

Les indicateurs de biodiversité marine et côtière État des lieux institutionnel

Harold Levrel, Julia Fossat et Dominique Pelletier

Volume 10, numéro 2, septembre 2010

L'agriculture urbaine : un outil multidimensionnel pour le développement des villes et des communautés

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/045523ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Levrel, H., Fossat, J. & Pelletier, D. (2010). Les indicateurs de biodiversité marine et côtière : état des lieux institutionnel. *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 10(2), 0–0.

Résumé de l'article

2010 est l'année de la biodiversité. Depuis les années quatre-vingt dix, un grand nombre d'indicateurs de biodiversité ont été mis en place pour en mesurer l'évolution. Nous avons souhaité faire dans ce papier une revue des indicateurs de biodiversité existant pour les milieux marins en nous focalisant sur ceux que l'on trouve dans les Conventions internationales ou régionales mais aussi dans les textes réglementaires et stratégiques à l'échelle française et européenne. Nous avons aussi cherché à identifier les cadres conceptuels à partir desquels ces indicateurs peuvent être interprétés. Ce travail a permis de souligner que la plupart des indicateurs ne s'inscrivent pas dans des cadres conceptuels précis mais plutôt au regard de grands « thèmes » très génériques. Par ailleurs, il apparaît que ces indicateurs sont finalement moins focalisés sur des composantes de la biodiversité que sur les pressions qui s'exercent sur elle ou les services qu'elle permet d'offrir à l'homme. Parmi les composantes de la biodiversité, les indicateurs focalisés sur les espèces et les habitats remarquables apparaissent comme dominants. Enfin, une part importante de ces indicateurs n'est en pratique pas utilisée ni renseignée.

LES INDICATEURS DE BIODIVERSITE MARINE ET COTIERE : état des lieux institutionnel

Levrel Harold¹, Julia Fossat² et Dominique Pelletier³

¹Économiste, IFREMER, UMR AMURE, Département d'économie maritime, ZI Pointe Diable, 29280 Plouzané, courriel : Harold.Levrel@ifremer.fr, ²Écologue, IFREMER, Département Sciences et Technologies Halieutiques, ZI Pointe Diable, 29280 Plouzané, courriel : Julia.Fossat@ifremer.fr, ³Modélisatrice, IFREMER, Département Sciences et Technologies Halieutiques, ZI Pointe Diable, 29280 Plouzané, courriel : Dominique.Pelletier@ifremer.fr

Résumé : 2010 est l'année de la biodiversité. Depuis les années quatre-vingt dix, un grand nombre d'indicateurs de biodiversité ont été mis en place pour en mesurer l'évolution. Nous avons souhaité faire dans ce papier une revue des indicateurs de biodiversité existant pour les milieux marins en nous focalisant sur ceux que l'on trouve dans les Conventions internationales ou régionales mais aussi dans les textes réglementaires et stratégiques à l'échelle française et européenne. Nous avons aussi cherché à identifier les cadres conceptuels à partir desquels ces indicateurs peuvent être interprétés. Ce travail a permis de souligner que la plupart des indicateurs ne s'inscrivent pas dans des cadres conceptuels précis mais plutôt au regard de grands « thèmes » très génériques. Par ailleurs, il apparaît que ces indicateurs sont finalement moins focalisés sur des composantes de la biodiversité que sur les pressions qui s'exercent sur elle ou les services qu'elle permet d'offrir à l'homme. Parmi les composantes de la biodiversité, les indicateurs focalisés sur les espèces et les habitats remarquables apparaissent comme dominants. Enfin, une part importante de ces indicateurs n'est en pratique pas utilisée ni renseignée.

Mots-clefs : biodiversité, indicateurs, milieux marins

Abstract: 2010 is the year of biodiversity. Since the 90's, many biodiversity indicators have been developed to monitor biodiversity trends. This paper proposes a review of the marine biodiversity indicators which are included into international and regional conventions as well as those which are in the regulation and strategic acts at a French and European scale. At the same time, we listed the conceptual frameworks used from which it is possible to interpret these biodiversity indicators. This work enables us to underline that most indicators are not related to a specific conceptual framework and rather associated to broad topics, and that most indicators are less focused on the component of biodiversity itself than on the anthropogenic pressures and the ecosystems services that biodiversity delivers to human society. Among the components of the biodiversity indicators are mainly focused on rare species and habitats. A great number of these indicators are not used, nor implemented.

Keywords: biodiversity, indicators, marine ecosystem

Introduction

La biodiversité désigne la diversité du vivant, allant du gène jusqu'à la biosphère, mais aussi la diversité des interactions qui en composent la dynamique adaptative – et parmi elles celles qui concernent les liens entre les être humains.

C'est pourquoi la biodiversité est un objet complexe, polymorphe et controversé pour lequel il n'est pas aisé de proposer une mesure. Il est en revanche admis que l'on puisse fournir des indicateurs de biodiversité qui représentent une image approximative de sa réalité. Au-delà de cette fonction de « distanciation », l'indicateur offre un outil très intéressant de médiation entre différentes disciplines d'une part et entre scientifiques et usagers de la biodiversité d'autre part (Levrel, 2007). Mais la fonction première d'un indicateur est avant tout d'offrir un outil de suivi par rapport à un objectif opérationnel (Fletcher et al., 2002) et de faire le lien entre cet objectif et les actions à

Référence électronique

Levrel Harold, Julia Fossat et Dominique Pelletier, « Les indicateurs de biodiversité marine et côtière : état des lieux institutionnel », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 10 numéro 2, [En ligne], URL : <http://vertigo.revues.org/9893>

mettre en oeuvre (FAO, 1999). Nous proposons ici de faire un court état des lieux sur les indicateurs de biodiversité qui concernent les écosystèmes marins et côtiers. Nous mettrons l'accent sur ceux qui sont associés à des cadres institutionnels précis renvoyant ainsi à des objectifs opérationnels pour la gestion de l'espace maritime en France métropolitaine. Ces cadres sont envisagés à différentes échelles :

- A une échelle internationale : la Convention sur la diversité biologique (CDB), le programme SEBI (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) développé par l'Agence Européenne de l'Environnement, la Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée, la Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, le volet mer de la Directive Natura 2000, la Directive Cadre sur la Stratégie pour les Milieux Marins, la Directive Cadre sur l'Eau.
- A une échelle nationale : la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, le projet de Tableau de bord des Aires Marines Protégées, le projet de Tableau de bord des eaux sous juridiction française, le volet mer du Système d'Information sur la Nature et les Paysages.

Les indicateurs de biodiversité marine et côtière dans le contexte de la convention sur la diversité biologique La demande pour des indicateurs de biodiversité a commencé à émerger après la ratification de la CBD à Rio en 1992. Il faut cependant attendre la Conférence de Johannesburg en 2002 pour qu'un objectif chiffré et une échéance soient fixés, à savoir réduire de manière significative le taux d'érosion de la biodiversité d'ici 2010 (<http://www.biodiv.org>). Plus ambitieuse, l'Union Européenne se fixe alors pour objectif de stopper cette érosion à la même échéance (EEA, 2007, 2009). Cet objectif a été repris par la France dans sa Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) (MEEDDAT, 2008). Même s'il existait déjà des indicateurs de biodiversité au moment de la conférence de Johannesburg, fixer un objectif quantifié va fortement inciter les pays et les organisations internationales à multiplier le nombre d'indicateurs permettant d'évaluer si oui ou non ces objectifs seront tenus à l'horizon 2010. Les indicateurs de la CDB à proprement parler sont établis en février 2004 lors de la septième Conférence des Parties qui a eu lieu à Kuala Lumpur (<http://www.biodiv.org>). Le tableau 1 liste les

indicateurs de la CDB qui ont été retenus à l'échelle internationale, européenne (SEBI) et française (SNB).

Initialement, la CDB avait identifié 13 indicateurs potentiels pour les milieux marins et côtiers (<http://www.cbd.int/indicators/testedindicators.shtml>) : a) évolution des proportions des espèces de poissons pêchés selon les saisons ; b) proportion d'espèces de poissons menacées en rapport du total des espèces connues ; c) abondance d'*Escherichia coli* et niveaux de nutriments en proportion d'un niveau de référence ; d) niveau des lacs et salinité ; e) position de la ligne de côte ; f) pourcentage des zones côtières avec une densité de population excédant 100 habitants/km² ; g) chimie du corail et tendances en terme de croissance ; h) taux annuel de destruction des mangroves ; i) index algal ; j) nombre de chaluts de grande taille pour 1000 km² de zones côtières ; k) déplacement de surfaces ; l) activité dans les zones polaires ; m) quantité de poisons chimiques et de dynamites utilisés pour les pêches récifales. Finalement, la plupart de ces indicateurs n'ont pas été retenus dans la liste d'indicateurs de la CDB en raison d'un manque de données pour les renseigner.

Aujourd'hui, les indicateurs sélectionnés par la CDB peuvent être consultés aux adresses suivantes :

« <http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml> » et
« <http://www.twentyten.net/indicators> ».

Les indicateurs de la CDB

Une partie de ces indicateurs se concentrent sur l'évolution d'habitats reconnus pour être de véritable réservoir de biodiversité marine et côtière : « Evolution de la couverture des mangroves par pays ou globale », « Distribution globale des herbiers marins », « Etat et évolution des récifs coralliens dans le monde et par régions ». Outre le suivi des écosystèmes, la CDB présente des indicateurs pour estimer la variation du nombre ou des surfaces d'aires marines protégées. L'indicateur « Taux de protection des provinces et domaines marins » doit permettre d'évaluer les progrès accomplis vis-à-vis des objectifs de la CDB : « au moins 10 % de chacune des régions écologiques de la planète sont effectivement conservées » (CBD, 2005). L'indicateur ici ne considère pas les zones de haute mer et l'environnement profond (Spalding et al., 2007). La CDB détient un autre indicateur pour ce type de milieu : la densité (taux) des aires marines protégées en haute mer (aires actuelles et propositions de sites). Cet indicateur

Tableau 1a. Indicateurs adoptés par la CBD, le SEBI et la SNB, afin d'évaluer les progrès accomplis dans la poursuite de l'objectif 2010 de diversité biologique.

Thèmes communs de la CDB, du SEBI et de la SNB	Indicateurs de la CBD	Indicateurs du SEBI	Indicateurs de la SNB
Etat et évolution des éléments constitutifs de la diversité biologique	Index global des oiseaux sauvages	Indice paneuropéen des oiseaux communs	Evolution de l'abondance des oiseaux communs
	Indicateur des oiseaux d'eau		
	Indice Planète Vivante*	NP	NP
	NP	Papillons européens	Evolution de l'abondance des papillons
	NP	NP	Evolution de l'abondance des poissons d'eau douce
	NP	NP	Evolution de l'abondance des poissons marins pêchés*
	Indice Liste Rouge et Indice Liste Rouge Echantillonnée*	Indice Liste Rouge de l'IUCN pour les espèces européennes*	Nombre d'espèces dans les listes rouges de l'IUCN*
	NP	Changement de statut des espèces d'intérêt européen*	Etat de conservation des espèces concernées par Natura 2000, directive habitats*
	Evolution de certains biomes, écosystèmes et habitats : forêts	Evolution de l'étendue et de la composition de certains écosystèmes européens*	Evolution de l'aire occupée par les principaux types d'occupation du sol*
	Evolution de certains biomes, écosystèmes et habitats : autres*		
	NP	Changement de statut d'habitats d'intérêt européen*	Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire*
	NP	NP	Dominance, dans le paysage, des milieux peu artificialisés*
	Banque de graines ex-situ	Nombre d'espèces exploitées par pays (focalisé sur les animaux)	Nombre de races animales et de variétés végétales
	Diversité génétique des animaux domestiques, des plantes cultivées et des espèces de poissons d'importance socio-économique majeure*		
	Etendue des aires protégées*	Tendances concernant la création d'aires protégées*	Surface en aires protégées : globale et par type d'aire protégée*
Superposition de la biodiversité et des espaces protégés*			
Gestion effective des espaces protégés*			
NP	Sites classés selon la directive Habitats et de la directive Oiseaux*	Surface des sites Natura 2000 (directive oiseaux et directive habitats), suffisance de ces propositions*	
Menaces qui pèsent sur la diversité biologique	Dépôts d'azote*	Dépassement de la charge critique pour l'azote*	Evolution de la teneur en polluants dans les eaux*
	Evolution des espèces invasives*	Nombre total d'espèces invasives en Europe*	Nombre de plans de gestion (en relation avec les invasions biologiques) *
	NP	Impact du changement climatique sur les populations d'oiseaux	NP
	NP	NP	Surface artificialisée annuellement*

Tableau 1b (suite). Indicateurs adoptés par la CBD, le SEBI et la SNB, afin d'évaluer les progrès accomplis dans la poursuite de l'objectif 2010 de diversité biologique.

Intégrité des écosystèmes et des biens et services qu'ils fournissent (nommé « qualité et fonctionnement des écosystèmes » pour la SNB)	Statu nutritionnel de la biodiversité*	NP	NP
	Santé et bien-être des communautés dépendant directement des biens et des services écosystémiques*	NP	NP
	Biodiversité pour la nourriture et les médicaments*	NP	NP
	Indice trophique marin*	Indice trophique marin des mers européennes*	Indice trophique marin français*
	NP	NP	Indice de déficit foliaire
	Fragmentation des forêts	NP	NP
	NP	Evolution de la couverture en écosystèmes et de la distribution des aires naturelles*	Evolution de la diversité des types d'occupation du sol peu artificialisée au niveau local*
	Fragmentation des rivières et de la régulation des flux	Etat et tendance de la fragmentation des rivières	NP
	Qualité de l'eau *	Matières organiques dans les eaux de transition, côtières et marines*	Proportion des masses d'eau de transition et marines en bon état écologique*
		Qualité des eaux douces	Proportion des masses d'eau douce en bon état écologique
Usages durables	Statu de conservation des espèces marchandes	NP	NP
	Indice des espèces sauvages commercialisées (<i>Wild Commodity Index</i>)*		
	Forêt : dégradation et déforestation	Forêt : accroissement des stocks	Forêt : surface des forêts présentant des garanties de gestion durable et proportion par rapport à la surface totale boisée
	Forêt : surface de forêts certifiées	Forêt : bois mort	
	Agriculture : surfaces agricoles gérées durablement	Agriculture : Balance d'azote	Agriculture : Surface en agriculture biologique et proportion par rapport à la surface totale cultivée
		Agriculture : Systèmes agricoles gérés durablement	Agriculture : Surface faisant l'objet de mesures agro-environnementales et proportion par rapport à la surface totale cultivée
	Proportion des stocks de pêche en bon état de santé*	Pêcheries : Nombre de pêcheries sous le seuil de renouvellement biologique*	Pêcheries : % d'espèces surexploitées*
	NP	Aquaculture : Qualité des eaux des effluents*	NP
	Empreinte écologique et concepts connexes*	Empreinte écologique des pays européens*	NP
A déterminer	Pourcentage de brevets européens fondés sur les ressources génétiques	Nombre de brevets pour des inventions basées sur les ressources génétiques	
Accès et partage des bénéfices	Soutien à la mise en œuvre de la CBD*	Financements dirigés vers la protection de la biodiversité*	
Transfert et usages des ressources	Etat et évolution de la diversité linguistique et du nombre de personnes à parler des langues indigènes *	NP	NP
Etat des savoirs et des pratiques traditionnels	Thème absent	Nombre de visites dans les réserves naturelles*	Sensibilité et participation du public : place donnée à la biodiversité parmi les enjeux environnementaux*
Opinion publique			

Sources : UNEP-WCMC, 2010, pp. 15-21, EEA, 2009, p. 12. ; MEEDDAT, 2008, pp. 4-5.

Légende : * Indicateur concernant directement ou indirectement la biodiversité marine.

cherche à évaluer les progrès réalisés au niveau international pour la protection des écosystèmes marins vulnérables de haute mer (UNEP-WCMC, 2008). En complément au suivi des habitats et de leur protection, la CDB dispose d'indicateurs pour mesurer l'évolution des espèces, des populations et de la diversité génétique.

Actuellement, l'indicateur concernant la diversité des ressources génétiques halieutiques est toujours en cours d'élaboration. Par contre à l'échelle de l'espèce, la CDB propose un indicateur reposant sur les tendances démographiques de populations d'espèces sélectionnées de vertébrés avec l'Indice Planète Vivante (LPI) (Loh et al., 2005). Cet indice mesure les variations du nombre de vertébrés à l'échelle de la planète depuis 1970, à travers l'agrégation de trois indices : le LPI terrestre, le LPI marin et le LPI eaux douces. Le LPI marin comprend 274 espèces. Il est décliné en sous régions océaniques. L'indice trophique marin (ITM) permet quant à lui d'évaluer l'évolution du niveau trophique moyen des captures de pêche (Pauly, 1998 ; Pauly et Christensen, 1998 ; Pauly et Watson, 2005). Il est aussi renseigné par sous régions océaniques.

Les indicateurs du SEBI

A l'échelle européenne, l'initiative intitulée SEBI et animée par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE, 2007, 2009) a été lancée pour mettre en place des indicateurs de biodiversité européens qui permettent de renseigner ceux de la CBD tout en prenant en compte les spécificités européennes, que ce soit en terme de pertinence écologique, de disponibilité des données ou d'objectif politique (stopper l'érosion). Dans ce cadre, 26 indicateurs ont été identifiés (Tableau 1), parmi lesquels un certain nombre concerne les milieux marins et côtiers. Ce sont ces indicateurs qui doivent permettre de réaliser des comparaisons sur l'état de la biodiversité à l'échelle européenne.

Une première catégorie d'indicateurs s'intéresse à *l'état et à l'évolution des différentes composantes de la biodiversité*. Les écosystèmes marins et côtiers sont peu présents à travers ces indicateurs. L'indicateur liste rouge pour les espèces européennes ne comprend actuellement que les oiseaux et les amphibiens mais il devrait bientôt intégrer des groupes d'espèces tels que celui des requins, raies et chimères (Butchart et al., 2005, 2007). Pour ce qui concerne les

espèces d'intérêt européen, cet indicateur est basé sur la Directive Habitat et il tient donc compte de la composante marine de Natura2000¹, tout comme l'indicateur d'évolution du statut des habitats d'intérêt européen. L'indicateur d'évolution de l'étendue et de la composition de certains écosystèmes prend en considération les mangroves et les herbiers marins. L'indicateur d'évolution de la diversité génétique se rapporte aux espèces exploitées d'importance socio-économique, dont les stocks de poissons.

La liste du SEBI comprend par ailleurs d'autres catégories d'indicateurs qui font référence aux *menaces qui pèsent sur la biodiversité, à l'intégrité des écosystèmes et des services écologiques, aux usages durables, à l'accès et au partage des bénéfices issus de la biodiversité, au transfert des ressources et à l'opinion publique* (Tableau 1). A l'exception de l'indice trophique marin qui peut être considéré comme un indicateur d'intégrité fonctionnelle des écosystèmes marins, les indicateurs qui sont listés dans ces différentes catégories informent sur les forces qui sont à l'origine des dynamiques de la biodiversité marine et côtières mais pas sur la biodiversité elle-même (Levrel, 2007). On trouve ainsi les indicateurs suivants qui peuvent être directement ou indirectement connectés avec les écosystèmes marins : « tendances concernant la création d'aires protégées », « dépassement de la charge critique pour l'azote », « nombre total d'espèces invasives en Europe », « matières organiques dans les eaux de transition, côtières et marines », « nombre de pêcheries sous le seuil de renouvellement biologique », « empreinte écologique des pays européens » (dans laquelle on retrouve l'« empreinte pêche »), « pourcentage de brevets européens fondés sur les ressources génétiques », « nombre de visites dans les réserves naturelles ».

Les indicateurs du SEBI présentent quelques différences avec ceux de la CBD :

- ils sont parfois plus précis dans la description qu'ils offrent du fait d'une recherche de genericité

¹ « L'expression Natura 2000 en mer désigne la partie marine du réseau européen Natura 2000 que les états-membres de l'Europe ayant une façade maritime ou des territoires outre-mer doivent mettre en place dans le cadre de la Directive habitats, avant la mi-2008 précisait la Directive. [...] En France, la désignation des sites marins du réseau 2000 fait partie des plans d'action « mer » et « patrimoine naturel » de la stratégie nationale pour la biodiversité adoptés en 2005, mais elle a pris du retard. » (Wikipedia).

moindre et d'une disponibilité en donnée plus importante. Par exemple, l'indicateur CBD « qualité de l'eau » est plus précisément décrit dans le cadre du SEBI avec un indicateur plus explicite (« Matières organiques dans les eaux de transition, côtières et marines »);

- ils prennent moins en compte les spécificités des pays en développement (PED) avec l'absence d'indicateurs relatifs à « la santé et le bien-être des communautés dépendant directement des biens et des services écosystémiques » et au thème « état des savoirs et des pratiques traditionnels » ;
- ils sont adaptés au contexte européen à travers l'ajout de certains indicateurs comme « l'impact du changement climatique sur les populations d'oiseaux », la prise en compte des espèces et habitats d'intérêt spécifiquement européen, mais aussi d'un thème nouveau (« l'opinion publique ») qui vient contrebalancer l'absence du thème sur les savoirs locaux.

Les indicateurs de la SNB

A l'échelle nationale, les indicateurs de biodiversité sont listés au sein de la Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) qui constitue un des volets de la Stratégie nationale pour le développement durable (MEEDDAT, 2007, 2008). Les indicateurs de biodiversité marine qui figuraient initialement dans cette liste étaient la richesse spécifique des poissons et les espèces inscrites sur les listes rouges. Cependant, depuis que les indicateurs de la SNB ont été révisés en 2007 de manière à être en adéquation avec les indicateurs de la CBD et du SEBI (MEEDDAT, 2007), cette liste a largement été complétée. Les indicateurs de biodiversité marine sont ainsi similaires à ceux du SEBI, mis à part l'indicateur de durabilité de l'aquaculture qui n'est pas présent dans les indicateurs de la SNB.

Plusieurs différences avec les listes du SEBI peuvent être soulignées. Tout d'abord, même si les 7 thèmes du SEBI sont conservés, la terminologie utilisée varie sensiblement. Par exemple le thème 3 s'intitule « qualité et fonctionnement des écosystèmes » au lieu d'« intégrité des écosystèmes et des biens et services écologiques qu'ils fournissent », reflétant vraisemblablement une certaine réticence à l'encontre de la notion de « services écologiques » en France. Deuxièmement, un même indicateur peut être utilisé dans des perspectives

différentes. Par exemple, *l'évolution de l'abondance des poissons marins pêchés* est un indicateur de « durabilité des usages » dans le cas du SEBI mais devient un indicateur « d'abondance et de distribution des espèces » dans la SNB. Troisièmement, un même thème est décrit à partir d'indicateurs différents. Par exemple, pour décrire la qualité de l'eau, le SEBI utilise un indicateur de « matières organiques dans les eaux de transition, côtières et marines », tandis que la SNB propose la « proportion des masses d'eau de transition et marines en bon état écologique ». Quatrièmement, certains indicateurs du SEBI n'ont pas été repris pour la SNB, comme l'indicateur de durabilité de l'aquaculture ou l'empreinte écologique. Concernant cette dernière, il est possible qu'il s'agisse là encore d'une certaine réticence vis-à-vis de cet indicateur qui prête à débat pour ce qui concerne sa validité (Van den Bergh et Verbruggen, 1999). Cinquièmement, la SNB s'appuie plus sur des indicateurs issus de systèmes d'information géographique sur l'occupation du sol (6 indicateurs contre 4 pour le SEBI). Enfin, les indicateurs de durabilité des usages sont très différents pour les forêts et l'agriculture, mais sont identiques pour la pêche.

La SNB a par ailleurs développé un Plan Sectoriel « Mer » dans lequel un certain nombre de critères et d'objectifs sont listés, mais sans que des indicateurs leurs soient associés.

Autres initiatives institutionnelles concernant les indicateurs de biodiversité marine et côtière

Au-delà de la CBD, les autres initiatives dans le domaine des indicateurs marins et côtiers sont structurées à l'échelle européenne, à celle des mers régionales et enfin à l'échelle nationale.

Echelle européenne

A l'échelle européenne, les indicateurs de biodiversité à renseigner vont être principalement définis par le réseau Natura 2000 Mer, par la Directive Cadre Stratégie pour les Milieux Marins (DCSMM) et enfin par la Directive Cadre sur l'Eau.

Natura 2000

Le réseau Natura 2000 Mer, toujours en cours d'élaboration, traduit la mise en œuvre des directives « Habitats »² et « Oiseaux »³ au milieu marin. Il se compose de deux types de sites :

- les Zones Spéciales de Conservation (ZSC), en application de la directive « Habitats » qui impose la délimitation de zones de conservation des habitats naturels représentatifs d'écosystèmes spécifiques à chaque région biogéographique (Directive 92/43/CEE) ;
- les Zones de Protection Spéciale (ZPS), en application de la directive « oiseaux » qui impose la délimitation de zones destinées à la nidification d'oiseaux sauvages menacés d'extinction (Directive 79/409/CEE).

Dans le cadre de ce réseau, il existe deux indicateurs dont l'objectif est de chercher à caractériser l'état de conservation des espèces et des habitats protégés par la directive « Habitats » (Fossat et al., 2009) :

- « Changement de statut des habitats d'intérêt européen (communautaire) »,
- « Changement de statut des espèces d'intérêt européen (communautaire) ».

Ces deux indicateurs se calculent à partir des proportions d'espèces ou d'habitats d'intérêt communautaire dans les différentes catégories d'état de conservation possible : favorable, inadéquat, mauvais, inconnu (MEEDDAT, 2007a). Ces informations sont collectées par les États membres, conformément à l'article 11 de la directive européenne « Habitats ». On entend par « habitats d'intérêt communautaire », les habitats figurant dans l'annexe I de cette directive. Les « espèces d'intérêt communautaire » correspondent aux espèces figurant dans au moins une des trois annexes de cette directive (II, IV, V).

La méthodologie utilisée pour le calcul de ces deux indicateurs a été mise au point à l'échelle de l'Europe. Elle a

ensuite été déclinée et adaptée pour chaque pays de l'Union (en France par le Muséum National d'Histoire Naturelle) (MEEDDAT, 2007b). L'état de conservation est déterminé pour la France à partir de plusieurs paramètres, dont l'aire de répartition, l'effectif des populations, la surface occupée et les perspectives futures de maintien de l'espèce ou de l'habitat (MEDAD, 2007b).

L'exercice d'évaluation de l'état de conservation vient d'être terminé en France sous la coordination scientifique du MNHN et les résultats ont été transmis à la Commission européenne (MEEDDAT, 2007b).

La directive prévoit une mise à jour de l'évaluation de l'état des habitats et espèces d'intérêt communautaire tous les six ans (EEA, 2007). Mais jusqu'à présent, les informations relatives aux habitats et espèces du milieu marin sont lacunaires ou absentes (CE, 2009).

Directive Cadre sur la Stratégie pour la Milieu Marin (DCSMM)

D'autres indicateurs sont en cours de développement à travers la DCSMM (Directive 2008/56/CE). Cette directive, adoptée le 17 juin 2008, établit un cadre pour une politique communautaire visant à atteindre ou maintenir un « bon état écologique » du milieu marin au plus tard en 2020. Des groupes de travail d'experts ont proposé une première définition des critères et des méta-indicateurs qui permettront de définir précisément les descripteurs de ce « bon état écologique ». Cinq descripteurs (1, 2, 3, 4 et 6) peuvent être considérés comme directement liés à la biodiversité (Tableau 2). L'évaluation initiale de l'état écologique des eaux concernées et de l'impact environnemental des activités humaines sur ces eaux doit être achevée en juillet 2012 (article 8 et 5 de la Directive 2008/56/CE). La définition du « bon état écologique », les objectifs environnementaux et les indicateurs associés, seront eux aussi établis en juillet 2012 (article 5, 9 et 10 de la Directive 2008/56/CE). La DCSMM s'inspire de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) qui a permis d'instaurer en Europe une liste d'indicateurs de bon état écologique des milieux aquatiques terrestres et côtiers.

² Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages

³ Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages

Tableau 2a. Descripteurs, critères et méta-indicateurs, liés au thème de la biodiversité, proposés en 2010 par les groupes de travail de la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (Directive 2008/56/CE).

Descripteurs	Critères	Méta-indicateurs			
1. Maintien de la diversité biologique. La qualité des habitats et leur nombre, ainsi que la distribution et l'abondance des espèces sont adaptés aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques existantes.	1.1 Répartition des espèces	Aire de répartition (1.1.1)	Schéma de répartition dans la dite aire, le cas échéant (1.1.2)	Aire couverte par les espèces [pour les espèces sessiles et benthiques] (1.1.3)	
	1.2 Taille des populations	Abondance et/ou biomasse des populations, selon le cas (1.2.1)			
	1.3 État des populations	Caractéristiques démographiques des populations [p. ex. structure par taille ou par âge, répartition par sexe, taux de fécondité, taux de survie/mortalité] (1.3.1)	Structure génétique des populations, le cas échéant (1.3.2)		
	1.4 Répartition des habitats	Aire de répartition (1.4.1)	Schéma de répartition (1.4.2)		
	1.5 Etendue des habitats	Zone d'habitat (1.5.1)	Volume de l'habitat, le cas échéant (1.5.2)		
	1.6 Etats des habitats	État des espèces et communautés typiques (1.6.1)	Abondance relative et/ou biomasse, selon le cas (1.6.2)	Conditions physiques, hydrologiques et chimiques (1.6.3)	
	1.7 structure des écosystèmes	État des espèces et communautés typiques (1.6.1)	Abondance relative et/ou biomasse, selon le cas (1.6.2)	Conditions physiques, hydrologiques et chimiques (1.6.3)	
	2. Les espèces non indigènes introduites par le biais des activités humaines sont à des niveaux qui ne perturbent pas l'écosystème	2.1 Abondance des espèces non indigènes, en particulier des espèces envahissantes, et caractérisation de leur état	Tendances en matière d'abondance, d'évolution temporelle et de répartition spatiale dans le milieu naturel des espèces non indigènes, en particulier des espèces non indigènes envahissantes, notamment dans les zones à risques, en relation avec les principaux vecteurs et voies de propagation de telles espèces (2.1.1)		

Tableau 2b (suite). Descripteurs, critères et méta-indicateurs, liés au thème de la biodiversité, proposés en 2010 par les groupes de travail de la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (Directive 2008/56/CE).

	2.2 Incidence des espèces non indigènes envahissantes sur l'environnement	Rapport entre espèces non indigènes envahissantes et espèces indigènes dans certains groupes taxonomiques qui ont fait l'objet d'études approfondies (tels que poissons, algues macroscopiques ou mollusques), pouvant permettre de mesurer les changements dans la composition par espèce à la suite, par exemple, du déplacement des espèces indigènes (2.2.1)	Incidences des espèces non indigènes envahissantes au niveau des espèces, des habitats et des écosystèmes, lorsqu'elles peuvent être déterminées (2.2.2)		
3. Les populations de tous les poissons et crustacés exploités à des fins commerciales se situent dans les limites de sécurité biologique, en présentant une répartition de la population par âge et par taille qui témoigne de la bonne santé du stock	3.1 Niveau de pression de l'activité de pêche	Mortalité par pêche [F – Fishing mortality] (3.1.1)	Rapport entre captures et indice de biomasse [ci-après rapport captures/biomasse] (3.1.2)		
	3.2 Capacité de reproduction du stock	Biomasse du stock reproducteur [SSB - Spawning Stock Biomass] (3.2.1)	Indices de biomasse (3.2.2)		
	3.3 Âge de la population et répartition par taille	Proportion de poissons plus grands que la taille moyenne de première maturation sexuelle (3.3.1)	Taille maximale moyenne pour l'ensemble des espèces, établie par les études des navires de recherche (3.3.2)	Percentile de 95 % de la répartition par taille des poissons constaté dans les études des navires de recherche (3.3.3)	Taille de première maturation sexuelle de nature à refléter l'ampleur des effets génétiques indésirables de l'exploitation (3.3.4)
4. Tous les éléments constituant le réseau trophique marin, dans la mesure où ils sont connus, sont présents en abondance, avec une diversité normale, et à des niveaux pouvant garantir l'abondance des espèces à long terme et le maintien total de leurs capacités reproductives.	4.1 Productivité (production par unité de biomasse) des espèces ou groupes trophiques	Performances des espèces prédatrices clés, sur la base de leur production par unité de biomasse [productivité] (4.1.1)			
	4.2 Proportion des espèces sélectionnées au sommet du réseau trophique	Poissons de grande taille [en poids] (4.2.1)			

Tableau 2c (suite). Descripteurs, critères et méta-indicateurs, liés au thème de la biodiversité, proposés en 2010 par les groupes de travail de la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » (Directive 2008/56/CE).

	4.3 Abondance/répartition des groupes trophiques/espèces clés	Tendances en matière d'abondance des espèces/groupes sélectionnés importants sur le plan fonctionnel (4.3.1)			
6. Le niveau d'intégrité des fonds marins garantit que la structure et les fonctions des écosystèmes sont préservées et que les écosystèmes benthiques, en particulier, ne sont pas perturbés	6.1 Dommages physiques, compte tenu des caractéristiques du substrat	Type, abondance, biomasse et étendue du substrat biogénique concerné (6.1.1)	Étendue des fonds marins sensiblement perturbés par les activités humaines, pour les différents types de substrats (6.1.2)		
	6.2 État de la communauté benthique	Présence d'espèces particulièrement sensibles et/ou tolérantes (6.2.1)	Indices multimétriques évaluant l'état et la fonctionnalité de la communauté benthique, tels que la diversité et la richesse spécifiques et la proportion d'espèces opportunistes par rapport aux espèces sensibles (6.2.2)	Proportion de biomasse ou nombre d'individus de la population de macrobenthos au-dessus d'une taille précise (6.2.3)	Paramètres décrivant les caractéristiques (forme, pente et intercept) du spectre de taille de la communauté benthique (6.2.4)

Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La DCE (Directive 2000/60/CE), transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004, vise à atteindre le « bon état » écologique et chimique des masses d'eau souterraine et de surface, d'ici à 2015. Les masses d'eau de surfaces comprennent les rivières, les lacs, les eaux de transition (estuaires et lagunes) et les eaux côtières s'étendant de la ligne de base jusqu'à 1 mille au large (12 milles pour la chimie). L'évaluation de l'état de ces eaux porte sur des paramètres biologiques, chimiques et hydromorphologiques. L'annexe V de la DCE décrit les paramètres biologiques qui doivent participer à cette évaluation (Directive 2000/60/CE) :

- Composition, abondance et biomasse du phytoplancton,

- Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton),
- Composition et abondance de la faune benthique invertébrée,
- Composition, abondance et structure de l'âge de l'ichtyofaune (seulement pour les eaux de transition).

La nature et les valeurs-seuils de ces paramètres ne sont pas précisément définis au niveau européen. Chaque Etat membre a donc la possibilité de proposer des méthodologies et des outils dans la mesure où ces derniers répondent aux exigences de la DCE (MEEDDM, 2009 ; Fossat et al., 2009). En France, les bio-indicateurs de suivi de la qualité écologique des eaux utilisées par les réseaux de surveillance concernent principalement (Guillaumont et Gauthier, 2005) :

- des espèces longévives et indicatrices d'un bon état

du milieu, en particulier celles qui structurent des habitats particulièrement favorables à la biodiversité (végétale ou animale),

- des habitats/espèces qui contribuent fortement à la production primaire (flore),
- des espèces révélatrices d'un mauvais état du milieu (eutrophisation notamment).

Pour la métropole française par exemple, les herbiers de Posidonies (*Posidonia oceanica* L.), espèce endémique de la Méditerranée, abritent une importante flore et faune diversifiée. Ils sont considérés comme des formations essentielles dans le stockage du carbone atmosphérique et l'oxygénation du milieu (producteurs primaires). Ils piègent les particules sédimentaires, protégeant ainsi le littoral de l'érosion (Guillaumont et Gauthier, 2005). Pour ces différentes raisons, l'évolution des herbiers de Posidonies fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la DCE (Guillaumont et Gauthier, 2005 ; Circulaire DCE 2007/20⁴).

Parmi les métriques utilisées dans le calcul des indices proposés par la France pour le suivi des différentes biocénoses, certaines sont communément considérées comme des « indicateurs de biodiversité » (MEEDDM, 2009 ; Fossat et al., 2009). Mais dans le contexte de la DCE, ces métriques n'ont pas pour but de quantifier ou qualifier la biodiversité. Elles sont utilisées pour évaluer la qualité des masses d'eau de transition ou côtières. Par exemple, la position bathymétrique de la limite inférieure des herbiers de posidonies est un indicateur de la transparence des eaux sus-jacentes (Guillaumont et Gauthier, 2005).

Echelle régionale

A l'échelle régionale, certaines conventions ont également recours à des indicateurs de biodiversité marine et côtière :

- la convention OSPAR, du 22 septembre 1992, pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est ;

- la convention de Barcelone, du 16 février 1976, pour la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.

Convention OSPAR

La convention OSPAR, au titre de l'annexe V « sur la protection et la conservation des écosystèmes et de la diversité biologique de la zone maritime » (dite annexe biodiversité adoptée en 1998), s'est munie d'indicateurs pour évaluer l'état de conservation des habitats/espèces protégés par la convention (Bergen Declaration, 2002). La Convention utilise également les indicateurs pour mieux appréhender les interactions qui existent entre l'état écologique de l'Atlantique du Nord-Est et les pressions anthropiques qui sont à l'origine de la dégradation de cet état. La convention a initié depuis 2002, en collaboration avec le Conseil International pour l'Exploration des Mers (CIEM), à travers un projet pilote dans la mer du Nord, le concept d'Objectifs de qualité écologique (EcoQOs) comme moyen d'évaluer l'objectif général d'un écosystème marin sain et durable (Bergen Declaration, 2002). Ce concept d'EcoQOs s'articule autour de trois niveaux (Bergen Declaration, 2002) :

- les « questions de qualité écologique » (EcoQ issue) identifiées par la convention et comprenant : les espèces de poisson commerciales, les mammifères marins, les oiseaux marins, les communautés benthiques et planctoniques, les espèces et habitats menacés ou en déclin, l'eutrophisation ;
- les « éléments de qualité écologique » (EcoQ element) ;
- les « objectifs de qualité écologique » (EcoQO).

Chaque « question de qualité écologique » est rattachée à un ou plusieurs « éléments de qualité écologique », eux-mêmes caractérisés par un « objectif de qualité écologique » souhaité (Bergen Declaration, 2002). La question de qualité écologique (EcoQ issue) « mammifères marins », par exemple, propose l'élément de qualité écologique (EcoQ element) « Pourcentage de prises accessoires annuelles de marsouin commun » auquel l'objectif de qualité écologique (EcoQO) suivant a été associé : les « niveaux annuels des prises accessoires devraient être ramenés à des niveaux inférieurs à 1,7 % de la meilleure estimation de la population » (OSPAR Commission, 2007). Le concept d'EcoQOs appliqué à la mer

⁴ Circulaire DCE 2007/20 relative à la constitution et la mise en oeuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

du Nord doit être à terme étendu aux autres régions de la convention OSPAR (OSPAR Commission, 2007).

Convention de Barcelone

La convention de Barcelone a également pris en compte la protection de la biodiversité à travers l'adoption en 1995 d'un protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée. Ce protocole intègre le concept de « développement durable » tout en préconisant la conservation de la biodiversité au sein d'Aires Spécialement Protégées d'Intérêt Méditerranéen (ASPIM) (UNEP MAP, 2002). Ce protocole prend en compte les indicateurs suivants (Fossat et al., 2009) :

- Etat de conservation des habitats protégés par la convention de Barcelone,
- Etat de conservation des espèces protégées par la convention de Barcelone,
- Superficie des zones côtières et marines protégées (Km²).

Échelle nationale

On observe en France la mise en place d'indicateurs de biodiversité en rapport avec les conventions internationales et les directives européennes qui doivent être appliquées, mais aussi un certain nombre d'initiatives spécifiquement nationales. Trois d'entre elles peuvent être mentionnées : le Tableau de bord des eaux sous juridiction française, le Tableau de bord des Aires Marines Protégées (AMP) et enfin le Système d'Information sur la Nature et les Paysages qui a un volet « terrestre » et un volet « marin » (SINP) (www.naturefrance.fr). Les deux premières initiatives sont portées par l'Agence des AMP (AAMP) (www.aires-marines.fr) tandis que la troisième est portée par le MEEDDM.

Le tableau de bord des eaux sous juridiction française a pour objectif de faire un état des lieux à la fois écologique, économique et social des espaces marins et côtiers en vue de faciliter la définition et le suivi des politiques de gestion et de protection de ces milieux.

Le tableau des AMP vise à pouvoir mettre en œuvre des plans de gestion à l'échelle des zones protégées, mais aussi de permettre des comparaisons entre les différentes AMP

et avec le reste du territoire, en vue d'identifier les effets de la protection sur la biodiversité marine.

Le SINP est un programme qui a pour objectif de faire un état des lieux sur les bases de données existantes autour de la biodiversité et des paysages. La question des indicateurs y est secondaire et ce volet n'a d'ailleurs été développé que pour les milieux marins et côtiers. Son originalité est de vouloir utiliser des indicateurs pour « faire vivre » les bases de données existantes.

Cadres conceptuels

Les cadres conceptuels, appelés aussi « cadres logiques », permettent de clarifier le sens des indicateurs et l'interprétation que l'on peut faire de leur évolution en les positionnant vis-à-vis d'autres indicateurs d'une part, et en faisant apparaître de manière plus ou moins explicite certaines hypothèses théoriques concernant les interactions société-biodiversité d'autre part.

Ces cadres sont parfois cependant réduits à de simples grilles d'interprétation des indicateurs, sans véritable portée conceptuelle. C'est le cas par exemple du cadre de la CBD qui est focalisé sur deux entrées : les thèmes ou domaines prioritaires et les objectifs (Tableau 1). L'unique fonction du cadre logique de la CDB est de créer une correspondance entre les indicateurs identifiés et les objectifs fixés par la convention.

C'est dans le même esprit que le cadre Principes-Critères-Indicateurs (PCI) a été mis en place (Buttoud et Karsenty, 2001). Les « principes » permettent de fixer les grands objectifs de la gestion. Les « critères » traduisent ces objectifs en termes d'état et de dynamique du système à gérer. Les « indicateurs », enfin, vont permettre de mesurer concrètement les avancées réalisées. Ces PCI ont surtout été utilisés dans le domaine de la gestion durable des forêts (Center for International Forestry Research, 2000 ; Inventaire Forestier National, 2005).

D'un point de vue conceptuel, les grilles d'interprétation ne permettent pas de prendre en compte explicitement les interactions entre les usages et l'évolution de la biodiversité. C'est pourquoi il a été suggéré par le BIP (Biodiversity Indicators Partnerships) de mettre en place un cadre conceptuel plus précis pour les indicateurs qui permettront de suivre l'évolution de la biodiversité après

2010 (UNEP-WCMC, 2009). Le BIP insiste en particulier sur l'importance de disposer d'un cadre qui permette de prendre en compte les liens qui existent entre les pressions anthropiques et l'évolution de la biodiversité. C'est ce que propose le cadre Pression-Etat-Réponse (PER) de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE, 1994). Le cadre PER permet de mettre en relation des indicateurs de *pressions* (générées par les activités humaines), des indicateurs d'*état* (de la biodiversité) et des indicateurs de *réponses* (sociales et politiques à ces pressions)⁵ (Figure 1).

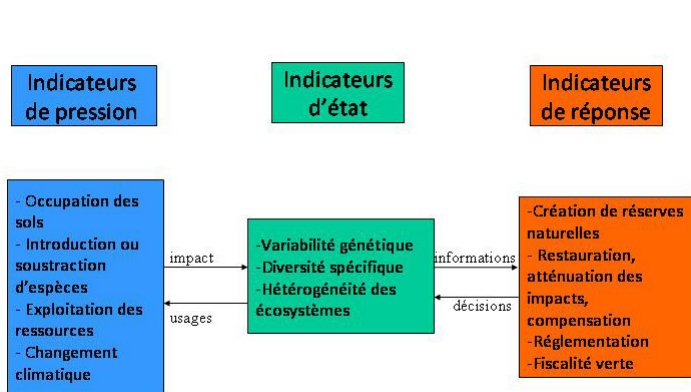


Figure 1. Cadre conceptuel Pression-Etat-Réponse (PER). D'après OCDE (2001)

Ce cadre logique a été créé par l'Organisation de Coopération et de Développement Economique au cours des années 90 (OCDE, 1994 ; Lehtonen, 2002). Il s'agit du cadre conceptuel le plus connu des organisations internationales ainsi que des gestionnaires d'espaces protégés (Levrel et al., 2009). Le caractère intuitif de ce cadre d'analyse lui a permis de bénéficier d'une grande notoriété. Il est cependant aujourd'hui supplanté par un cadre légèrement plus sophistiqué qui est le cadre force motrice-pression-état-impact-réponse de l'Agence Européenne de l'Environnement, aussi connu sous l'acronyme anglo-saxon de DPSIR (driving force – pressure – state – impact – response) (EEA, 2003, 2005 ; Figure 2). C'est en effet le cadre DPSIR qui est aujourd'hui en passe de devenir le cadre de référence pour organiser les

⁵ "The pressure-state-response framework is based on a concept of causality : human activities exert pressure on the environment and change its quality and the quantity of natural resources (the "state" box). Society responds to these changes through environmental, general economic and sectoral policies" (the "societal responses") (OECD, 1994, p. 10).

objectifs de la Convention sur la diversité biologique à l'horizon post-2010 (UNEP-WCMC, 2009).

Le cadre DPSIR permet de souligner quelles sont les sources de pressions mais aussi l'origine de ces dernières (forces motrices), qui renvoient le plus souvent à des informations structurelles d'ordre sociétal (mode de consommation, croissance démographique, mode de production...). La nature de l'impact et son importance doivent aussi être explicitées dans ce cadre.

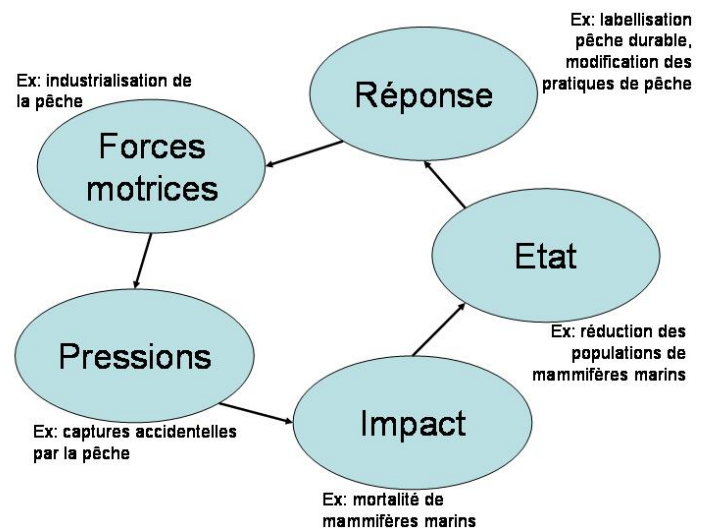


Figure 2. Le cadre conceptuel Forces motrices-Pression-Etat-Impact-Réponse (DPSIR). D'après EEA (2003), p. 13.

L'Agence Européenne de l'Environnement propose quatre grilles de lecture complémentaires afin (EEA, 2005) :

- d'organiser les indicateurs vis-à-vis de relations causales avec le DPSIR que nous venons de décrire ;
- de positionner les indicateurs vis-à-vis de grands champs environnementaux tels que le changement climatique, la biodiversité ou la qualité de l'eau, mais aussi la pêche et l'agriculture...
- de proposer une typologie d'indicateurs allant des indicateurs descriptifs aux indicateurs de bien-être en passant par les indicateurs de performance ou d'efficacité ;
- de mettre chacun de ces indicateurs en lien avec une question politique précise.

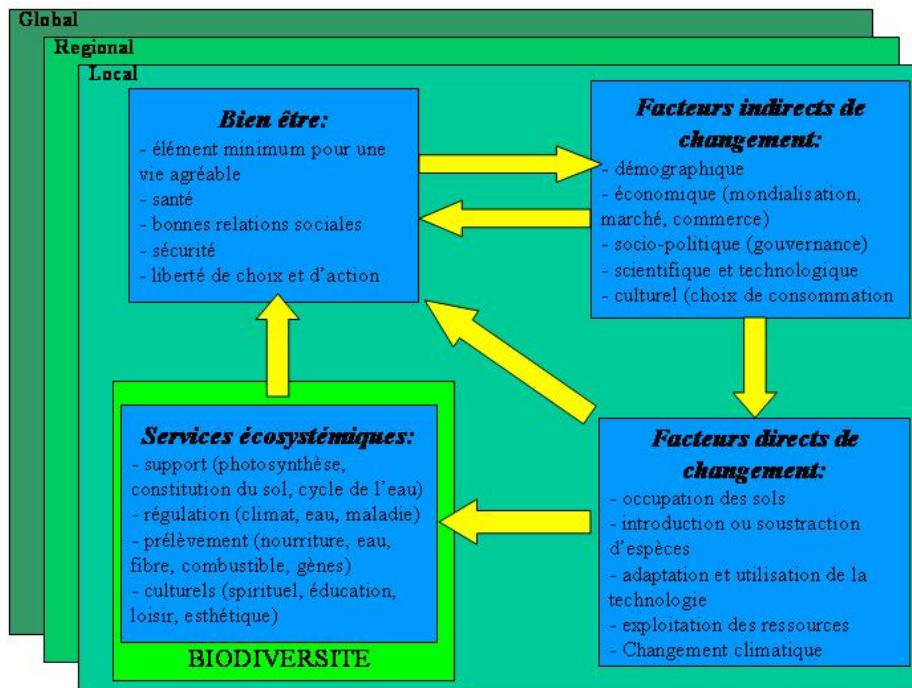


Figure 3. Cadre conceptuel de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire. D'après MEA, 2005, pp. 13-14.

L'objectif de ce raffinement des cadres d'analyse concernant les indicateurs de biodiversité est de clarifier la manière dont les indicateurs doivent être interprétés et utilisés. En effet, avec un tel niveau de cadrage, toute ambiguïté de sens concernant les indicateurs semble logiquement écartée. Cependant cette approche ne facilite pas l'appropriation des indicateurs par les politiques et le grand public (Levrel, 2008).

Au-delà de certains défauts conceptuels, déjà discutés dans la littérature (Hukkinen, 2003 ; Levrel et al., 2009 ; Wolfslehner et Vacik, 2008), les cadres PER et DPSIR souffrent d'une limite opérationnelle récemment soulignée par l'évaluation du millénaire pour les écosystèmes (MEA, 2005), à savoir l'absence de liens explicites entre l'évolution des indicateurs de biodiversité et l'évolution d'indicateurs de bien-être humain. Or, un des enjeux importants aujourd'hui, que ce soit d'un point de vue politique ou scientifique, est de pouvoir relier les questions de conservation avec les questions de développement. Ainsi, la prise en compte des indicateurs de services écologiques est un point qui apparaît crucial pour la nouvelle version du plan stratégique de la CBD (UNEP-WCMC, 2009) et il est souligné dans les premiers documents de révision que le cadre logique à utiliser

pourrait être celui de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Figure 3 ; voir : <http://www.cbd.int/doc/?meeting=EMIND-02>).

Discussion

Une courte analyse des indicateurs de biodiversité marine et côtière dans le contexte institutionnel actuel

Nous avons pu recenser dans les différents textes institutionnels existant à l'échelle internationale, européenne, régionale et nationale un total de 82 indicateurs de biodiversité marine et côtière⁶ (Fossat et al., 2009 ; Annexe 1). Pour faciliter la lecture de ce grand nombre d'indicateurs, nous nous sommes principalement intéressés à l'origine de ces indicateurs (cadres institutionnels, cadres conceptuels ou thématiques) (exemples dans tableau 3) et à leur utilisation (exemples dans tableau 4). Les méta-indicateurs de la DCSMM n'ont pas été intégrés à ces 82 indicateurs car ils sont provisoires et seulement utilisés pour rendre les critères plus objectifs (les indicateurs de la DCSMM seront publiés en 2012).

⁶ Cette analyse ne tient cependant pas compte des méta-indicateurs de la DCSMM. En effet les indicateurs définitifs de la DCSMM ne seront connus qu'en 2012.

Tableau 3. Cadres institutionnels et cadres conceptuels ou thématiques dont relèvent les indicateurs de biodiversité marine et côtière.

Indicateurs	Cadres institutionnels	Cadres conceptuels ou thématiques	Place dans le cadre	Sources de l'indicateur
Evolution de la surface des récifs coralliens et du taux de recouvrement en corail vivant (France, Outre mer)	SNB	PER	État	(MEEDDAT, 2008); (MEEDDAT, 2009); (Wilkinson, 2008)
Indice liste rouge IUCN (Statut des espèces marines dans le monde)	CDB	État et évolution des composantes de la biodiversité ; Menaces qui pèsent sur la biodiversité ; Intégrité des écosystèmes et des services écologiques ; Durabilité des usages ; Accès et partage des bénéfices issus de la biodiversité ; Transfert des ressources et opinion publique	État et évolution des composantes de la biodiversité	(CBD, 2006); http://www.twentyten.net/ ; (CBD, 2004); (Burtchart, 2007) ;
	CITES, CMS et Ramsar	Pas de cadre conceptuel ou thématique	/	(Bubb et al., 2009)
	MEA	Services que procurent les écosystèmes ; Bien-être de l'Homme et réduction de la pauvreté ; Facteurs indirects de changement ; Facteurs directs de changement	Services que procurent les écosystèmes	(UNEP, 2006)
	SEBI	DPSIR	État	(EEA, 2009); (EEA, 2007)
Changement de statut des habitats d'intérêt européen (communautaire)	SEBI	DPSIR	État	(EEA, 2009); (EEA, 2007); (CE, 2009)
	SNB	PER	État	(MEEDDAT, 2007a) ; (MEDAD, 2007); (MEEDDAT, 2008)
Indice trophique marin	CDB	État et évolution des composantes de la biodiversité ; Menaces qui pèsent sur la biodiversité ; Intégrité des écosystèmes et des services écologiques ; Durabilité des usages ; Accès et partage des bénéfices issus de la biodiversité ; Transfert des ressources et opinion publique	Intégrité des écosystèmes et des services écologiques	(CBD, 2006); http://www.twentyten.net/ ; (CBD, 2004); (Pauly et Watson ,2005)
	SEBI	DPSIR	État	(EEA, 2009); (EEA, 2007)
	SNB	PER	État	(MEEDDAT, 2007a)
	MEA	Services que procurent les écosystèmes ; Bien-être de l'Homme et réduction de la pauvreté ; Facteurs indirects de changement ; Facteurs directs de changement	Services que procurent les écosystèmes	(UNEP, 2006)
Nombre et surface (en Km2) d'aires marines protégées en France (métropole et outre mer)	SNB	PER	Réponse	(MEEDDAT, 2007b); (MEEDDAT, 2008) ; (MEEDDAT, 2009)
Nombre cumulatif d'espèces exotiques en Europe depuis 1900	CDB	État et évolution des composantes de la biodiversité ; Menaces qui pèsent sur la biodiversité ; Intégrité des écosystèmes et des services écologiques ; Durabilité des usages ; Accès et partage des bénéfices issus de la biodiversité ; Transfert des ressources et opinion publique	Menaces qui pèsent sur la biodiversité	(CBD, 2006); http://www.twentyten.net/ ;
	SEBI	DPSIR	Pression	(EEA, 2009); (EEA, 2007); SEBI, 2010 Expert Group on invasive alien species : http://biodiversity-chm.eea.europa.eu/information/indicator/

Tableau 4. Utilisation effective des indicateurs de biodiversité marine et côtière, et données utilisées pour ces calculs.

Indicateurs	Utilisation (oui/non)	Nature des données	Sources des données
Evolution de la surface des récifs coralliens et du taux de recouvrement en corail vivant (France, Outre mer)	Non utilisé dans les rapports d'activité de la SNB 2007 et 2008*	Surface des récifs coralliens et du taux de recouvrement par le corail vivant	IFRECOR (Initiative française pour les récifs coralliens) (MEEDDAT, 2007b)
Indice liste rouge IUCN (Statut des espèces marines dans le monde)	Oui (Bubb et al., 2009, Vié et al., 2009)	Nombre d'espèces dans les catégories établies par la Liste Rouge IUCN	Liste Rouge de l'IUCN Inventaires
Changement de statut des habitats d'intérêt européen (communautaire)	Oui (EEA, 2007, EEA, 2009, MEDDAT, 2008)	Nombre d'habitats par catégorie d'état de conservation : favorable, défavorable inadéquat (équivalent à un état moyen), défavorable mauvais et inconnu (données insuffisantes)	Données collectées par les États membres dans le cadre des obligations de surveillance en vertu de l'article 11 de la directive européenne "Habitats" (92/43/CEE) (EEA, 2007).
Indice trophique marin	Oui (Pauly et Watson, 2005; Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006)	Captures de pêches de l'année et niveaux trophiques de ces captures	Niveau trophique de l'espèce : Fishbase et (www.fishbase.org) et base de données «Sea Around Us» (www.seaaroundus.org) ; Données de captures : FAO, IFREMER, IRD (MEEDDAT, 2007a)
Nombre et surface (en Km ²) d'aires marines protégées en France (métropole et outre mer)	Oui (MEEDDAT, 2008; MEEDDAT, 2009)	Nombre et surface (en km ²) d'aires marines protégées en France (métropole et outre mer), dont les réserves naturelles nationales marines, le parc marin, les arrêtés de protection de biotopes marins, les sites Natura 2000, les réserves de pêche et les aires protégées traditionnelles	Service de l'Observation et des Statistiques (SoeS) du MEEDDM et le MNHN (MEEDDAT, 2008; MEEDDAT, 2009)
Nombre cumulatif d'espèces exotiques en Europe depuis 1900	Oui (EEA, 2007)	Nombre cumulé d'espèces exotiques, estimé par intervalle de dix ans à partir de 1900	NOBANIS (North European and Baltic Countries Network on Invasive Alien Species), ETC/WTR et de l' Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) (EEA, 2007)

Légende : * Seule une synthèse de l'état des récifs coralliens (surface et nombre d'espèces) est présentée par la SNB (MEEDDAT 2009) (pas de séries temporelles).

Dans 38 % des cas, l'élaboration des indicateurs s'inscrit dans un des cadres conceptuels décrits précédemment, notamment le PER (23 % des indicateurs), le DPSIR (17 %) et enfin le cadre du MEA (7 %).

Par ailleurs, la grande majorité des indicateurs (67 %) s'inscrivent dans un cadre plutôt thématique, avec ou sans rapport avec un cadre conceptuel. Les domaines d'application renseignés par les indicateurs sont au nombre de cinq : a) l'état et l'évolution des composantes de la biodiversité ; b) le fonctionnement et l'intégrité de l'écosystème ; c) les mesures de protection ; d) les usages de la biodiversité ; e) les autres pressions qui s'exercent sur la biodiversité (les espèces invasives/exotiques, le changement climatique, la pollution et l'eutrophisation). Le domaine d'application lié au fonctionnement et à l'intégrité des écosystèmes marins et côtiers rassemble près de la moitié des indicateurs.

La majorité de ces indicateurs provient de la convention OSPAR (OSPAR Commission, 2007 ; Bergen Declaration, 2002) et de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, Directive 2000/60/CE). Ils renvoient plus à la qualité des milieux qu'à la biodiversité stricto sensu. Aux échelles nationales, régionales ou européennes, on note des objectifs différents dans l'usage des indicateurs de biodiversité. Ces différences sont synthétisées dans le tableau 5.

Seul un tiers des indicateurs de biodiversité marine et côtière cherchent à mesurer l'état et l'évolution des composantes de la diversité du vivant. Au sein de ce domaine, les indicateurs caractérisant les espèces et les populations sont surreprésentés vis-à-vis de ceux sur la diversité génétique qui sont en cours d'élaboration. Ils sont le plus souvent fondés sur une estimation de la variation d'abondance d'espèces ou de l'étendue d'habitats. Ils se concentrent en majorité sur la biodiversité dite « remarquable », soit des espèces ou habitats rares, vulnérables ou présentant un statut de protection.

Tableau 5. Différences entre les usages des indicateurs de biodiversité

Nom du programme	Catégorie d'indicateurs	Objectif	Portage institutionnel
Natura 2000	Inventaire de la biodiversité	Suivi de l'état de conservation des espèces et des habitats	Commission Européenne
DCSMM	Suivi du bon état écologique	Information pour évaluer les avancées dans le maintien de la diversité biologique marine en Europe	Commission Européenne
DCE	Suivi du bon état écologique	Information pour évaluer les avancées dans le maintien de la diversité biologique côtière en Europe	Commission Européenne
OSPAR	Suivi des pressions	Suivi de la conservation de l'espace marin	ICES
Barcelone	Inventaire de la biodiversité	Etablir des zones de protection pour les espèces méditerranéennes, pour leurs habitats et écosystèmes	Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées (CAR/ASP)
TdB Eaux sous juridiction française	Inventaire	Informations en appui aux politiques publiques de gestion de l'espace marin	AAMP
TdB AMP	Contrôle-gestion	Evaluation de l'effet de la protection et de l'efficacité des plans de gestion des AMP	AAMP
SINP	Suivi de la biodiversité	Faire vivre les bases de données sur la biodiversité et communiquer sur ces informations	MEEDDM

Quelles que soient la complexité du calcul et le niveau d'agrégation de l'indicateur, 21 % des indicateurs (17 indicateurs) présentés dans les textes institutionnels ne sont pas calculés ni utilisés en pratique. La plupart d'entre eux sont toujours en cours d'élaboration (diversité génétique). Huit indicateurs proposés dans la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) ne sont toujours pas utilisés dans les rapports d'activité de cette dernière. La volonté de développer des bases de données ou des réseaux de suivi pérennes de la biodiversité marine et côtière à différentes échelles pour alimenter ces indicateurs est néanmoins évidente sur l'ensemble des indicateurs recensés : 2/3 des indicateurs sont associés à des bases de données.

La notion de services écosystémiques émerge également progressivement dans les textes institutionnels. La moitié des indicateurs estime indirectement l'évolution de la biodiversité via la variation des services écosystémiques auxquels cette biodiversité contribue.

Conclusion : vers des indicateurs de l'état de la biodiversité marine et côtière ?

Les indicateurs existant ont le mérite de proposer des objectifs chiffrés à propos d'une question particulière. Ainsi, avant la Conférence de Johannesburg, la Convention sur la diversité biologique ne s'était guère traduite par des actions politiques concrètes. L'objectif fixé en 2002 de

ralentir le rythme de l'érosion de la biodiversité a rendu nécessaire le chiffrage de cette érosion en vue d'en mesurer le ralentissement. C'est ce qui a conduit à un intérêt croissant autour de l'analyse des indicateurs de biodiversité potentiellement capables de renseigner cette érosion à une large échelle. Cependant, on peut noter que les efforts consentis au cours des huit dernières années n'ont pas vraiment permis de clarifier la question des indicateurs requis pour appréhender et suivre l'état de la biodiversité marine et côtière de manière fiable.

En effet, notre analyse révèle un certain nombre de limites importantes à prendre en compte pour que les indicateurs de biodiversité puissent correctement qualifier l'érosion du vivant pour les milieux marins et aider les décideurs à agir sur cette dynamique. Tout d'abord, un grand nombre d'indicateurs ne sont que très indirectement connectés avec la biodiversité stricto sensu et des pans entiers du vivant sont passés sous silence – en particulier la diversité génétique des espèces sauvages. Ensuite, les cadres conceptuels ne semblent pas encore stabilisés ni véritablement utilisés. En particulier, il conviendrait de mieux documenter la description des interactions entre l'évolution de la biodiversité, les pressions dues aux usages et l'impact qui peut en résulter sur le bien-être humain. Enfin, un des résultats importants de notre analyse est de souligner qu'une part importante des indicateurs de biodiversité marine n'est finalement pas véritablement utilisée, ce qui en réduit bien évidemment la portée en tant qu'outil d'aide à la décision.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) « Mer ».

Bibliographie

- Bergen Declaration, 2002, *Fifth International Conference on the Protection of the North Sea*, 20–21 March 2002, Bergen, Norway, 50p.
- Bubb, P.J., S.H.M., Butchart, B., Collen, H., Dublin, V., Kapos, C., Pollock, S. N., Stuart, J.-C., Vié, 2009, *IUCN Red List Index - Guidance for National and Regional Use*, Gland, Switzerland : IUCN, 12p.
- Butchart, S. H. M., A. J., Stattersfield, L. A., Bennun, H. R., Akçakaya, J. E. M., Baillie, S. N., Stuart, C., Hilton-Taylor, G. M., Mace, 2005, Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and Beyond, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1454, pp. 255–268.
- Butchart, S. H. M., H. R., Akçakaya, J., Chanson, J. E. M., Baillie, B., Collen, S., Quader, W. R., Turner, R., Amin, S. N., Stuart, C., Hilton-Taylor, G. M., Mace, 2007, Improvements to the Red List Index, *PLoS ONE*, 2, 1, [En ligne] URL : <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0000140>.
- CBD, Convention on Biological Diversity - United Nations Environment Programme, 2004, *Indicators for assessing progress towards, and communicating, the 2010 target at the global level*, UNEP/CBD/SBSTTA/10/9, 15p.
- CBD, Convention on Biological Diversity - United Nations Environment Programme, 2005, *Version provisoire des objectifs mondiaux axés sur les résultats pour la mise en oeuvre des programmes de travail sur la diversité biologique des terres arides et sub-humides, des forêts et des montagnes*, UNEP/CBD/SBSTTA/11/INF/23, 10p.
- CBD, Convention on Biological Diversity - United Nations Environment Programme, 2006, *Framework for monitoring implementation of the achievement of the 2010 target and integration of targets into the thematic programmes of work*, UNEP/CBD/COP/DEC/VIII/15, 27p.
- CE, Commission européenne, 2009, *Rapport de la commission au conseil et au parlement européen - Rapport de synthèse sur l'état de conservation des types d'habitats et des espèces conformément à l'article 17 de la directive « Habitats »*, COM(2009), 17p.
- Costanza, R., R., d'Arge, R., de Groot, S., Farber, M., Grasso, B., Hannon, K., Limburg, S., Naeem, R. V., O'Neill, J., Paruelo, R. G., Raskin, P., Sutton, M., van den Belt, 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, pp. 253-260.
- Duarte, C.M., 2000, Marine Biodiversity and ecosystem services : an elusive link, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250, pp. 117-131.
- EEA, European Environment Agency, 2007, *Halting the loss of biodiversity by 2010 : proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, EEA Technical Report, 11, 38p.
- EEA, European Environment Agency, 2009, *Progress towards the European 2010 biodiversity target*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, EEA Technical report No 5/2009, 52p.
- Fossat, J., D., Pelletier, H., Levrel, 2009, *Projet Système d'Information sur la Nature et les Paysages, volet mer (SINP-mer) - Synthèse des indicateurs institutionnels de biodiversité marine et côtière*, rapport IFREMER pour le SINPmer, working paper, version 0.2, 109p.
- Guillaumont, B., E., Gauthier, 2005, *Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos marin*, Rapport Ifremer, Dyneco/Vigies, 27 p. + fiches techniques.
- Holmlund, C.M. et M. Hammer, 1999, Ecosystem services generated by fish populations, *Ecological Economics*, 29, pp. 253-268.
- Jackson, J.B.C., M.X., Kirby, W.H., Berger, K.A., Bjorndal, L.W., Botsford, B.J., Bourque, R.H., Bradbury, R., Cooke, J., Erlandson, J.A., Estes, T.P., Hughes, S., Kidwell, C.B., Lange, H.S., Lenihan, J.M., Pandolfi, C.H., Peterson, R.S., Steneck, M.J., Tegner, R.R., Warner, 2001, Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems, *Science*, 293, 5530, pp. 629-637
- Kaiser, M.J., M.J., Attrill, S., Jennings, D.N., Thomas, D.K.A., Barnes, A.S., Brierley, N.V.C., Polunin, D.G., Raffaelli, P.J. le B., Williams, 2005, *Marine ecology : Processes, systems, and impacts*, Oxford , Oxford University Press, 557p.
- Kremen, C., 2005, Managing ecosystem services : what do we need to know about their ecology, *Ecology Letters*, 8, pp. 468-479.
- Levrel, H., C., Kerbiriou, D., Couvet, J., Weber, 2009, OECD Pressure-State-Response indicators for managing biodiversity : A realistic perspective for a French biosphere reserve, *Biodiversity and Conservation*, 18, 7, pp. 1719-1732.
- Levrel, H., 2007, *Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité*, Paris, IFB, 93p., [En ligne] URL : <http://www.gis-ifb.org/documentation/>
- Levrel, H., 2008, Les indicateurs de développement durable : proposition de critères d'évaluation au regard d'une approche évolutionniste de la décision, *Revue Française de Socio-économie*, 2, pp. 199-222.
- Loh, J., R.E., Green, T., Ricketts, J., Lamoreux, M., Jenkins, V., Kapos, J., Randers, 2005, The Living Planet Index : using species population time series to track trends in biodiversity, *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 360, pp. 289-295.
- MEA [Chap.18, « Marine fisheries systems »], 2005, *Ecosystems and Human Well-Being : Current State and Trends, Findings of the Condition and Trends Working Group*, Millennium Ecosystem Assessment Series, Washington, D.C., Island Press, 815p. [En ligne] URL : <http://www.maweb.org/en/products.aspx>
- MEA [Chap.19, « Coastal systems »], 2005, *Ecosystems and Human Well-Being : Current State and Trends, Findings of the Condition and Trends Working Group*, Millennium Ecosystem Assessment Series, Washington, D.C., Island Press, 815p. [En ligne] URL : <http://www.maweb.org/en/products.aspx>
- MEDAD, Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable : DNP, Direction de la nature et des paysages, 2007, *État de conservation des espèces et des habitats d'intérêt communautaire – Sortie de la première évaluation en France*, MEDAD, 7p.
- MEEDDAT, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire : DNP, Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature, 2009, *Stratégie nationale pour la biodiversité : Rapport d'activité 2008*, MEEDDAT, 52p.
- MEEDDAT, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire : DNP, Direction de la nature et des paysages, 2008, *Stratégie nationale pour la biodiversité : Rapport d'activité 2007*, MEEDDAT, 103p.
- MEEDDAT, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire : DNP, Direction de la nature et des paysages, Cellule biodiversité, 2007a, *Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour la métropole*, MEEDDAT, 63p.

- MEEDDAT, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire : DNP, Direction de la nature et des paysages, Cellule biodiversité, 2007b, *Présentation des indicateurs de suivi de la biodiversité proposés pour l'outre-mer*, MEEDDAT, 61p.
- MEEDDM, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, 2009, *Guide relatif à la définition du bon état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition), en application de la directive cadre sur l'eau - version novembre 2009*, MEEDDM, 54p.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2002, *People and Ecosystems : A Framework for Assessment and Action*, Washington D.C., Island Press, 212p.
- OSPAR Commission, 2007, *EcoQO Handbook - Handbook for the application of Ecological Quality Objectives in the North Sea - First Edition 2007*, OSPAR Commission, London, UK , 39p.
- Pauly, D., 1998, Rationale for reconstructing catch time series, *EC Fisheries Cooperation Bulletin*, 11, pp. 4-7.
- Pauly, D., V., Christensen, 1998, Fishing down marine food webs, *Science*, 279, 5352, pp. 860-863.
- Pauly, D., R., Watson, 2005, Background and interpretation of the 'Marine Trophic Index' as a measure of biodiversity, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences*, 360, pp. 415-423.
- Rönnbäck, P., N., Kautsky, L., Pihl, M., Troell, T., Söderqvist, H., Wennhage, 2007, *Ecosystem Goods and Services from Swedish Coastal Habitats : Identification, Valuation, and Implications of Ecosystem Shifts*, *AMBIO*, 36, 7, pp. 534-544.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006, *Perspectives mondiales de la diversité biologique*, deuxième édition, Montréal, CBD, 83p. + viii pages.
- Solan, M., B.J., Cardinale, A.L., Downing, K.A.M., Engelhardt, J.L., Ruesink, D.S., Srivastava, 2004, Extinction and Ecosystem Function in the Marine Benthos, *Science*, 306, pp. 1177-1180.
- UNEP-WCMC, 2008, *State of the world's protected areas : an annual review of global conservation progress*, UNEP/WCMC, Cambridge, 36p.
- UNEP-WCMC, 2010, *The 2010 Biodiversity indicators and the post-2010 indicators framework*, Convention on Biological Diversity, UNEP/WCMC/Post-2010/0709/6, 45p.
- UNEP, United Nations Environment Programme, 2006, *Marine and coastal ecosystems and human well-being : A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment*, UNEP, 76p.
- UNEP MAP, Mediterranean Action Plan, 2002, *Mediterranean Action Plan and Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols*, working paper, 2nd edition, Athens, 170p.
- Van den Bergh, J. C. J. M., H., Verbruggen, 1999, Spatial sustainability, trade and indicators : an evaluation of the 'ecological footprint', *Ecological Economics*, 29, 1, pp. 61-72
- Wilkinson, C., 2008, *Status of coral reefs of the world : 2008*, Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, Australia, 296p.
- Wilson, M.A., R., Costanza, R., Boumans, S., Liu, 2004, Integrated assessment and Valuation of ecosystem goods and services provided by coastal systems, 24p., Wilson, J.G., (ed.), *The Intertidal Ecosystem : The Value of Ireland's Shores*, Dublin, Royal Irish Academy, pp. 1-24.
- Worm, B., E.B., Barbier, N., Beaumont, J.E., Duffy, C., Folke, B.S., Halpern, J.B.C., Jackson, H.K., Lotze, F., Micheli, S.R., Palumbi, E., Sala, K.A., Selkoe, J.J., Stachowicz, R., Watson, 2006, Impact of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services, *Science*, 314, pp. 787-790.

Annexe 1. Tableau récapitulatif des 82 indicateurs de biodiversité marine et côtière recensés, classés par domaines d'application

N°	Indicateurs
1. Etat et évolution des composantes de la biodiversité	
1.1. Evolution et surface des biomes, écosystèmes et habitats	
1	Evolution de la couverture des mangroves par pays ou globale (en ha)
2	Evolution des zones humides françaises (en ha et %)
3	Surface globale des mangroves en France et par collectivité d'outre mer (en Km ²)
4	Etat et évolution des récifs coralliens dans le monde et par régions (en Km ² et %)
5	Evolution de la surface des récifs coralliens et du taux de recouvrement en corail vivant (France, Outre mer)
6	Distribution globale des herbiers marins
7	Changement de la couverture des grandes classes d'habitats (CORINE Land Cover, CLC)
1.2. Évolution des espèces, des populations, et de la diversité génétique	
8	Indice planète vivante marin
9	Evolution de l'abondance des poissons marins pêchés
10	Evolution de l'abondance des oiseaux communs marins en France
11	Evolution de l'abondance des oiseaux protégés marins en France
12	Evolution des effectifs et de l'abondance des pontes des tortues marines
13	Evolution de l'abondance des cétacés
14	Evolution des populations de marsouins dans les eaux européennes
15	Evolution des populations de dauphins dans les eaux européennes
16	Evolution du nombre d'échouages global de cétacés et par espèces sur le littoral français
17	Evolution du nombre d'échouages global de pinnipèdes et par espèces sur le littoral français
18	Diversité des ressources génétiques halieutiques
1.3. Évolution du statut des espèces et habitats menacées et/ou protégés	
19	Indice liste rouge IUCN (Statut des espèces marines dans le monde)
20	Nombre d'espèces dans la Liste Rouge française de l'IUCN
21	Changement de statut des habitats d'intérêt européen (communautaire)
22	Changement de statut des espèces d'intérêt européen (communautaires)
23	Etat de conservation des habitats protégés par la convention Oskar
24	Etat de conservation des espèces protégées de la convention Oskar
25	Etat de conservation des habitats protégés par la convention de Barcelone
26	Etat de conservation des espèces protégées de la convention de Barcelone
2. Fonctionnement et intégrité de l'écosystème	
27	Indice trophique marin
28	Proportion des masses d'eau de transition et marines en bon état écologique
29	Percentile 90 chlorophylle a (µg/L)
30	Blooms de phytoplancton
31	M-AMBI
32	Recouvrement global de macroalgues intertidales (substrat dur)
33	Nombre d'espèces caractéristiques de l'ensemble des ceintures présentes de macroalgues intertidales (substrat dur)

34	Recouvrement des espèces opportunistes au sein des ceintures de macroalgues intertidales (substrat dur)
35	Limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales subtidales (substrat dur)
36	Composition et densité des espèces définissant l'étagement (macroalgues subtidales substrat dur)
37	Composition spécifique en macroalgues subtidales (substrat dur)
38	Richesse spécifique totale des macroalgues subtidales (substrat dur)
39	Longueur moyenne des Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> et surface moyenne des épibioses
40	Densité et composition en espèces des herbiers de Zostère
41	Superficie / Etendu des herbiers de Zostère
42	Indicateur "poisson" estuaire manche/atlantique
43	Densité des pieds de posidonie (nombre de faisceaux/m ²) à 15 m.
44	Surface foliaire par pied de posidonie (cm ² /faisceau) à 15 m.
45	Charge en épibiontes sur les feuilles de posidonie (poids sec des épibiontes/poids sec des feuilles) à 15 m
46	Limite inférieure de l'herbier de posidonie
47	Indice CARLIT
48	Richesse spécifique des angiospermes et macroalgues des eaux de transition en Méditerranée
49	Indice de recouvrement des espèces de référence d'angiospermes et macroalgues des eaux de transition en Méditerranée
50	Indicateur "poisson" en Méditerranée
51	État des stocks de poissons commerciaux
52	Evolution de la taille des populations du phoque commun (%)
53	Evolution des populations de jeunes phoques gris
54	Pourcentage de prises accessoires annuelles de marsouin commun (%)
55	Proportion des guillemots de Troïl (<i>Uria Aalge</i>) mazoutés parmi ceux qui ont été découverts morts ou mourants sur les plages
56	Teneurs en mercure constatées dans les oeufs des oiseaux de mer
57	Teneurs en composés organohalogénés dans les oeufs des oiseaux de mer
58	Particules en plastique trouvées dans les estomacs d'oiseaux de mer (fulmars boréaux, <i>Fulmarus glacialis</i>)
59	Succès de reproduction de la mouette tridactyle (<i>Rissa tridactyla</i>)
60	Tendances des populations d'oiseaux de mer en tant qu'indice de la santé de la communauté des oiseaux de mer
61	Indice poisson
62	Niveau moyen de l'imposex chez les pourpres femelles (<i>Nucella lapillus</i>) ou autres gastéropodes sélectionnés, sensibles au tributylétain (TBT)
63	Density of sensitive (e.g., fragile) species
64	Changement/Mortalité dans le zoobenthos en relation avec l'eutrophisation
65	Teneur en Chlorophylle a phytoplanctonique (µg/L)
66	Espèces phytoplanctoniques indicatrices d'eutrophisation (en nombre de cellule par litre ; composition d'espèces)
3. Mesures de protection	
67	Taux de protection des provinces et domaines marins (en %)
68	Densité des aires marines protégées en haute mer (aires actuelles et propositions de sites)
69	Nombre et surface (en Km ²) d'aires marines protégées en France (métropole et outre mer)
70	Surface des sites Natura 2000 en mer de France (en ha ou Km ²)
71	Proportion et surface des aires protégées en France dotées de plans de gestion ou d'aménagements agréés ; et taux de mise en œuvre des actions
72	Superficie des zones côtières et marines protégées (Km ²)
4. Usages de la biodiversité	

73	Aquaculture bénéficiant d'une gestion durable
74	Production annuelle de l'aquaculture en Europe et par pays européens (en tonne)
75	Empreinte écologique de la pêche (fishing grounds Footprint)
76	Wild Commodities Index (marin)
5. Pressions qui s'exercent sur la biodiversité	
5.1. Espèces invasives	
77	Nombre cumulatif d'espèces exotiques en Europe depuis 1900
78	Liste des pires espèces exotiques envahissantes menaçant la biodiversité en Europe
5.2. Changement climatique	
79	Evolution de la hauteur de la mer et de la température des eaux côtières ; fréquence et intensité des cyclones
5.3. Pollution	
80	Cartographie des dépôts atmosphériques d'azote réactif (NO _y et NH _x)
5.4. Eutrophisation	
81	Evolution des concentrations hivernales d'éléments nutritifs (azote (N) et phosphore (P)) dans les eaux de transitions, côtières et marines
82	Teneur en oxygène (en mg/L ; pourcentage de saturation en dioxygène)