Centre Ifremer Manche Mer du Nord
Laboratoire Environnement & Ressources

Novembre 2011 - Ifremer/RST.LER.BL/11.10

Coordination & Rédaction : Alain Lefebvre

La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/EU)

Caractéristiques du Bon État Écologique (BEE) pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation

La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/EU)

Caractéristiques du Bon État Écologique (BEE)

pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation

Version 2 - définitive

Ifremer

Janvier 2012

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Ifremer/RST.LER.BL/12.01 **Diffusion** : libre : ☐ restreinte : ■ interdite : ☐ **Validé par** : Patrick Camus, Caroline Gernez	**date de publication :** **Janvier 2012** **nombre de pages :** 51 **bibliographie :** oui **illustration(s) :** oui **langue du rapport :** Français
Rapport intermédiaire ☐ Rapport définitif ☑	

Auteur principal :	**Organisme / Direction / Service, laboratoire**
Lefebvre Alain	Ifremer, Boulogne sur Mer
Collaborateurs :	
Belin C.	Ifremer, Nantes
Camus P.	Ifremer, La Trinité sur Mer
Gernez C.	Ifremer, Brest
Gohin F.	Ifremer, Brest
Ménesguen A.	Ifremer, Brest
Haberkorn H.	Ifremer, Nantes
Sourisseau M.	Ifremer, Brest
Jérôme Baudrier	Ifremer, Brest
Sophie Beauvais	Agence des Aires Marines Protégées, Brest
Aurélie Blanck	Agence des Aires Marines Protégées, Brest
Jérôme Paillet	Agence des Aires Marines Protégées, Brest

Cadre de la recherche :
Mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/CE)

Résumé

La transposition par la France de la directive 2008/56/UE du 17 juin 2008 dite directive cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM) a abouti à l'élaboration de plans d'action pour le milieu marin dont les trois premiers éléments sont (1) l'évaluation initiale de l'état écologique des eaux marines et de l'impact environnemental des activités humaines sur ces eaux, (2) la définition du bon état écologique et (3) la définition des objectifs environnementaux. Le présent rapport concerne le point 2 et est dédié au descripteur 5 lié à l'eutrophisation tel que défini dans l'annexe I de la directive DCSMM.

Mots-clés :

Directive Cadre Stratégie pour le milieu marin, plan d'action pour le milieu marin, bon état écologique, eutrophisation.

sommaire

1. Introduction et généralités 6

1.1. Qu'est ce que l'eutrophisation ? 6
1.1.1. Les nutriments 6
1.1.2. L'eutrophisation 6
1.2. L'eutrophisation et la législation 7
1.3. L'eutrophisation et la DCSMM 8

2. Travaux européens et nationaux 10

2.1. État de l'art et évolutions 10
2.2. Relations entre les descripteurs du BEE 11

3. Caractéristiques du Bon État Écologique pour le descripteur 5 lié à l'Eutrophisation 12

3.1. Elaboration de la méthode d'évaluation de l'état écologique 12
3.1.1. Les échelles d'évaluation - les unités d'évaluation 12
3.1.2. Les zones à enjeux 13
3.1.3. Les indicateurs du BEE du milieu marin 19
3.1.4. Méthodes d'agrégation intra~ et inter descripteur 21
3.2. Caractérisation du Bon État Écologique 21
3.2.1. Le bon état selon la Directive Cadre sur l'Eau 21
3.2.2. Le statut au regard de l'eutrophisation selon la Procédure Commune d'OSPAR 23
3.2.3. Les caractéristiques du Bon État Écologique pour la DCSMM 27

4. L'observation par satellite et la modélisation pour la DCSMM 30

4.1. Les images satellites 30
4.2. La modélisation 32

5. Conclusions 36

6. Travaux futurs à envisager 36

7. Références 38

GLOSSAIRE :

CFR : Indice multimétrique de qualité pour les substrats durs (quality of rocky bottom) utilisé, entre autres, dans la DCE pour l'étude des macroalgues.

COMP : Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation de la convention OSPAR (1992).

DCE : Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/UE).

BEE : Bon Etat Ecologique au sens de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/UE).

EQR : Ecological Quality Ratio ou Rapport de Qualité Ecologique au sens de la DCE (2000/60/UE).

HASEC : Groupe de travail Substances Dangereuses et Eutrophisation de la convention OSPAR, issu de la fusion des groupes EUC (Eutrophication Committee) et HSC (Hazardous Substances Committee).

HEAT : Outils d'évaluation de l'état d'eutrophisation pour la Commission d'Helsinki (HELCOM).

HELCOM : Commission d'Helsinki pour la protection de l'environnement marin de la Mer Baltique, issue de la Convention d'Helsinki (1974).

Hystérésis (ou hystérèse) : C'est le retard de l'effet sur la cause, la propriété d'un système qui tend à demeurer dans un certain état quand la cause extérieure qui a produit le changement a cessé.

ICG-EUT : Groupe intersessionnel dédié à l'eutrophisation crée pour les besoins du travail du groupe HASEC d'OSPAR.

NPA : Statut de zone sans problème au regard de l'eutrophisation défini suite à l'application de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation de la convention OSPAR.

M-AMBI : Indice marin multimétrique de la qualité écologique du benthos de substrat meuble. Désigné comme « AMBI modifié », il résulte d'une application de l'analyse factorielle à l'indice AMBI, la richesse spécifique (i.e. le nombre d'espèces) et l'indice de diversité de Shannon-Weaver.

OSPAR : Convention d'Oslo et de Paris (1992) pour la protection de l'Atlantique nord-est.

Résilience : C'est la capacité d'un écosystème ou d'une espèce à récupérer un fonctionnement ou un développement normal après avoir subi un traumatisme.

PA : Problem Area : Statut de zone à problème au regard de l'eutrophisation défini suite à l'application de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation de la convention OSPAR.

PPA : Statut de zone à problème potentiel au regard de l'eutrophisation défini suite à l'application de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation de la convention OSPAR.

SRM : Sous-Région Marine au sens de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (2008/56/UE) : Manche Mer du Nord, Atlantique, Mers Celtiques et Méditerranée occidentale.

1. Introduction et généralités

1.1. Qu'est ce que l'eutrophisation ?

1.1.1. Les nutriments

Les rivières, les lacs, les réservoirs, la zone marine côtière sont enrichis par des eaux qui ont voyagées ou percolées au travers de roches, de sols, de sous-sols et de matières organiques. Par contact, ces eaux portent ainsi des nutriments et d'autres composés chimiques dissous qui en sont issus. Par conséquent, la qualité de l'eau dans l'environnement varie spatialement et temporellement. Les nutriments sont de deux types : les micro~et les macronutriments. Le phosphore, l'azote et la silice sont des composés essentiels au développement des végétaux et donc du phytoplancton et des macroalgues en milieu marin. Les formes biodisponibles sont l'orthophosphate (PO^4_{3-}) pour le phosphate, l'ammonium (NH_4^+) et le nitrate (NO_3^-) pour l'azote et l'acide orthosilicique ($Si(OH)_4$) pour le silicate. Certaines microalgues sont également capables d'utiliser des composés organiques comme l'urée, les acides aminées, les protéines. Selon Redfield & al. (1963) et Brzezinski (1985), la composition élémentaire du phytoplancton en carbone : azote : silice : phosphore (C : N : Si : P) est proche de 106 : 16 : 16 :1. Le rapport N:P dans le phytoplancton serait donc égal à 16 et le rapport Si:N serait égal à 1. Il est généralement accepté que le rapport molaire entre l'azote et le phosphore (N:P) dans l'eau de mer est approximativement le même que dans le phytoplancton, ce qui permet alors une croissance « optimale » du phytoplancton. Si le rapport N:P est inférieur à 16, l'azote est alors potentiellement en carence dans le milieu et la croissance du phytoplancton peut alors être limitée. Inversement, si le rapport N:P est supérieur à 16, le phosphore est alors potentiellement limitant pour la croissance du phytoplancton. De même, si le rapport Si:N est inférieur à 1, le silicate est alors potentiellement en carence dans le milieu et la croissance du phytoplancton (les diatomées) peut alors être limitée. Au contraire, si le rapport Si:N est supérieur à 1, l'azote est alors potentiellement en carence dans le milieu et la croissance du phytoplancton peut alors être limitée. Ce concept de la limitation par les nutriments suppose que le rapport pour lequel les nutriments sont absorbés et utilisés par le phytoplancton reflète la composition relative de ces éléments dans la cellule. Ainsi, il convient de prêter une attention particulière aux résultats lors de l'utilisation de ce concept pour des masses d'eaux qui reçoivent des apports conséquents mais sporadiques de nutriments.

Les nutriments peuvent être limitants, empêchant le développement de certains groupes ou au contraire favorisant le développement de certains autres ce qui conduit à des modifications de composition de la communauté végétale considérée. Ces modifications peuvent être néfaste au bon fonctionnement des écosystèmes (voir section 1.1.2.). D'autres facteurs comme la lumière, la température, la prédation vont également contribuer au contrôle du développement des végétaux aquatiques (voir la section 2 pour le lien entre le descripteur 5 et les autres descripteurs).

1.1.2. L'eutrophisation

L'eutrophisation au sens stricte est un phénomène qui se produit depuis des millénaires. C'est un processus d'addition de nutriments à une masse d'eau pouvant être un lac, une rivière, un estuaire, un océan qui va résulter en un changement de la production primaire et de la composition spécifique de la communauté associée à cette masse d'eau. Ce processus naturel ce produit alors sur des échelles de temps longues qui sont typiquement des échelles géologiques. A ces échelles, la masse d'eau passe par différents états, du moins enrichi au plus enrichi en nutriments (oligotrophique → mésotrophique → eutrophique). Les écosystèmes ont un niveau de résilience à un enrichissement par les nutriments qui leur permet de résister à la forte variabilité des apports en situation nominale. Cette résilience peut s'avérer insuffisante face aux apports excessifs de nutriments dont les principales sources sont, par voie terrestre et/ou atmosphérique, l'agriculture, l'industrie, les transports et les rejets d'eaux usées en

général. Ainsi, depuis le XXième siècle, en raison de l'industrialisation, du développement de l'agriculture intensive, de l'augmentation de la population, l'eutrophisation s'est accélérée en réponse à des apports excessifs de nutriments et notamment de l'azote et du phosphore. Ceci est parfois défini comme l'eutrophisation culturale. Ce type d'eutrophisation, qui se produit à des échelles de temps plus courtes provoque des effets nuisibles sur de nombreux écosystèmes à travers le monde. De plus, ce type d'eutrophisation à des conséquences socio-économiques importantes comme, par exemple, une perte des potentialités d'utilisation des eaux à des fins récréatives, un impact sur le tourisme voire sur les résidences permanentes, une réduction de la production et/ou de la consommation des produits de la mer, une augmentation des coûts d'entretien pour maintenir un environnement conforme à l'attente des usagers (ramassage des algues vertes, par exemple), etc.

Lorsque les concentrations en nutriments augmentent, ils sont transformés en composés organiques au travers des processus de fixation de l'azote et du phosphore des plantes. Sous leur forme inorganique, ils peuvent être utilisés par le phytoplancton qui se développe alors davantage . La plus forte concentration du phytoplancton en surface peut limiter la pénétration de la lumière, limitant ainsi son développement et celui des autres végétaux. Ceci peut impacter la biodiversité au travers de modification de la composition spécifique et de la perte d'habitats et peut induire une réduction de l'oxygène qui est normalement produit par la végétation en situation normale. Lorsque le plancton meurt et sédimente, la matière organique arrivant sur le fond est oxydées par les bactéries aérobies qui réduit davantage le concentration en oxygène dans l'eau. En cas d'excès de matière organique, ceci peut mener à des phénomènes d'hypoxie voire d'anoxie et peut causer la mort de poissons et/ou d'autres organismes aquatiques. Dans ces conditions, l'établissement d'une communauté bactérienne anaérobie sur le fond peut également conduire à la production de gaz tel que l'hydrogène sulfurée ou le méthane, composés létaux pour la faune.

L'eutrophisation apparaît ainsi comme un processus complexe résultant de la mise en œuvre d'un certain nombre de processus chimiques et biologiques qui se combinent pour provoquer les effets évoqués ci-dessus. L'augmentation excessive de la production primaire va provoquer des changements de structures des écosystèmes et de composition des espèces associées. La diminution de la concentration en oxygène, le développement d'algues nuisibles et la production de substances toxiques vont avoir des conséquences majeures pour les écosystèmes.

L'eutrophisation est définie par Ferreira *et al.* (2010) telle qu'étant un processus contrôlé par l'enrichissement de l'eau par les nutriments, et particulièrement par les composés de l'azote et/ou du phosphore, conduisant à une augmentation de la croissance, de la production primaire et de la biomasse des algues, ainsi qu'un changement dans l'équilibre des organismes et une dégradation de la qualité de l'eau. Les conséquences de l'eutrophisation sont indésirables si elles dégradent sensiblement la santé de l'écosystème et/ou l'apport durable des biens et services qu'il procure.

1.2. L'eutrophisation et la législation

Il existe un héritage législatif important qui a été mis en place pour protéger les environnements marins et aquatiques. Un certain nombre de conventions et d'agréments ont été établis au niveau international pour préserver et améliorer la qualité des environnements marins et aquatiques. Certains abordent explicitement le problème de l'eutrophisation. Il s'agit du Protocole sur les Oxydes d'azote dans l'atmosphère (1979), le protocole de Gothenburg (1999), la convention OSPAR pour la protection de l'Atlantique Nord-Est (1992), la convention d'Helsinki pour la protection de la Mer Baltique (1992), l'Organisation Maritime International (IMO), la convention international pour la prévention des pollutions par le transport maritime (MARPOL).

A l'échelle européenne, les directives en lien avec la problématique de l'eutrophisation sont la Directive Nitrate (1991), la directive sur le traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU, 1991), la directive relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution (IPPC, 1998), la Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000), la Politique Commune Agricole (depuis 1962) et bien entendu la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008).

1.3. L'eutrophisation et la DCSMM

Dans la Décision de la Commission européenne du 1er septembre 2010 (2010/477/UE), le **descripteur 5 (D5) du Bon État Écologique** est libellé ainsi : « l'eutrophisation d'origine humaine, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond, est réduite au minimum. »

La Décision indique également que « **l'évaluation de l'eutrophisation des eaux marines** doit prendre en compte l'évaluation des eaux côtières et des eaux de transition conformément à la directive 2000/60/CE (DCE) (annexe V, points 1.2.3 et 1.2.4), ainsi que les lignes directrices afférentes (1), de manière à permettre des comparaisons et prendre également en considération les informations et les connaissances collectées dans le cadre des conventions sur les mers régionales. Sur la base d'une procédure d'examen analytique intégrée dans l'évaluation initiale, les considérations fondées sur une analyse de risques peuvent être prises en compte pour évaluer l'eutrophisation de manière efficace (2). L'évaluation doit combiner les informations relatives aux teneurs en nutriments et à une série d'effets primaires et d'effets secondaires importants sur le plan écologique (3), en tenant compte des échelles temporelles appropriées. Compte tenu du fait que la concentration en nutriments est liée aux apports en sels nutritifs des fleuves et des rivières dans les bassins versants, la coopération avec les États membres sans littoral au moyen des structures de coopération établies conformément à l'article 6, paragraphe 2, troisième alinéa, de la directive 2008/56/CE se révèle particulièrement importante. »

(1) *Guidance Document on the Eutrophication Assessment in the Context of European Water Policies, Document n o 23*. Commission européenne (2009). Voir à l'adresse suivante: (http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library).

(2) Voir les points 3 à 6 de la partie A de la Décision.

(3) Voir le point 7 de la partie A de la Décision.

Pour le descripteur 5 (D5), les 3 critères et les 8 indicateurs retenus (Décision 2010/477/UE) sont présentés dans le tableau 1. Les conditions générales d'application de ces critères sont précisées dans la partie A de l'annexe à la décision. Il est clairement indiqué que « pour la plupart des critères, les évaluations et les méthodologies à employer doivent tenir compte et, le cas échéant, être dérivées de celles qui s'appliquent en vertu de la législation existante de l'Union européenne […]».

Tableau 1 : Les critères et les indicateurs du BEE pour le descripteur 5 (D5) lié à l'eutrophisation (extrait de la décision 2010/477/UE).

5.1. Teneurs en nutriments
— Concentration en nutriments dans la colonne d'eau (5.1.1)
— Taux des nutriments [silicium, azote et phosphore], le cas échéant (5.1.2)
5.2. Effets directs de l'enrichissement en nutriments
— Concentration en chlorophylle dans la colonne d'eau (5.2.1)
— Transparence de l'eau en liaison avec une augmentation de la quantité d'algues en suspension, le cas échéant (5.2.2)
— Abondance d'algues macroscopiques opportunistes (5.2.3)
— Modification des espèces dans la composition de la flore, comme le rapport diatomées/flagellés, le basculement des espèces benthiques aux espèces pélagiques, ainsi que la floraison d'espèces sources de nuisance ou la prolifération d'algues toxiques (par exemple, cyanobactéries), causée par les activités humaines (5.2.4)
5.3. Effets indirects de l'enrichissement en nutriments
— Abondance des algues et herbiers pérennes (par exemple, fucacées, zostères et posidonies), perturbés par la diminution de la transparence de l'eau (5.3.1)
— Oxygène dissous, c'est-à-dire changements dus à un accroissement de la décomposition de matière organique et de la superficie de la zone concernée (5.3.2)

La définition des caractéristiques du BEE doit se faire par référence à l'évaluation initiale et prendre en compte les pressions ou impacts des activités humaines dans chaque région ou sous région marine (SRM), compte tenu des listes indicatives établies à l'annexe III, tableau 2 de la directive 2008/56/UE.
Puisqu'il tient compte de l'exercice d'activités humaines en mer ou à terre ayant un impact sur le milieu, **le BEE n'est pas un état de référence** (Circulaire du 17 octobre 2011 relative à la mise en œuvre du décret n° 2011-492 relatif au plan d'action pour le milieu marin). En effet, Duarte *et al.* (2009) (Figure 1), attirent l'attention sur l'importance de considérer le phénomène d'hystérésis lors de l'étude de la réponse d'un écosystème à des protocoles de gestion. Par exemple, la réponse à une réduction des apports de nutriments ne sera pas immédiate et ne sera pas une simple inversion du processus ayant conduit à un état où l'intégrité du système est menacée. Ces auteurs présentent les différentes hypothèses de retour à un état passé en tenant compte d'éventuelles modifications du niveau de référence, de changement de régime ou de combinaisons des deux. Ils n'excluent pas l'hypothèse de ne pas pouvoir revenir à un état passé quelles que soient les mesures mises en œuvres. Ils recommandent de raisonner non plus en terme de retour à un état de référence plutôt improbable mais en terme d'objectif cible à atteindre, permettant le maintien des biens et services clefs de l'écosystème.

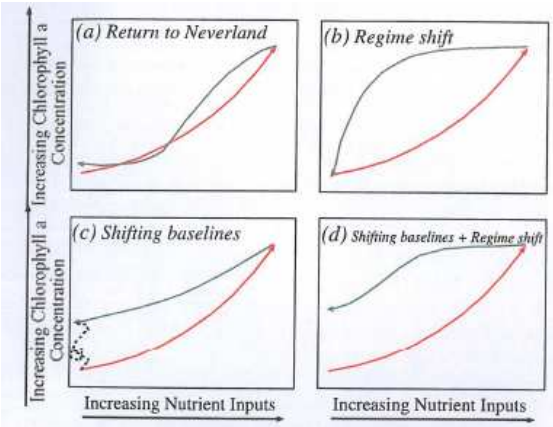


Fig. 1 Idealized trajectories of chlorophyll a concentrations, as an indicator of ecosystem status, and nutrient inputs to coastal ecosystems under increasing (*red line*) and decreasing (*green line*) nutrient inputs under different response scenarios: **a** "Return to Neverland" scenario implying a direct reversible relationship between chlorophyll a concentrations and nutrient inputs; **b** a trajectory resulting from a "Regime Shift" in ecosystem status in response to nutrient inputs. This trajectory results in an apparent time lag, or hysteresis effect, in the response to reducing nutrient inputs; **c** "Shifting Baselines" scenario, where changes in forcing factors other than nutrients (e.g., climate, food web structure) forces a trajectory for the ecosystem independent of that forced by nutrients, depicted by the *dotted line*, preventing the ecosystem to return to the "reference condition" after reducing nutrient inputs; and **d** a trajectory displaying "Regime Shift and Shifting Baselines" combined

Figure 1. Trajectoires idéalisées des concentrations en chlorophylle a, utilisées comme indicateur de l'état de l'écosystème, en fonction des apports de nutriments à l'écosystème côtier dans des conditions croissantes (ligne rouge) ou décroissante (ligne verte) (Extrait de Duarte et al. (2009)) : (a) retour à Neverland, (b) changement de régime, (c) changement de ligne de base et (d) combinaison d'un changement de régime et de ligne de base.

La France définit le BEE comme le **niveau d'ambition à long terme** pour l'état écologique du milieu marin, autrement dit le **niveau acceptable de l'impact des activités humaines sur l'état écologique** qui n'affecte pas le bon fonctionnement des écosystèmes.

2. Travaux européens et nationaux

2.1. État de l'art et évolutions

Les critères relatifs au BEE reposent sur les obligations existantes et les évolutions dans le contexte de la législation de l'Union Européenne.

La définition des caractéristiques du BEE pour le descripteur 5 repose sur le travail déjà réalisé lors de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE – 2000/60/EU) (développement des métriques et essais d'évaluation de l'état écologique) (Annexe I) et s'appuie également sur celui des conventions des mers régionales ou groupes de travail ad hoc. A ce stade, il faut noter qu'en dehors des différences liées à l'emprise géographique (côte vs large) et aux compartiments considérés par les directives DCE et DCSMM, la DCE ne considère pas explicitement l'eutrophisation mais propose un ensemble d'éléments de qualité physico-chimiques (température, salinité, transparence, oxygène, nutriments), ainsi que des éléments de qualité biologique (phytoplancton et macro-algues) comparables aux indicateurs définis pour le D5 dans la décision du 1er septembre 2010 relative aux critères et aux normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines (2010/477/EC). Par ailleurs, il est apparu nécessaire de prendre en compte les éléments de la stratégie de lutte contre l'eutrophisation de la convention OSPAR qui a abouti à la mise en œuvre de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation (OSPAR, 2002, 2009). Le travail de mise à jour de cette Procédure Commune d'évaluation tient compte des résultats acquis lors des précédents exercices d'évaluation nationale de l'eutrophisation en 2002 et en 2007 (OSPAR, 2010), de la convention d'Helsinki (HELCOM) (Andersen et al., 2010 ; HELCOM, 2009) et notamment ceux de son outil d'évaluation de l'état d'eutrophisation (HEAT), de la convention de Barcelone, ainsi que les conclusions du « Task Group 5 » (TG5) piloté par l'EC Joint Research Centre (Piha & Zampoukas, 2010).

L'approche écosystémique pour la gestion de la mer Méditerranée a été mise en œuvre dès 2008 par la convention de Barcelone et par souci de convergence entre les démarches pour l'élaboration dans ce cadre des objectifs écologiques, des objectifs opérationnels et des indicateurs associés, il a été décidé de s'appuyer sur les travaux engagés par la DCSMM.

Au sein d'OSPAR, les réflexions concernant les éléments pouvant contribuer au D5 se font lors des réunions du groupe HASEC (Hazardous Substances and Eutrophication Committee) (ce groupe est le résultat de la fusion des ex-groupes EUC - Eutrophication Committee et HSC – Hazardous Substances Committee) et du groupe ICG-EUT (groupe inter-sessionnel Eutrophisation) (19-21 janvier 2011 et 15-18 novembre 2011). Le présent rapport tient compte des éléments d'information du document intitulé « Draft advice document : approaches to determining good environmental status for eutrophication (GES descriptor 5) and setting targets and indicators » (Document ICG COMP 11/3/1 - Annexe 4 validé par HASEC 2011).

2.2. Relations entre les descripteurs du BEE

A ce stade du travail, la mise en cohérence avec les autres descripteurs reste à faire. Afin d'éviter les redondances et les incohérences entre les descripteurs, un travail de concertation avec les chefs de file des descripteurs 1, 2, 3, 4, 6, 7 et éventuellement 8, 9 devra être engagé. En effet, les dommages causés à l'écosystème peuvent induire une perte de diversité et des changements dans l'équilibre des organismes aboutissant à des modifications de l'abondance relative des populations. Ainsi, il existe un recouvrement entre le D5 et le descripteur concernant la diversité biologique (D1). Le lien entre eutrophisation et développement d'espèces phytoplanctoniques toxiques fait l'objet de nombreux débats et justifie ainsi le lien avec le D2. Ces algues toxiques peuvent affecter les espèces exploitées ou les espèces benthiques d'où le lien avec le D3 et le D6. Parce que les chaînes alimentaires contribuent à la structure de l'écosystème et que les échanges trophiques participent à la vitalité de l'écosystème, il y a un recouvrement du D5 avec les descripteurs concernant les réseaux trophiques (D4) et l'intégrité des fonds (D6). Les aspects hydrographiques (exemples, stratification, structure frontale, turbidité, temps de résidence) traités par le descripteur 7 vont, dans certains cas, être déterminants pour l'expression de l'eutrophisation et de ses conséquences. Le lien avec le D8 et le D9 permettra d'étudier la possible interférence des contaminants chimiques avec les effets de l'eutrophisation. Ces relations sont illustrées par le schéma conceptuel de l'eutrophisation proposé par HELCOM (2006) (Figure 2).

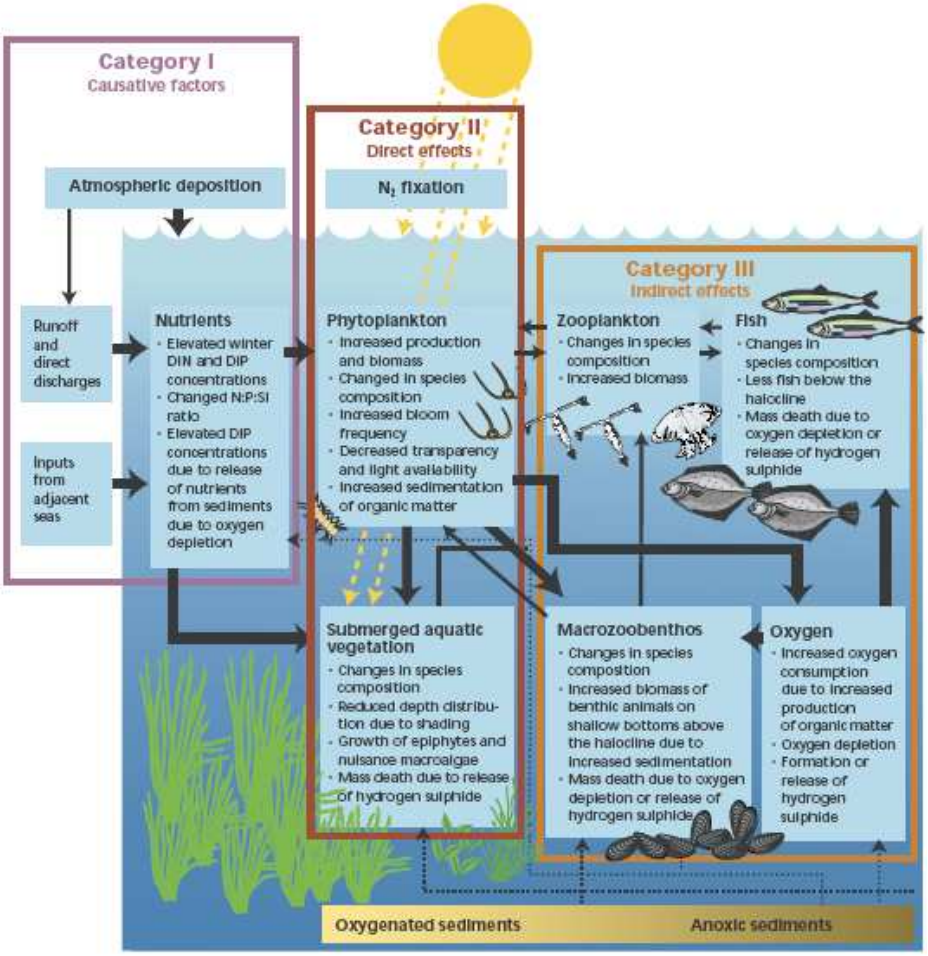


Figure 2. Schéma conceptuel de l'eutrophisation (Source : HELCOM, 2006). Les flèches indiquent les interactions entre les compartiments écologiques. Un écosystème équilibré est caractérisé par : (1) une chaîne pélagique courte (phytoplancton => zooplanton => poisson), (2) une composition spécifique naturelle pour le plancton et les organismes benthiques, et (3) par une distribution naturelle de la végétation subaquatique. Dans certaines conditions hydrodynamiques et physico-chimiques, l'enrichissement en nutriments provoque des changements dans la structure et la fonction des écosystèmes marins, comme indiqué par les traits pointillés.

3. Caractéristiques du Bon État Écologique pour le descripteur 5 lié à l'Eutrophisation

3.1. Elaboration de la méthode d'évaluation de l'état écologique

3.1.1. Les échelles d'évaluation - les unités d'évaluation

L'unité d'évaluation est définie comme la portion de l'écosystème qu'il est pertinent de considérer pour évaluer l'état écologique. Il peut s'agir de l'habitat, de l'espèce, d'une substance, etc., voire même de la sous région marine dans son ensemble. La notion d'échelle d'évaluation ainsi que les réflexions quant aux notions d'échelles spatiale ou temporelle en générale sont développées dans les sections suivantes.
Les problèmes de représentativité spatiale et temporelle des résultats ne sont pas triviaux. Dans le cadre de la stratégie de lutte contre l'eutrophisation (CEMP) d'OSPAR et afin de contribuer à l'évaluation de

l'efficacité des actions prises pour minimiser l'eutrophisation et ses effets, les groupes intersessionnels ICG-Mon (Monitoring) et ICG-EUT (Eutrophication) développent des recommandations pour les besoins de résolution spatiale et temporelle pour les variables de l'eutrophisation qu'il conviendra de considérer lors du développement ou de la mise à jour des indicateurs, lors de la définition des programmes de surveillance. La phase de définition des valeurs de référence devra également tenir compte de la variabilité géographique, de la distance à la côte, de la bathymétrie, de la qualité des sédiments et des conditions hydrodynamiques (Karydis, 2009). La relation entre échelle de temps et d'espace et les processus, les mécanismes impliqués pour ces combinaisons d'échelles sont synthétisés sur la figure 3.

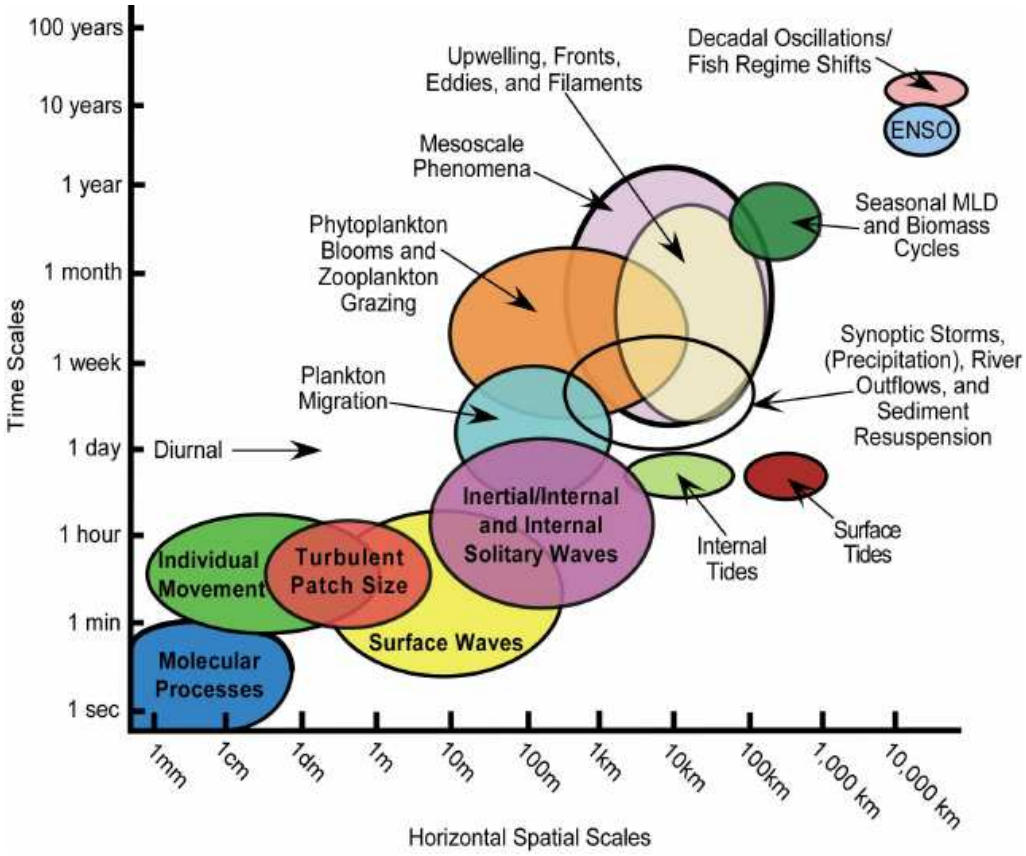


Figure 3. Échelles spatiales et temporelles des processus impliqués dans les blooms phytoplanctoniques (Source : Dickey, 1991 modifié par Grace et Dickey).

3.1.2. Les zones à enjeux

La spatialisation des enjeux a fait l'objet d'une réflexion spécifique lors de l'atelier de synthèse de l'Evaluation Initiale (13-15 septembre 2011, Paris) coordonnée par la direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, l'Ifremer et l'Agence des Aires Marines Protégées. Il s'agissait de cartographier, dans la mesure du possible, des zones à enjeux identifiées par les experts pour les différentes pressions recensées. Cet exercice a été réalisé en complément du tableau de synthèse des impacts par sous région marine (SRM), certains enjeux identifiés via le tableau de synthèse des impacts ne pouvant pas être spatialisés (absence de données ou de connaissance ou absence de cause pour la spatialisation).
Cet exercice a été réalisé dans l'objectif d'identifier les zones à enjeux écologiques de chaque SRM, sans tenir compte de la réglementation préexistante sur tout ou partie de la SRM en question.
Les participants à l'atelier se sont répartis en 4 groupes, chaque groupe ayant à traiter un ensemble de descripteurs (et donc de pressions associées) aussi homogène que possible. Les résultats présentés dans

ce rapport sont issus du groupe 1 « Apport ». L'exercice de spatialisation a consisté, pour chaque descripteur et chaque pression reliée à ce descripteur, et chaque SRM, à identifier :
- une ou plusieurs zone(s) géographique(s), la pression qui s'y exerce et la composante de l'écosystème impactée (avec éventuellement un degré d'impact, conformément au code couleur du tableau de synthèse des impacts) ;
- ou une ou plusieurs zone(s) géographique(s), la pression qui en provient (avec éventuellement un degré de contribution à la pression sur la SRM de la zone identifiée) ;
- et/ou une zone impactée par une pression « diffuse » (avec éventuellement un degré de contribution à l'impact sur la SRM de la zone identifiée).
Dans ce cadre, n'ont pas été identifiées les zones à enjeux liés à la présence d'habitats ou d'espèces dit patrimoniaux.
Plusieurs cas de figures existent pour identifier des zones à enjeux, telles que définies dans le cadre de cet atelier.

Cas de figure n° 1 : Pression connue
- identification de zones de pression forte (sur la base de données source de pression si nécessaire) ;
- identification de la présence ou non d'espèces/habitats sensibles/vulnérables dans les zones en question ;
- priorisation en fonction de la sensibilité/vulnérabilité des espèces/habitats ;
- en conclure sur l'existence d'une zone à enjeux.

Cas de figure n° 2 : Provenance de la pression connue
- identification des zones de « provenance de pression forte » (sur la base de données source de pression si nécessaire) ;
- prioriser les principales zones contribuant à la pression globale sur la SRM et à l'impact au sein de la SRM ;
- en conclure sur l'existence de zones à enjeux.

Cas de figure n° 3 : Impact avéré/observé
- identification de zones impactées par la pression ou par des pressions (sur le fondement de l'EI/EE ou de l'EI/PI) ;
- priorisation de ces zones impactées (en fonction des caractéristiques des habitats/espèces touchées) ;
- en conclure sur l'existence d'une ou plusieurs zones à enjeux.
Ces différents cas de figure ont été déclinés et illustrés le cas échéant pour chaque pression.

Dans cet exercice de spatialisation des enjeux, deux types de zones ont été croisés :
1) les zones où l'on observe de fortes concentrations en nutriments (= forte pression) ;
2) les zones où l'on observe des biomasses anormalement élevées en phytoplancton, des échouages massifs de macrophytes, des zones d'anoxie ou d'hypoxie etc. Ce sont des zones où l'impact d'un apport excessif en nutriments est visible (eutrophisation).
A chaque fois, les sources principales de ces pressions ont été déterminées (apports fluviaux en azote et en phosphore, apports d'origine atmosphérique etc.).

SRM Manche – Mer du Nord
La Manche-mer du Nord peut être subdivisée en deux sous-ensembles :
- la Manche orientale influencée par les apports de la Seine ; à l'exception des côtes du pays de Caux, les zones côtières s'étendant de Barfleur à la frontière belge sont affectées par des problèmes d'eutrophisation (biomasse totale en phytoplancton anormalement élevée, forte abondance d'espèces phytoplanctoniques indicatrices).
- la Manche occidentale influencée par les petits fleuves côtiers ; à l'exception de la côte ouest du Cotentin, tout le littoral s'étendant de la baie du Mont St-Michel jusqu'à la baie d'Audierne est sujet à des problèmes d'eutrophisation (souvent liés à des efflorescences de macrophytes de type ulve, parfois à de fortes abondances d'espèces phytoplanctoniques indicatrices).

La figure 4 représente les différentes zones à enjeux identifiées.
Trois grandes zones sont identifiées en Manche orientale :
- estuaire et baie de Seine au sens large (zone 11). Cette zone est classée comme zone à enjeu prioritaire pour le D5. Elle correspond à la zone côtière turbide et brassée sous influence directe du panache de la Seine. Elle s'étend au delà de la limite d'extension des eaux côtières suivies pour la DCE. On y observe des fortes biomasses phytoplanctoniques et des problèmes de phycotoxines ;
- une zone s'étendant de Barfleur jusqu'à Dieppe (zone 10). Elle englobe la zone précédente. Elle est caractérisée par des concentrations en chlorophylle a élevées, quoique moindres par rapport à la zone de l'estuaire ;
- une zone de Dieppe à la mer du Nord (zone 12). Elle correspond à une zone peu profonde et enrichie en éléments nutritifs dans sa partie sud par le «fleuve côtier ». L'expression fleuve côtier est attribuée à l'ensemble des eaux côtières s'étendant de la Baie de Seine au Pas de Calais, caractérisé par des apports importants des fleuves et des courants résiduels moyens orientés parallèlement à la côte et dirigés vers le nord-est. Les pressions dans cette zone sont de plus en plus élevées de l'ouest vers l'est, les côtes de la Somme et du Nord / Pas-de-Calais représentant des zones à enjeux forts.

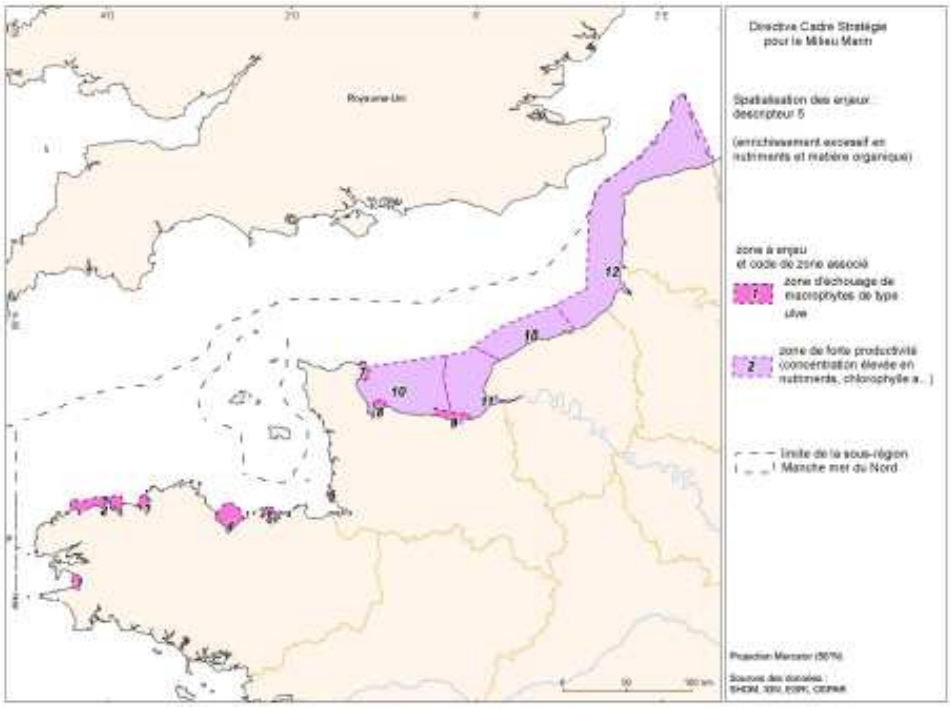


Figure 4. Zones à enjeux pour l'eutrophisation en Manche - Mer du Nord.

Neuf zones d'échouages de macrophytes (6 en Manche occidentale et 3 en Manche orientale) sont recensées :
- Sept zones d'importance primaire : Baie de Douarnenez (1), Côte du Léon (2), Lannion (3), Baie de Saint Brieuc (4), Baie de Fresnaye (5), Grandcamp (8), Côte de Nacre (9).
- Deux zones d'importance secondaire : Granville (6), Barfleur (7).

<u>SRM Golfe de Gascogne</u>
Les grands fleuves sont les principaux contributeurs en nutriments : Loire/Vilaine, la Gironde et l'Adour. De façon générale, toute la bande côtière de la Bretagne sud au Pays Basque, constitue la zone la plus productive de la sous région marine, du fait des éléments nutritifs apportés par les fleuves. La zone d'influence de la Loire s'étend jusqu'à l'entrée de la Manche.
La figure 5 représente les principales zones à enjeux relatives à l'eutrophisation pour cette sous région marine.

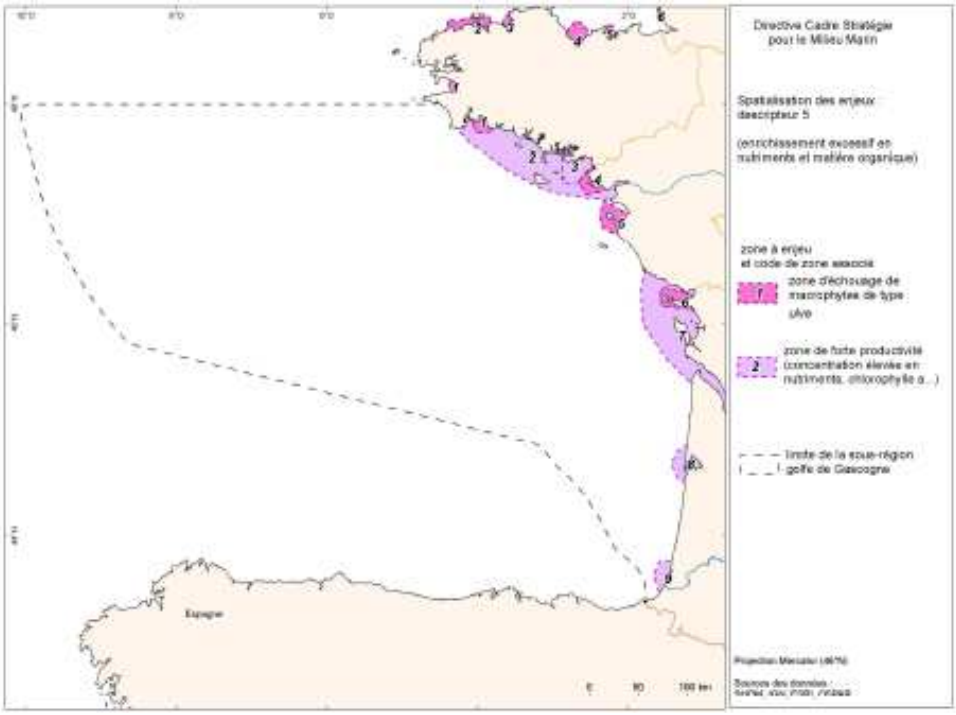


Figure 5. Zones à enjeux pour l'eutrophisation dans le golfe de Gascogne.

La baie de Vilaine (zone 3) est une zone particulièrement sensible à l'eutrophisation (fréquence élevée de blooms phytoplanctoniques, anoxie, marées vertes). Elle fait l'objet d'un suivi particulier depuis 2008 (bouée MOLIT).

Il apparaît quatre zones influencées par le panache des grands fleuves et caractérisées par de fortes productivités :
- une zone s'étendant du sud Finistère (Penmarc'h) jusqu'au sud de l'estuaire de la Loire (zone 2) . Elle englobe la baie de Vilaine ;
- une zone s'étendant de la Vendée (sud des Sables d'Olonne) jusqu'en Gironde, incluant les Pertuis Charentais, et sous l'influence de la Gironde (zone 7) ;
- une zone comprenant le bassin d'Arcachon et son extension au large (zone 8) ;
- une zone autour de Bayonne, sous l'influence de l'Adour (zone 9).

Quatre zones d'échouage de macrophytes sont recensées du nord au sud :
- baie de Concarneau (zone 1) ;
- le nord de la Loire-Atlantique (de la baie de Vilaine jusqu'au secteur de La Baule (zone 4) ;
- île de Noirmoutier (zone 5) ;
- île de Ré (zone 6).

<u>SRM Méditerranée occidentale</u>

La sous région marine Méditerranée occidentale ne rencontre pas aujourd'hui de problème majeur d'eutrophisation. Seule la zone côtière du Languedoc Roussillon (de Sète à la pointe de l'Espiguette) révèle une fréquence des blooms phytoplanctoniques élevée par rapport à la normale (données DCE). Le Rhône, principal fleuve méditerranéen, joue un rôle primordial avec un apport annuel estimé à un tiers de la quantité totale reçue par les eaux de surface de Méditerranée en tenant compte des apports atmosphériques et du mélange hivernal de la colonne d'eau. Les eaux littorales et côtières sont quant à elles soumises aux apports par des émissaires et à l'impact d'activités industrielles et portuaires, facteurs qui peuvent entraîner de forts enrichissements localisés en éléments nutritifs.
La figure 6 représente les principales zones à enjeux relatives à l'eutrophisation, pour cette sous région marine :

- une zone côtière s'étendant du golfe de Fos à Sète. Cette zone est directement influencée par le panache du Rhône. C'est la zone la plus productive de la sous région marine (zone 1) ;
- une zone plus large s'étendant de Fos, jusqu'à Banyuls (elle englobe la zone précédente ; zone 2). Elle correspond à la zone du golfe du Lion et du plateau continental, sous influence des apports du Rhône et avec des eaux relativement riches en matière en suspension, et avec une activité chlorophyllienne importante toute l'année du fait de la richesse relative en éléments nutritifs.

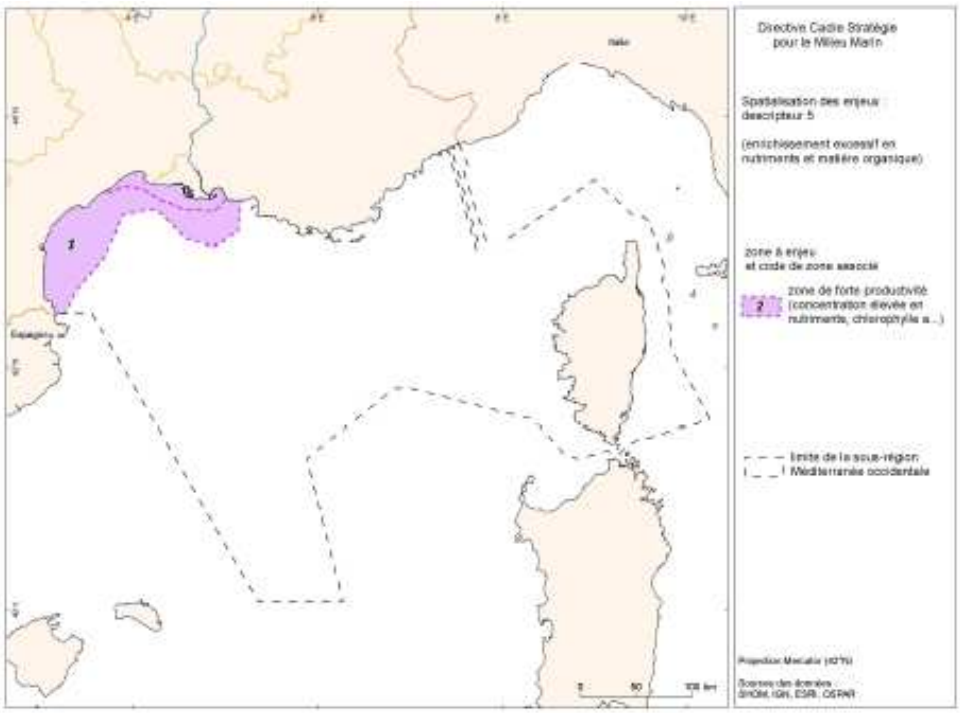


Figure 6. Zones à enjeux pour l'eutrophisation en Méditerranée occidentale.

SRM Mers celtiques

Les apports directs d'eau douce à la mer étant négligeables sur l'île d'Ouessant, les apports principaux en nutriments sont issus du panache de la Loire (hors SRM des mers celtiques) et de l'atmosphère. La biomasse phytoplanctonique sur la région est relativement faible et loin d'atteindre des niveaux élevés selon le critère d'eutrophisation DCE (mauvaise qualité pour des valeurs supérieures à 40 µg/L sur la Manche et l'Atlantique). L'eutrophisation ne constituant pas un problème majeur pour la sous région marine des mers celtiques, aucune zone à enjeux n'a été déterminée.

Vue d'ensemble

Les résultats de ce travail de spatialisation des enjeux sont en accord avec les évaluations faites lors de la deuxième application de la Procédure Commune d'OSPAR (OSPAR, 2010) (Figures 7 et 8) ou lors des essais de définition de l'état écologique des masses d'eaux au sens de la DCE (Desroy *et al*., 2009, 2010 ; Daniel et Soudant, 2009a,b, 2010, 2011a,b ; Soudant et Belin, 2010). Bien que les méthodes d'évaluation soient différentes, la définition des zones à enjeux au sens de la DCSMM apparaît cohérentes avec l'identification des zones à problème ou à problème potentiel au regard de l'eutrophisation selon OSPAR ou des zones de qualité moyenne selon la DCE.

Le choix de l'échelle d'évaluation devra se faire en accord avec les contraintes d'autres descripteurs, comme par exemple le D1 ou le D6. A ce stade du travail, les stratégies de monitoring et d'évaluation pourraient être basées sur la notion de risque. Il s'agirait de porter les efforts sur les zones à enjeux, sans toutefois délaisser les zones adjacentes au regard de l'importance de la dynamique des écosystèmes marins et des aspects transfrontaliers.

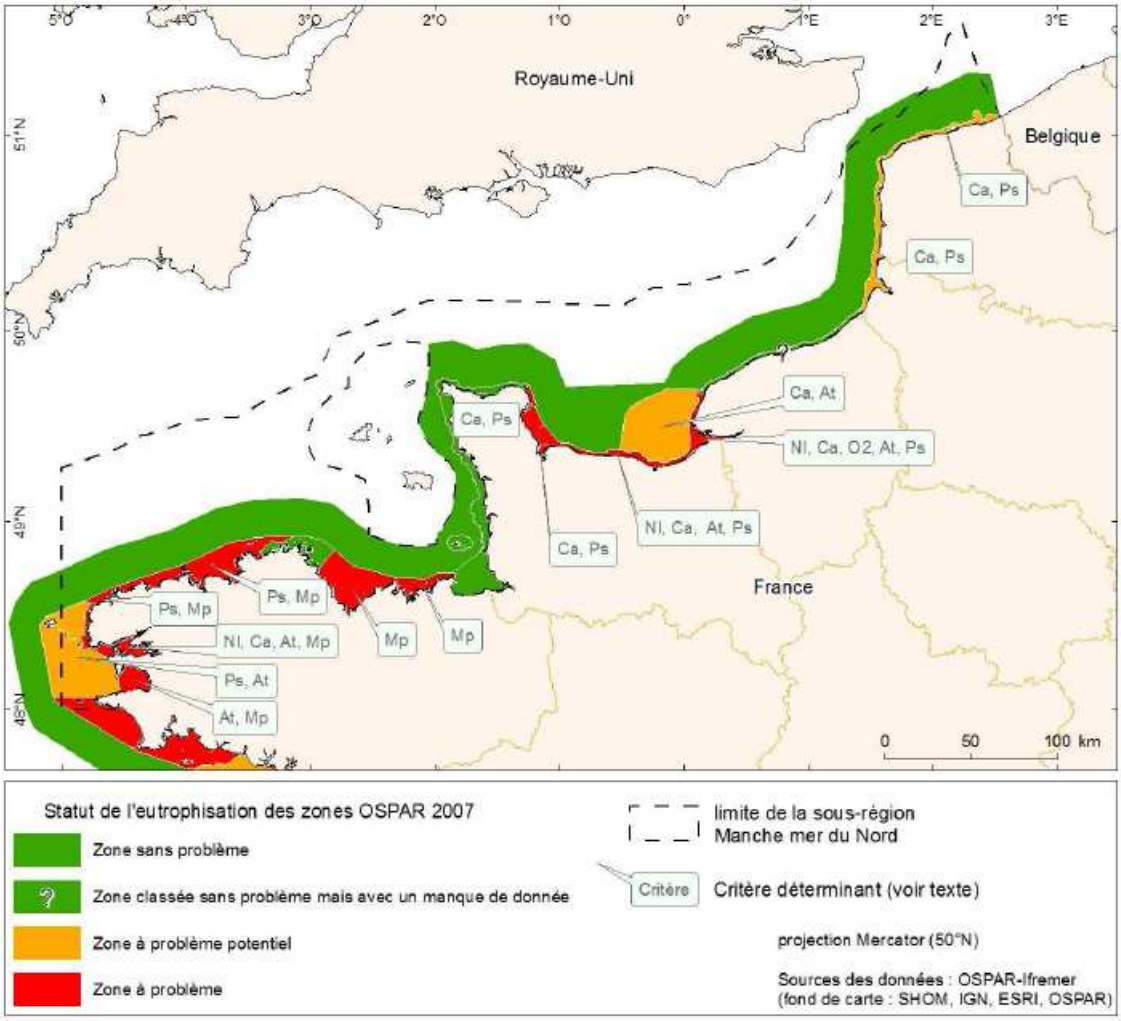


Figure 7. Résultats de la deuxième application de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation d'OSPAR pour la sous région marine Manche – Mer du Nord (Carte : Agence des Aires Marines Protégées ; source des données : OSPAR – Bilan de Santé 2010) avec identification des critères déclassants (voir tableau après la figure 8).

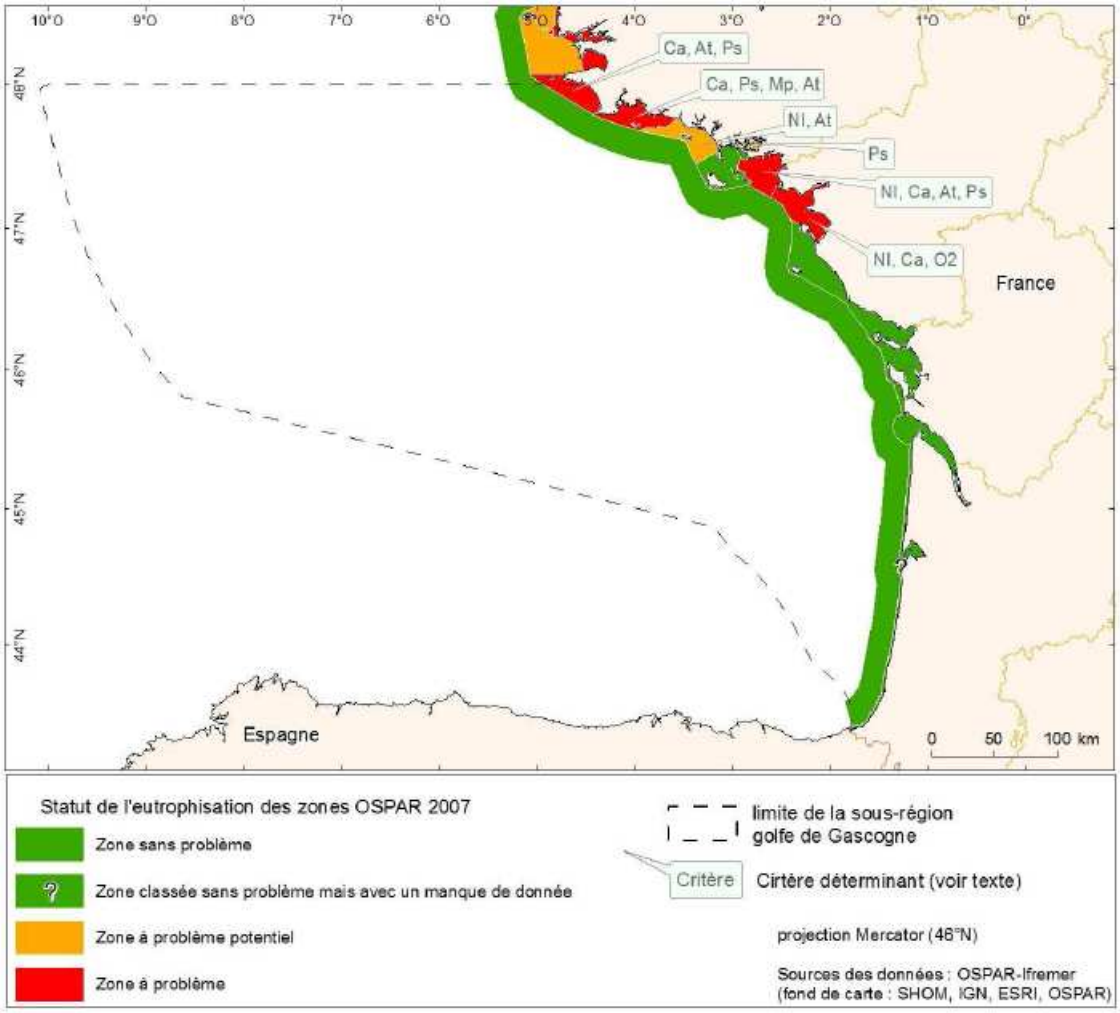


Figure 8. Résultats de la deuxième application de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation d'OSPAR pour la sous région marine Golfe de Gascogne (Carte : Agence des Aires Marines Protégées ; source des données : OSPAR – Bilan de Santé 2010) avec identification des critères déclassants (voir tableau ci-dessous).

critère (signification)	définition
NI (nutrient input)	Apports fluviaux et rejets directs de N total et de P total – analyse des tendances.
Ca (Chlorophylle a)	Valeur du percentile 90 de la teneur en Chlorophylle a
Ps (Phytoplancton species)	Efflorescence d'espèces phytoplanctoniques indicatrices
Mp (Macrophytes)	Efflorescences de macrophytes, y compris macroalgues : permanence du phénomène (ulves) et importance de la gène occasionnée
O2 (Oxygène)	Valeur du percentile 10 de la teneur en oxygène dissous :
At (algues toxiques)	Episodes de contamination de coquillages par des toxines algales (ASP, PSP, DSP) – durée des contaminations

3.1.3. Les indicateurs du BEE du milieu marin

Les résultats issus du document guide DCE N° 23 (http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/guidance_document_1/_EN_1.0_&a=d) et du rapport du Task Group 5 (Piha & Zampoukas, 2010) mettent en évidence de fortes ressemblances dans les approches existantes pour l'évaluation de l'eutrophisation

marine et tous les deux font référence à l'évaluation réalisée via la Procédure Commune d'OSPAR (OSPAR agreement 2005-3 ; OSPAR, 2009). Malgré quelques différences d'ordre technique, les cadres d'évaluation de la Procédure Commune d'OSPAR, de la DCE et de l'outil HEAT d'HELCOM sont basés sur une compréhension conceptuelle commune de l'évaluation de l'eutrophisation et utilisent le même principe d'approche.
Les parties contractantes d'OSPAR considèrent que les critères et méthodologies de la Procédure Commune sont appropriés pour l'évaluation pour le D5 et peuvent être utilisés comme l'un des points de départ en soutien au processus national de développement des caractéristiques, des cibles et des indicateurs pour le BEE D5. Les paramètres concernant les nutriments, les effets directs et indirects sont également inclus dans le programme CEMP (Coordinated Environmental Monitoring Programme) dans lequel les stratégies de monitoring et les procédures d'assurance de qualité sont précisées. Les paramètres harmonisés d'évaluation de la Procédure Commune sont appropriés et comparables avec ceux des autres directives comme la DCE, et peuvent être considérés comme des indicateurs spécifiques d'une zone donnée pour les critères du descripteur 5. Au sein d'OSPAR, les indicateurs les plus fréquemment utilisés pour le monitoring et l'évaluation de l'état d'eutrophisation sont la concentration hivernale des nutriments (DIN/DIP, N/P ratio), la chlorophylle *a*, le phytoplancton, les macrophytes et l'oxygène.

Les critères et les paramètres associés (indicateurs, métriques) couverts par la DCE, la Procédure Commune, et par l'outil HEAT (Annexes I, II et III) vont au-delà de la liste des critères listés dans la Décision de la Commission 2010/477/EU et incluent les effets défavorables sur la faune marine (espèces benthiques et poissons) et couvrent les caractéristiques listées dans le tableau 1 de l'annexe III de la DCSMM (informations sur les angiospermes, les macro-algues et les invertébrés benthiques, incluant la composition des espèces, la biomasse et la variabilité saisonnière/annuelle).

D'autres indicateurs comme l'azote total, le phosphore total, le carbone, le zooplancton et la production primaire peuvent s'avérer intéressants à considérer, par exemple, pour les besoins de la modélisation.

Le lien entre le processus d'eutrophisation et le développement des efflorescences d'algues nuisibles, par la production de phycotoxines ou par la production de forte biomasse de matière organique, fait l'objet de nombreux débats au sein de la communauté scientifique et devra faire l'objet d'études approfondies au niveau des différentes sous régions. Quoi qu'il en soit, il est recommandé de ne considérer les blooms d'algues nuisibles comme une des conséquences néfastes de l'eutrophisation que si et seulement si leur fréquence et/ou leur amplitude augmentent en conséquence d'un enrichissement important en nutriments.

Pour les nutriments, la dynamique des changements de concentration observés au sein des écosystèmes et les schémas de limitations du développement phytoplanctoniques (différences spatiales ou temporelles) par les nutriments sont tels que les rapports stœchiométriques de Redfield *et al.* (1963) et de Brzezinski (1985) mériteraient d'être considérés lors des évaluations.

Par ailleurs, il faut noter que les différences qui existent du point de vue des indicateurs/métriques utilisés (Annexe III) peuvent conduire à des différences lors de la comparaison des résultats des évaluations (Annexe IV). Malgré cela, le schéma global qui émerge lors de l'identification des zones de qualité moyenne pour la DCE ou comme à problème ou à problème potentiel pour OSPAR, et qui par conséquent doivent faire l'objet d'une gestion particulière afin d'atteindre un bon état ou un statut de zone dépourvue de problème d'eutrophisation, est cohérent avec les connaissances acquises via les études et recherches sur le milieu marin en générale et avec l'évaluation initiale de la DCSMM. Les principales zones à enjeux (section 3.1.3.) sont ainsi caractérisées par une forte productivité (apports importants de nutriments, et forte abondance et forte biomasse de phytoplancton) et/ou par la présence de macrophytes et/ou par la présence de phytoplancton potentiellement toxiques et/ou par des phénomènes d'hypoxies/anoxies.

3.1.4. Méthodes d'agrégation intra~ et inter descripteur

En ce qui concerne l'**agrégation intra descripteur**, les méthodes développées à ce jour pour l'évaluation de l'état écologique du milieu marin ou de l'eutrophisation en particulier utilisent soit la technique du « one out, all out », ce qui signifie que lorsque l'un des indicateurs est déclassant, la masse d'eau considérée est déclassée (Exemple de la DCE – voir section 3.2.1.), soit il y a recours à une étape de classification initiale par attribution de scores et intégration de ces scores afin d'obtenir une classification finale (Exemple de la Procédure Commune d'OSPAR – voir section 3.2.2.). A ce stade des réflexions au niveau national et communautaire, la question de l'utilisation de l'une ou l'autre des approches reste d'actualité, mais une proposition d'intégration est proposée dans la section 3.2.3.

Le concept d'**agrégation inter descripteur** a été jugé non pertinent par le groupe de travail national sur le BEE. En effet, cette approche serait incompatible avec l'objectif de gestion afin d'améliorer l'état écologique en cas de classification en non atteinte (voir section 3.2.3. pour la proposition de classification).

3.2. Caractérisation du Bon État Écologique

3.2.1. Le bon état selon la Directive Cadre sur l'Eau

Afin de définir le bon état écologique des masses d'eaux côtières, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE) s'appuie sur des éléments biologiques et des paramètres physico-chimiques. Parmi ces éléments ou paramètres, certains sont couramment utilisés pour caractériser l'état de masses d'eau au regard de l'eutrophisation et figurent dans la liste des critères relatifs au bon état écologique applicables aux descripteurs 5 de l'annexe I de la directive 2008/56/UE. Les paramètres les plus souvent utilisés sont la concentration en oxygène dissous, la température, la salinité, la turbidité, la concentration en nutriments, la concentration en chlorophylle a. Les compartiments macroalgues, angiospermes et phytoplancton sont également couramment pris en compte via, par exemple, l'abondance, la composition taxonomique.
La section 1.4.1. de l'annexe V de la DCE (2000/60/UE) prévoit une procédure destinée a assurer la comparabilité des résultats des contrôles biologiques de la qualité des eaux de surface entre les Etats Membres (EM), ceux-la étant un élément central de la classification de l'état écologique. Pour ce faire, les résultats des systèmes de contrôles et de classification des EM doivent être comparés par le biais d'un exercice d'intercalibration. A cette fin, les EM sont repartis en Groupes d'Intercalibration Géographiques (colonne GIG de l'annexe I) qui rassemblent les EM partageant des types détermines de masses d'eau de surface. Dans ce contexte, l'exercice d'intercalibration est réalisé au niveau de chaque élément de qualité biologique et consiste a comparer les résultats de classification des systèmes de contrôles nationaux, et ce pour chacun des types communs définis a l'échelle des GIG. Un premier exercice d'intercalibration entre les EM s'est déroulé de 2004 à 2006 et a fait l'objet d'un rapport technique (Carletti & Heiskanen, 2009). La Commission Européenne a souhaité l'organisation d'un second exercice d'intercalibration entre 2008 et 2011, afin de combler certaines lacunes et d'améliorer la comparabilité des résultats a temps pour la mise en oeuvre des deuxièmes plans de gestion des bassins hydrographiques (SDAGE – Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) en 2015.

Pour la DCE, les métriques et les indices sont présentés sommairement ci-dessous et dans l'annexe I. Cette annexe permet également de visualiser certaines spécificités régionales (Manche, Atlantique vs. Méditerranée) ainsi que l'état d'avancement du développement de certains éléments de qualité biologique au regard des travaux d'intercalibrations en cours. Les détails sont disponibles dans les rapports de Daniel & Soudant (2009a, b ; 2010, 2011a, b), de Soudant & Belin (2010), de Desroy *et al.* (2010, 2011) et de Buchet (2011).

Oxygène dissous : la métrique est le percentile 10 des concentrations en oxygène dissous. Elle se calcule sur des données mensuelles acquises entre juin et septembre et sur une période de 6 ans.
La grille et la valeur de référence pour les différents groupes de masses d'eau (ME) sont les suivantes :

Groupe de ME	Grille de l'indice (mg/L)	Valeur de référence (mg/L)	Grille de l'EQR
Toutes	1 – 2 – 3 – 5	8,33	0,12 – 0,24 – 0,36 – 0,6

Température : L'indicateur température est défini comme le pourcentage des mesures hors d'une enveloppe (intervalle interquartile x 3) considérée comme assurant le bon fonctionnement écologique de l'écosystème. Il permet un classement en 2 classes : bon ou mauvais. L'enveloppe est définie autour d'une référence, qui est une sinusoïde modélisant les données de température 1988-2007. Si plus de 5% des valeurs sont en dehors de l'intervalle, alors la masse d'eau est désignée en mauvais état au regard de l'élément de qualité température.

Concentration en nutriments : Une proposition d'indicateur a été faite par l'Ifremer en juin 2010. Cet indicateur permet de conclure quant à l'état de la masse d'eau au regard de cet élément grâce à la prise en compte d'une concentration seuil de nutriment normalisée pour une salinité de 33 au regard de l'EQR chlorophylle.

Salinité : L'indicateur salinité a été déclaré comme non pertinent dans les masses d'eaux de transitions et les masses d'eaux côtières dans le cadre du contrôle de surveillance.

Turbidité : La métrique a été définie comme le percentile 90 calculé sur les valeurs absolues de concentration exprimée en NTU. La grille de classement s'applique sur les 3 écotypes définis au regard de l'atlas de turbidité de surface élaboré à partir de données de réflectance du capteur MODIS.

Ecotype	Grille de l'indice (NTU)	Valeur de référence (NTU)	Grille de l'EQR
Ecotype 1 et 2	5 - 10	3,3	0,67 - 0,33
Ecotype 3	30 - 45	20,1	0,67 - 0,45

Phytoplancton : L'indicateur phytoplancton est constitué des 3 indices biomasse, abondance et composition taxonomique. La biomasse est le percentile 90 des valeurs de concentration en chlorophylle *a* mesurée mensuellement entre mars et octobre (Manche Atlantique) ou entre janvier et décembre (Méditerranée) pendant 6 ans.
La grille et la valeur de référence pour les différents groupes de masses d'eau (ME) sont les suivantes :

Groupes de masses d'eau	Grilles de l'indice	Valeurs de référence	Grilles de l'EQR
EC mer du nord 1/26b	10 - 15 – 22,5 - 45	6,66	0,15 – 0,30 – 0,44 – 0,67
EC manche atlantique 1/26a	5 - 10 - 20 - 40	3,33	0,08 – 0,17 – 0,33 – 0,67
ET mer du nord	10 - 15 – 22,5 - 45	6,66	0,15 – 0,30 – 0,44 – 0,67
ET manche atlantique	5 - 10 - 20 - 40	3,33	0,08 – 0,17 – 0,33 – 0,67

L'indicateur d'abondance est défini comme le pourcentage d'échantillons pour lequel l'effectif d'un taxon visé dépasse une valeur seuil (petites cellules : 250 000 cellules par litre ; grandes cellules : 100 000 cellules par litre). La grille des indices (20 - 40 - 70 - 90), la grille des EQRs correspondants (0,19 – 0,24 – 0,42 – 0,83) et la valeur de référence 16,7 sont utilisées pour tous les groupes de masses d'eau.
L'indicateur composition est en cours de développement.

Les indices sont transformés en EQR (rapport impliquant la valeur de référence et la valeur de la métrique ou de l'indice) et peuvent ainsi être comparées à une grille de lecture pour définir l'état.

Angiospermes (herbiers) : Pour le littoral Manche-Atlantique, il s'agit des herbiers à zostères alors que ce sont les herbiers à Posidonies pour le littoral Méditerranéen. L'indicateur pour les posidonies est le PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index). Il est en cours de développement sur la base de travaux anglo-saxons pour les zostères.

Macroalgues : Les indices relatifs aux macroalgues intertidales et subtidales de substrat dur sont développés sur la base du CFR (Quality of Rocky Bottom Index) proposé par les espagnols (Juanes et al., 2007. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecological Indicators, In press). Pour les blooms de macroalgues, type ulves, l'indice est en cours de définition.

Invertébrés benthiques : L'indicateur retenu pour la qualification des masses d'eau côtières est le M-AMBI pour les masses d'eaux côtières Manche, Atlantique et Méditerranée et l'indicateur AMBI pour les masses d'eaux de transition en Méditerranée (Desroy et al.,2009 et Desroy et al., 2010). L'indicateur M-AMBI repose sur :
- L'indicateur AMBI lui-même basé sur la reconnaissance dans le peuplement de cinq groupes écologiques de polluosensibilités différentes, comme proposé par Hily (1984) et sur la pondération de chaque groupe écologique par une constante qui représente le niveau de perturbation auquel les espèces sont associées ;
- la richesse spécifique, ou nombre d'espèces présentant au moins un individu pour la station ;
- l'indice de diversité de Shannon-Weaver.

Les grilles de lecture du M-AMBI (Desroy et al., 2009) sont présentées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2. grille de qualité pour l'indicateur « invertébrés benthiques » adoptée pour les sous régions Manche - mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne.

Classes	[0,0.2]	]0.2,0.39]	]0.39,0.53]	]0.53,0.77]	]0.77,1]
Etat écologique	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon

Tableau 3. Grille de qualité pour l'indicateur « invertébrés benthiques » adoptée pour la sous région Méditerranée occidentale.

Classes	[0,0.2]	]0.2,0.45]	]0.45,0.55]	]0.45,0.55]	]0.55,1]
Etat écologique	Très mauvais	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon

3.2.2. Le statut au regard de l'eutrophisation selon la Procédure Commune d'OSPAR

La Procédure Commune (COMP) de détermination de l'état d'eutrophisation des zones marines de la convention de Paris (OSPAR) a pour but de caractériser la zone maritime en la divisant en zones à problème, en zones à problème potentiel, et en zones sans problème d'eutrophisation. L'intention de la Procédure Commune est de permettre de comparer l'état d'eutrophisation des régions en se fondant sur des critères communs. Les mesures à prendre dès lors que l'état d'eutrophisation de la zone maritime aura été déterminé, sont stipulées dans la stratégie de lutte contre l'eutrophisation.

La première phase de la Procédure Commune a consisté en une procédure de tri. Il s'agit là d'un processus préliminaire "ratissant large", qui doit être appliqué en principe une seule fois dans toute zone donnée pour définir les zones clairement sans problème d'eutrophisation. Cette procédure de tri se fait sur la base de la méthodologie de la Procédure Commune (paramètres et niveaux d'évaluation harmonisés) (Tableau 5). Il avait aussi pour but de déterminer les zones qui, concrètement, sont probablement des zones sans problème d'eutrophisation, mais sur lesquelles l'on n'est pas suffisamment renseigné pour pouvoir appliquer la procédure exhaustive.
Une fois la procédure de tri effectuée, toutes les zones qui n'ont pas été identifiées comme zone sans problème d'eutrophisation font l'objet de la procédure exhaustive et une surveillance continue doit être exercée suivant les exigences minima adoptées par OSPAR. Cette procédure a été mise en œuvre en 2002 et en 2007. La liste des sites ayant fait l'objet d'une évaluation en 2007 est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4. Listes des sites pour lesquels la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation d'OSPAR a été appliquée en 2007 et correspondance avec les masses d'eaux définies pour la DCE.

N°	Zone OSPAR 2007	Masses d'eau DCE concernées
1	Dunkerque et Calais	AC01, AC02
2	Boulogne, Canche, Authie et Somme	AC03, AC04, AC05, AT01
3	Pays de Caux (Dieppe et Fécamp)	HC18, HC17
4	Estuaire et baie de Seine	HC16, HC15, HT03
5	Calvados	HC11, HC12, HC13, HC14
6	Baie des Veys et St Vaast	HC08, HC09, HC10, HT06
7	Cherbourg	HC07, HC06, HC05, HC061
8	Ouest Cotentin	HC04, HC03, HC01
9	Baie du Mont St Michel (Cancale)	HC02, GC01, HT05
10	Rance, Arguenon et Fresnaye	GC03, GT02
11	St Brieuc	GC05, GC06
12	Paimpol, Trieux, Jaudy	GC07, GT03, GT04
13	Lannion et Morlaix	GC08, GC09, GC10, GC11, GC12, GT06, GT07
14	Abers finistériens	GC13, GT08, GT09
15	Iroise	GC17, GC18
16	Brest	GC16, GT10, GT11, GT12
17	Douarnenez	GC20
18	Audierne	GC24, GC26
19	Concarneau, Aven et Belon	GC28, GC29, GT14, GT15, GT16, GT17
20	Laïta, Lorient, Groix et Etel	GC32, GC33, GC34, GC35, GC37, GT18, GT19, GT21, GT20
21	Baie de Quiberon et Belle Ile	GC36, GC38, GC42, GT22
22	Golfe du Morbihan	GC39, GT23, GT24, GT25
23	Vilaine	GC44, GC45, GT26, GT27
24	Loire et Bourgneuf	GC46, GC48, GT28
25	Vendée, Pertuis et Marennes	GC47, GC49, GC50, GC51, GC53, GC52, GC54, FC01, FC02, GT30, GT31
26	Gironde	FC03, FC04, FT05, FT04
27	Arcachon et Landes	FC05, FC06, FC07, FC08, FC09
28	Pays basque	FC10, FC11

Dans certains cas, les critères utilisés pour la mise en œuvre de la procédure en France ne remplissent pas intégralement les recommandations du comité Eutrophisation d'OSPAR, pour des raisons qui sont

explicitées plus loin. Les écarts ou compléments aux critères du comité sont répertoriés en italiques dans le tableau 5.

Tableau 5. Paramètres harmonisés d'évaluation de l'état d'eutrophisation selon la Procédure Commune d'OSPAR. (En italique : critères retenus par la France lors de la deuxième application de la procédure en 2007).

Catégorie I	**Facteurs causaux ; Degré d'enrichissement en nutriments**	
	1	**Apports des rivières en N et P total et décharges directes** Apports élevés et/ou tendances croissantes (comparés aux années antérieures) *Niveaux élevés : au dessus de 5000-7000 T/an N ; 100-200 T/an P*
	2	**Concentrations hivernales en azote et phosphore inorganique dissous** Niveaux élevés (définis comme des concentrations >50 % au-dessus des concentrations de fond reliées à la salinité ou spécifique à la région) *Critère non utilisé par la France*
	3	**Rapport N/P hivernal (Redfield N/P = 16)** Niveau élevé (>25) *Critère non utilisé par la France*
Catégorie II	**Effets directs de l'enrichissement en nutriments (pendant la période de croissance)**	
	1	**Concentration maximum et moyenne de Chlorophylle a** Niveau élevé (définis comme des concentrations >50 % au-dessus des concentrations de fond du large ou historiques) *Percentile 90 calculé sur les données de mars à octobre (les deux inclus)* *Valeurs comparées à une limite qui dépend du type de la masse d'eau considérée :* *- Eau côtière et de transition Atlantique et Manche : 10 mg/m3* *- Eau côtière et de transition Mer du Nord : 15 mg/m3* *Niveaux élevés : P90 > limite*
	2	**Espèces de phytoplancton indicatrices spécifiques à la région ou à la zone** Niveaux élevés (et augmentation des durées) *Pourcentage d'échantillons avec au moins un bloom défini selon la classe de taille du taxon :* *- petit : 250.000 cell./L (cellules unicellulaires < 20 µm sans chaîne)* *- grand : 100.000 cell./L (espèces coloniales < 20 µm + sp. > 20 µm)* *Niveaux élevés Pourcentage > 40 %*
	3	**Macrophytes incluant les macroalgues (spécifiques à la région)** Dérive des espèces à vie longue vers des espèces à vie courte (e.g. *Ulva*) *Niveaux élevés : occurrence d'ulves chaque année et biomasses > 1000 t*
Catégorie III	**Effets indirects de l'enrichissement en nutriments (pendant la période de croissance)**	
	1	**Degré de déficit d'oxygène** Niveaux diminués (< 2 mg/l: toxicité aigue; 2 - 6 mg/l: déficit) *Percentile 10 calculé sur les données de juin à septembre (les deux inclus) pour les échantillons de surface et de fond* *Niveaux diminués : P10 < 3*
	2	**Changement et mortalités dans le zoobenthos et mortalités de poissons** Mortalités (en relation avec le déficit d'oxygène ou des algues toxiques) Changements à long terme dans la biomasse et la composition des espèces de zoobenthos
	3	**Carbone organique/matière organique** Niveaux élevés (en relation avec III.1) (concerne les zones de sédimentation)
Catégorie IV	**Autres effets possibles de l'enrichissement en nutriments (pendant la période de croissance)**	
	1	**Toxines algales (Evénement DSP/PSP)** Incidences (liées au II.2) *L'indicateur est le nombre de mois avec toxicité* *Niveaux élevés : Indicateur > 2* *(La toxicité est mesurée seulement quand il y a risque de toxicité, les valeurs manquantes sont considérées comme absence de toxicité)*

La procédure de classification est définie dans une table d'intégration par catégorie des paramètres d'évaluation (tableau 6). Un paramètre d'évaluation est affecté d'un score "+" lorsque le seuil de son critère est dépassé, et du score "-" dans le cas contraire. Lorsqu'au moins un des paramètres d'une

catégorie a un score "+", la catégorie est affectée du score "+". Cette intégration des scores aboutit à un classement en zone à problème (PA), sans problème (NPA) ou à problème potentiel (PPA) au regard de l'eutrophisation.

Tableau 6. Exemple d'intégration des paramètres d'évaluations pour la classification initiale lors de l'application de la Procédure Commune (Source : OSPAR – Common Procedure).

	Category I Degree of nutrient enrichment Nutrient inputs Winter DIN and DIP Winter N/P ratio	Category II Direct effects Chlorophyll *a* Phytoplankton indicator species Macrophytes	Categories III and IV Indirect effects/other possible effects Oxygen deficiency Changes/kills in zoobenthos, fish kills Organic carbon/matter Algal toxins	Initial Classification
a	+	+	+	problem area (PA)
	+	+	-	problem area (PA)
	+	-	+	problem area (PA)
b	-	+	+	problem area (PA)
	-	+	-	problem area (PA)
	-	-	+	problem area (PA)
c	+	-	-	non-problem area (NPA)
	+	?	?	Potential problem area (PPA)
	+	?	-	Potential problem area (PPA)
	+	-	?	Potential problem area (PPA)
d	-	-	-	non-problem area (NPA)

(+) = Increased trends, elevated levels, shifts or changes in the respective assessment parameters

(-) = Neither increased trends nor elevated levels nor shifts nor changes in the respective assessment parameters

? = Not enough data to perform an assessment or the data available is not fit for the purpose

Note: Categories I, II and/or III/IV are scored '+' in cases where one or more of its respective assessment parameters is showing an increased trend, elevated level, shift or change.

3.2.3. Les caractéristiques du Bon État Écologique pour la DCSMM

Un recouvrement spatial apparaît lorsque l'on considère les domaines d'application de la DCE, de la convention OSPAR et de la DCSMM (Figure 9).

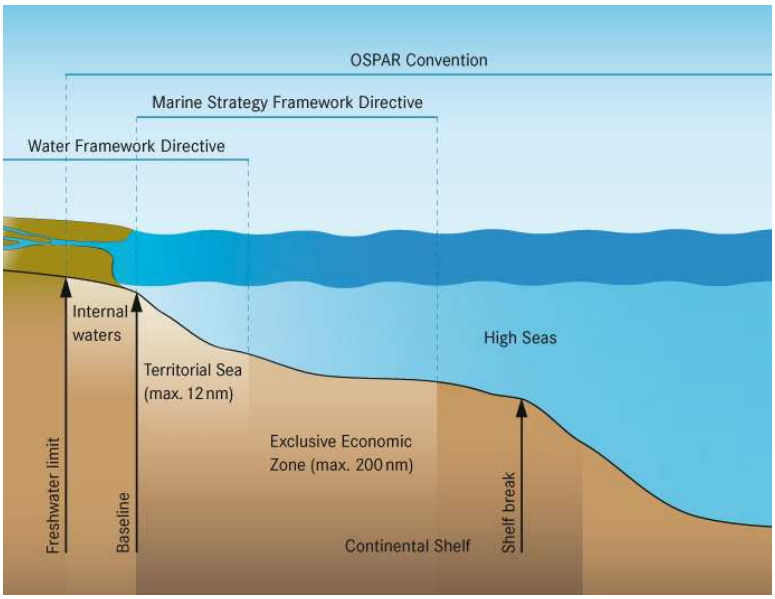


Figure 9. Définition des zones juridictionnelles de la DCE, de la convention OSPAR et de la DCSMM (Source : OSPAR, ICG COMP 11/3/1, annexe 4).

La DCSMM indique que « les eaux côtières […] font partie intégrante du milieu marin et devraient en tant que telles, être couvertes par la présente directive dans la mesure où les aspects particuliers liés à l'état écologique du milieu marin ne sont pas déjà couverts par la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 […] ». Certains Etats membres considèrent alors que dans les eaux côtières, la DCSMM ne doit couvrir que les éléments du BEE qui ne sont pas déjà couverts par la DCE, ce qui exclut les contaminants, l'eutrophisation, les espèces non-indigènes, les changements de conditions hydrographiques et certains aspects de la biodiversité. Cependant, en pratique il n'est pas simple ou justifié d'exclure ces aspects du BEE des objectifs de la DCSMM, du monitoring et des évaluations de statuts. Le Royaume-Uni a ainsi proposé au groupe de travail intersessionnel DCSMM d'OSPAR des options (A, B, C reprises ci-dessous) afin d'appréhender ces recouvrements (réunion ICG MSFD du 8 septembre 2011 et document ICG-EUT 11/2/1 – Annexe V).

Option A – Exclusion totale des éléments DCE pour les eaux côtières de la DCSMM.

Option B – Inclure les éléments DCE pour les eaux côtières dans la DCSMM, mais utiliser les éléments existants DCE en terme d'objectifs et d'outils pour l'évaluation.

Option C - Inclure les éléments DCE pour les eaux côtières dans la DCSMM, avec des objectifs et des évaluations spécifiques à la DCSMM qui s'appliqueront ainsi dans les eaux côtières et les eaux du large.

Le Royaume-Uni est favorable à l'option C qui semble adaptée pour les approches de définition des objectifs et de l'évaluation DCSMM et plus particulièrement pour les descripteurs 5 et 8 (Contaminants). Cependant face au problème que cela pourrait engendrer pour les autres descripteurs (notamment le 1 et le 6), l'option Ci d'emboîtement des objectifs a été développée. Il s'agit d'appliquer les objectifs DCSMM à toutes les échelles pertinentes pour la composante de l'écosystème ou la pression considérée.

En l'état actuel des réflexions au niveau national et communautaire, de nombreux Etats membres riverains de la Mer du Nord envisagent d'avoir recours à la Procédure Commune pour l'évaluation du BEE.

Les similitudes conceptuelles, méthodologiques mises en évidence entre les méthodologies destinées à l'évaluation de l'état écologique ou de l'eutrophisation en particulier, au niveau de la section 3.1.3 permettent de proposer que l'évaluation du BEE au niveau des sous régions marines sous juridiction française soit basée sur l'utilisation de la méthodologie DCE, avec une application des grilles de lectures aux eaux côtières au sens de la DCE (1 mille nautique à partir de la ligne de base) puis extension de cette approche vers le large. En effet dans le cas de l'étude du processus d'eutrophisation, cette zone DCE ne permet pas de prendre en compte une large gamme de panache eutrophisé. La turbidité très près des côtes et dans les eaux de transition est en effet souvent trop importante pour permettre l'expression d'une production primaire à la hauteur des apports, alors que les eaux plus au large (> 1 nm) peuvent être le siège de forte production lorsque les particules inorganiques vont sédimenter. Cette extension nécessitera une adaptation des grilles de lecture aux éventuels gradients côte – large. Par exemple, la grille de lecture pour la concentration en chlorophylle *a*, indicateur de biomasse phytoplanctonique, devra tenir compte d'un éventuel gradient décroissant de la concentration de la côte vers le large. Les valeurs de la grille de l'indice et de référence seront ainsi plus faibles au large qu'à la côte. La définition de ces nouvelles références et grilles de lecture pourra se faire via l'analyse de séries à long terme de données *in situ*, via le recours à la modélisation et aux images satellites. Une attention toute particulière devra être portée à la définition de ces nouveaux éléments au niveau des zones transfrontalières afin de permettre une comparaison non biaisée des résultats entre zones marines adjacentes.

Un tableau de synthèse quant à la pertinence des indicateurs est proposé en annexe VI.

La DCSMM fixe comme objectif l'atteinte du Bon État Écologique en 2020. Ainsi, l'évaluation devrait aboutir à une classification du type atteinte / non atteinte (Ferreira *et al*., 2009, 2011). Cette approche en deux classes est couramment utilisée lors des évaluations de l'état d'un écosystème pour un critère ou un ensemble de critères donnés. Seule la DCE propose une approche avec cinq classes (Tableau 7). Dans le contexte de la mise à jour de la Procédure Commune d'OSPAR, le groupe ICG-EUT 2011 a étudié l'éventuel passage à une approche en 5 classes. Il ressort des discussions qu'il n'y aura pas de changement lors de la prochaine évaluation, mais que des réflexions sont nécessaires afin d'envisager cette approche non pas au niveau de l'évaluation globale mais pour chaque paramètre d'évaluation harmonisé et ceci en lien avec les travaux de définition du BEE DCSMM.

Tableau 7. Correspondance entre les classifications d'HELCOM, de la DCE, de la Procédure Commune d'OSPAR et d'autres directives européennes (nitrates, eaux résiduaires urbaines UWWTD) (Source : HELCOM, 2006).

HELCOM EUTRO	Non-polluted water		Eutrophic conditions/polluted water		
EU WFD	High	Good	Moderate	Poor	Bad
European Marine Strategy	Non-polluted water		Polluted water		
Nitrates Directive	Non-polluted water		Polluted water		
UWWTD	Non-sensitive area		Sensitive area		
HELCOM EcoQO project	Non-polluted area		Polluted area		
OSPAR COMPP	Non-problem area		Problem area		

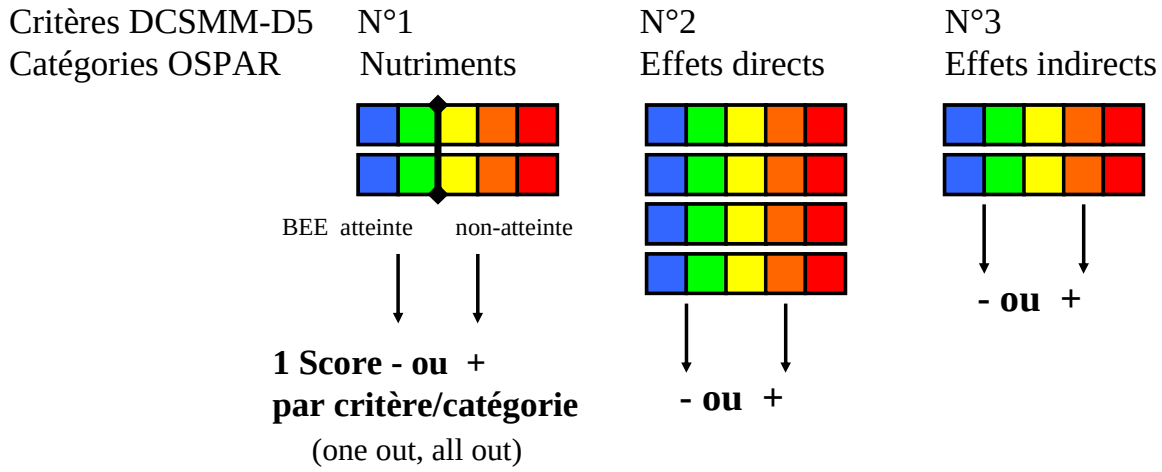
Pour la classification DCSMM, l'option retenue pourrait être d'affecter un score '+' ou un score '-' pour chaque indicateur en fonction des résultats obtenus selon la méthodologie DCE (cf. supra), avec une limite entre le bon état et l'état moyen. L'intégration des scores conformément à la Procédure Commune d'OSPAR permettrait alors d'obtenir une classification finale non plus en zone à problème au regard de l'eutrophisation versus zone sans problème, mais une classification du type atteinte / non atteinte du BEE (Figure 10).

Étape 1/3 - <u>CLASSIFICATION INITIALE</u> : attribution d'un score par critère/catégorie

⇨ Évaluation à 5 classes type DCE (métriques, seuils) et scoring de type OSPAR

Côte : grilles de lecture DCE régionalisées (< 1 mille nautique) *(Existantes)*

Large : grilles de lecture DCSMM régionalisées (> 1 mn) *(A développer – cf. OSPAR)*



Étape 2/3 - <u>CLASSIFICATION INTERMEDIAIRE</u> : intégration des scores

⇨ Approche d'intégration type OSPAR

Critères DCSMM-D5 Catégories OSPAR	N°1 Nutriments	N°2 Effets directs	N°3 Effets indirects	**BEE**
a	+	+	+	Non
	+	+	-	Non
	+	-	+	Non
b	-	+	+	Non
	-	+	-	Non
	-	-	+	Non
c	+	-	-	Oui
	+	?	?	?
	+	?	-	?
	+	-	?	?
d	-	-	-	Oui

Remarques :
Non atteinte BEE DCSMM équiv. zone à problème OSPAR
Atteinte BEE équiv. zone sans problème OSPAR
? équiv. zone à problème potentiel OSPAR

Étape 3/3 - <u>CLASSIFICATION FINALE</u> : Prise en compte des effets synergétiques et cumulatifs : confrontation avec les résultats obtenus pour les autres descripteurs.

Figure 10. Synthèse des différentes nécessaires à la classification des sous-régions marines (ou de tout autre unité d'évaluation pertinente) en Bon État Écologique.

4. L'observation par satellite et la modélisation pour la DCSMM

4.1. Les images satellites

Les données des satellites sont au cœur des moyens de surveillance que l'Union Européenne met en oeuvre dans son ambitieux programme de GMES (Global Monitoring for Environment and Security), en particulier à travers sa composante marine nommée MyOcean,. L'utilisation opérationnelle des capteurs embarqués sur satellite pour la surveillance est donc déjà un fait par MyOcean.

Les produits de télédétection aujourd'hui disponibles de façon opérationnelle pour la DCSMM sont la température de surface, la concentration en chlorophylle a et la turbidité. La chlorophylle a est aussi un indicateur pertinent pour le Descripteur 4 de la DCSMM (réseau trophique), alors que la turbidité de surface, reliée au D5 par le rôle de la lumière sur la croissance des efflorescences phytoplanctoniques, est aussi utile aux descripteurs 6 (intégrité des fonds marins) et 7 (conditions hydrographiques) en tant que signature des remises en suspension en surface. Il convient donc d'avoir conscience du fait que la chlorophylle n'est pas un paramètre isolé observé par télédétection mais que MyOcean et GMES fournissent des jeux de données multiples et cohérents qui doivent être utilisés par la DCSMM.
Les produits de télédétection ont été utilisés lors des travaux préliminaires à l'établissement de l'Etat Initial des sous régions marines (Figure 11) (atlas consultable via le site http://wwz.ifremer.fr/dcsmm/Documentation) et ont fait l'objet d'une valorisation spécifique (Ocean Science - Numéro spécial dédié au projet ECOOP (European Coastal-shelf sea Operational Observing and forecasting system Project) : http://www.ocean-sci.net/7/705/2011/).

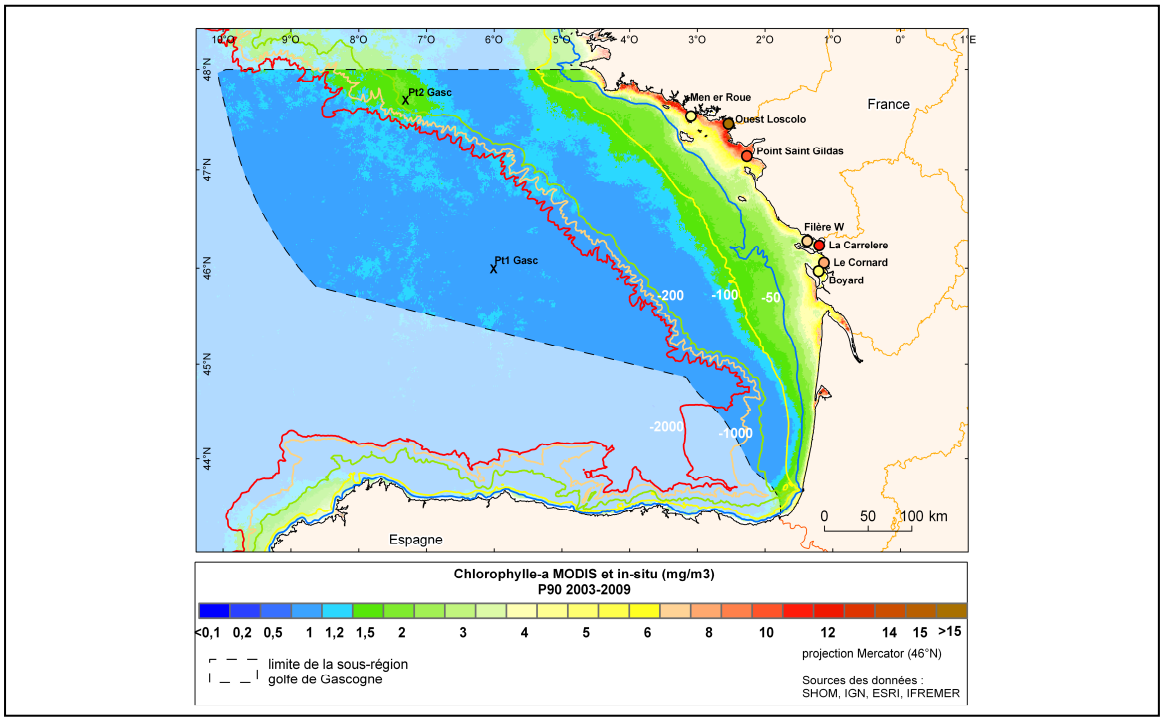


Figure 11. Évaluation Initiale de la DCSMM : Percentile 90 de la chlorophylle déduites de la réflectance marine (capteurs satellite MODIS et MERIS) dans le Golfe de Gascogne. Le percentile 90 est aussi présenté à certaines stations in situ.

Parallèlement à GMES, à travers d'autres projets européens (MarCoast/ASE) ou nationaux (Previmer) (Figure 12), l'Ifremer a affiné les méthodes de suivi par satellite dans les eaux les plus côtières, en complément des modèles et des observations in situ, parfois en couplant les observations spatiales aux données de bouées instrumentées de mesures à haute fréquence afin de valider les informations en zone très côtières, comme avec le système MAREL Carnot implanté dans les eaux côtières de Boulogne sur Mer (Figure 13).

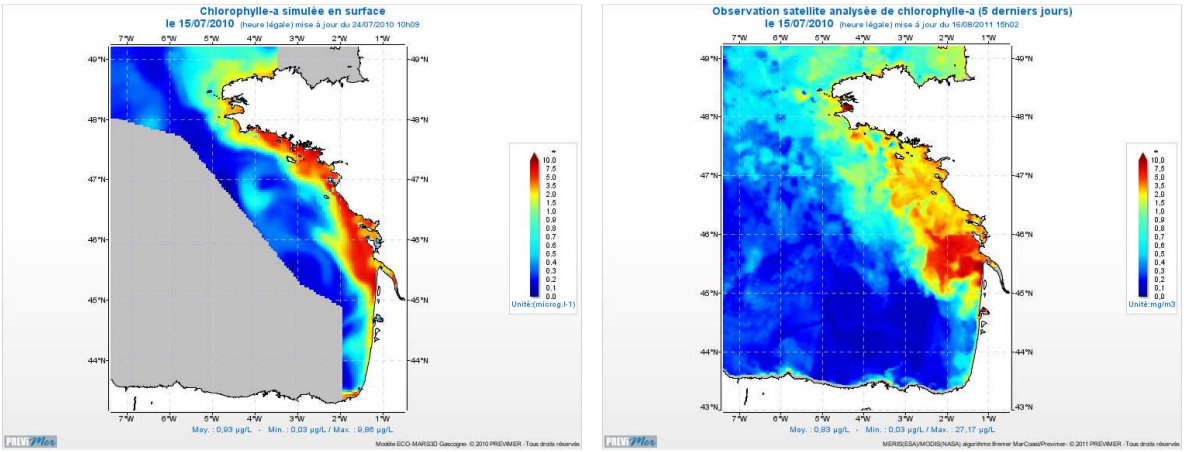


Figure 12. Images de la chlorophylle a de surface extraites du serveur Previmer/Golfe de Gascogne (vue du modèle à gauche et satellite à droite). Les images du modèle et de l'espace peuvent montrer des différences sur une journée particulière mais chacune permet de comprendre un des aspects de la variabilité de la distribution du phytoplancton.

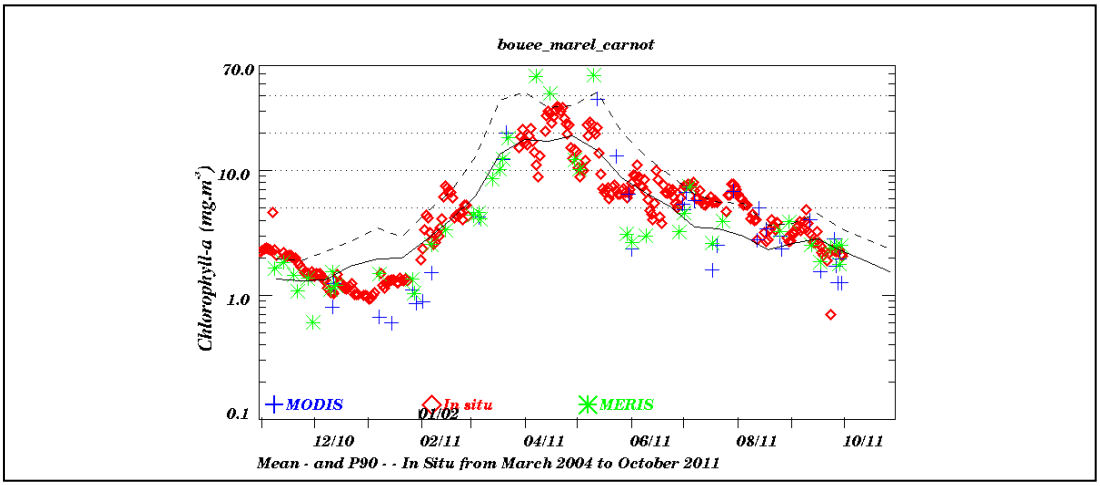


Figure 13. Comparaison des concentrations en chlorophylle a déduites de la réflectance marine (capteurs satellite MODIS et MERIS) ou de la fluorescence in situ (MAREL Carnot Boulogne).

Concernant la chlorophylle de surface et le risque d'eutrophisation, un lien a été établi entre les observations spatiales et la DCE, mais ce sont les échelles spatiale et temporelle nécessitées par la surveillance de la DCSMM qui permettent aux méthodes spatiales de montrer pleinement leur capacité à permettre d'améliorer les connaissances des processus et à satisfaire aux exigences de la surveillance opérationnelle du plateau continental et du large.

4.2. La modélisation

Afin de compléter les travaux en cours au niveau national comme au niveau européen, un travail de modélisation à l'échelle des 3 sous régions marines Manche - Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne a été initié au cours du second semestre 2011 sous la coordination de l'Ifremer en collaboration avec Actimar (Dussauze, 2011a, b). En permettant de comparer les résultats des approches en cours et afin d'aller au-delà de la simple description de l'état écologique actuel des eaux marines, la modélisation (modèle ECO-MARS 3D, couplage d'un modèle hydrodynamique et d'un modèle biogéochimique (Figure 14), de maille de 4 km de côté, avec discrétisation verticale sur 30 niveaux sigmas) apporte une réelle valeur ajoutée pour la caractérisation du BEE par le développement de scénarii d'évolution pour les paramètres suivants :

- N inorganique dissous en période hivernale non-productive (novembre à février)
- P inorganique dissous en période hivernale non-productive (novembre à février)
- rapport N/P des formes inorganiques dissoutes en période hivernale non-productive
- chlorophylle totale en période productive (mars à octobre)
- rapport diatomées/dinoflagellés en période productive (mars à octobre)
- transparence de l'eau
- oxygène dissous au fond en période productive (mars à octobre)

Dans une première phase de travail, les résultats du modèle de l'Ifremer ECO-MARS 3D appliqué à l'emprise Manche/Golfe de Gascogne (MANGA) (Figure 15) ont été comparés aux mesures in situ en nutriments et chlorophylle a issues de différents réseaux et à l'imagerie satellitaire en chlorophylle (SeaWifs) sur la période 2001-2003. Des cartes de synthèses en nutriments et chlorophylle, générées à partir des résultats du modèle, ont été comparées à des cartes de synthèses obtenues à partir d'une analyse des mesures des campagnes, des réseaux de surveillance et des images satellites effectuée pour les sous régions Manche - Mer du Nord, Mers Celtiques et Golfe de Gascogne. Cette phase de travail a permis de mettre en évidence une représentation acceptable, significative de la variation saisonnière des nutriments et de la chlorophylle à la côte au niveau des points de mesures et une représentation correcte de la chlorophylle de surface sur l'ensemble de la zone d'étude (Figures 16 et 17).

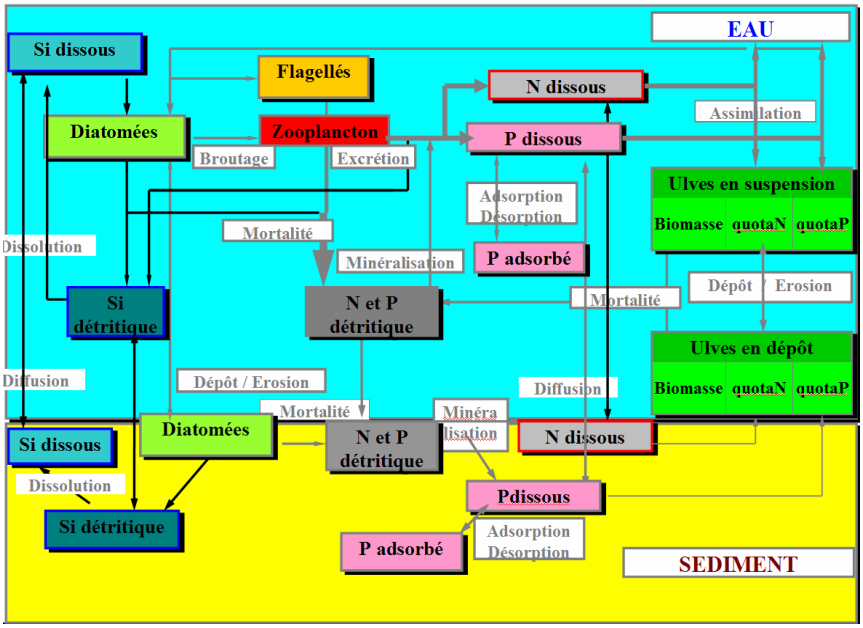


Figure 14. Schéma conceptuel du modèle biogéochimique de ECO-MARS 3D.

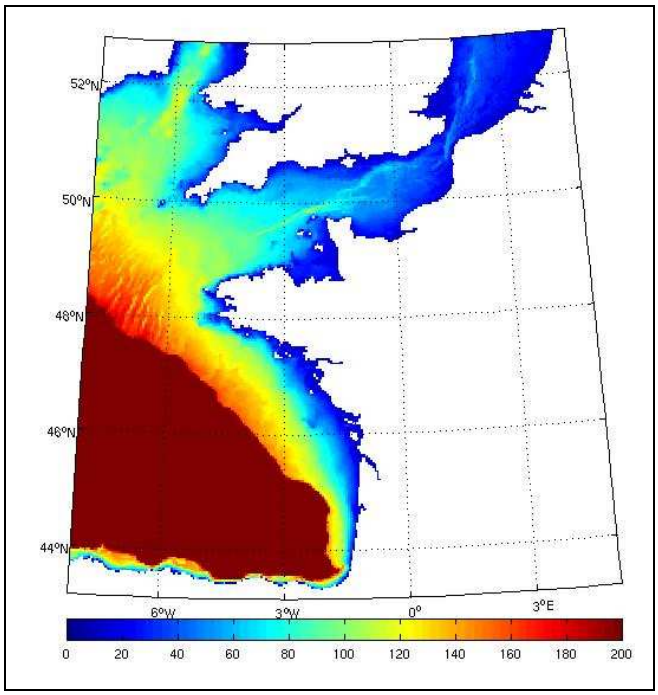


Figure 15. Emprise spatiale du modèle ECO-MARS 3D appliqué à l'échelle de la Manche et du Golfe de Gascogne (emprise dite MANGA).

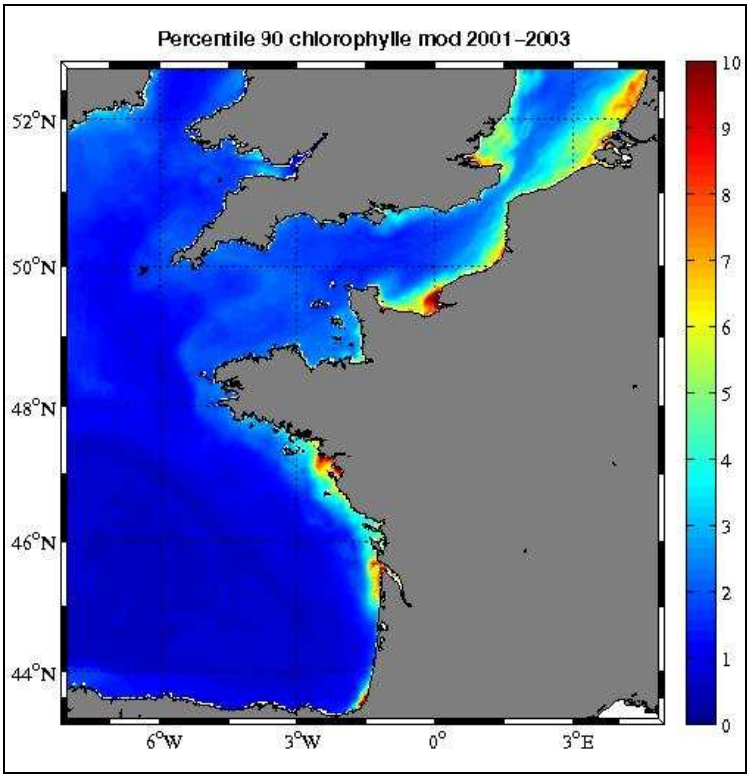


Figure 16. Percentile 90 de la concentration en chlorophylle a (µg/L) obtenu avec le modèle ECO-MARS 3D d'emprise MANGA sur la période 2001-2003 (Source : Dussauze, 2011a).

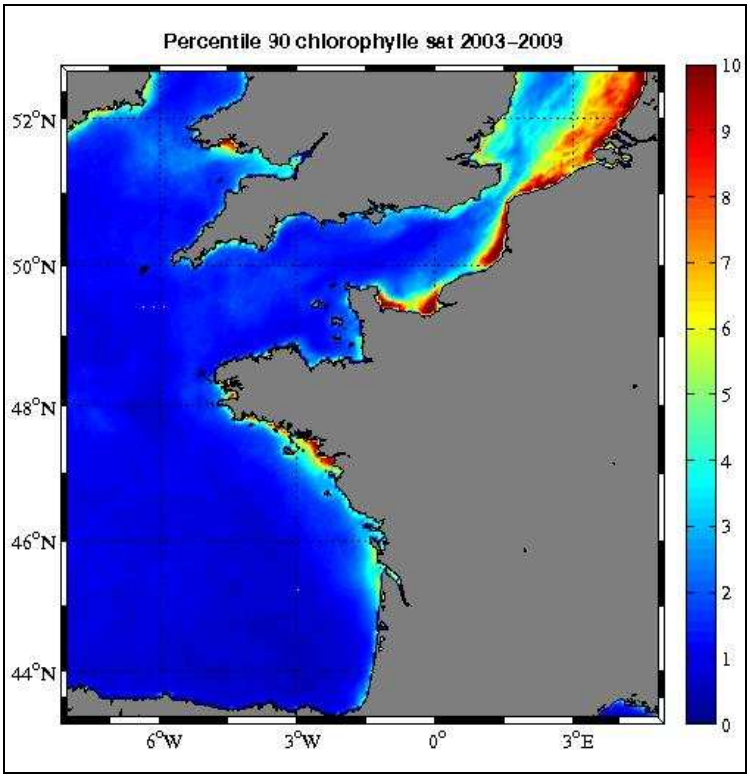


Figure 17. Percentile 90 de la concentration en chlorophylle a (µg/L) obtenu à partir du satellite sur la période 2003-2009 (Source : Dussauze, 2011a).

Lors d'une deuxième phase du travail, les références DCE, OSPAR et HELCOM ont été appliquées à l'emprise MANGA et sur la période 2001-2003 pour 4 simulations : une simulation de référence avec les rejets réalistes, deux simulations avec respectivement 50 % et 70 % d'abattement des apports en nitrate et phosphate et une quatrième simulation avec des teneurs pristines (proches des valeurs naturelles) pour le nitrate, le phosphate et l'ammonium. Les paramètres évalués ont été l'azote inorganique dissous (DIN), le phosphore inorganique dissous (DIP), le rapport N/P des formes inorganiques dissoutes et la chlorophylle. Pour chacune de ces références, les cartes des diverses classes de qualité ont été établies (Figure 18). L'aire respective qu'elles couvrent dans chaque sous région a été calculée en valeurs absolue (km^2) et relative (%).

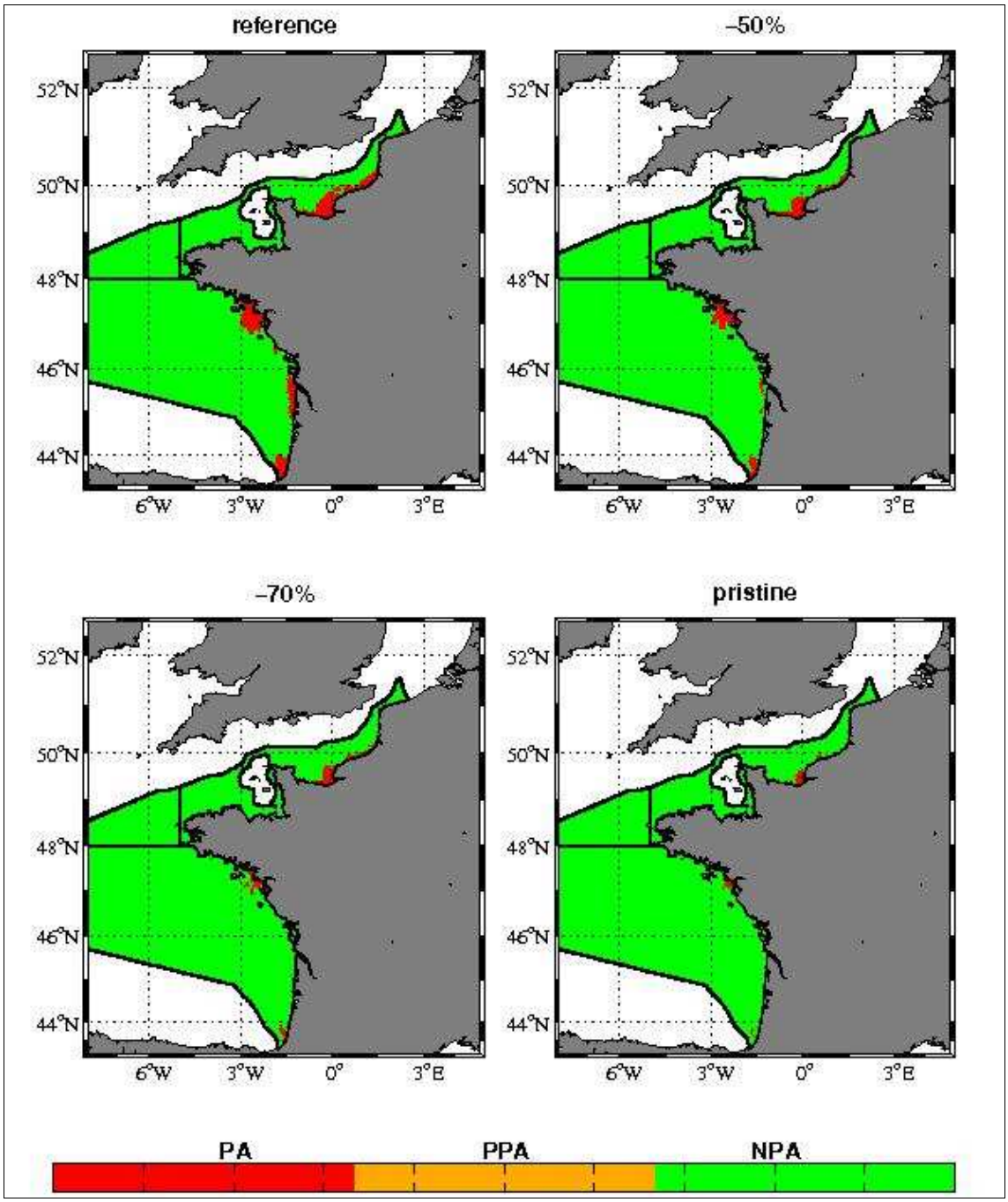


Figure 18. Test des différents scénarii (référence actuelle, abattement de 50 et de 70 % des apports en nitrate et en phosphate, et situation avec rejets « pristines » en nitrate, phosphate et ammonium sur la classification selon les critères OSPAR pour le paramètre chlorophylle a (valeur max sur les mois de mars à octobre de la période 2001-2003) (Source : Dussauze, 2011b).

5. Conclusions

Pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation et les 8 critères associés, les indicateurs développés pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE – 2000/60/UE) ou dans le cadre de conventions de mer régionales, comme OSPAR peuvent être utilisés comme base de travail afin de définir le Bon État Écologique (BEE). Le BEE est atteint lorsque la communauté biologique est équilibrée et conserve toutes les fonctions nécessaires en l'absence de perturbations néfastes associées à l'eutrophisation (exemple des développements excessifs de phytoplancton, de faibles concentrations en oxygène, etc.) et/ou lorsqu'il n'y a pas d'impacts liés à l'enrichissement excessifs des eaux par les nutriments sur l'utilisation durable des biens et services écosystèmiques.

Les caractéristiques du BEE peuvent ainsi être définies sur la base du niveau d'enrichissement en nutriments des masses d'eaux et des effets directs et indirects de cet enrichissement s'exprimant ou non dans certaines conditions hydrodynamiques et physico-chimiques très variables d'une zone à une autre à l'intérieur d'une sous région marine et par conséquent d'une sous région marine à une autre.

Il s'agirait en l'état actuel des réflexions au niveau national et communautaire d'utiliser l'approche DCE, en développant des grilles de lecture adaptées à une extension vers les eaux du large (Etape de Classification Initiale en 5 classes), couplée à l'approche d'intégration des résultats de la Procédure Commune d'OSPAR afin d'obtenir une classification en 2 classes en terme d'atteinte ou non du BEE (Etape de Classification Finale). La limite entre atteinte et non atteinte du BEE se situe entre le bon état et l'état moyen au sens de la DCE.

Parce que les effets comme l'augmentation de la production, le changement de composition au sein des communautés biologiques, etc. ne sont pas forcément toujours la conséquence d'un enrichissement excessif des eaux par les nutriments et peuvent résulter d'autres causes, comme le changement climatique, la modification du réseau trophique par des activités humaines comme la pêche, l'enrichissement par des matières organiques d'origines allochtones, la contamination par des substances nuisibles, etc., il est important que les descripteurs de la DCSMM soient considérés dans leur ensemble. Par exemple, des liens évidents existent entre les descripteurs sur l'eutrophisation, les réseaux trophiques et l'intégrité des fonds (Annexe VII). A ce stade du travail, la mise en cohérence avec les autres descripteurs reste à faire.

6. Travaux futurs à envisager

Comme indiqué dans la décision de la commission du 1er septembre 2010 relative aux critères et aux normes méthodologiques concernant le BEE des eaux marines (2010/477/UE) et dans la directive 2008/56/UE (paragr. 34), la définition du BEE devra faire l'objet de révisions afin de tenir compte du caractère dynamique des écosystèmes marins, de leur variabilité naturelle et du fait que les pressions et incidences auxquelles ils sont soumis peuvent varier en fonction de l'évolution des activités humaines et de l'incidence des changements climatiques. Pour répondre à ce besoin de **gestion adaptative** et d'une manière générale, il conviendra de renforcer les connaissances, notamment selon les orientations de la communication intitulée « Une stratégie européenne pour la recherche marine et maritime ; un espace européen de la recherche cohérent à l'appui d'une utilisation durable des mers et des océans, dans le cadre de la communication « Europe 2020 – Une stratégie pour une croissance intelligente, durable et inclusive » et dans la ligne des autres textes législatifs et politiques de l'Union. L'importance de la DCSMM et de l'objectif d'atteinte du BEE sont intégrés dans l'appel à projet « Oceans of tomorrow » du FP7.

Par ailleurs, Ferreira *et al.* dans leur document guide pour le descripteur 5 et dans le manuscrit qui en résulte (Ferreira *et al*., 2009) définissent précisément les recherches à mettre en œuvre afin de mieux comprendre le processus d'eutrophisation. D'une manière générale, ces travaux à poursuivre ou à mettre en œuvre doivent s'inspirer du schéma conceptuel de l'eutrophisation (Figure 1) et concernent les domaines suivants : le **continuum** bassin versant – zone côtière, les **apports** de nutriments d'origines

terrestre et atmosphérique, la **production** primaire et la **régulation** de la biomasse algale, les **symptômes** de l'eutrophisation, les **algues nuisibles**, la dynamique des écosystèmes en terme de **valeur**, d'**hystérésis** et de **résilience** et de réponse aux **changements climatiques**. Cette liste n'est qu'indicative et fera l'objet d'un développement ultérieur.

La recherche devra tenir compte de **différences régionales** ainsi que des gradients côte – large au niveau des schémas spatio-temporels d'enrichissement en nutriments et par conséquent de leurs effets directs et indirects, et également des **aspects transfrontaliers** en terme de transports de nutriments.

Les auteurs du document de la DG Environnement (Draft - Relationship between the initial assessment of marine waters and the criteria for good environmental status – Marine Environment and Water Industry Unit, DG Environnement, European Commission, April 2011, 88 pages) étendent la réflexion sur les besoins de recherches à l'ensemble des descripteurs. Ces auteurs mettent ainsi en évidence une connaissance insuffisante des relations entre **pressions anthropiques et leurs effets** néfastes sur les écosystèmes marins, incluant la diversité biologique, ceci afin de pouvoir mettre en œuvre **l'approche écosystémique pour la gestion de l'activité humaine comme recommandée** dans l'article 13 de la directive DCSMM.

En dehors des thématiques de recherches, la mise en œuvre de la DCSMM nécessitera une **infrastructure** adaptée afin de permettre une évaluation fiable sur le long-terme, une estimation fiable des tendances et par conséquent une gestion des écosystèmes adaptatives et adaptée.

La **modélisation** hydrodynamique/biogéochimique, les **images satellites**, le recours à des **mesures à haute fréquence** via des bouées instrumentées ou des lignes de navire d'opportunités sont autant d'outils dont le développement ne pourra être que bénéfique face à la nécessité d'extension des monitorings existants et des besoins d'amélioration des connaissances.

L'effort d'**inventaire** de l'existant en terme de **monitoring** et de **méthodes standardisées** sous assurance de qualité (du prélèvement jusqu'à la bancarisation et aux méthodes d'interprétation des données) devra être soutenu afin de développer la stratégie de monitoring qui devra tenir compte à la fois des besoins scientifiques et des besoins des gestionnaires, des acteurs de l'environnement.

Cette section fera l'objet d'un développement particulier avec édition d'un **document dédié aux besoins de recherche** en lien avec l'eutrophisation qui sera édité à la fin du mois de janvier 2012.

7. Références

Andersen, J.H., Axe, P., Backer, H., Carstensen, J., Claussen, U., Fleming-Lehtinen, V., Jarvinen, M., Kaartokallio, H., Knuuttila, S., Korpinen, S, Kubiliute, A., Laamanen, M., Lysiak-Pastuszak., E, Martin, G., Murray, C., Møhlenberg, F., Nausch, G., Norkko, A., Villnas, A. (2010). Getting the measure of eutrophication in the Baltic Sea: towards improved assessment principles and methods. Biogeochemistry (Open Access agreement). http://www.springerlink.com/content/x76wq76863458471/fulltext.pdf

Brzezinski M.A., 1985. The Si:C:N ratio of marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. J. Phycol., 21: 347-357.

Carletti A. & Heiskanen A-S. (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. JRC Scientific and Technical Reports. 244 pp.

Daniel A. et Soudant D., 2009a. Evaluation DCE avril 2009 : Elément de qualité : bilan d'oxygène. Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/09.02, 74 pages.

Daniel A. et Soudant D., 2009b. Evaluation DCE avril 2009 : Elément de qualité : température. Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/09.03, 97 pages.

Daniel A. et Soudant D., 2010. Evaluation DCE mai 2010 : Elément de qualité : nutriments. Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/10.03, 109 pages.

Daniel A. et Soudant D., 2011a. Evaluation DCE février 2011 : Elément de qualité : salinité. Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS, 104 pages.

Daniel A. et Soudant D., 2011b. Evaluation DCE février 2011 : Elément de qualité : transparence. Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS, 120 pages.

Desroy N., Soudant, D., Dewarumez, J.A., Meirland, A., Jourde, J., Hacquebart, P., Olivier, F., Nebout, T., Gentil, F., Hily, C., Le Mao, P., 2009. Contrôle de surveillance benthique de la DCE : état écologique des masses d'eau – année 2007 – façade Manche ; avril 2009.

Desroy N., Soudant, D., Auby, I., Barillé, A.L., Blanchet, H., Gentil, F., Hily, Oger-Jeanneret, H., Sauriau, P.G., 2010. Contrôle de surveillance benthique de la DCE : état écologique des masses d'eau – année 2007 – façade Atlantique ; Juin 2010.

Dickey T.D., 1991. The emergence of concurrent high resolution physical and bio-optical measurements in the upper ocean and their applications. Reviews of Geophysics, 29 : 383-413.

Dussauze M., 2011a. Utilisation du modèle ECO-MARS 3D pour évaluer le bon état écologique de la façade Manche – Atlantique au regard du descripteur 5 "Eutrophisation" de la DCSMM. Phase 1. Rapport Actimar / Ifremer, Ref. POC.0399.P1, 64 pages.

Dussauze M., 2011b. Utilisation du modèle ECO-MARS 3D pour évaluer le bon état écologique de la façade Manche – Atlantique au regard du descripteur 5 "Eutrophisation" de la DCSMM. Phase 2. Rapport Actimar / Ifremer, Ref. POC.0399.P2, 45 pages.

Ferreira J.G., Andersen J.H., Borja A., Bricker S.B., Camp J., Da Silva M.C., Garcés E., Heiskanen A.-S., Humborg C., Ignatiades L., Lancelot C., Menesguen A., Tett P., Hoepffner N.,Claussen U., 2009. Marine Strategy Framework Directive : eutrophication quality descriptor. Draft Guidance Document, décembre 2009, 44 pages.

Ferreira J.G., Andersen J.H., Borja A., Bricker S.B., Camp J., Da Silva M.C., Garcés E., Heiskanen A.-S., Humborg C., Ignatiades L., Lancelot C., Menesguen A., Tett P., Hoepffner N., 2011. Overview of eutrophication indicators to assess environemental status within the European Marine Strategy Framework Directive. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 93: 117-131.

HELCOM, 2006. Development of tools for assessment of Eutrophication in the Baltic sea. Balt. Sea Envir. Proc. N° 104, 62 pages.

HELCOM, 2009. Eutrophication in the Baltic Sea – an integrated assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region. Balt. Sea Environ. Proc. 115B, p. 1-152. http://www.HELCOM.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep115A.pdf

Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université de Bretagne Occidentale, Brest: pp. Vol. 1 : 359 & Vol. 352 : 337.

Karydis M., 2009. Eutrophication assessment of a coastal water based on indicators: a literature review. Global NEST Journal, 11 (4): 373-390.

Oslo Paris convention for the protection of the North Sea OSPAR, 2002. Common assessment criteria, their assessment levels and area classification within the comprehensive procedure of the common procedure.

OSPAR Commission, 2009. Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. Second OSPAR Integrated Report. Eutrophication Series. Publication Number: 372/2008. http://www.OSPAR.org/documents/dbase/publications/p00372_Second%20integrated%20report.pdf

OSPAR Commission, 2010. Bilan de santé 2010. Commission OSPAR, Londres, 176 pp.

Piha J. & N. Zampoukas, 2010. Review of methodological standards related to the marine strategy framework directive criteria on good environmental status - Working document - European Commission Joint Research Center, 35 pages.

Redfield A.C., Ketchum B.H. & Richards F.A., 1963.The influence of organisms on the composition of seawater. In : Hill M.N. (ed), The Sea. John Wiley, New York,. Vol. 2, p. 26-77.

Soudant D. & Belin C., 2010. Evaluation DCE janvier 2010. Elément de qualité : phytoplancton. 01 2010 - R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-03/DS. 6 tomes, 572 pages.

ANNEXE I : Tableaux de synthèse des principales caractéristiques des différents paramètres utilisés dans la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/UE) pour l'évaluation de la bonne qualité des eaux.

Indicateurs DCE	Paramètres DCE	Lien avec la typologie des ME	Métriques		Zones (Manche, Atlantique, Méditerranée)	Fréquence de suivi		Pertinence du paramètre		Validation GIG		Rapports
juin-11			MEC	MET		MEC	MET	MEC	MET	MEC	MET	
Paramètres physico-chimiques	Température		ME en mauvais état si 5% des valeurs sont en dehors de l'enveloppe	non pertinent	Toutes zones	mesures effectuées avec toutes mesures de phyto, O_2 et nutriments		oui	non du fait du mélange eau marine / eau douce			Daniel A. & Soudant D., avril 2009. Evaluation DCE avril 2009. Elément de qualité : température. Rapport DYNECO/PELAGOS/09.03, 97 p.
	Salinité		non pertinent	non pertinent		mesures effectuées avec toutes mesures de phyto, O_2 et nutriments	mesures effectuées avec toutes mesures de phyto, O_2 et nutriments	non pertinent	non pertinent			
	Turbidité (transparence)		Percentile 90	non pertinent		mesures effectuées avec toutes mesures de phyto, O_2 et nutriments	mesures effectuées avec toutes mesures de phyto, O_2 et nutriments	en cours de développement	non pertinent			
	Oxygène dissous		Percentile 10 O_2 dissous	Percentile 10 O_2 dissous	Toutes zones	4/an de juin à septembre	4/an de juin à septembre	oui	oui			Daniel A. & Soudant D., avril 2009. Evaluation DCE avril 2009. Elément de qualité : bilan d'oxygène. Rapport DYNECO/PELAGOS/09.02, 74 p.
	nutriments (ammonium, nitrite+nitrate, phosphate, silicate)		Indicateur regroupant ammonium+nitrite+nitrate : Regroupement géographique des MEC et MET en fonction de l'influence des eaux douces, puis détermination d'un seuil "azoté" en fonction d'un EQR chla pour grands estuaires, puis comparaison de la concentration hivernale NID normalisée à 33 de salinité avec le seuil Chla		Manche Atlantique	4/an de novembre à février	4/an de novembre à février	oui en Manche Atlantique (à examiner en 2013 pour la Med) - Pertinence pour Phosphate et silicates encore à l'étude	oui en Manche Atlantique (à examiner en 2013 pour la Med) - Pertinence pour Phosphate et silicates encore à l'étude			Daniel A. & Soudant D., 2010. Evaluation DCE mai 2010. Elément de qualité : nutriments. Rapport DYNECO/PELAGOS/10.03 p.100.
Phytoplancton	Chlorophylle a		Percentile 90	Percentile 90 sauf MET turbides	Toutes zones	8/an (mars à octobre) en Manche Atlantique 12/an en Méditerranée	8/an (mars à octobre) en Manche Atlantique 12/an dans les MET de type delta en Méditerranée	oui	sauf MET turbides	OK (métriques, seuils et valeurs de référence)	en cours	Soudant D. & Belin C., janvier 2009. Evaluation DCE décembre 2008. Elément de qualité : phytoplancton. 01 2009 – R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/09-03 à 08/DS. 6 tomes, 465 p. ; Soudant D. & Belin C., janvier 2010. Evaluation DCE janvier 2010. Elément de qualité : phytoplancton. 01 2010 - R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-03/DS, 199 p.
	Abondance (blooms)		% d'échantillons avec blooms (>100 000 cells/l pour grandes espèces et > 250 000 celles/l pour petites espèces	% d'échantillons avec blooms (>100 000 cells/l pour grandes espèces et > 250 000 celles/l pour petites espèces sauf MET turbides	Manche Atlantique et EC Méditerranée	1 fois/mois	1 fois/mois	oui	sauf MET turbides	OK (métriques, seuils et valeurs de référence) pour Manche Atlantique NON pour Méditerranée	en cours	
				P90min densité nano et picopk , en fonction de la taille des cellules (<3µm ou >3 µm)	Lagunes méditerranéennes (ET)		1 fois/mois (juin à août)			/	en cours	
	Composition taxonomique		métrique en cours de révision	métrique en cours de révision						pas validé	pas validé	

GIG : Groupe d'Intercalibration Géographique (cases grises : Élément de Qualité Biologique non soumis à la procédure d'intercalibration).

MEC : Masses d'Eaux Côtières

MET : Masses d'Eaux de Transitions

ANNEXE I (Suite) : Tableaux de synthèse des principales caractéristiques des différents paramètres utilisés dans la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/UE) pour l'évaluation de la bonne qualité des eaux.

Indicateurs DCE	Paramètres DCE	Lien avec la typologie des ME	Métriques		Zones (Manche, Atlantique, Méditerranée)	Fréquence de suivi		Pertinence du paramètre		Validation GIG		Rapports
actualisé le 8/07/2010			MEC	MET		MEC	MET	MEC	MET	MEC	MET	
Macro-algues	Macro-algues intertidales		index français (surface des ceintures et les recouvrements moyens+ espèces caractéristiques + espèces opportunistes)	en cours de développement en Bretagne (ceinture des hauts niveaux sur roche ; banquette à *Vaucheria)*	Manche Atlantique	1 saison/3 ans	en cours de développement	oui	en cours de développement	en cours d'intercalibration	à intercalibrer	Ar Gall E. et Le Duff M., décembre 2009. Macro-algues intertidales en eaux côtières, 28 pages. Ar Gall E. et Le Duff M., décembre 2009. Macro-algues intertidales en eaux de transition, 28 pages. Ar Gall E. et Le Duff M., décembre 2009. Intercalibration avec le CFR espagnol, 11 pages.
	Macro-algues étages médio et infralittoral supérieur	Typologie spécifique à CARLIT (6 situations morphologiques de côtes : haute naturelle, basse naturelle, haute artificielle, basse artificielle, bloc naturels, blocs artificiels)	CARLIT cartographie de la distribution et de l'abondance des communautés littorales (*Cystoseira*)		Méditerranée	Mi-avril-mi-juin		oui (sauf FRDC 2c pas d'espèce structurante ; pour FRDC 6a >90% artificiel, FRDC 8c ME sédimentaire, et >70% artificiel, FRDC9b ME sédimentaire et >75% artificiel, FRDC 10b >75% artificiel, statut de MEFM)	non	Intercalibré		Thierry THIBAUT, Laurent MARKOVIC, décembre 2009, Rapport d'état écologique des masses d'eau, ensemble du littoral rocheux continental français de Méditerranée, 31 pages.
	Macro-algues subtidales	13 types répartis en 3 super-types : côte rocheuse peu turbide ; côte sablo-vaseuse peu turbide ; côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	Indice de Qualité sur 100 points (limites d'extension des ceintures algales + densité des espèces définissant l'étagement (niveau 1et 2, seulement) + composition spécifique + richesse spécifique totale + données sur stipes de *Laminaria hyperborea*) sur niveaux 1+2 et niveau 3	pas pertinent (pas présent, ou pas exploitable)	Manche Atlantique	1 fois/an tous les 6 ans entre avril et juillet	-	oui sauf pour la ME Côte landaise (secteur ultra-battu)	non	prévu en 2011 avec les espagnols		Derrien-Courtel S. et Le Gal A., 2010. Mise au point du protocole de suivi des macroalgues subtidales pour la façade Manche-Atlantique, Contrat Ifremer-MNHN, janvier 2010, 37p. Ce rapport sera complété pour fin 2010 lorsque les données 44 seront disponibles
	Macrophytes	typologie lagune		Macro-algues + angiospermes = abondance (% de recouvrement végétal total en juin) + composition (richesse spécifique, % de recouvrement relatif des espèces de référence) en cours de développement	Lagunes méditerranéennes (ET)		1 fois tous les 3 ans		oui (pertinent en lagunes mais pas en T12 (Bras et delta du Rhône)			en attente, dead-line juin 2010
	Blooms à ulves		Taux couverture (AA/ référence ; 4 scénarios) ; Aire de dépôt (AA) ; Durée du bloom par les occurrences de dépôts sur les 3 vols (nb occurrence/ME) ; Densité de couverture par équi 100/AA En test	UK and Ireland tool (5 métriques impliquant % et biomasse de couverture + enfouissement)	Loire Bretagne (MEC) ; Bretagne (MET)	3 dates d'inventaire (suivi aérien + terrain) A affiner		oui (à affiner en fonction de la typologie - action Laurence)	oui (à affiner en fonction de la typologie - action Laurence)			
Angiospermes	*Zostera marina*		Indicateurs en cours de développement ; échéance fin 2010 (basés sur les métriques suivantes : Variation (gain/perte) du nombre d'espèces ; variations de l'abondance (densité et/ou biomasse des pousses) ; variation de la superficie des herbiers (cf Foden et Brazier, 2006))	probablement mêmes métriques, toutes les MET avec angiospermes ne sont pas répertoriées	Manche Atlantique	Tous les 3 ans sauf surface (tous les 6 ans)	Tous les 3 ans sauf surface (tous les 6 ans)	oui	oui	oui		Rapport en attente, dead-line juin 2010 pour une première version ; version définitive à l'automne
	Zostera noltii		Indicateurs en cours de développement ; échéance fin 2010 (basés sur les métriques suivantes : Variation (gain/perte) du nombre d'espèces ; variations de l'abondance (densité et/ou biomasse des pousses) ; variation de la superficie des herbiers (cf Foden et Brazier, 2006)).	Indicateurs en cours de développement ; échéance fin 2010 (basés sur les métriques suivantes : Variation (gain/perte) du nombre d'espèces ; variations de l'abondance (densité et/ou biomasse des pousses) ; variation de la superficie des herbiers (cf Foden et Brazier, 2006)). Toutes les MET avec angiospermes ne sont pas répertoriées	Manche Atlantique	Tous les 3 ans sauf surface (tous les 6 ans)	Tous les 3 ans sauf surface (tous les 6 ans)	oui	oui			
	Posidonia		PREI (*Posidonia oceanica* rapid easy index) = densité des pousses + surface des pousses + ratio entre biomasse des épiphytes et biomasse des feuilles à profondeur donnée + profondeur limite minimale + état de cette limite (régressive, stable ou progressive)		Méditerranée			oui		pas validé		Sartoretto S., 2008. Soutien méthodologique à la mise en oeuvre de la Directive Cadre Eau (item : Herbier de Posidonie) Validation du protocole de calcul de l'EQR (District Rhône et côtiers méditerranéens) Rapport Ifremer RST/DOP/LER-PAC/08-01, 40 pages.
Invertébrés benthiques	Invertébrés benthiques de substrat meuble	**grille basée sur les habitats** (sables plus ou moins envasés subtidaux, sables plus ou moins envasés intertidaux et sables fins à moyens exposés)	**M-AMBI** : Diversité (Indice de Shannon = nombre d'espèces et fréquence relative de l'espèce i dans le prélèvement) ; Richesse spécifique (nombre d'espèces recensées) ; AMBI (classement des espèces selon leur sensibilité aux apports de matières organiques)	Proposition du MISS-TW (5 types de substrats différents) pour les zones heuhalines, méso et polyhalines	Manche Atlantique	1 fois tous les 3 ans	en cours de développement	oui sauf pour la ME Côte landaise (secteur ultra-battu)	en cours de développement	intercalibré	en cours	Pour MET Manche Atlantique : Gouillieux et al, 2009, Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la Directive Cadre sur l'Eau, rapport collectif, 109 pages (Action A 231) ;
		Habitats définis en fonction de la granulométrie, de la profondeur et de l'exposition	Analyse campagne 2009 en cours - calcul des indices de Shanon, d'équitabilité, indice trophique, indice de Clarck, AMBI et **M-AMBI)**	Analyse campagne 2009 en cours - MISS-MTW	Méditerranée (Corse)	1 fois tous les 3 ans		oui	oui		en cours	
			Analyse campagne 2009 en cours - M-AMBI à l'est de l'embouchure du Rhône ; MEDOOC à l'ouest du Rhône)	Proposition du MISS-TW (3 types de lagunes : euhalines, polyhalines et mésohaline)	Méditerranée (sauf Corse)	1 fois tous les 3 ans		oui	oui		en cours	

ANNEXE II : Vue d'ensemble des critères utilisés pour l'évaluation de l'état d'eutrophisation dans la DCSMM, la DCE, l'outil HEAT d'HELCOM et dans la Procédure Commune D'OSPAR.
(Source : OSPAR - ICG COMP 2011)

Criteria Commission Decision 2010/477/EU	Criteria Water Framework Directive 2000/60/EC, Annex V	Criteria HELCOM HEAT (publication BSEP 115B)	Harmonised criteria OSPAR Common Procedure (agreement 2005-3, Table 1)	OSPAR monitoring in relation to criteria (agreement 2005-4)
5.1 Nutrient levels	**Nutrient condition**	**Nutrient enrichment**	**Nutrient enrichment**	*PA: problem area* *PPA: potential problem area* *NPA: non-problem area*
5.1.1 Nutrient concentration in water	Nutrient concentrations in water	Nutrient concentrations in water	Nutrient concentrations in water	NH_4-N, NO_2-N, NO_3-N, PO_4-P, SiO_4-Si (PA, PPA only), salinity, temperature PA, PPA: annually; NPA: about every 3 years
5.1.2 Nutrient ratios (silica, nitrogen, phosphorus), where appropriate		N/P ratio	N/P ratio	
			Riverine inputs and direct discharges	OSPAR RID programme: ammonia and nitrates (expressed as N), orthophosphates (expressed as P), Total N, Total P, suspended particulate matter
5.2 Direct effects	**Quality elements**	**Primary symptoms**	**Direct effects**	
5.2.1 Chlorophyll concentration in the water column	Phytoplankton biomass (chlorophyll a)	Chlorophyll a concentrations in water	Chlorophyll a concentrations in water	PA, PPA: phytoplankton chl a
5.2.2 Water transparency related to increase in suspended algae, where relevant	Water transparency	Water transparency		
5.2.3 Abundance of opportunistic macroalgae	Composition of macroalgae and angiosperm taxa, change in macroalgal cover and angiosperm abundance	Depth range of submerged aquatic vegetation	Shift in macrophyte/ macroalgae species composition, change in abundance and area coverage, especially of nuisance and opportunistic species	PA, PPA: biomass PA: species composition, coverage, and reduced depth range
5.2.4 Species shift in floristic composition such as diatoms to flagellate ratio, benthic to pelagic shifts, as well as bloom events of nuisance/toxic algal blooms (e.g. cyanobacteria) caused by human activities	Phytoplankton composition and bloom frequency (*Phaeocystis*)	Primary production Phytoplankton species composition, and bloom frequency, intensity and spatial and temporal extent	Increased bloom and duration of area-specific phytoplankton indicator species, shift in species composition	PA, PPA: species composition (genera and nuisance/potentially toxic species) PA: TOC and POC
5.3 Indirect effects	**Quality elements**	**Secondary symptoms**	**Indirect effects**	
5.3.1 Abundance of perennial seaweeds and seagrasses (e.g. fucoids, eelgrass and Neptune grass) adversely impacted by decrease in water transparency	See 5.2.3	See 5.2.3	See 5.2.3	See 5.2.3
5.3.2 Dissolved oxygen i.e. changes due to increased organic matter decomposition and size of the area concerned	Oxygen balance	Oxygen concentration and saturation	Oxygen deficiency	PA, PPA: O_2 concentration, including % saturation
			Increased organic carbon/organic matter	See 5.2.4
	Fish fauna: species composition and abundance Benthic invertebrate fauna: diversity and abundance of taxa	Abundance and structure of benthic invertebrate communities	Kills in fish and zoobenthos, shift in zoobenthos biomass and species composition	PA, PPA: biomass, species composition PA: eutrophication indicator species
			Other possible effects	
			Algal toxins (incidence of DSP/PSP mussel infections). See 5.2.4	See 5.2.4

ANNEXE III : Synthèse des métriques utilisées pour l'évaluation de l'état d'eutrophisation dans la DCSMM, la DCE, l'outil HEAT d'HELCOM et dans la Procédure Commune d'OSPAR.
(Source : OSPAR - ICG COMP 2011)

MSFD Commission Decision 2010/477/EU: Criteria		**Water Framework Directive: Indicator/metrics relevant for eutrophication**		**HELCOM HEAT: Indicator/metrics**		**OSPAR Common Procedure: Indicator/metrics Shaded are 4 of the 5 specific North Sea EcoQOs**		**Comment on Common Procedure**
Nutrient levels	5.1.1 Nutrient concentration in water	Nutrient condition		Nutrient enrichment		Nutrient enrichment	Riverine inputs and direct discharges (trend)	Qualitative assessment. Used by all CPs
			DIN, DIP, TN and TP concentrations		Winter surface DIN, DIP, TN and TP concentrations (µmol/l)		Winter DIN and DIP concentrations (µmol/l)	Used by 9 of 11 CPs
	5.1.2 Nutrient ratios (silica, nitrogen and phosphorus), where appropriate				N:P ratio (Redfield		N/P ratio (Redfield)	Used (partly) by 9 of 11 CPs
Direct effects of nutrient enrichment	5.2.1 Chlorophyll concentration in the water column	Phytoplankton	Phytoplankton biomass expressed as chlorophyll a concentrations	Primary symtoms	Chlorophyll *a* concentrations (expressed as µg/l and Ecological Quality Ratio – EQR)	Direct effects of nutrient enrichment	Mean and maximum concentrations of chlorophyll *a* during growing season (µg/l – either measured or calculated from Particulate Phytoplankton Carbon)	Used by all CPs. Under review. In the last assessment, there was preference to use 90th percentile in combination with mean chlorophyll concentrations
	5.2.2 Water transparency related to increase in suspended algae, where relevant	Transparency	Water transparency (measured as Secchi depth)	Secondary symtoms	Water transparency (measured as Secchi depth)	Indirect effects of nutrient enrichment	*(Water transparency measured as Secchi depth)*	*(Used by 3 of 11 CPs. This is part of the assessment process but not of the set of 10 harmonised parameters.)*
	5.2.3 Abundance of opportunistic macroalgae	Macroalgae and angiosperms	Composition of macroalgal communities and extent of macroalgal cover (expressed e.g. through relationship between % coverage and biomass of opportunistic species of macroalgae such as *Ulva* and *Entermorpha*	Primary symptoms		Direct effects of nutrient enrichment	Shift of macrophytes/macroalgae from long-lived species to short-lived nuisance species (e.g. *Ulva*). Measured as biomass of nuisance species, increased area coverage of nuisance species, or reduced depth distribution of macrophytes	Used by 7 of 11 CPs. Not relevant for 2 CPs. 2 CPs have limited monitoring data.
			Taxonomic composition and abundance of angiosperm (expressed e.g. through index and shifts in community status from one dominated by angiosperms to one dominated by macroalgae)					
	5.2.4 Species shift in floristic composition such as diatoms to flagellate ratio, benthic to pelagic shifts, as well as bloom events of nuisance/toxic algal blooms (e.g. cyanobacteria) caused by human activities	Phytoplankton	Phytoklankton biomass (Chlorophyll-a concentration), composition and bloom frequency (*Phaeocystis*)		Measurement of phytoplankton in terms of: (1) primary production, (2) biomass (chlorophyll-*a* concentration or carbon biomass), (3) species composition, and (4) bloom frequency, intensity, and spatial and temporal extent		Increased bloom (measured in cell concentrations as cells per liter) and increased duration of bloom (measured in comparison with previous years expressed in days) of area-specific phytoplankton indicator nuisance/toxic species	Used by 9 of 11 CPs. 1 CP made a qualitative assessment, 1 CP used a phytoplankton index
							Shifts in area-specific species composition from diatoms to flagellates expressed by their ratio	
						Other effect	Incidence of DSP/PSP mussel infection events	Used by 7 of 11 CPs. 2 CPs have limitations in monitoring
Indirect effects of nutrient enrichment	5.3.1 Abundance of perennial seaweeds and seagrasses (e.g. fucoids, eelgrass and Neptune grass) adversely impacted by decrease in water transparency	Macroalgae and angiosperms	See macroalgae and angiosperms		Depth distribution of bladderwrack (*Fucus vesiculosus*) as the main indicator, supported by distribution characteristics of eelgrass (*Zostera marina*), and by proportion of opportunistic species in the SAV community as the two supporting indicators	Direct effects of nutrient enrichment	Shift of macrophytes/macroalgae from long-lived species to short-lived nuisance species (e.g. *Ulva*). Measured as biomass of nuisance species, increased area coverage of nuisance species, or reduced depth distribution of macrophytes	See 5.2.3
	5.3.2 Dissolved oxygen, i.e. changes due to increased organic matter decomposition and size of the area concerned	Oxygenation conditions	Dissolved oxygen (expressed as concentration and saturation)	Secondary symptoms	Area and length of seasonal oxygen depletion (measured as mg/l and % saturation of dissolved oxygen)	Indirect effects of nutrient enrichment	Oxygen deficiency expressed as deficient oxygen concentrations (measured as mg/l) Oxygen saturation expressed as lower % saturation of dissolved oxygen	Used by all CPs

ANNEXE IV : Comparaison des résultats issus de la seconde application de la Procédure Commune d'OSPAR pour l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines avec ceux issus des évaluations faites pour définir la qualité des masses d'eaux pour les besoins de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/UE).

Sous région DCSMM	Site OSPAR	Zone OSPAR 2007	ME DCE (107)	Libellé ME DCE	Classification OSPAR procédure commune	Catégorie I			Catégorie II			Catégorie III et IV				Biologie							Physico-chimique				
																	Macroalgues			Angiospermes	Invertébrés benthiques						
						NI	DI	NP	Ca	Ps	Mp	O_2	Ck	Oc	At	Phytoplancton	Intertidales	Subtidales	Blooms		MET	MEC	O2	Nutriments	Température	Salinité	Transparence
Sous région DCSMM Manche -Mer du Nord	1	Dunkerque	AC01	Frontière Belge - Malo	PPA	?	/	/	+	+	/	?	/	/	-	Moyen	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	Très bon
		Calais	AC02	Malo - Gris-nez												Moyen	/	Moyen	/	/	/	/	/	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
	2	Boulogne	AC03	Gris -nez - Slack	PPA	-	/	/	+	+	/	?	/	/	-	Moyen	/	Très mauvais	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	Très bon
		Canche	AC04	Slack - La Warenne												Moyen	/	/	/	/	/	/	/	Bon	Très bon	n.p.	/
		Authie	AC05	La Warenne - Ault												Moyen	/	/	/	/	/	Très bon	/	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
		Somme	AT01	Baie de Somme												Médiocre	/	/	/	/	/	/	/	Bon	/	n.p.	/
	3	Pays de Caux	HC18	Pays de Caux (Nord)	NPA	?	/	/	?	?	/	?	/	/	-	Très bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	Très bon
			HC17	Pays de Caux (Sud)												Très bon	/	Mauvais	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
	4	Estuaire et Baie de Seine	HC16	Le Hâvre - Antifer	PA	+	/	/	+	+	/	+	/	/	+	Bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	Moyen	Très bon	n.p.	Très bon
			HC15	Côte Fleurie												Moyen	/	/	/	/	/	/	Bon	Moyen	Très bon	n.p.	Très bon
			HT03	Estuaire de Seine aval												Moyen	/	/	/	/	/	/	Très bon	Moyen	/	n.p.	/
	5	Calvados	HC11	Côte du Bessin	PA	+	/	/	+	+	/	?	/	/	+	Bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC12	Côte de Nacre (ouest)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC13	Côte de Nacre (est)												Très bon	/	Bon	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			HC14	Baie de Caen												Bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
	6	Baie des Veys et St Vaast	HC08	Barfleur		-	/	/	+	+	/	-	/	/	-	Très bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue												Très bon	/	Bon	/	/	/	/	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			HC10	Baie des Veys												Bon	/	Moyen	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	Très bon
			HT06	Baie des Veys (fond de baie estuarien et cheneau d'Isigny et de Carentan)												Bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	Bon	/	n.p.	/
	7	Cherbourg	HC07	Cap Levy - Gatteville	NPA	Procédure de tri 2002										/	/	Très bon	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC06	Rade de Cherbourg												Très bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC05	Cap de la Hague (nord)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			HC061	Cherbourg (intérieur grande rade)												Très bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
	8	Ouest Cotentin	HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	NPA	Procédure de tri 2002										Très bon	/	Moyen	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			HC03	Ouest Cotentin												Très bon	/	Mauvais	/	Moyen	/	/	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			HC01	Archipel Chausey												Très bon	/	Très bon	/	Très bon	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
	9	Baie du Mont St Michel (Cancale)	HC02	Baie du Mont-Saint-Michel (centre baie)	NPA	Procédure de tri 2002										Très bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC01	Baie du Mont-Saint-Michel												Très bon	/	/	/	/	/	/	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			HT05	Baie du Mont-Saint-Michel (fond de baie estuarien)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	10	Rance , Arguenon et Fresnaye	GC03	Rance - Fresnaye	PA	?	/	/	-	-	+	?	/	/	-	Très bon	/	Très bon	/	Très bon	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GT02	Bassin maritime de la Rance												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	11	St Brieuc	GC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	PA	?	/	/	-	-	+	?	/	/	-	Très bon	/	Très bon	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC06	Saint-Brieuc (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	12	Paimpol, Trieux, Jaudy	GC07	Paimpol - Perros-Guirec	NPA	?	/	/	-	-	-	?	/	/	-	Très bon	/	Bon	/	Très bon	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GT03	Le Trieux												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT04	Le Jaudy												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	13	Lannion et Morlaix	GC08	Perros-Guirec (large)	PA	?	/	/	-	+	+	?	/	/	-	Très bon	/	Très bon	/	Très bon	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC09	Perros-Guirec - Morlaix (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC10	Baie de Lannion												Très bon	/	Moyen	/	/	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC11	Baie de Morlaix												Très bon	/	Bon	/	Très bon	/	/	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC12	Léon - Trégor (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT06	Rivière de Morlaix												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT07	La Penzé												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	14	Abers finistériens	GC13	Les Abers (large)	PA	?	/	/	?	+	+	?	/	/	-	Très bon	/	Très bon	/	Bon	/	/	/	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GT08	L'Aber Wrac'h												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT09	L'Aber Benoît												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	15	Iroise	GC17	Iroise - Camaret	PPA	+	/	/	+	-	+	?	/	/	+	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC18	Iroise (large)												Très bon	/	Très bon	/	Très bon	/	Très bon	/	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
	16	Brest	GC16	Rade de Brest	PA	n.a.	/	/	?	+	-	?	/	/	+	Très bon	/	Très bon	/	Bon	/	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GT10	L'Elorn												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT11	Rivière de Daoulas												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT12	L'Aulne												Très bon	/	/	/	/	/	/	/	Moyen	/	n.p.	/
	17	Douarnenez	GC20	Baie de Douarnenez	PA	?	/	/	-	-	+	?	/	/	+	Bon	/	Bon	/	/	/	Très bon	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
	18	Audierne	GC24	Audierne (large)	PA	?	/	/	+	+	-	?	/	/	+	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC26	Baie d'Audierne												Bon	/	Bon	/	/	/	Très bon	/	/	Très bon	n.p.	Bon
Sous région DCSMM Golf de Gascogne - Côtes Ibériques	19	Concarneau Aven et Belon	GC28	Concarneau (large)	PA	?	/	/	+	+	+	?	/	/	+	Bon	/	Très bon	/	Très bon	/	Très bon	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC29	Baie de Concarneau												/	/	Très bon	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT14	Rivière de Pont-l'Abbé												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT15	L'Odet												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT16	L'Aven												Bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT17	La Belon												Très bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	20	Laïta, Lorient, Groix et Etel	GC32	Laïta - Pouldu	PPA	+	/	/	-	-	-	?	/	/	+	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC33	Laïta (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC34	Lorient - Groix												Très bon	/	Très bon	/	/	/	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC35	Baie d'Etel												Bon	/	Très bon	/	/	/	Très bon	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC37	Groix (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT18	La Laïta												Bon	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT19	Le Scorff												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT21	Rivière d'Etel												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT20	Le Blavet												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	21	Baie de Quiberon et Belle Ile	GC36	Baie de Quiberon	NPA	?	/	/	-	-	-	?	/	/	+	Bon	/	/	/	/	/	Très bon	Bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC38	Golfe du Morbihan (large)												/	/	Bon	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC42	Belle-Ile												Bon	/	Moyen	/	/	/	/	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GT22	Rivière de Crac'h												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	22	Golf du Morbihan	GC39	Golfe du Morbihan	PPA	?	/	/	?	+	-	?	/	/	-	Bon	/	Bon	/	Très bon	/	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GT23	Rivière d'Auray												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT24	Rivière de Vannes												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT25	Rivière de Noyalo												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	23	Vilaine	GC44	Baie de Vilaine (côte)	PA	+	/	/	+	+	/	?	/	/	+	Moyen	/	Mauvais	/	/	/	Très bon	Bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC45	Baie de Vilaine (large)												Bon	/	Bon	/	/	/	Très bon	Bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GT26	Rivière de Penerf												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT27	La Vilaine												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	24	Loire et Bourgneuf	GC46	Loire (large)	PA	+	/	/	+	-	/	+	/	/	-	Moyen	/	/	/	/	/	Bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC48	Baie de Bourgneuf												Bon	/	/	/	Très bon	/	Bon	/	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GT28	La Loire												/	/	/	/	/	/	/	Très bon	/	/	n.p.	/
	25	Vendée, Pertuis et Marennes	GC47	Ile d'Yeu	NPA	Procédure de tri 2002										Très bon	/	/	/	/	/	Très bon	/	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			GC49	La Barre-de-Monts												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC50	Nord Sables-d'Olonne												Très bon	/	/	/	/	/	Bon	/	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC51	Sud Sables-d'Olonne												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC53	Pertuis Breton												Bon	/	/	/	Très bon	/	Bon	Très bon	/	Très bon	n.p.	Très bon
			GC52	Ile de Ré (large)												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GC54	La Rochelle												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FC01	Côte Nord-Est de l'Ile d'Oléron												Bon	/	/	/	/	/	Très bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Très bon
			FC02	Pertuis Charentais												Bon	/	/	/	/	/	Bon	Très bon	Bon	Très bon	n.p.	Bon
			GT30	Le Lay												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			GT31	La Sèvre niortaise												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
	26	Gironde	FC03	Côte Ouest de l'Ile d'Oleron	NPA	Procédure de tri 2002										/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FC04	Panache de la Gironde												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FT05	Gironde aval												/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FT04	Gironde centrale												/	/	/	/	/	/	/	/	Bon	/	n.p.	/
	27	Arcachon et Landes	FC05	Côte Girondine	NPA	-	/	/	-	-	/	-	/	/	+	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FC06	Arcachon amont												Bon	/	/	/	Bon	/	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	n.p.	Très bon
			FC07	Arcachon aval												Bon	/	/	/	/	/	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	n.p.	Très bon
			FC08	Côte Landaise												Bon	/	/	/	/	/	Moyen	Très bon	Très bon	Très bon	n.p.	Très bon
			FC09	Lac d'Hossegor												Très bon	/	/	/	Bon	/	Bon	Très bon	Très bon	Très bon	n.p.	Très bon
	28	Pays Basque	FC10	Panache de l'Adour	NPA	Procédure de tri 2002										/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	n.p.	/
			FC11	Côte Basque												Très bon	/	Moyen	/	/	/	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	n.p.	Très bon

Légende du tableau

NI : Apport fluviaux et rejets direct de N total et de P total
DI : Teneurs hivernales en DIN et/ou DIP
NP : Ratio hivernale accru
Ca : Chlorophylle *a* : percentile 90
Ps : Espèces phytoplanctoniques indicatrices
Mp : Macrophytes y compris macroalgues
O_2 : Teneur en Oxygène dissous : percentile 10
Ck : Modifications / mortalité du zoobenthos et mortalité du poisson
Oc : Carbone / matière organiques
At : Toxines algales (épisodes de contamination de coquillages par DSP/PSP/ASP)

PA : Problem Area (zone à problème)
PPA : Potential Problem Area (Zone à problème potentiel)
NPA : Non Problem Area (Zone sans problème)

+ = Tendances Accrues, niveaux "élevés", déplacements ou modifications concernant les paramètres d'évaluation respectifs
- = Aucune présence de tendances accrues, niveaux "élevés", de déplacements ou
- modifications concernant les paramètres d'évaluation respectifs

? = Données insuffisantes pour permettre une évaluation ou données disponibles pas appropriées

Note : Les catégories I, II et/ou III/IV sont indiquées par le symbole '+' lorsque un ou plus des paramètres respectifs révèle une tendance accrue, niveaux "élevés", des déplacements ou modifications.

n.a. : non disponible
n.p. : non pertinent

ANNEXE V : Extrait de l'annexe A de la proposition du Royaume-Uni lors de la réunion ICG MSFD d'OSPAR du 8 septembre 2011 pour la prise en compte des recouvrements entre la DCSMM et la DCE (Source : document ICG EUT 11/2/1).

ANNEX A: Draft UK proposal for managing links between MSFD and WFD in coastal waters

Background

1. The relationship between MSFD and WFD is complicated. The MSFD does not apply to WFD transitional water bodies (effectively estuaries), but it does apply to WFD coastal water bodies, which extend out to 1nm offshore in England, Wales and Northern Ireland and 3nm offshore in Scotland and can include some significant areas of marine water e.g. around the Solent, the Thames and the Bristol channel. This is illustrated in the diagram below.

2. This means that there is an overlap between the MSFD and WFD in coastal waters. The MSFD attempts to deal with this overlap by stating that, *'Coastal waters...are an integral part of the marine environment, and as such should also be covered by this Directive, in so far as particular aspects of the environmental status of the marine environment are not already addressed through Directive 2000/60/EC [WFD]'*.

3. The UK has interpreted this to mean that in coastal waters MSFD only needs to cover those elements of GES that are *not* already covered by the WFD. This includes elements such as litter, noise, commercial fish, contamination in seafood and certain aspects of biodiversity. For biodiversity the picture is particularly complicated due to the fact that MSFD covers all components of biodiversity and WFD only covers the elements outlined below:

- Benthic invertebrates (soft sediment infauna in subtidal and intertidal habitats)
- Macroalgae (rocky shore macroalgae i.e. intertidal only)
- Angiosperms (intertidal seagrass)
- Angiosperms (saltmarsh)
- Phytoplankton
- Diversity of transitional water fish
- WFD does not cover – zooplankton, seabirds, coastal water fish, hard substratum fauna etc.

4. In theory this should mean that in coastal waters MSFD does not need to cover (either in target setting, or for monitoring and assessment purposes) contaminants, eutrophication, non-indigenous species[1], changes to hydrographic conditions, or the aspects of biodiversity which are already covered by WFD.

5. However, in practice it may not be either simple or desirable to just exclude these aspects of GES in coastal waters from MSFD targets, monitoring and status assessments. We need to agree clear guidance for dealing with this issue. A number of possible options are highlighted in the next section.

[1] WFD does not refer to non indigenous or invasive species, but they are covered by implication by the definitions of high and good status for biological indicators. For a water body to be classified as high ecological status, species composition and abundance must correspond totally or nearly totally to undisturbed conditions so if non indigenous species were present the Water Body would be classified as below high status.

Option A – Exclude WFD coastal water elements from MSFD entirely

6. *Targets* – Under this option MSFD targets would only apply to coastal water bodies for those biodiversity components and pressures *which are not* covered by WFD. For example:

- For D5 targets would only apply to marine waters beyond coastal waters.
- For habitats which are covered by WFD but which are *only* found in coastal waters (e.g. saltmarsh), no MSFD targets would be set.
- For habitats which are covered by WFD and are found in both coastal waters and wider marine waters, the MSFD targets should be developed to apply only to the area of habitat beyond coastal waters (e.g. for benthic invertebrates).

7. *Monitoring and assessment* – Assessment and monitoring should be linked to the MSFD targets and indicators, so under this option MSFD assessment and monitoring would only apply to coastal water bodies for those biodiversity components and pressures which are not covered by WFD.

8. *Measures* – Measures which relate to managing pressures which cause impacts in coastal waters would only form part of the MSFD programme of measures if they relate to impacts which are not covered by WFD, or if they relate to pressures which are also having an impact in wider marine waters.

9. *Implications of this approach:*

- Fits well with the Directive's statement that in coastal waters MSFD should only deal with things in so far as they are not already covered by WFD.
- Gives a clear distinction between the remits MSFD and WFD.
- May not be easy to restrict status assessments on this basis (in particular for biodiversity) and it would lead to a less holistic assessment of the overall environmental status.

Option B – Include WFD coastal water elements within MSFD, but use existing WFD targets/tools for assessment

10. *Targets* – Relevant WFD targets/tools for coastal water bodies should be included within the MSFD set of targets and separate MSFD targets should be set for these elements outside coastal water bodies, for example:

- For D5, targets would apply to marine waters beyond coastal waters, and the relevant WFD target/tool would be included as an MSFD target applying to coastal waters.
- For habitats which are covered by WFD, but which are only found in coastal waters (e.g. saltmarsh), the relevant WFD target/tool would be used as part of the suite of MSFD targets.
- For habitats which are covered by WFD and are found in both coastal waters and wider marine waters, an MSFD target would be developed which would apply to the area of that habitat which is beyond coastal waters, and the relevant WFD target/tool for that habitat would be included as an MSFD target applying to coastal waters.

11. *Monitoring and assessment* – MSFD monitoring and assessment would apply to all biodiversity components and pressures, but effectively there would be a separate assessment in coastal waters for any biodiversity components or pressures which are covered by WFD, which would relate to the WFD specific targets/tools. This assessment would be included as part of the wider MSFD assessment.

12. *Measures* – any measures which relate to managing the impacts of pressures in both coastal areas and the wider marine environment would be included in the MSFD programme of measures – even if this means

just referencing WFD measures in some instances. However, for measures which are being taken primarily to manage impacts in coastal waters it would be made clear that the primary driver for these measures is the WFD.

13. *Implications of this approach:*

- Doesn't fit so well with the Directive's statement that in coastal waters MSFD should only deal with things in so far as they are not already covered by WFD.
- Complicated approach – effectively there would be two different sets of MSFD targets, one for coastal waters and one for wider marine waters.
- Harder to form a holistic assessment – assessment of targets in coastal waters may come out with quite different messages from assessment of targets for the wider marine area. Under this option there would be no clear way to combine the two and it would be unclear how far a failure to achieve WFD objectives in coastal waters would cause us to fail to meet GES overall.

Option C - Include WFD coastal water elements within MSFD, with MSFD specific targets and assessments which apply across coastal and wider marine waters

14. *Targets* – MSFD targets would cover wider marine waters and coastal waters, but care would be taken to ensure consistency with WFD tools/targets, for example:

- For D5, MSFD targets would apply both to coastal waters and wider marine waters. The target would be expressed in a way which is consistent with any WFD targets/tools, but it would be applied at a broader scale than an individual WFD water body.
- For habitats which are covered by WFD but which are only found in coastal waters (e.g. saltmarsh) you could follow either of the two approaches set out in the previous two options.
- For habitats which are covered by WFD and are found in both coastal waters and wider marine waters, a target would be developed which applies to both coastal and wider marine waters. The target would need to be expressed in a way which is consistent with any WFD targets/tools, but would clearly be something which should be applied at broader scale than an individual water body.

15. *Monitoring and assessment* – MSFD monitoring and assessment would apply to all biodiversity components and pressures in both coastal and wider marine waters. WFD data would be used, but would be put into the wider target/assessment framework developed for MSFD purposes.

16. *Measures* – any measures which relate to controlling impacts on the marine environment in both coastal areas and beyond, would be included in the MSFD programme of measures – even if this just repeats WFD measures. However, for issues in coastal waters it would be made clear that the primary driver for these measures was the WFD.

17. *Implications of this approach:*

- Doesn't fit so well with the Directive's statement that in coastal waters MSFD should only deal with things in so far as they are not already covered by WFD.
- Possibility that assessments for MSFD and WFD would come out with different results e.g. under MSFD we may be meeting GES for eutrophication, whilst simultaneously failing to achieve Good Ecological Status for eutrophication in a number of WFD water bodies. This could probably be explained by the difference in scale of assessment, but it would need to be handled carefully.

- This option would have the benefit of allowing a more holistic assessment of marine status for MSFD. It would also potentially be easier to carry out an assessment on this basis than having to leave out certain very specific aspects of coastal biodiversity from the wider MSFD assessment.
- This is the approach which we are currently taking in relation to eutrophication and contaminants targets and assessments.

Discussion

18. Following discussion with policy makers and experts in the UK, Option C was thought to be the most favourable. This option would work well for the approaches to MSFD target setting and assessment currently being proposed for Descriptors 5 (eutrophication) and 8 (contaminants). However, this option presents a number of difficulties when it comes to target setting and assessment of habitats under Descriptors 1 (biodiversity) and 6 (seafloor integrity). These can be summarised as follows:

a. Due to differences between the offshore and coastal marine environment, it may be appropriate to set different state targets for the same habitat type in coastal waters compared to offshore waters (e.g. when considering benthic invertebrate community composition, or extent of seagrass beds);
b. Similarly, due to varying degrees of intensity and types of pressures in the offshore and coastal marine environment, it may be appropriate to set different pressure targets in coastal waters compared to offshore waters;
c. There is a need to preserve the link between the scale at which monitoring and assessment are carried out and the scale at which management measures will be applied. Because of the often localised scale of pressures on benthic habitats it will be hard to do this if target setting and assessment become too broad scale.

19. Based on these concerns, the preferred approach in relation to benthic habitats seems to be to try to find some way of nesting indicators for benthic habitats which are monitored and assessed at a smaller (e.g. coastal water body scale) within a wider MSFD assessment, without losing the link back to the smaller scale.

20. A revised proposal is set out below which aims to take on board some of these concerns:

Option Ci – Nesting Targets

21. *Targets* – MSFD targets should apply at whatever scale is relevant for the particular component or pressure being considered. A clear methodology must be in place to explain how assessments against these targets should be carried out at the scale of the MSFD regions/sub-regions:

- For D5, MSFD targets would apply both to coastal waters and wider marine waters. The target would be expressed in a way which is consistent with any WFD targets/tools, and may use WFD tools for part of the assessment, but it would be applied at a broader scale than an individual WFD water body.
- For habitats which are covered by WFD and are found in both coastal waters and wider marine waters targets should be set at whatever scale makes most sense for that habitat. If there are sufficient differences in the habitat between coastal waters and wider offshore waters then it may be appropriate to set different targets (although the boundaries for setting different targets should be dictated by the habitat itself rather than the 1nm coastal waters boundary). WFD tools should be used wherever appropriate, and applied beyond coastal waters if relevant. However, whatever scale the individual habitat targets are set at, there must be a clear assessment methodology for scaling these up to a wider criterion level assessment under MSFD.

- For habitats which are covered by WFD but which are only found in coastal waters (e.g. saltmarsh), WFD tools/targets should be used for assessment, but these should be applied within the wider criterion target level assessments of MSFD.

22. *Monitoring and assessment* - MSFD monitoring and assessment would apply to all biodiversity components and pressures in both coastal and wider marine waters. WFD data would be used, but would be put into the wider assessment framework developed for MSFD purposes.

23. *Measures* – any measures which relate to controlling impacts on the marine environment in both coastal areas and beyond, would be included in the MSFD programme of measures – even if this just repeats WFD measures. However, for issues in coastal waters it would be made clear that the primary driver for these measures was the WFD.

24. Implications of this approach:

- Doesn't fit so well with the Directive's statement that in coastal waters MSFD should only deal with things in so far as they are not already covered by WFD.
- Possibility that assessments for MSFD and WFD would come out with different results e.g. under MSFD we may be meeting GES for eutrophication, whilst simultaneously failing to achieve Good Ecological Status for eutrophication in a number of WFD water bodies. This could probably be explained by the difference in scale of assessment, but it would need to be handled carefully.
- This option would have the benefit of allowing a more holistic assessment of marine status for MSFD. It would also potentially be easier to carry out an assessment on this basis than having to leave out certain very specific aspects of coastal biodiversity from the wider MSFD assessment.
- This is the approach which we are currently taking in relation to eutrophication and contaminants targets and assessments.

Conclusion

25. The UK not made any formal decision about which of these options to proceed with, but at the moment Option Ci seems to be the most promising. Further consideration is needed about whether this approach would also work in relation to D7.

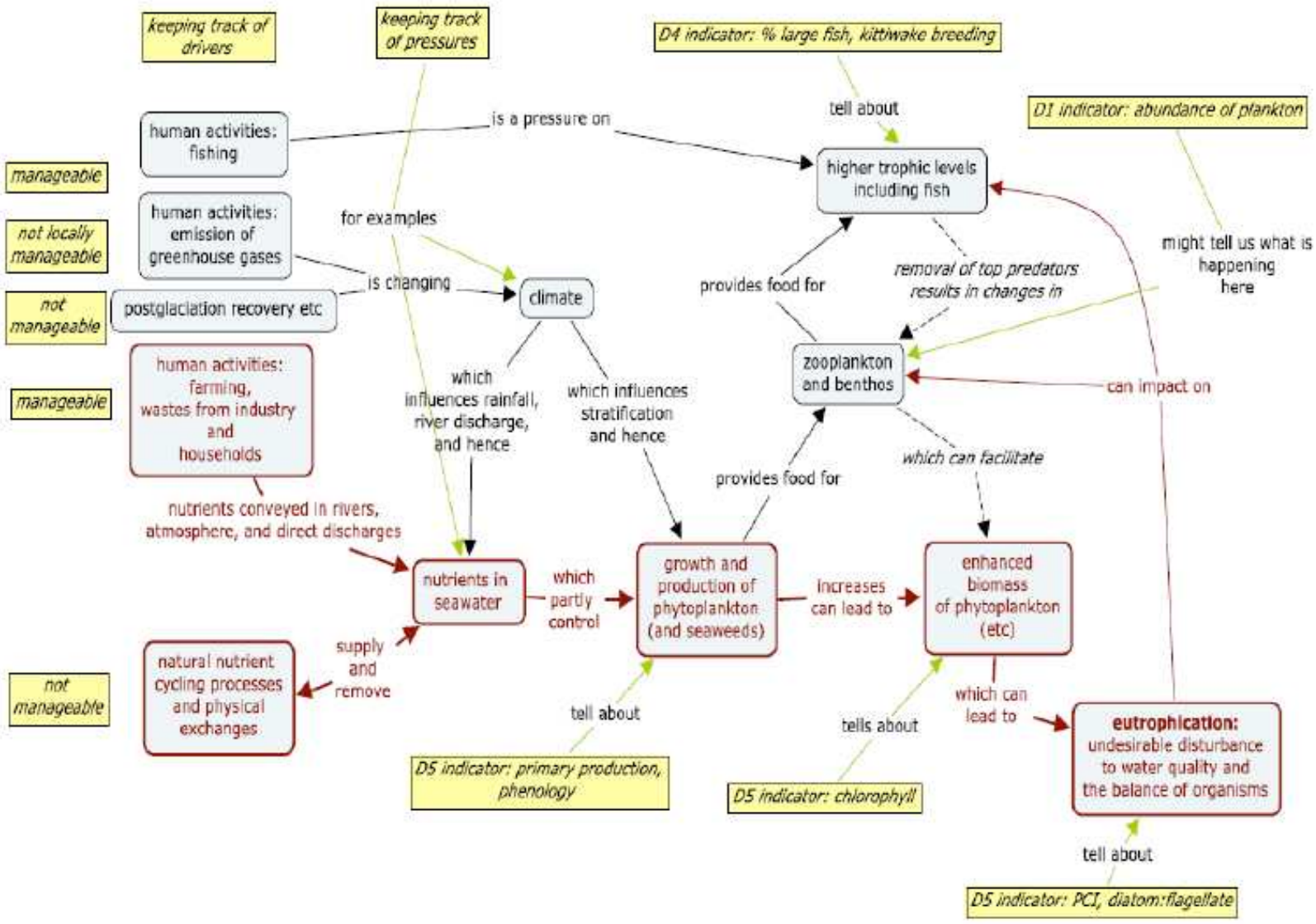
26. UK is keen to seek views from other Contracting Parties on how they are planning to deal with this complicated issue and is sharing this early thinking on this basis.

Annexe VI. Evaluation de la pertinence des indicateurs listés dans la décision de la commission du 1er Septembre 2101 relative aux critères et aux normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation.

	Pertinence de l'indicateur pour la caractérisation du BEE								
	NON		**OUI**						
	Raisons	Autre(s) indicateur(s) proposé(s) éventuellement	Existence d'indicateur similaire, ou de paramètres ou de métriques pouvant servir à calculer cet indicateur, dans d'autres cadres ?			Existence de données couvrant les zones DCSMM pour renseigner l'indicateur ?			Besoins éventuels de recherches complémentaires pour construire et calculer l'indicateur ? (si oui indiquer lesquels)
			Non	*Oui mais avec certaines limites (indiquer lesquelles)*	*Oui (préciser lesquels)*	*Non*	*Oui mais avec certaines limites (indiquer lesquelles)*	*Oui (préciser lesquels)*	
D5									
5.1 Teneurs en nutriments									
Concentration en nutriments dans la colonne d'eau (5.1.1)				**X***			**X****		**X*****
Taux des nutriments [dioxyde de silicium, azote et phosphore], le cas échéant (5.1.2)				**X***			**X****		**X*****
5.2 Effets directs de l'enrichissement en nutriments									
Concentration en chlorophylle dans la colonne d'eau (5.2.1)				**X***			**X****		**X*****
Transparence de l'eau en liaison avec une augmentation de la quantité d'algues en suspension, le cas échéant (5.2.2)				**X***			**X****		**X*****
Abondance d'algues macroscopiques opportunistes (5.2.3)					**X (DCE)**			**X (DCE)**	**X*****
Modification des espèces dans la composition de la flore, comme le rapport diatomées/flagellés, le basculement des espèces benthiques aux espèces pélagiques, ainsi que la floraison d'espèces sources de nuisance ou la prolifération d'algues toxiques (p. ex. cyanobactéries), causée par les activités humaines (5.2.4)				**X***			**X****		**X*****
5.3 Effets indirects de l'enrichissement en nutriments									
Abondance des algues et herbiers pérennes (par ex. fucacées, zostères et posidonies), perturbés par la diminution de la transparence de l'eau (5.3.1)					**X (DCE)**			**X (DCE)**	**X*****
Oxygène dissous, c'est-à-dire changements dus à un accroissement de la décomposition de matière organique et superficie de la zone concernée (5.3.2)				**X***			**X****		**X*****

* Les limites de l'utilisation de ces indicateurs résident dans le fait que les références et les grilles de lecture ont été définies majoritairement pour les eaux côtières au sens de la DCE (2000/60/UE). Par ailleurs, la stratégie de monitoring en terme de couverture spatiale et de fréquence de prélèvements pourrait devoir faire l'objet d'une adaptation afin de répondre aux besoins de la DCSMM.

** Les données sont généralement acquises dans le cadre de la surveillance des masses d'eaux côtières et des différences de couverture spatiale et donc de représentativité existent entre les sous-régions marines. Les données acquises plus au large sont moins nombreuses; une adaptation de la fréquence temporelle d'échantillonnage et/ou de la couverture spatiale pourrait s'avérer nécessaire afin de répondre aux besoins de la DCSMM.

*** Il n'est pas envisageable de prétendre que l'un ou l'autre des indicateurs soit assez fiable pour ne pas devoir faire l'objet d'un besoin de recherches complémentaires. Les recherches doivent porter, entre autres, sur les relations entre les pressions et les effets.

Annexe VII. Les relations entre les descripteurs du Bon Etat Ecologique incluant l'eutrophisation, les pressions et les indicateurs potentiels (Source : Defra, Department for Environment Food and Rural Affairs. How can we improve monitoring and assessments of Eutrophication relating to future MSFD requirements ? ME5302: Research supporting improved understanding and assessment of ecosystem health).