1998). Les pratiques de pêche qui nuisent aux fonds marins impliquent l'utilisation d'engins de pêche de fond, à savoir les chaluts à panneaux, les chaluts à perche et les dragues. La pêche à l'explosif, et la pêche aux coraux et aux dattes de mer sont quelques-unes des pratiques de pêche particulièrement agressives pour les fonds rocheux (Tudela 2004). La recommandation 2005/1 de la CGPM qui interdit le chalutage de fond en Méditerranée à des profondeurs supérieures à 1 000 m pourrait protéger la biodiversité benthique marine si elle est appliquée efficacement. Cependant, le chalutage perturbe aussi les herbiers marins des eaux peu profondes en soulevant les sédiments et en endommageant la masse de végétation. Ces modes de pêche sont un danger très important pour les prairies de posidonies.

Dans l'ensemble, il y a encore des lacunes considérables dans la connaissance des espèces marines et des habitats de la Méditerranée. De plus, le savoir existant est très inégal entre les régions (PNUE/PAM 2012). Le Protocole « ASP et diversité biologique » répertorie plus de 100 espèces dont la préservation est d'une importance particulière pour la Méditerranée. Toutefois, même les informations relatives à ces espèces et leurs habitats sont parfois limitées (PNUE/PAM 2012).

Impacts cumulatifs et concurrents

Aucun des facteurs affectant la mer Méditerranée, ses côtes et ses habitants, n'est isolé. Différentes pressions agissent au fil du temps et à l'unisson pour endommager la résilience des écosystèmes et leur capacité à fournir des services écosystémiques. Les utilisations croissantes et multiples de l'espace océanique augmentent les chances que certaines menaces aient plus d'impact si elles se produisent simultanément que l'impact de la somme des effets des pressions individuelles. Ainsi, par exemple, le surenrichissement nutritif peut entraîner une eutrophisation plus rapide lorsqu'il se produit dans des eaux réchauffées par le changement climatique; les espèces introduites peuvent devenir plus rapidement invasives dans des écosystèmes dans lesquels les chaînes alimentaires ont été perturbées par la pêche. L'effet combiné du surenrichissement nutritif, de la surpêche de certains groupes fonctionnels comme les poissons qui se nourrissent de végétaux de fond et du changement climatique peut entraîner des déséquilibres dans les écosystèmes côtiers et la perte de services écosystémiques. Il faut donc surveiller les synergies à l'œuvre entre les différentes menaces, qui entraînent des conséquences plus importantes que les conséquences de chacune d'elles prise individuellement.

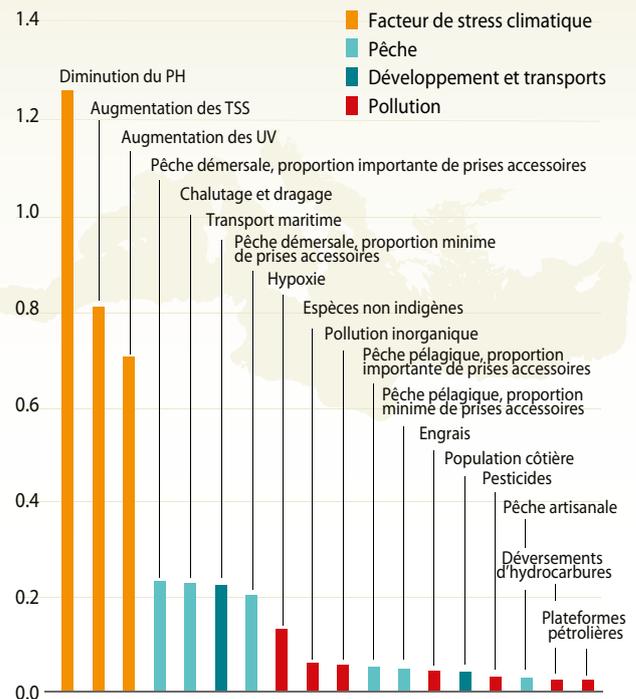
Toutefois, la compréhension des impacts cumulés – impacts multiples se produisant au fil du temps – est notoirement difficile, en particulier en l'absence d'un régime de surveillance suivant efficacement les pressions et leurs impacts. En l'absence de tels régimes de recherche, comme c'est le cas en Méditerranée, la modélisation favorise la compréhension des impacts de menaces multiples agissant simultanément.

Le National Center for Ecological Analysis and Synthesis (NCEAS) a développé une modélisation visant à analyser l'intégralité des pressions humaines, à travers tout le bassin méditerranéen, sur le plan spatial et cartographique. Ce travail se base sur une pré-

cédente analyse des impacts humains cumulés (Halpern et al. 2008), en y ajoutant des informations complémentaires afin de mieux refléter les pressions et l'écosystème spécifiques de la mer

Sources d'impacts environnementaux sur la mer Méditerranée

Indice d'impact, en moyenne



Sources: National Center for Ecological Analysis and Synthesis, Mediterranean Cumulative Impacts Model.

Modèle méditerranéen des impacts cumulatifs

Impacts cumulatifs



Sources : adapté d'une carte du National Center Ecological Analysis and Synthesis, Mediterranean Cumulative Impacts Model, base de données en ligne, téléchargée en décembre 2011.

Méditerranée et de son littoral. Un total de 22 jeux de données spatiales d'activités humaines et de facteurs de stress ainsi que 19 types d'écosystèmes ont été assemblés et utilisés pour réaliser les analyses et les cartes (NCEAS 2008).

Cette analyse conclut que les pressions exerçant les plus forts impacts sur les écosystèmes marins méditerranéens sont le changement climatique, la pêche en zone démersale, le trafic maritime, et, dans les zones côtières, les écoulements en provenance des terres et les espèces non indigènes invasives. Les activités dont l'impact est le plus faible sont les déversements d'hydrocarbures et les plate-formes pétrolières, du fait, d'une part, de leur concentration géographique, et d'autre part, de leur empiètement sur des habitats relativement peu vulnérables à ces potentielles menaces. L'analyse montre en outre que les impacts cumulés d'origine humaine ne sont pas répartis spatialement de la même façon suivant les régions.

Confirmant les conclusions du rapport d'évaluation initiale effectué en appui au processus d'approche écosystémique, la modélisation du NCEAS révèle que les mers Adriatique et d'Alboran sont les plus touchées par les multiples pressions humaines, tandis que la Méditerranée occidentale et le plateau tunisien et le golfe de Sidra sont les plus épargnés. Les zones côtières des eaux territoriales nationales, en particulier celles d'Espagne, de

France, d'Italie, de Tunisie et d'Égypte, sont celles qui sont mises à plus rude épreuve en raison de l'impact cumulatif découlant des multiples pressions, l'impact cumulé étant jusqu'à dix fois plus important qu'en haute mer.

Il est à noter que la modélisation des impacts cumulatifs suggère uniquement des sites nécessitant des études approfondies. Une vérification sur le terrain est nécessaire afin de vérifier si les modèles reflètent précisément l'ampleur avec laquelle les multiples pressions humaines endommagent l'écologie et portent atteinte à la fourniture des services écosystémiques. En plus d'établir un régime de surveillance systématique en vue d'obtenir les informations nécessaires sur les conditions et les tendances, les recherches futures devront élucider les relations de causalités, et pas seulement les corrélations. Les étapes récemment atteintes par la mise en œuvre de la feuille de route de l'approche écosystémique, à savoir l'établissement d'objectifs écologiques et opérationnels et des indicateurs qui leur sont liés, constituent la base d'une approche rationalisée, permettant d'extraire des informations utiles à l'ensemble des futures évaluations. C'est en définissant des objectifs et en analysant les informations tendancielles afin de savoir si l'on s'en approche que l'on peut dégager les connaissances scientifiques solides qui seules permettront de fixer des priorités en termes de gestion et d'orienter une gestion écosystémique efficace.

Cadre réglementaire, principaux résultats et lacunes et prochaines étapes de l'approche écosystémique

Gouvernance globale et régionale et instruments de régulation

Principaux résultats concernant les pressions et l'état de l'environnement en Méditerranée

Analyse des lacunes

Prochaines étapes dans la mise en œuvre de l'approche écosystémique

Les pays méditerranéens ont compris depuis longtemps qu'il faut compenser la dégradation de leurs écosystèmes marins et côtiers. Ils ont mis au point toute une série d'instruments politiques, transversaux ou spécifiques à un secteur, dans différents cadres. Dans le cadre de la Convention de Barcelone, l'application de l'approche écosystémique transcrit sur le terrain, de façon intégrée, une meilleure capacité de comprendre les risques et les effets agissant de façon cumulative, de mieux y réagir et de mieux concentrer leur action sur des cibles prioritaires. En bref, l'approche écosystémique permet d'intégrer les nombreuses analyses et mesures de gestion du PAM dans un cadre intégré unique, ce qui permettra de concevoir une stratégie de gestion capable d'adaptation et faisant l'objet d'un suivi périodique et d'une révision tous les six ans.

Gouvernance globale et régionale et instruments de régulation

Le système de la Convention de Barcelone

La « Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée » (Convention de Barcelone), entrée en vigueur en 2004, est le principal instrument juridique visant à la protection de l'environnement marin et côtier méditerranéen. Elle a remplacé la « Convention pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution » de 1976.

Les principaux objectifs de la Convention sont de « prévenir, réduire, combattre et dans la mesure du possible éliminer la pollution dans la zone de la mer Méditerranée » et de « protéger et améliorer le milieu marin dans cette zone en vue de contribuer à son développement durable. » Dans la Convention de Barcelone, la protection de l'environnement marin est constituée « comme partie intégrante du processus de développement, en répondant d'une manière équitable aux besoins des générations présentes et futures. »

En appliquant la Convention de Barcelone, les Parties sont tenues par (i) le principe de précaution, (ii) le principe pollueur-payeur, (iii) l'engagement d'effectuer des études d'impact sur l'environnement concernant les projets d'activités susceptibles d'avoir des conséquences défavorables graves sur le milieu marin, (iv) l'obligation de promouvoir la coopération entre les États en matière de procédure d'études d'impact sur l'environnement concernant les activités ayant des effets transfrontaliers, et (v) l'engagement de promouvoir la gestion intégrée du littoral.

Les 21 pays riverains de la mer Méditerranée, ainsi que l'Union Européenne, sont aujourd'hui Parties à la Convention. Au total, les sept protocoles ci-après lui sont en outre associés :

- Le Protocole relatif à la prévention et à l'élimination de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs ou d'incinération en mer (Protocole « immersions », adopté en 1976, entré en vigueur en 1978, amendé en 1995),
- Le Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique (Protocole « situations critiques », adopté en 1976, entré en vigueur en 1978), remplacé par le Protocole relatif à la coopération en matière de prévention de la pollution par les navires et, en cas de situation critique, de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée (Protocole « Prévention et situations critiques », adopté en 2002, entré en vigueur en 2004),
- Le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre (Protocole « tellurique », adopté en 1980, entré en vigueur en 1983 ; amendé en 1996, entré en vigueur en 2008),
- Le Protocole relatif aux aires spécialement protégées de la Méditerranée (Protocole « ASP », adopté en 1982, entré en vigueur en 1986), remplacé par le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (Protocole « ASP et diversité biologique », adopté en 1995, entré en vigueur en 1999),

- Le Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau continental, du fond de la mer et de son sous-sol (Protocole « offshore », adopté en 1994, entré en vigueur en 2011),
- Le Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et leur élimination (Protocole « déchets dangereux », adopté en 1996, entré en vigueur en 2008),
- Le Protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée (protocole GIZC, adopté en 2008, entré en vigueur en 2011).

Sur les sept protocoles, seul l'amendement du Protocole « immersions » de 1995 n'est pas entré en vigueur aujourd'hui. En 2011, deux protocoles très importants, le Protocole « offshore » et le Protocole GIZC sont entrés en vigueur. Le Protocole GIZC permet une meilleure coordination, une meilleure intégration et une gestion holistique des activités humaines dans les zones côtières, là où la compréhension et la prise en compte des écosystèmes sont des conditions préalables essentielles au développement durable.

Afin d'avancer dans la mise en œuvre des principes contenus dans certains des protocoles ci-dessus, le système de la Convention de Barcelone a produit des instruments tels que le Programme d'Actions Stratégiques visant à combattre la pollution due à des activités menées à terre (PAS/MED), le Programme d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique (PAS/BIO), le Plan d'Action pour la Mise en Œuvre du Protocole GIZC et la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable (SMDD). L'adoption de ces plans d'action et de ces stratégies par les Parties montre à quel point elle sont déterminées à mettre en œuvre des actions concrètes afin de lutter contre la pollution d'origine terrestre, de contribuer au maintien et à la restauration de la biodiversité marine et de promouvoir le développement durable des zones littorales.

Le PAS/MED, adopté en 1997, est un plan d'action du PAM/MED POL identifiant des catégories cibles prioritaires de substances et d'activités que les pays méditerranéens doivent éliminer ou contrôler (PNUE/PAM/MED POL 1999).

Le PAS/MED est associé à des plans d'action nationaux. Ils ont été mis au point en 2004-2005 dans tous les États méditerranéens pour lutter contre la pollution d'origine terrestre, à l'aide d'une méthode participative. Ils prennent en compte les questions environnementales et socio-économiques, les cadres politiques et juridiques et les infrastructures techniques, institutionnelles et de gestion disponibles dans les pays afin de formuler des principes, approches, mesures, actions prioritaires et échéances pour la mise en œuvre du PAS à l'intérieur du cadre national. A court terme, ces activités seront financées par les États sur une base annuelle ; des mécanismes financiers plus durables sont aussi déterminés, affectés ou développés afin de garantir la durabilité des programmes. Les Plans d'action nationaux seront révisés en fonction des priorités de l'approche écosystémique.

De plus, depuis 2009 et dans le cadre de l'article 15 du Protocole, les Parties contractantes ont adopté six plans régionaux assortis de calendriers complets afin d'interdire progressivement les substances toxiques, persistantes et susceptibles de s'accumuler. Deux plans visent à éliminer les substances suivantes des eaux usées urbaines et du secteur alimentaire : DBO5, le mercure et le DDT. Quatre visent à éliminer les POP suivants : aldrine, chlordane, dieldrine, endrine, heptachlore, mirex, toxaphène, alpha-hexachlorocyclohexane, beta-exachlorocyclohexane, hexabromobiphényl, chlordécone et Pentachlorobenzène, tétrabromodiphényléther, pentabromodiphényléther, hexabromodiphényléther et heptabromodiphényléther, lindane, endosulfan, acide perfluorooctane sulfonique, sels et fluorure de perfluorooctane sulfonique.

De plus, à travers le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (Protocole ASP/DB), les Parties à la Convention de Barcelone ont établi la liste des Aires Spécialement Protégées d'importance méditerranéenne (ASPIM) dans le but de promouvoir la coopération dans la gestion et la conservation des espaces naturels ainsi que la protection des espèces menacées et de leur habitat. Depuis la 17e réunion ordinaire des Parties contractantes à la Convention de Barcelone et de ses Protocoles, la liste ASPIM compte 32 sites, dont un qui englobe une zone également établie en haute mer : le sanctuaire Pelagos pour les mammifères marins.

Le PAS/BIO adopté en 2003, établit un cadre mesurable d'actions pour la mise en œuvre du protocole ASP de 1995. Le PAS/BIO évalue l'état de la biodiversité marine et côtière, évalue les principaux problèmes touchant à la biodiversité et identifie des mesures concrètes à mettre en œuvre aux niveaux national et régional (PNUE/PAM – CAR/ASP 2003).

Huit plans d'action régionaux axés sur la biodiversité ont en outre été adoptés dans le cadre du PAM. Sept concernent directement la préservation des espèces les plus menacées et les plus emblématiques de la Méditerranée : le phoque moine, les tortues de mer, en particulier la tortue verte, les cétacés, en particulier le grand dauphin, des oiseaux comme le goéland d'Audouin, des poissons cartilagineux comme le grand requin blanc et le requin scie, des plantes marines telles que les plantes macrophytes et les assemblages de plantes considérés comme des monuments naturels, tels que les récifs-barrière de posidonies, des coralligènes

Etat de la ratification de la Convention de Barcelone et de ses protocoles

Ratification de la Convention et des protocoles

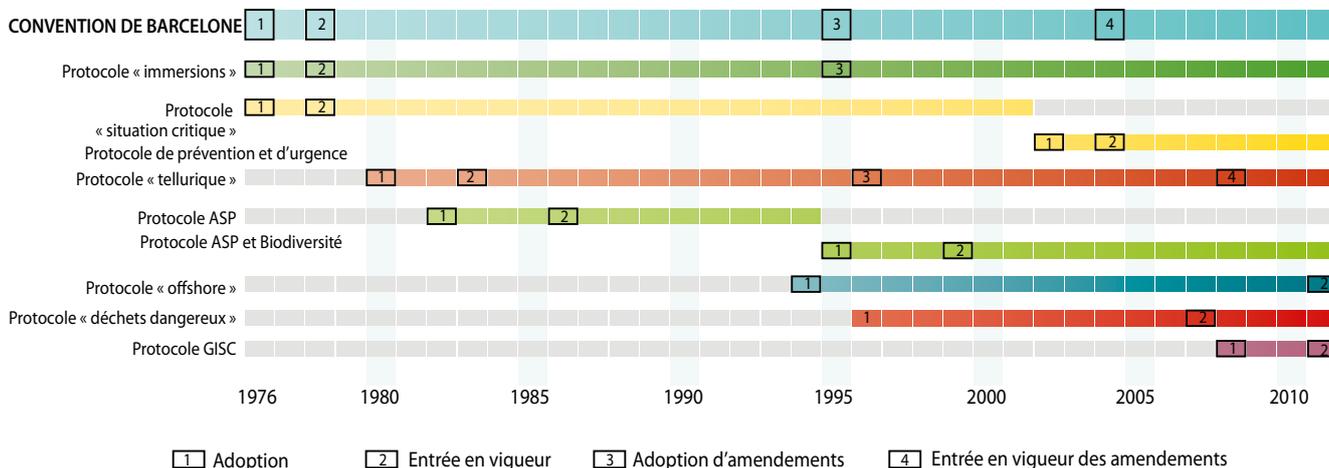
- CONVENTION DE BARCELONE
- Protocole « immersions »
- Protocole « Prévention et situations critiques » (Ancien protocole d'urgence)
- Le Protocole « tellurique »
- Protocole « ASP et diversité biologique » (Ancien Protocole ASP)
- Protocole « offshore »
- Protocole « déchets dangereux »
- Protocole GISC
- Non-ratifié
- ▣ Protocole initial ratifié, protocole de remplacement non ratifié ou amendements rejetés
- ▣ Protocole initial non ratifié, protocole de remplacement ratifié
- Pays de l'Union européenne
- Parties contractantes à la Convention de Barcelone

Sources: UNEP Mediterranean Action Plan (MAP)

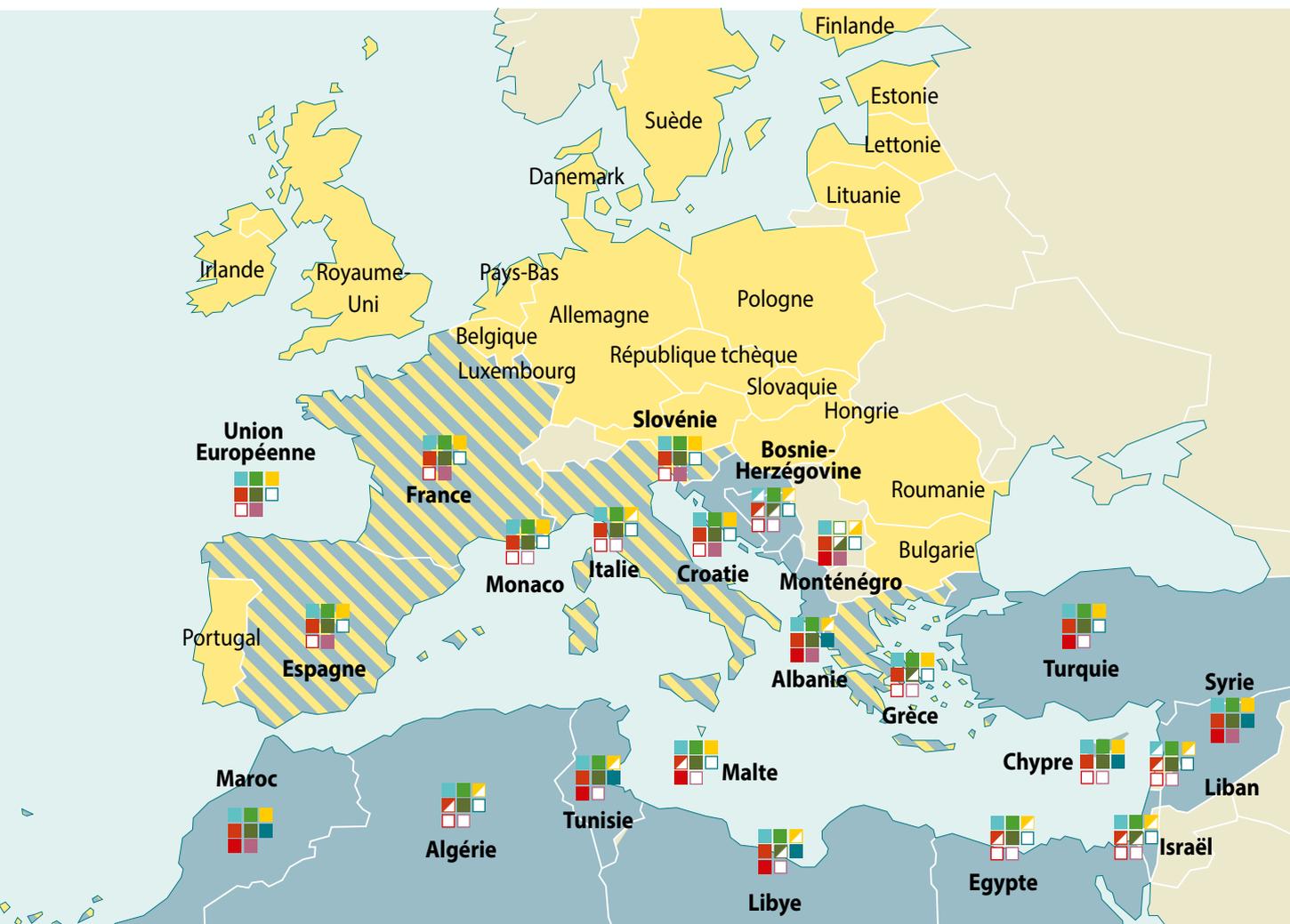
et autres bioconstructions, comme les ensembles d'algues coralliennes. Le huitième plan, centré sur la lutte contre les espèces invasives, vise à développer des mesures coordonnées pour prévenir, vérifier et contrôler les effets de telles introductions.

En outre, à travers le Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée (Protocole ASP/DB), les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont établi la liste des Aires Spécialement Protégées d'Importance

Chronologie de la Convention de Barcelone et de ses protocoles



Source: UNEP Mediterranean Action Plan (MAP)



Méditerranéenne (ASPIM) en vue de promouvoir la coopération en matière de gestion et de conservation des aires naturelles et de protection des espèces menacées et de leurs habitats. Depuis la 17^{ème} réunion ordinaire des Parties à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles (2012), la liste des ASPIM se compose de 32 sites, dont l'un (le Sanctuaire Pelagos pour les mammifères marins) s'étend à la haute mer.

Le plan d'action pour la mise en œuvre du Protocole GIZC, récemment adopté (février 2012), se base sur les planifications nationales et la coordination régionale. Il vise à appuyer la mise en œuvre du Protocole au niveau local, régional et national en renforçant les capacités des Parties contractantes à l'appliquer et à utiliser les politiques, instruments, outils et processus du GIZC. Il vise aussi à promouvoir le protocole aux niveaux mondial et régional. Comme prévu par le Protocole GIZC, le Plan d'action repose sur l'adoption de stratégies nationales et de plans et programmes de mise en œuvre, dans les zones côtières, de ce Protocole. Un certain nombre de stratégies nationales sont en cours ou au stade de la proposition et elles devraient renforcer le développement d'un cadre régional commun.

Adoptée par les Parties contractantes en 2005, la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable (SMDD) est issue d'un processus de consultation ayant mobilisé la plupart des acteurs méditerranéens, y compris les gouvernements, la société civile à travers la participation d'ONG et des experts clés. La Stratégie poursuit quatre grands objectifs, à savoir : contribuer à promouvoir le développement économique en valorisant les atouts méditerranéens,

réduire les disparités sociales en réalisant les Objectifs du millénaire pour le développement et renforcer les identités culturelles, changer les modes de production et de consommation non durables et assurer une gestion durable des ressources naturelles et améliorer la gouvernance aux échelons local, national et régional.

Elle a été conçue pour s'adapter aux sept domaines d'intervention suivants, qui sont prioritaires et interdépendants, et dans lesquels il est essentiel d'avancer pour un développement durable de la Méditerranée :

- une meilleure gestion des ressources et de la demande en eau douce
- une utilisation plus intelligente de l'énergie, le renforcement des énergies renouvelables et l'atténuation et l'adaptation au changement climatique
- la mobilité durable à l'aide d'une gestion des transports appropriée
- le tourisme durable, facteur essentiel de prospérité
- une agriculture et un développement durable
- un développement urbain durable
- une gestion durable de la mer, des zones côtières et des ressources de la mer.

Les Parties contractantes ont créé en 1996 la Commission méditerranéenne du développement durable (CMDD) pour transposer leur engagement en faveur du développement durable et pour mettre en œuvre concrètement, aux niveaux régional et national, les décisions du Sommet de la Terre et de la Commission des Nations Unies pour le développement durable. La CMDD

Questions concernées	Protocoles associés à la Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone)							Approche écosystémique
	Protocole immersions ¹	Protocole prévention et situations critiques ²	Protocole tellurique ³	Protocole ASP et diversité biologique ⁴	Protocole offshore ⁵	Protocole déchets dangereux ⁶	Protocole gestion intégrée des zones côtières ⁷	
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■	■	■	■
Poissons et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■	■	■	■

1. Protocole relatif à la prévention et à l'élimination de la pollution de la mer Méditerranée par les opérations d'immersion effectuées par les navires et aéronefs ou d'incinération en mer
2. Protocole relatif à la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer Méditerranée par les hydrocarbures et autres substances nuisibles en cas de situation critique
3. Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution provenant de sources et activités situées à terre
4. Protocole relatif aux aires spécialement protégées de la Méditerranée
5. Protocole relatif à la protection de la mer Méditerranée contre la pollution résultant de l'exploration et de l'exploitation du plateau continental, du fond de la mer et de son sous-sol
6. Protocole relatif à la prévention de la pollution de la mer Méditerranée par les mouvements transfrontières de déchets dangereux et leur élimination
7. Protocole relatif à la gestion intégrée des zones côtières de la Méditerranée

Questions concernées	Instruments liés à la Convention de Barcelone et à ses Protocoles								
	PAS/MED ¹	Plans régionaux visant à la réduction ou à l'élimination des substances dangereuses ou de leurs intrants ²	Stratégie régionale pour la prévention et la lutte contre la pollution marine provenant des navires	PAS/BIO ³	Plans d'action relatifs aux espèces menacées ou en danger et aux paysages sensibles ⁴	Plan d'action relatif à la lutte contre les espèces invasives ⁵	Stratégie méditerranéenne de gestion des eaux de ballast des navires	Plan d'action pour la mise en œuvre du Protocole GISC ⁶	SMDD ⁷
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Poissons et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■	■	■	■	■

1. Plan d'actions stratégiques visant à réduire la pollution due à des activités menées à terre dans la région méditerranéenne
2. Voir tableau séparé: Plans régionaux visant à la réduction ou à l'élimination des substances dangereuses ou à leurs intrants, dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 15 du Protocole tellurique
3. Programme d'action stratégique pour la conservation de la diversité biologique en région méditerranéenne
4. Voir tableau séparé: Plans d'action relatifs aux espèces menacées ou en danger et aux paysages marins sensibles
5. Plan d'action relatif aux introductions d'espèces et aux espèces envahissantes en mer Méditerranée
6. Plan d'action pour la mise en œuvre du Protocole GISC
7. Stratégie méditerranéenne de développement durable

permet des synergies entre le système du PAM et les autres institutions issues de la société civile qui agissent en faveur du développement durable, tout autour du bassin méditerranéen.

Deux stratégies aident en outre les Parties à mettre en œuvre le Protocole. La première, adoptée en 2005, répertorie les enjeux prioritaires à aborder lors de la mise en œuvre et comprend, pour chacun de ces problèmes, des engagements précis et un calendrier de mise en œuvre des différents objectifs spécifiques que les Parties se sont fixés. La stratégie régionale pour la prévention et la lutte contre la pollution marine provenant des navires comprend 21 objectifs à atteindre d'ici 2015, ainsi qu'un ensemble d'objectifs de réalisation, un calendrier pour sa mise en œuvre et une liste des Conventions internationales et du droit européen.

La seconde a été adoptée en 2012 et vise à mettre au point un cadre permettant une approche harmonisée à l'échelon régional pour contrôler et gérer les eaux de ballast en Méditerranée, en conformité avec l'article 13.3 de la Convention internationale de 2004 pour la gestion des eaux de ballast.

Comme prévu dans le cadre du protocole GIZC, l'adoption de stratégies nationales et de plans et des programmes d'exécution côtiers est soutenue par le Plan d'Action pour la mise en œuvre du Protocole GIZC, récemment approuvé. Un certain nombre de stratégies nationales sont déjà exécutées, d'autres sont en cours d'exécution ou en phase de proposition. Ces stra-

tégies devraient renforcer mutuellement le développement du cadre régional commun.

Au-delà de chacun des Protocoles, et dans le but d'utiliser un cadre intégré et holistique pour la gestion des activités humaines en Méditerranée, les Parties se sont engagées à progressivement appliquer l'Approche écosystémique à travers la Décision IG 17/6 de la réunion des Parties, tenue à Almeria en 2008. Les Parties ont depuis réalisé des progrès substantiels dans la mise en œuvre de la feuille de route qui a été adoptée dans le cadre de la même décision. Comme mentionné dans la préface, la dernière étape importante dans ce processus est d'arriver à un accord sur les Objectifs écologiques de l'approche écosystémique adoptée lors de la dernière réunion des Parties contractantes en février 2012, et auxquels la deuxième partie de ce rapport est dédiée.

En 2008, les Parties ont aussi décidé de mettre en place les Procédures et mécanismes de respect des obligations dans le cadre de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles, qui a conduit à la mise en place du Comité du respect des obligations. Les Procédures et mécanismes de respect des obligations constituent un ensemble d'outils visant à permettre une meilleure mise en œuvre des dispositions de la Convention et de ses Protocoles. Le rôle du Comité est de fournir conseil et assistance aux Parties afin de les aider à remplir leurs obligations découlant de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles et de façon plus générale, de faciliter, promouvoir, contrôler et garantir cette mise en conformité.

Objectifs écologiques, objectifs opérationnels et indicateurs

Comme convenu lors de la 17^{ème} réunion COP (UNEP/MAP, 2012)

La biodiversité

Objectif écologique	Objectifs opérationnels	Indicateurs
La diversité biologique est conservée ou revalorisée. La qualité et la présence des habitats côtiers ¹ ou marins ² ainsi que la répartition et l'abondance des espèces côtières ³ et marines ⁴ sont en conformité avec les conditions physiques, hydrographiques, géographiques et climatiques qui prévalent.	La répartition des espèces est conservée	Aire de répartition
	La taille des populations d'espèces sélectionnées est conservée	Superficie occupée par les espèces (pour les espèces sessiles/benthiques)
	La condition des populations sélectionnées est maintenue	Abondance des populations
	Les habitats côtiers et marins clefs sont préservés	Densité des populations
		Caractéristiques démographiques des populations (par ex. taille du corps ou structure des classes d'âge, proportion des sexes, taux de fécondité, taux de survie/mortalité)
		Schéma de répartition potentiel/observé de certains habitats côtiers et marins listés dans le protocole SPA
		Schéma de répartition de certains habitats côtiers et marins listés dans le protocole SPA
		Condition des espèces et des communautés définissant l'habitat

1. Par côtier on entend les régions émergées et submergées de la zone côtière telle qu'elle est définie dans le protocole SPA/BD ainsi que dans la définition de la zone côtière selon l'Article 2 et la couverture géographique de l'Article 3 du protocole GIZC.

2. En ce qui concerne les habitats benthiques, il existe actuellement suffisamment d'informations pour prioriser parmi celles mentionnés dans la liste PNUE/PAM – CAR/ASP de 27 habitats benthiques et les habitats prioritaires dans les régions hors de la compétence nationale suivant les décisions CBD VIII/24 et VIII/21 paragraphe 1. Ceci peut inclure les eaux peu profondes à profondes: biocénose des algues infralittorales (faciès avec vermetidae ou trochotr), des lits durs associés à des algues photophiles, à des prairies de Posidonia oceanica, des lits durs associés à la biocénose coralligène et des grottes semi-obscurées, biocénose de fonds détritiques du bord du plateau continental (faciès avec Leptomera phalangium), biocénose des coraux des grands fonds, suintements froids et biocénose de boues bathyales (faciès avec Isidella elongata). Parmi les habitats pélagiques des zones de remontées, les fronts et tourbillons nécessitent une attention et une focalisation particulières.

3. Par côtier on entend les régions émergées et submergées de la zone côtière telle qu'elle est définie dans le protocole SPA/BD ainsi que dans la définition de la zone côtière selon l'Article 2 et la couverture géographique de l'Article 3 du protocole GIZC.

4. Sur la base des annexes II et III du Protocole ASP & biodiversité de la Convention de Barcelone.

Les espèces non indigènes

Objectif écologique	Objectifs opérationnels	Indicateurs
Les espèces ¹ non indigènes ² introduites par les activités humaines se situent à des niveaux qui n'exercent pas d'effets dommageables sur les écosystèmes	Les introductions d'espèces invasives non indigènes sont limitées	Répartition spatiale, origine et statut (vagabond ou établi) des populations des espèces non indigènes
	Les impacts des espèces non indigènes sur les écosystèmes sont limités	Tendances de l'abondance des espèces introduites, notamment dans les zones à risque
		Impacts sur les écosystèmes des espèces particulièrement invasives
		Rapport entre les espèces invasives non indigènes et les espèces natives dans certains groupes taxonomiques bien étudiés

1. Le terme « non-indigène » se réfère à un organisme qui peut survivre et ainsi se reproduire, en dehors de sa variété connue ou consensuelle. « Non indigène » peut être également caractérisé comme étant non établi ou vagabond, établi, invasif et nocif ou particulièrement invasif. Occhipinti-Ambrogi and Galil (2004). *Marine Pollution Bulletin* 49 (2004) 688–694. doi:10.1016/j.marpolbul.2004.08.011

2. La liste d'espèces (indicateur) prioritaires introduites par les activités humaines sera réalisée par consensus et fondée sur les informations de l'Atlas de la CIESM des espèces exotiques en Méditerranée et sur le projet DAISIE (portail des espèces invasives européennes), une base de données effectuant le suivi des espèces invasives marines et terrestres en Europe.

Les captures des espèces de poisson et de mollusques/crustacés exploitées à des fins commerciales

Objectif écologique	Objectifs opérationnels	Indicateurs
Les populations de certaines espèces de poissons et de mollusques/crustacés ¹ exploitées à des fins commerciales se situent dans des limites de sécurité biologique, en présentant une répartition par âge et par taille qui témoigne d'un stock sain	Le degré d'exploitation par les pêches commerciales est dans des limites de sécurité biologique	Captures totales par l'unité opérationnelle ²
		Effort de pêche total par l'unité opérationnelle
		Captures par unité d'effort (CPUE) de pêche par l'unité opérationnelle
		Rapport entre les captures et l'indice de biomasse (ci-après appelé rapport captures/ biomasse)
		Taux de mortalité par pêche
	La capacité reproductive des stocks est maintenue	Détermination de la structure en âges (si réalisable)
		Biomasse du stock reproducteur (SSB)

1. Le choix des espèces indicatives pour collecter les informations pour l'Objectif écologique 3 devrait être dérivé des espèces ciblées par la pêche, listées en Annexe III du Protocole concernant les Aires spécialement protégées et la diversité biologique en Méditerranée (espèces dont l'exploitation est régulée) et les espèces dans la liste des Espèces prioritaires CGPM (<http://www.gfcm.org/gfcm/topic/166221/en>). Le choix des indicateurs devrait couvrir tous les niveaux trophiques et, si possible, les groupes fonctionnels, en faisant usage des espèces listées en Annexe III des ASP et/ou si cela s'avère nécessaire, les stocks couverts par la régulation (EC) No 199/2008 du 25 février 2008 concernant la mise en place d'un cadre communautaire pour la collection, la gestion et l'utilisation de données dans le secteur de la pêche et le soutien pour les conseils scientifiques en ce qui concerne la politique commune de la pêche.

2. L'unité opérationnelle est « le groupe de vaisseaux de pêche qui sont engagés dans le même type d'activité de pêche dans la même sous-zone géographique, ciblant les mêmes espèces ou les mêmes groupes d'espèces et appartenant au même segment économique ».

Les réseaux trophiques marins

Objectif écologique

Les altérations causées aux réseaux trophiques marins par l'extraction de ressources ou les modifications de l'environnement d'origine anthropique n'ont pas d'effets dommageables sur le long terme sur la dynamique des réseaux trophiques et la viabilité qui s'y rapporte

Objectifs opérationnels

La dynamique des écosystèmes à tous les niveaux trophiques est maintenue à des degrés capables d'assurer l'abondance à long terme des espèces et le maintien de leur pleine capacité reproductive

Une proportion et une abondance normales de certaines espèces sont maintenues à tous les niveaux des réseaux trophiques

Indicateurs

Estimations de la production par unité de biomasse de certains groupes trophiques et espèces clés pour utilisation dans les modèles de prévision des flux énergétiques dans les réseaux trophiques

Proportion de prédateurs de niveau supérieur en poids dans les réseaux trophiques

Tendances de la proportion ou de l'abondance de groupes définissant l'habitat

Tendances en proportion ou en abondance de taxa avec des taux de rotation rapides

L'eutrophisation

Objectif écologique

L'eutrophisation due aux activités humaines est évitée, en particulier les effets néfastes qu'elle entraîne tels que les pertes de biodiversité, la dégradation des écosystèmes, les proliférations algales nocives, l'appauvrissement en oxygène des eaux du fond

Objectifs opérationnels

Les apports d'origine anthropique d'éléments nutritifs dans le milieu marin n'entraînent pas de phénomènes d'eutrophisation

Les effets directs du surenrichissement en éléments nutritifs sont évités

Les effets indirects du surenrichissement des en éléments nutritifs sont évités

Indicateurs

Concentration des principaux éléments nutritifs dans la colonne d'eau

Taux des éléments nutritifs (silice, azote et phosphore), le cas échéant

Concentration de la chlorophylle-a dans la colonne d'eau

Transparence de l'eau s'il y a lieu

Nombre et localisation des principaux événements de floraison d'espèces sources de nuisance ou de prolifération d'algues toxiques causés par l'activité humaine¹

Oxygène dissous à proximité du fond, autrement dit modifications dues à l'accroissement de la décomposition de matières organiques et dimensions de la zone concernée²

1. Le rapport entre l'eutrophisation et les proliférations algales nocives fait actuellement l'objet d'une étude spécifique. Le rapport entre les deux phénomènes n'a pas été clairement établi puisque les écosystèmes ne réagissent pas tous de la même façon. En fait, de récentes études au RU/Irlande, menées dans le cadre de la Convention OSPAR ont permis de conclure qu'il n'y a pas de rapport entre les deux phénomènes et que par conséquent le nombre et la localisation d'incidents majeurs de nuisance/proliférations algales toxiques devraient toujours être considérés avec prudence comme indiquant un effet direct de surenrichissement en éléments nutritifs.

2. Surveillance à effectuer le cas échéant.

L'intégrité des fonds marins

Objectif écologique

L'intégrité des fonds marins est préservée en particulier dans les habitats benthiques prioritaires¹

Objectifs opérationnels

L'ampleur de l'altération physique causée aux substrats est minimisée

Les impacts des perturbations dans les habitats benthiques prioritaires sont réduits au minimum

Indicateurs

Répartition des activités affectant les fonds²

Zone affectée du substrat par l'altération physique résultant des différentes activités.

Impact des activités affectant les fonds³ dans les habitats benthiques prioritaires

Modification de la répartition et de l'abondance des espèces indicatrices dans les habitats prioritaires³

1. Par exemple les lagunes et marais du littoral, les zones intertidales, les herbiers marins, les communautés coralligènes, les montagnes sous-marines, les canyons et talus sous-marins, les coraux en eau profonde et les cheminées hydrothermales.

2. Par exemple les activités de dragage, les activités extractives au fond de la mer, les installations en mer, les immersions et l'ancrage, le défrichage, l'extraction de sable et de gravier.

3. Les espèces indicatrices utilisées pour évaluer les effets sur les écosystèmes des dommages physiques causés au benthos pourraient concerner celles qui sont sensibles et/ou tolérantes aux perturbations, en fonction des circonstances, selon les méthodologies élaborées pour évaluer l'ampleur et la durée des effets écologiques des perturbations benthiques.

Les conditions hydrographiques

Objectif écologique

La modification des conditions hydrographiques n'a pas d'incidences néfastes sur les écosystèmes marins

Objectifs opérationnels

Les effets causés aux écosystèmes marins et côtiers en raison de la variabilité climatique et/ou des changements climatiques sont réduits au minimum

Les altérations dues aux constructions permanentes sur le littoral et dans les bassins versants, aux installations et structures/ouvrages ancrés sont réduites le plus possible

Les impacts des altérations dues aux modifications des flux d'eaux douces provenant des bassins versants, de l'inondation d'eau marine, de l'intrusion phréatique et aux apports de saumure par suite des activités des usines de dessalement, ainsi qu'aux entrées et sorties d'eau de mer

Indicateurs

Modifications à grande échelle de la répartition des modalités de circulation, de la température, du pH, et de la salinité

Changements à long terme du niveau des mers

Incidences sur la circulation dues à la présence de structures/ouvrages

Localisation et étendue des habitats subissant les effets directs des altérations et/ou modifications de la circulation induites par elles : empreintes des structures/ouvrages produisant des impacts

Tendances des apports de sédiments, notamment dans les grands systèmes deltaïques

Étendue de la zone affectée par l'érosion côtière par suite des modifications dans l'apport de sédiments

Tendances du volume d'eau douce/eaux de mer apportées aux marais salants, aux lagunes, aux estuaires et aux deltas ; saumures provenant des usines de dessalement dans la zone côtière

Localisation et étendue des habitats subissant les effets des modifications de la circulation et de la salinité induites par les altérations

Changements de la répartition des espèces clés dus aux effets des entrées et sorties d'eau de mer

Ecosystèmes côtiers et zones côtières

Objectif écologique

La dynamique naturelle des zones côtières est maintenue et les zones côtières sont préservées

Objectifs opérationnels

La dynamique naturelle du littoral est respectée et les zones littorales sont en bon état

L'intégrité et la diversité des écosystèmes côtiers, des zones côtières et leur géomorphologie sont préservées

Indicateurs

Superficie de l'érosion côtière et instabilité du trait de côte

Modifications de la dynamique sédimentaire le long du trait de côte

Superficie des zones sablonneuses sujettes à la perturbation physique¹

Longueur de côte soumise à des perturbations dues à l'influence des structures artificielles

Changement de l'utilisation des sols²

Changement des types de zones côtières

Partage d'habitats côtiers non fragmentés

1. La perturbation physique inclut le nettoyage des plages par des moyens mécaniques, l'exploitation du sable, le remblayage du sable de plage.

2. Les classes d'utilisation du sol selon la classification d'Eurostat-OCDE, 1998 : <http://unstats.un.org/unsd/environment/q2004land.pdf>

La pollution

Objectif écologique

Les contaminants n'ont pas d'impacts significatifs sur les écosystèmes marins et côtiers et sur la santé humaine

Objectifs opérationnels

Les concentrations de contaminants prioritaires¹ se situent dans des limites acceptables et n'augmentent pas

Les effets des contaminants émis/rejetés sont minimisés

Les événements critiques de pollution aiguë sont prévenus et leurs impacts sont limités

Les concentrations de contaminants nocifs notoires dans les principaux types de produits de la mer ne dépassent les normes instaurées

La qualité de l'eau des zones de baignade et autres zones à usage récréatif n'est pas préjudiciable à la santé humaine

Indicateurs

Concentrations des principaux contaminants nocifs dans le biote, le sédiment ou l'eau

Niveau des effets de la pollution des principaux contaminants dans les cas où une relation de cause à effet a été établie

Occurrence, origine (si possible), étendue des événements critiques de pollution aiguë (comme les déversements accidentels d'hydrocarbures, de dérivés pétroliers et substances dangereuses) et leurs incidences sur les biotes touchés par cette pollution

Concentrations effectives qui ont été décelées et nombre de contaminants ayant dépassé les niveaux maximaux réglementaires dans les produits de la mer de consommation courante²

Fréquence à laquelle les concentrations de contaminants sont dépassées

Pourcentage des relevés de la concentration d'entérocoques intestinaux se situant dans les normes instaurées

Survenue de proliférations algales nocives dans les zones de baignade et à usage récréatif

1. Les contaminants prioritaires tels qu'ils sont listés dans le cadre de la Convention de Barcelone et du Protocole LBS

2. La traçabilité de l'origine des produits de la mer prélevés devrait être garantie

Les détritiques marins

Objectif écologique

Les déchets marins et littoraux n'ont pas d'effets néfastes sur l'environnement côtier et marin¹

Objectifs opérationnels

Les impacts liés aux propriétés et aux quantités des détritiques en mer et sur le littoral sont réduits au minimum

Les impacts des détritiques sur la flore et la faune marines sont maîtrisés dans toute la mesure du possible

Indicateurs

Tendances concernant la quantité de déchets répandus et/ou déposés sur le littoral, y compris l'analyse de leur composition, de leur répartition spatiale et si possible de leur origine

Tendances concernant les quantités de déchets dans la colonne d'eau - y compris les microplastiques - et reposant sur les fonds marins

Tendances de la quantité de détritiques que les organismes marins ingèrent ou dans lesquels ils s'emmêlent, en particulier les oiseaux, tortues et mammifères marins²

1. Un document de politique concernant la stratégie contre les détritiques marins prenant pleinement en compte les activités envisagées pour la mise en place de la feuille de route EA est en cours de préparation par MEDPOL et sera soumis à la réunion des points focaux du PAM pour approbation. Le document approuvé sera utilisé en tant que fondement pour la formulation d'un plan d'action pour la réduction des détritiques marins.

2. Les mammifères marins, les oiseaux marins et les tortues incluent dans les plans d'action régionaux pour le Protocole ASP/BD.

L'énergie y compris les bruits sous-marins

Objectif écologique

Le bruit causé par les activités humaines ne cause aucun impact significatif sur les écosystèmes marins et côtiers

Objectifs opérationnels

Les apports énergétiques dans l'environnement marin, principalement le bruit causés par les activités humaines, sont minimisés

Indicateurs

Proportion de jours et de distribution géographique où la fréquence du son à impulsion haute, basse et de moyenne fréquence dépasse les niveaux susceptibles d'avoir un impact considérable sur les animaux marins

Tendances en fréquence de sons faibles avec l'utilisation de modèles le cas échéant

Autres instruments et processus aux échelons mondial et régional

D'autres instruments, processus et commissions de régulations complémentaires au système de la Convention de Barcelone ont été mis en place par des unions et organismes internationaux afin de répondre aux enjeux environnementaux affectant la mer Méditerranée.

Depuis 1949, la Commission générale des Pêches pour la Méditerranée (CGPM) promeut le développement, la conservation, la gestion rationnelle, et la meilleure utilisation des ressources marines vivantes, mais aussi le développement d'une aquaculture durable en Méditerranée, en Mer Noire, et dans les eaux intermédiaires. Vingt des 21 pays méditerranéens sont aujourd'hui membres de la CGPM. La Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT) qui émet des recommandations visant à assurer au maximum une pêche durable, est un autre organisme international de régulation dont les recommandations concernent la zone méditerranéenne. Le Secrétariat PNUE/PAM de la Convention de Barcelone et la CGPM ont signé un protocole d'accord en mai 2012, afin de promouvoir leurs buts et objectifs communs en ce qui concerne la conservation de l'environnement et des écosystèmes marins et de l'utilisation durable des ressources biologiques marines et des autres ressources dans leurs domaines de compétence.

Plusieurs conventions et accords internationaux sont importants pour l'environnement et la gestion de la mer Méditerranée. Au niveau mondial, le plus important instrument est la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer qui couvre de nombreux aspects de l'environnement marin. De nombreuses autres conventions concernent aussi la Méditerranée, notamment celles traitant spécifiquement de la pollution marine (i.e. Conventions de Stockholm, Bâle et Rotterdam) et de la biodiversité (i.e. Convention sur la diversité biologique, Convention internationale pour la gestion des eaux de ballast et les Conventions de Bonn et de Ramsar). Développé au niveau régional sous l'égide de la Convention de Bonn en coopération avec les Secrétariats des Conventions de Barcelone et de Berne, l'ACCOBAMS (accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente) est un outil de coopération qui vise à réduire les dangers menaçant les cétacés dans les eaux de la Méditerranée et de la mer Noire et à améliorer notre connaissance de ces animaux.

En outre, au niveau européen, les Etats membres de l'Union Européenne Parties à la Convention de Barcelone sont aussi tenus de respecter différents instruments de régulation développés par la Commission européenne tels que la politique maritime

Questions concernées	Plans régionaux visant à la réduction ou à l'élimination des substances dangereuses ou à leurs intrants, dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 15 du Protocole tellurique					
	Plan régional relatif au mercure ¹	Plan régional relatif à la BOD ₅ ²	Plans régionaux relatifs aux POPs ³			
			Plan régional relatif aux polybrominated diphenyléthers (PBDE) ⁴	Plan régional relatif au lindane et à l'endosulfan ⁵	Plan régional relatif aux acide perfluorooctane sulfonique, sels et fluorure de perfluorooctane sulfonique ⁶	Plan régional relatif aux alpha-HCH, beta-HCH, chlordécone, hexabromobiphényl et pentachlorobenzène ⁷
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■	■

1. Plan régional pour la réduction des apports de mercure le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique
2. Plan régional pour la réduction de la BOD₅ dans le secteur alimentaire dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique
3. Regional Plan on the elimination dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique (1996) de l'alpha hexachlorocyclohexane, du beta hexachlorocyclohexane, de l'hexabromobiphényl, du chlordécone, du pentachlorobenzène, du tetrabromodiphényléther et du pentabromodiphényléther, de l'hexabromodiphényléther et de l'heptabromodiphényléther, du lindane, de l'endosulfan, de l'acide perfluorooctane sulfonique, sels et fluorure de perfluorooctane sulfonique.
4. Plan régional pour la suppression progressive de l'hexabromodiphényléther, de l'heptabromodiphényléther, du tetrabromodiphényléther et du pentabromodiphényléther dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique
5. Plan régional pour la suppression progressive de l'aldrine, du chlordane, de la dieldrine, de l'endrine, de l'heptachlore, du mirex et du toxaphène, dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique
6. Plan régional pour la suppression progressive de l'acide perfluorooctane sulfonique, sels et fluorure de perfluorooctane sulfonique. dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique
7. Plan régional pour la suppression progressive de l'alpha hexachlorocyclohexane, du beta hexachlorocyclohexane, du chlordécone, de l'hexabromobiphényl et du pentachlorobenzène dans le cadre de la mise en œuvre de l'Article 15 du Protocole tellurique

intégrée, la directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin » (qui utilise aussi le cadre de l'approche écosystémique et qui étend son application à tout l'environnement marin), la politique commune de la pêche, la directive-cadre sur l'eau (qui a des implications sur les eaux littorales et la pollution d'origine tellurique) et la recommandation GLZC.

Outre les directives et recommandations émises par la Commission européenne, le Conseil de l'Europe a également développé la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) qui a trait à la préservation de la biodiversité, et la Convention européenne du paysage qui a des implications sur les zones côtières.

Questions concernées	Action Plans d'action relatifs aux espèces menacées ou en danger ¹ et aux paysages marins sensibles						
	Plan d'action pour le phoque moine ²	Plan d'action pour les tortues marines ³	Plan d'action pour les cétacés ⁴	Plan d'action pour la végétation marine ⁵	Plan d'action pour les oiseaux ⁶	Plan d'action pour les poissons cartilagineux ⁷	Plan d'Action pour le coralligène et les autres bio-concrétions ⁸
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■	■	■

1. Comprend, mais n'est pas limité aux espèces figurant à l'Annexe II du Protocole ASP et biodiversité, sous les rubriques «menacé» ou «en danger»
2. Plan d'Action relatif à la conservation du phoque moine (*Monachus monachus*) en Méditerranée
3. Plan d'Action relatif à la conservation des tortues marines de Méditerranée
4. Plan d'Action relatif à la conservation des cétacés de Méditerranée
5. Plan d'Action relatif à la conservation de la végétation marine de Méditerranée
6. Plan d'Action relatif à la conservation des oiseaux figurant à l'Annexe II du protocole ASP/DB et à la diversité biologique en Méditerranée
7. Plan d'Action relatif à la conservation des poissons cartilagineux (*Chondrichthyes*) de Méditerranée
8. Plan d'Action relatif à la conservation du coralligène et des autres bio-concrétions de Méditerranée

Questions concernées	Autres accords à l'échelon régional		
	ACCOBAMS ¹	Convention de Berne ²	European Landscape Convention
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■
Pollution	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■
Déchets marins	■	■	■
Bruit marin	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■

1. Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la mer Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente(sous l'égide de la Convention de Bonn)
2. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe

Questions concernées	Organismes de régulation régionaux et internationaux	
	CGP ¹	CICTA ²
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■
Pollution	■	■
Eutrophisation	■	■
Déchets marins	■	■
Bruit marin	■	■
Espèces invasives	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■
Intégrité du fond marin	■	■
Conditions hydrographiques	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■
Diversité biologique	■	■

1. Commission générale des pêches de la FAO pour la Méditerranée
2. Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique

Questions concernées	Conventions internationales et accords multilatéraux sur l'environnement (à l'échelon mondial)										
	CNUDM ¹	MARPOL 73/78 ²	Convention de Londres ³	Convention des eaux de ballast ⁴	Convention d'intervention ⁵	Convention sur les pollutions par les hydrocarbures ⁶	Convention sur les produits antiallisures ⁷	Code FAO sur les pesticides ⁸	Convention de Stockholm ⁹	Convention de Bâle ¹⁰	Convention de Rotterdam ¹¹
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

1. Convention des Nations Unies sur le droit de la mer
2. Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires
3. Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières
4. Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires.
5. Convention internationale sur l'intervention en haute mer en cas d'accident entraînant ou pouvant entraîner une pollution par les hydrocarbures
6. Convention internationale sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures
7. Convention internationale sur le contrôle des systèmes antiallisures nuisibles sur les navires
8. Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides(FAO)
9. Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants(POPs)
10. Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination
11. Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international

Questions concernées	International (global) conventions and agreements (MEAs) (continued)				
	CDB ¹	CITES ²	Convention de Ramsar ³	Convention de Bonn ⁴	Code FAO des pêcheries ⁵
Ecosystèmes et paysages côtiers	■	■	■	■	■
Pollution	■	■	■	■	■
Eutrophisation	■	■	■	■	■
Déchets marins	■	■	■	■	■
Bruit marin	■	■	■	■	■
Espèces invasives	■	■	■	■	■
Poisson et crustacés d'intérêt commercial	■	■	■	■	■
Intégrité du fond marin	■	■	■	■	■
Conditions hydrographiques	■	■	■	■	■
Réseaux trophiques marins	■	■	■	■	■
Diversité biologique	■	■	■	■	■

1. La Convention sur la Diversité Biologique
2. Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
3. La Convention sur les zones humides d'importance internationale
4. Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage
5. FAO Code de conduite pour une pêche responsable

Principaux résultats concernant les pressions et l'état de l'environnement en Méditerranée

La présente analyse, principalement basée sur des informations contenues dans le rapport d'évaluation initial (PNUE/PAM 2012) et complétée avec des informations à jour tirées de rapports et publications évaluées par les pairs, permet de résumer les pressions, l'état et les impacts connus de chacun des enjeux identifiés suivants :

- Le développement et l'étalement côtier, entraînés par le développement urbain et touristique, conduit à la fragmentation, à la dégradation et à la disparition d'habitats et de paysages, notamment à la déstabilisation et à l'érosion du littoral. Si toute la zone côtière mérite de l'attention, une attention particulière devrait être portée à la dégradation des zones de transition, notamment les deltas, les estuaires et les lagunes côtières, qui constituent des zones critiques d'alevinage pour les poissons commercialisés et qui accueillent des assemblages uniques d'espèces.
- La contamination chimique des sédiments et du biote, due à la pollution émise par l'urbanisation, l'industrie, les agents antisaissures et le transport atmosphérique. Bien que dans de nombreuses régions méditerranéennes, du fait de l'amélioration des contrôles des rejets des pollutions d'origine tellurique, les conditions environnementales s'améliorent en ce qui concerne certains polluants, les contaminations liées aux substances dangereuses restent un problème dans de nombreuses régions.
- L'eutrophisation, causée par l'apport d'origine humaine d'éléments nutritifs dans les eaux marines, est une source de préoccupation, en particulier dans les zones côtières situées à proximité des grands cours d'eau et/ou des villes. Les effets de l'eutrophisation incluent la prolifération d'algues, dont certaines sont dangereuses, et l'hypoxie. Les effets socio-économiques directs sont liés à la toxicité voire à la mortalité des poissons et des fruits de mer récoltés, à la perte de valeur esthétique des écosystèmes côtiers, et la réduction de la qualité de l'eau impactant le tourisme.
- L'impact des déchets marins, principalement concentré dans les baies et les zones peu profondes, est de plus en plus considéré comme un sujet de préoccupation à travers toute la Méditerranée.
- L'impact du bruit marin sur le biote, en particulier sur les mammifères marins et les poissons, nécessite davantage de recherches ciblées. Le trafic maritime intense, en particulier en Méditerranée occidentale, et l'intensité des activités militaires et d'exploration offshore à certains endroits, laissent à penser que ces activités ont de sérieux impacts.
- Les espèces non indigènes invasives ont augmenté ces dernières années, en particulier à l'extrémité orientale de la Méditerranée. Parmi les impacts documentés sur la diversité naturelle, il faut citer la prédation, l'altération de la chaîne alimentaire, la compétition pour les niches et la modification des habitats. Ces impacts entraînent toute une série de conséquences sur la pêche, l'aquaculture, la navigation, la santé humaine et le tourisme.
- La surexploitation au-delà des limites soutenables affecte de nombreux stocks de poissons méditerranéens exploités commercialement. Il en résulte des changements dans la diversité des espèces, certaines espèces étant considérées comme en danger, vulnérables, ou quasi menacées. La surexploitation conduit aussi à des modifications de la structure communautaire, du réseau trophique et, en définitive, des processus écologiques et de la fourniture des services écosystémiques. Les prises accessoires, les méthodes de pêche non sélectives et les pratiques de pêche destructrices constituent d'autres pressions liées à l'activité de pêche intensive en Méditerranée. Pour gérer efficacement la pêche, il est indispensable de comprendre comment ces multiples pressions réduisent les limites soutenables des prises, dans une région du monde dans laquelle les produits de la mer sont vitaux du point de vue culturel et économique. Bien qu'elle soit présentée comme un moyen de réduire la pression sur les stocks sauvages, l'aquaculture, qui s'est sensiblement accrue depuis les années 1990, est à l'origine de nouvelles pressions. Parmi ces dernières se trouvent la pollution organique qui conduit à une eutrophisation et à une éventuelle anoxie des communautés benthiques, la pollution inorganique à travers le rejet d'antibiotiques et de biocides et l'introduction d'espèces non indigènes.
- L'intégrité du fond de la mer est principalement touchée par le chalutage de fond, mais aussi par le dragage et les installations offshore. C'est à la marge occidentale de la mer Adriatique et à l'extrême-ouest de la mer Ionienne que les pressions dues au chalutage de fond sont les plus importantes. La pêche de fond et le dragage conduisent à une remise en suspension des sédiments et des organismes, et à des changements dans la structure des communautés benthiques. Les conséquences des installations offshore ne sont pas très bien documentées.
- Des modifications des conditions hydrologiques causées par une perturbation locale des schémas de circulation du fait de structures artificielles, par des changements dans les flux d'eau douce se jetant dans la mer, le rejet de saumure par des usines de désalinisation ou du fait du changement climatique influencent à la fois les zones littorales et les zones offshore. Les modifications des flux d'eau douce affectent aussi le transport de sédiments vers la zone côtière à proximité des embouchures, et agissent sur la stabilité du littoral et sur des systèmes clefs, comme les dunes.
- Les chaînes alimentaires marines ont souffert des pressions exercées par les pêches. De ce fait, on estime que les prises ont baissé d'un niveau trophique en moyenne au cours des cinquante dernières années, les méduses sont en recrudescence et le nombre d'espèces de grands prédateurs baisse.
- Pour finir, l'état de la biodiversité reflète les effets cumulatifs des pressions touchant l'environnement marin et côtier méditerranéen. Bien que la diversité soit toujours élevée en Méditerranée, certaines espèces de reptiles, de mammifères marins, d'oiseaux, et de poissons atteignent des niveaux de population dangereusement bas. La Méditerranée abrite également un large éventail d'habitats d'importance commerciale, écologique et culturelle. Nombreux sont ceux subissant toute une variété de pressions. Il s'avère que de nombreuses zones offshore, dans lesquelles les upwellings se développent et où les monts sous-marins fournissent un habitat important, sont situées au-delà des juridictions nationales, ce qui complique encore davantage la situation.

Analyse des lacunes

A l'heure actuelle, on manque totalement d'informations sur certaines pressions et les données collectées de manière systématique sont insuffisantes pour établir des estimations tendancielles. Lorsque la quantification est possible, il reste difficile de lier les impacts écologiques à des pressions ou des facteurs de stress en particulier. Cependant, le suivi mis en place pour répondre aux obligations de la Convention de Barcelone et de ses Protocoles est un point de départ pour l'élaboration d'un régime de contrôle systématique apte à fournir les informations nécessaires à l'avenir.

il existe aussi des lacunes critiques dans l'information sur l'écologie et le statut environnemental des zones offshore, en particulier en ce qui concerne les zones situées au-delà des juridictions nationales (ABNJ). Ces zones sont essentielles, et pourtant, peu, voire aucun suivi ni surveillance n'y sont actuellement assurés. Par conséquent, il est recommandé d'élargir les recherches afin d'inclure la haute mer et les environnements pélagiques offshore. La Convention de Barcelone fournit un cadre utile de coopération en ce sens et des travaux ont déjà été entrepris, comme en témoigne l'établissement d'une ASPIM dans des zones au-delà de la juridiction nationale (ABNJ), le sanctuaire Pelagos, ou encore le travail effectué pour répertorier les zones d'importance écologique ou biologique (ZIEB) en Méditerranée, qui a été reconnu lors de la dernière Réunion des Parties Contractantes (2012). En y faisant participer les zones offshore, on permettra que la gestion future soit davantage basée sur les écosystèmes.

Dans l'ensemble, la riche biodiversité marine de la mer Méditerranée reste relativement peu connue, et ce, malgré l'augmentation des efforts de recherche déployés par la communauté scientifique internationale. Les connaissances relatives à la bio-

diversité marine et côtière ne sont pas homogènes à travers la Méditerranée et montrent de nombreuses lacunes. Même les informations relatives aux espèces et habitats du Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la biodiversité, qui sont pourtant visé par des mesures de conservation en Méditerranée, sont parfois limitées.

Il y a aussi un manque de connaissances quant aux impacts des activités humaines sur la biodiversité marine et côtière. Ces lacunes se voient à plusieurs niveaux : connaissances scientifiques, disponibilité des outils légaux, application des lois existantes, sensibilisation du public, action concrète et mise en œuvre de plans opérationnels.

Enfin, cartographier les données disponibles est une étape importante dans l'évaluation de l'état de l'environnement. Actuellement, cette cartographie est insuffisante dans la région méditerranéenne. Un inventaire à l'échelle de toute la Méditerranée des habitats essentiels (herbiers, littoraux rocheux intacts, systèmes frontaux persistants, assemblages coralligènes benthiques et monts sous-marins) permettrait de dégager des informations fondamentales sur les régions associées à une livraison intense de services écosystémiques. Une grande partie de l'information existe déjà ou est en cours de collecte dans des rapports nationaux ou des projets régionaux. Il faudrait recenser ces informations dans la prochaine phase de l'approche écosystémique (ECAP) et l'ajouter aux calques cartographiques existants pour appuyer les analyses basées sur les systèmes d'information géographique (SIG). En identifiant les zones sur lesquelles pèsent des menaces multiples, les pays méditerranéens auront une image plus claire de l'état général de l'environnement marin et côtier de la Méditerranée.

Prochaines étapes dans la mise en œuvre de l'approche écosystémique

Le processus de l'approche écosystémique conduit les pays européens vers une meilleure capacité d'évaluation. Les objectifs écologiques et opérationnels et les indicateurs, ont tous été identifiés. Une fois que les niveaux de référence ont été établis, des mécanismes peuvent être mis en place pour obtenir des informations quant aux tendances. Il faudrait également envisager la création de systèmes d'alerte précoce en mesure d'alerter les gouvernements et les institutions lorsque les espèces ou les écosystèmes approchent des seuils critiques (après avoir déterminé ces derniers). La prochaine étape, cruciale, sera que les Parties examinent et adoptent des méthodes permettant de définir des objectifs, afin que la gestion soit aussi efficace que possible.

Les causalités doivent être envisagées afin de mettre en évidence le lien entre certaines des activités humaines particulières et les impacts environnementaux qu'on a constatés. Par exemple, si la production de chlorophylle-a est en augmentation dans une région, il sera important de déterminer si ce phénomène est causé par l'apport en éléments nutritifs provenant de sources terrestres ou par des changements en mer. Pour élaborer une réponse de gestion efficace, il est essentiel de connaître les facteurs qui sont à l'origine des impacts.

Un programme de surveillance systématique et optimisé devrait traiter à la fois de la qualité de l'environnement ou de l'état écologique et de l'efficacité de la gestion. En d'autres termes, des informations devraient également être prélevées pour voir quels sont les modes de gestion existants, pour voir si les règlements sont appliqués et pour analyser le niveau de conformité locale vis-à-vis des règlements. L'absence de ce genre d'information entrave le développement de mesures de gestion efficaces.

Dans l'idéal, à l'avenir, le mécanisme de suivi fournirait les données nécessaires à l'évaluation environnementale (les objectifs écologiques sont-ils atteints ?) et à l'évaluation de l'efficacité de gestion (les objectifs en matière de gestion sont-ils atteints ?). Il convient de réfléchir à des moyens d'optimiser la compatibilité des données entre les flux de surveillance environnementaux et les flux d'évaluation de la gestion. Les deux flux d'informations devraient alimenter le processus de l'approche écosystémique.

Une fois que des objectifs ont été définis pour chaque indicateur, il sera indispensable de formuler des politiques de gestion visant à atteindre les objectifs de l'approche écosystémique. Ces mesures de gestion peuvent directement cibler la réduction des pressions dues aux différentes activités humaines ou alors cibler l'élément permettant de ramener ces pressions à des niveaux compatibles avec la réalisation des objectifs. Bien entendu, les parties pre-

nantes et la société en général joueront un rôle central dans la modulation de ces éléments. L'utilisation d'une approche de consommation et de production durables (CPD) pourrait compléter les autres outils de gestion afin de répondre aux rejets provenant de sources et d'activités terrestres, à l'extraction de ressources non biologiques, à la pêche et à la mariculture. Par conséquent, la CPD pourrait apporter une contribution utile à la réalisation des objectifs écologiques liés tout d'abord à l'eutrophisation et aux contaminants, et, d'autre part, à l'intégrité des fonds marins, à la diversité biologique et aux niveaux trophiques marins.

Avec l'exécution complète de l'approche écosystémique, la gestion des activités humaines en Méditerranée finira par conduire à des mesures tenant compte de l'interconnexion qui existe entre les différents écosystèmes ou habitats (en eau douce, sur les côtes, dans les eaux côtières, dans les environnements pélagiques) et pouvant faire face aux multiples pressions produisant des effets cumulatifs au fil du temps. Etant donné les échelles et la complexité de ces problèmes, le caractère holistique de l'approche écosystémique permettra aux mesures de gestion de se concentrer sur les impacts ou sur les pressions les plus néfastes au fonctionnement de l'écosystème méditerranéen, et particulièrement ceux contre lesquels on peut lutter (il est par exemple difficile de lutter contre les espèces qui entrent en Méditerranée par le Canal de Suez, mais on peut faire plus pour maintenir l'intégrité des niveaux trophiques et éviter, de cette façon, que les espèces introduites ne deviennent invasives).

Dans le futur, si l'approche écosystémique est intégralement mise en œuvre, la gestion secteur par secteur (les pêches par exemple) devrait non seulement être orientée par des objectifs sectoriels, mais aussi par le cadre de l'approche intégrée écosystémique dans son ensemble. Cela permettra de prendre en compte les relations écosystémiques dans leur ensemble ainsi que les impacts et pressions intersectoriels. Au final, tout ceci devrait mener à la sélection d'une série de mesures de gestion sectorielle dont les avantages seront plus importants que si elles avaient été prises suite à un examen de chaque secteur pris indépendamment.

La coopération régionale transfrontalière est indispensable en raison de l'interconnexion entre les différents habitats ou écosystèmes, des relations écosystémiques globales et de l'échelle de quelques-uns des problèmes les plus importants touchant l'environnement méditerranéen. Une gestion fiable et systématique dans les pays et une collaboration main dans la main, au travers du cadre qu'offre la Convention de Barcelone, forment le meilleur espoir de parvenir à une gestion écosystémique de la Méditerranée.

Liste des espèces en danger ou menacées

Liste des espèces en danger ou menacées

Annexe II au Protocole concernant les Aires Spécialement Protégées et la Diversité Biologique en Méditerranée

Herbiers marins

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson
Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile
Zostera marina Linnaeus
Zostera noltii Hornemann

Macroalgues

Caulerpa ollivieri Dostál
Cystoseira genus (except *Cystoseira compressa*)
Fucus virsoides J. Agardh
Laminaria rodriguezii Bornet
Sargassum acinarium (Linnaeus) Setchell
Sargassum flavifolium Kützing
Sargassum hornschi C. Agardh
Sargassum trichocarpum J. Agardh
Gymnogongrus crenulatus (Turner) J. Agardh
Kallymenia spathulata (J. Agardh) P.G. Parkinson
Lithophyllum byssoides (Lamarck) Foslie (Synon. *Lithophyllum lichenoides*)
Ptilophora mediterranea (H. Huvé) R.E. Norris
Schimmelmannia schousboei (J. Agardh) J. Agardh
Sphaerococcus rhizophylloides J.J. Rodríguez
Tenarea tortuosa (Esper) Lemoine
Titanoderma ramosissimum (Heydrich) Bressan & Cabioch (Synon. *Goniolithon byssoides*)
Titanoderma trochanter (Bory) Benhissoune et al.

Éponges

Aplysina sp. plur.
Asbestopluma hypogea Vacelet & Boury-Esnault, 1995
Axinella cannabina (Esper, 1794)
Axinella polypoides Schmidt, 1862
Geodia cydonium (Jameson, 1811)
Petrobionia massiliana (Vacelet & Lévi, 1958)
Sarcotragus foetidus (Schmidt, 1862) (synon. *Ircinia foetida*)
Sarcotragus pipetta (Schmidt, 1868) (synon. *Ircinia pipetta*)
Tethya sp. plur.

Méduses

Astroides calycularis (Pallas, 1766)
Errina aspera (Linnaeus, 1767)
Savalia savaglia Nardo, 1844 (synon. *Gerardia savaglia*)

Bryozoaires

Hornera lichenoides (Linnaeus, 1758)

Mollusques

Charonia lampas (Linnaeus, 1758) (= *Ch. Rubicunda* = *Ch. Nodifera*)
Charonia tritonis variegata (Lamarck, 1816) (= *Ch. Seguenziae*)
Dendropoma petraeum (Monterosato, 1884)
Erosaria spurca (Linnaeus, 1758)
Gibbula nivosa (Adams, 1851)
Lithophaga lithophaga (Linnaeus, 1758)
Luria lurida (Linnaeus, 1758) (= *Cypraea lurida*)
Mitra zonata (Marryat, 1818)
Patella ferruginea (Gmelin, 1791)
Patella nigra (Da Costa, 1771)
Pholas dactylus (Linnaeus, 1758)
Pinna nobilis (Linnaeus, 1758)
Pinna rudis (= *P. pernula*) (Linnaeus, 1758)
Ranella olearia (Linnaeus, 1758)
Schilderia achatidea (Gray in G.B. Sowerby II, 1837)
Tonna galea (Linnaeus, 1758)
Zonaria pyrum (Gmelin, 1791)

Crustacés

Ocypode cursor (Linnaeus, 1758)
Pachylasma giganteum (Philippi, 1836)

Échinodermes

Asterina pancerii (Gasco, 1870)
Centrostephanus longispinus (Philippi, 1845)
Ophidiaster ophidianus (Lamarck, 1816)

Poissons

Acipenser naccarii (Bonaparte, 1836)
Acipenser sturio (Linnaeus, 1758)
Aphanius fasciatus (Valenciennes, 1821)
Aphanius iberus (Valenciennes, 1846)
Carcharias taurus (Rafinesque, 1810)
Carcharodon carcharias (Linnaeus, 1758)
Cetorhinus maximus (Gunnerus, 1765)
Dipturus batis (Linnaeus, 1758)
Galeorhinus galeus (Linnaeus, 1758) (*)
Gymnura altavela (Linnaeus, 1758)
Hippocampus guttulatus (Cuvier, 1829) (synon. *Hippocampus ramulosus*)
Hippocampus hippocampus (Linnaeus, 1758)
Huso huso (Linnaeus, 1758)
Isurus oxyrinchus (Rafinesque, 1810) (*)
Lamna nasus (Bonnaterre, 1788) (*)
Lethenteron zanandreae (Vladykov, 1955)
Leucoraja circularis (Couch, 1838) (*)
Leucoraja melitensis (Clark, 1926) (*)
Mobula mobular (Bonnaterre, 1788)
Odontaspis ferox (Risso, 1810)
Oxynotus centrina (Linnaeus, 1758)
Pomatoschistus canestrini (Ninni, 1883)
Pomatoschistus tortonesei (Miller, 1969)
Pristis pectinata (Latham, 1794)
Pristis pristis (Linnaeus, 1758)
Rhinobatos cemiculus (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (*)
Rhinobatos rhinobatos (Linnaeus, 1758) (*)
Rostroraja alba (Lacépède, 1803)
Sphyrna lewini (Griffith & Smith, 1834) (*)
Sphyrna mokarran (Rüppell, 1837) (*)
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758) (*)
Squatina aculeata (Dumeril, in Cuvier, 1817)
Squatina oculata (Bonaparte, 1840)
Squatina squatina (Linnaeus, 1758)
Valencia hispanica (Valenciennes, 1846)
Valencia letourneuxi (Sauvage, 1880)

Reptiles

Caretta caretta (Linnaeus, 1758)
Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)
Dermochelys coriacea (Vandelli, 1761)
Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766)
Lepidochelys kempii (Garman, 1880)
Trionyx triunguis (Forskål, 1775)

Oiseaux de mer et limicoles

Calonectris diomedea (Scopoli, 1769)
Ceryle rudis (Linnaeus, 1758)
Charadrius alexandrinus (Linnaeus, 1758)
Charadrius leschenaultii columbinus (Lesson, 1826)
Falco eleonora (Géné, 1834)
Halcyon smyrnensis (Linnaeus, 1758)
Hydrobates pelagicus (Linnaeus, 1758)

Larus armenicus (Buturlin, 1934)
Larus audouinii (Payraudeau, 1826)
Larus genei (Breme, 1839)
Larus melanocephalus (Temminck, 1820)
Numenius tenuirostris (Viellot, 1817)
Pandion haliaetus (Linnaeus, 1758)
Pelecanus crispus (Bruch, 1832)
Pelecanus onocrotalus (Linnaeus, 1758)
Phalacrocorax aristotelis (Linnaeus, 1761)
Phalacrocorax pygmeus (Pallas, 1773)
Phoenicopterus ruber (Linnaeus, 1758)
Puffinus mauretanicus (Lowe, PR, 1921)
Puffinus yelkouan (Brünnich, 1764)
Sterna albifrons (Pallas, 1764)
Sterna bengalensis (Lesson, 1831)
Sterna caspia (Pallas, 1770)
Sterna nilotica (Gmelin, JF, 1789)
Sterna sandvicensis (Latham, 1878)

Mammifères marins

Balaenoptera acutorostrata (Lacépède, 1804)
Balaenoptera borealis (Lesson, 1828)
Balaenoptera physalus (Linnaeus, 1758)
Delphinus delphis (Linnaeus, 1758)
Eubalaena glacialis (Müller, 1776)
Globicephala melas (Trail, 1809)
Grampus griseus (Cuvier G., 1812)
Kogia simus (Owen, 1866)
Megaptera novaeangliae (Borowski, 1781)
Mesoplodon densirostris (de Blainville, 1817)
Monachus monachus (Hermann, 1779)
Orcinus orca (Linnaeus, 1758)
Phocoena phocoena (Linnaeus, 1758)
Physeter macrocephalus (Linnaeus, 1758)
Pseudorca crassidens (Owen, 1846)
Stenella coeruleoalba (Meyen, 1833)
Steno bredanensis (Cuvier in Lesson, 1828)
Tursiops truncatus (Montagu, 1821)
Ziphius cavirostris (Cuvier G., 1832)

Bibliographie

- Abdulla, A. and Linden, O. (eds.) (2008). Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga.
- Abdul Malak, D., Livingstone, S.R., Pollard, D., Polidoro, B.A., Cuttelod, A., Bariche, M., Bilecenoglu, M., Carpenter, K.E., Collette, B.B., Francour, P., Goren, M., Hichem Kara, M., Massutí, E., Papaconstantinou, C. and Tunesi, L. (2011). Overview of the Conservation Status of the Marine Fishes of the Mediterranean Sea. IUCN, Gland/Malaga. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/RL-262-001.pdf> [Accessed 21 November 2011].
- Amblàs, D., Canals, M., Lastras, G., Berné, S. and Loubriou, B. (2004). Imaging the seascapes of the Mediterranean. *Oceanography* 17, 144-155.
- Batisse, M. and de Grissac, A.J. (1995). Marine Region 3: Mediterranean. In: Kelleher, G., Bleakley, C. and Wells, S. (eds.), *A Global Representative System of Marine Protected Areas, Vol I. The Great Barrier Reef Marine Park Authority, The World Bank and IUCN, Washington*. 77-104.
- Berland, B. R., Bonin, D. and Maestrini, S.Y. (1980). Azote ou phosphore? Considérations sur le paradoxe nutritionnel de la mer Méditerranée. *Oceanol. Acta* 3, 135-142.
- Bethoux, J.P., Morin, P., Madec, C. and Gentili, B. (1992). Phosphorus and nitrogen behaviour in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res.* 39, 1641-1654.
- Bethoux, J.P., Morin, P., Chaumery, C., Connan, O., Gentili, B. and Ruiz-Pino, D. (1998). Nutrients in the Mediterranean Sea: mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Marine Chemistry* 63, 155-169.
- Bianchi, C.N. and Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin* 40(5), 367-376.
- Bosc, E., Bricaud, A. and Antoine, D. (2004). Seasonal and interannual variability in algal biomass and primary production in the Mediterranean Sea, as derived from 4 years of SeaWiFS observations. *Global Biogeochemical Cycles* 18, GB1005.
- Bratina-Jurkovič, N. (2011). Landscape management methodologies: A synthesis report of thematic studies. Priority Actions Programme, Split.
- Canals, M., Casamor, J.L., Lastras, G., Monaco, A., Acosta, J., Berné, S., Loubriou, B., Weaver, P.P.E., Grehan, A. and Dennielou, B. (2004). The role of canyons in strata formation. *Oceanography* 17, 81-91.
- CIESM (2007). Impact of mariculture on coastal ecosystems. CIESM Workshop Monographs n°32, Monaco. www.ciesm.org/online/monographs/lisboa07.pdf [Accessed 20 March 2012].
- CMS [no date]. CMS Threats and challenges: Bycatch. (WWW) http://www.cms.int/species/threats_bycatch.htm
- Cognetti, G. and Maltagliati, F. (1999). Biodiversity and adaptive mechanisms in brackish water fauna. *Marine Pollution Bulletin* 40(1), 7-14.
- CORINE, 1995. Coastal erosion draft report. In: Natural resources [CD-ROM] version 1.1 (1996). European Environment Agency, Copenhagen.
- Cossa D. and Coquery M. (2005). The Mediterranean Mercury anomaly, a geochemical and biological issue. In A. Saliot (Ed.) *The Mediterranean Sea: Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 5, Part K*, 177-208.
- Coste, B., Le Corre, P. and Minas, H.J. (1988). Re-evaluation of nutrient exchanges in the Strait of Gibraltar. *Deep-Sea Res.* 35, 767-775.
- Crispi, G., Crise, A. and Solidoro, C. (2002). Coupled Mediterranean eco-model of the phosphorus and nitrogen cycles. *J. of Marine Systems* 33-34, 497-521.
- De Luca, G., Furesi, A., Micera, G., Panzanelli, A., Piu, P.C., Pilo, M.I., Spano, N. and Sanna, G. (2005). Nature, distribution and origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the sediments of Olbia harbor (Northern Sardinia, Italy). *Marine Pollution Bulletin* 50, 1223-1232.
- Dolman, S.J., Evans, P.G.H., Notoarbartolo-di-Sciara, G., and Frisch, H. (2011). Active sonar, beaked whales and European regional policy. *Marine Pollution Bulletin* 63, 27-34.
- European Commission (1998). CORINE: Coastal erosion (environment and quality of life). Office of Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EEA, (2000). Environmental signals 2000. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA and UNEP (1999). State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA and UNEP (2006). Priority Issues in the Mediterranean Environment. European Environment Agency, Copenhagen.
- EU EUROSION Project (2004). Living with coastal erosion in Europe: Sediment and space for sustainability. Directorate General Environment, European Commission.
- FAO/FD (2011). State of Mediterranean Forests. FAO Forestry Department, Rome. <http://www.fao.org/docrep/013/ma723e/ma723e00.pdf>
- FAO/FAD (2012). FAO Fisheries Glossary. (WWW) FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. <http://www.fao.org/fi/glossary/>
- Ferretti, F., Myers, R.A., Serena, F. and Lotze, H.K. 2008. Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Cons. Biol.* 22(4): 952-964.
- Fuentes, V.L., Atienza, D., Gili, J.M. and Purcell, J.E. (2009). First records of *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz 1865) off the NW Mediterranean coast of Spain. *Aquatic Invasions* 4(4) 671-4.
- Galgani, F., Fleet, D., Van Franeker, J., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A. and Janssen, C. (2010). Marine Strategy Framework Directive, Task Group 10 Report, Marine litter. Office of Official Publications of the European Communities, Luxembourg. <http://www.ices.dk/projects/MSFD/TG10final.pdf> (Accessed 23 August 2011).
- GESAMP (2001). A sea of troubles. Rep. Stud. GESAMP No. 70, 35 pp.
- GESAMP (2010). Proceedings of the GESAMP International Workshop on plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans. [WWW] http://www.gesamp.org/data/gesamp/files/media/Publications/Reports_and_studies_82/gallery_1510/object_1670_large.pdf [Accessed 23 August 2011].
- GFCM (2010). Workshop on Algal and Jellyfish Blooms in the Mediterranean and Black Sea: A brief review. Conference proceedings, 6-8th October 2010, Istanbul, Turkey. http://151.1.154.86/gfcmwebsite/SAC/2010/SCMEE_Algal_Jelly/GFCM_Algal_Jelly_paper_NASTASI.pdf [Accessed 16 November 2011].
- Gómez-Gutiérrez, A.I., Garnacho, E., Bayona, J.M. and Albaigés, J. (2007). Assessment of the mediterranean sediments contamination by persistent organic pollutants. *Environmental Pollution* 148, 396-408.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. and Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science* 319, 948-952.
- Hopkins, T.S. (1985). Physics of the sea. In: Margaleff, R. (ed.) *Western Mediterranean*. Pergamon Press, Oxford, 100-125.

- IUCN (2011). The IUCN Red List of Threatened Species. (WWW) Version 2011.2. <http://www.iucnredlist.org>.
- Koutsodendris, A., Papatheodorou, A., Kougiourouki, O. and Georgiadis, M. (2008). Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. *Est. Coast. Shelf Sci.* 77, 501-512.
- Leff, B., Ramankutty, N. and Foley, J.A. (2004). Geographic distribution of major crops across the world. *Global Biogeochemical Cycles* 18, GB1009 1-27.
- Lobkovsky, L.I., Kontar, E. A., Garagash, I. A. and Ozorovich, Y. R. (2003). Monitors and methods for investigation of submarine landslides, sea water intrusion and contaminated groundwater discharge as coastal hazards. In: Beer, T. and Ismail-Zadeh, A. (eds.), *Risk science and sustainability: science for reduction of risk and sustainable development of society*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 181-197.
- LópezMoreno, J.I., VicenteSerrano, S.M., Moran-Tejeda, E., Zabalza, J., LorenzoLacruz, J. and GarcíaRuiz, J.M. (2011). Recent hydrological change in the Ebro Basin, Spain. *Mount. Res. Init. Newsl.* 8(6), 8-10.
- Ludwig, W., Dumont, E., Meybeck, M. and Heussner, S. (2009). River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: Major drivers for ecosystem changes during past and future decades?. *Prog. Oceanogr.* 80, 199-217.
- Marcos, M. and Tsimplis, M.N. (2008). Comparison of results of AOGCMs in the Mediterranean Sea during the 21st century. *J. Geophys. Res.* 113, C12028.
- Margalef, R. (1963). El ecosistema pelágico de un área costera del Mediterráneo occidental. *Mem. Real Acad. Ci. Barcelona* 35, 1-48.
- McGill, D.A. (1961). A preliminary study of the oxygen and phosphate distribution in the Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res.* 9, 259-269.
- McGill, D.A. (1969). A budget for dissolved nutrient salts in the Mediterranean Sea. *Cahiers Oceanographiques* 21, 543-554.
- Milliman, J.D. and Farnsworth, K.L. (2011). *River discharge to the coastal ocean: A global synthesis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Millot, C. and Taupier-Letage, I. (2005). Circulation in the Mediterranean Sea. *The Handbook of Environmental Chemistry, Volume K*. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 29-66.
- NCEAS (2008). A map of cumulative human impacts on Mediterranean marine ecosystems. (WWW) National Center for Ecological Analysis and Synthesis, University of California. <http://globalmarine.nceas.ucsb.edu/mediterranean/>
- Notarbartolo di Sciarra, G., Birkun, A., Jr. (2010). Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas: an ACCOBAMS status report. ACCOBAMS, Monaco.
- Occhipinti-Ambrogi, A. and Galil, B. (2004). A uniform terminology on bioinvasions: a chimera or an operative tool? *Marine Pollution Bulletin* 49, 688-694.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. and Torres, F.Jr. (1998). Fishing down marine food webs. *Science* 279, 860-863.
- Poulos, S.E. (2011). An insight to the fluvial characteristics of the Mediterranean and Black Sea watersheds. *Advances in the Research of Aquatic Environment*. Lambrakis, N., Stournaras, G. and Katsanou, K. (eds.) Springer, Berlin/Heidelberg, 191-8
- Rixen, J., Beckers, M., Levitus, S., Antonov, J., Boyer, T., Maillard, C., Fichaut, M., Balopoulos, E., Iona, S., Dooley, H., Garcia, M.J., Manca, B., Giorgetti, A., Manzella, G., Mikhailov, N., Pinardi, N. and Zavatarelli, M. (2005). The Western Mediterranean Deep Water: A proxy for climate change. *Geophys. Res. Lett.* 32, L12608.
- Rohling, E. and Bryden, H., 1992. Man-induced salinity and temperature increases in the Western Mediterranean deep water. *J. Geophys. Res.* 97, 11 191-8.
- Sacchi, Jacques, (2011) *Analyse des activités économiques en Méditerranée, Secteurs pêche aquaculture*. Plan Bleu, Vallbonne. (In press)
- Sala, E. (2004). The past and present topology and structure of Mediterranean subtidal rocky-shore food webs. *Ecosystems* 7, 333-340.
- Scavia, D., Field, J.C., Boesch, D.F., Buddemeier, R.W., Burkett, V., Cayan, D.R., Fogarty, M., Harwell, M.A., Howarth, R.W., Mason, C., Reed, D.J., Royer, T.C., Sallenger, A.H., Titus, J.G. (2002). Climate Change Impacts on U.S. Coastal and Marine Ecosystems. *Estuaries* 25, 149-164.
- Schenk, C.J., Kirschbaum, M.A., Charpentier, R.R., Klett, T.R., Brownfield, M.E., Pitman, J.K., Cook, T.A., and Tennyson, M.E. (2010). Assessment of undiscovered oil and gas resources of the Levant Basin Province, Eastern Mediterranean. U.S. Geological Survey Fact Sheet 2010-3014, 4 p.
- Seminoff, J.A. 2004. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. [WWW] www.iucnredlist.org [Accessed 22 November 2011].
- Solberg, R. and Theophilopoulos, S. (1997). ENVISYS – a solution for automatic oil spill detection in the Mediterranean. In: *Proceedings of the Fourth Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, Vol. I, pp.3-12. Ann Arbor, Michigan: Environmental Research Institute of Michigan.
- Stergiou, I.K., Christou, E.D., Georgopoulos, D., Zenetos, A. and Souvermezoglou, C. (1997). The Hellenic Seas: Physics, Chemistry, Biology and Fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 35, 415-538.
- Struglia, M.V., Mariotti, A. and Filogrosso, A. (2004). River discharge into the Mediterranean Sea: Climatology and aspects of the observed variability. *Journal of Climate* 17, 4740-4751.
- Tomczak, M. and Godfrey, J. (2003). *Regional Oceanography: An Introduction*. 2nd ed. Daya Publishing House, Delhi.
- Tsapakis, M., Dakanali, E., Stephanou, E.G. and Karakassis, I. (2010). PAHs and n-alkanes in Mediterranean coastal marine sediments: aquaculture as a significant point source. *J. Environ. Monit.* 12, 958-963.
- Tudela, S. (2004). Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. UN FAO, Rome.
- UNDESA, Population Division (2010). *World Urbanisation Prospects: The 2009 Revision*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UNDESA, Population Division (2011). *World Population Prospects: The 2010 Revision, Volume I: Comprehensive Tables*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York.
- UNEP (2009). *Marine litter - a global challenge*. UNEP, Nairobi.
- UNEP/MAP (2006). *Illegal Oil Discharge in European Seas*. Environment Alert Bulletin, 7. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP (2012). *Initial integrated assessment of the Mediterranean Sea: Fulfilling step 3 of the ecosystem approach process*. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/BP/RAC (2005). *A sustainable future for the Mediterranean*. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Blue Plan Regional Activity Centre, Vallbonne.

- UNEP/MAP/BP/RAC (2009). The State of the Environment and Development in the Mediterranean 2009. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Blue Plan Regional Activity Centre, Vallbonne.
- UNEP/MAP/MED POL (1996). State of the Marine and Coastal environment in the Mediterranean Region. MAP Technical Report Series No. 100. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL (1999) Strategic Action Programme to Address Pollution from Land-based Activities. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL (2003). Riverine transport of water, sediments and pollutants to the Mediterranean Sea. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL (2005). Transboundary diagnostic analysis (T.D.A.) for the Mediterranean Sea. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL (2011). Hazardous substances in the Mediterranean: a spatial and temporal assessment. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL (2012). Releases, emissions and sources of pollutants in the Mediterranean region: An assessment of 2003-2008 trends. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL, WHO (2004). Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean coastal cities (II). MAP Technical Report Series No. 157. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL, WHO (2008). Assessment of the state of microbial pollution in the Mediterranean Sea. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens. <http://195.97.36.231/acrobatfiles/MTSacrobatfiles/mts170.pdf> [Accessed 23 November 2011].
- UNEP/MAP/MED POL, WHO (2011). Inventory of municipal wastewater treatment plants of coastal Mediterranean cities with more than 2,000 inhabitants (2010). United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/MED POL/WHO/FAO (1989). State of the marine environment in the Mediterranean Region. MAP Technical Report Series No. 28. United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan, Athens.
- UNEP/MAP/RAC/SPA (2003) Strategic Action Programme for the Conservation of Biological Diversity in the Mediterranean Region (SAP/BIO). United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis.
- UNEP/MAP/RAC/SPA (2010). The Mediterranean Sea Biodiversity: state of the ecosystems, pressures, impacts and future priorities. Regional Activity Centre for Specially Protected Areas, Tunis. http://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_cop/biodiversity.pdf [Accessed 21 November 2011].
- Vogiatzakis, I.N. and Cassar, L.F. (2007). Coastal landscapes of Tunisia with special focus on Cap Bon - a proposed landscape character assessment. PAP/RAC, Split.
- WRI (2011). Interactive Map of Eutrophication & Hypoxia. [WWW] <http://www.wri.org/project/eutrophication/map>
- Zahar, Y. and Albergel, J. (1999). Hydrodynamique fluviale de l'oued Medjerdah à l'aval du barrage Sidi Salem, evolution récente. Paper presented at Hydrological and Geochemical Processes in Large River Basins. Manaus Conference, Brazil. 15–19th Nov. 1999.
- Zektser, I.S., Everett, L. G. and Dzhamalov, R. G. (2006). Experience of study in groundwater discharge into some seas. In: Zektser, I.S., Everett, L. G. and Dzhamalov, R. G. (eds.), Submarine Groundwater. Taylor and Francis Group, Boca Raton, 245-325.

La Méditerranée est un milieu complexe dans ses dimensions écologique et sociale. Nombreux sont les habitants des 21 pays du pourtour méditerranéen qui en vivent ou l'utilisent d'une façon ou d'une autre. La Convention sur la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone) constitue un cadre de première importance qui permet de déterminer des objectifs et des standards communs à toutes les Parties Contractantes et favorise le partage d'informations. Les Parties Contractantes issues du bassin méditerranéen et l'Union Européenne sont déterminées à faire face aux défis que pose la protection de l'environnement marin et côtier en Méditerranée tout en dynamisant les plans de développement durable à l'échelle régionale et nationale.

La Convention, ses Protocoles et les stratégies qui en découlent visent essentiellement à améliorer l'état de l'environnement méditerranéen. Pour ce faire, il est indispensable de savoir si des progrès sont en cours ou non et de cerner les domaines où il faut faire mieux.

