

Coûts liés à l'eutrophisation

MESSAGES CLES

L'eutrophisation se définit par un ensemble de processus biogéochimiques et biologiques induit par un apport excessif de nutriments, et qui se traduit le plus souvent en milieu marin par des efflorescences algales et phytoplanctoniques. Le phénomène est observé sur l'ensemble de la façade en particulier sur les plages de Normandie et en Baie de Somme¹.

- Les coûts inhérents à l'eutrophisation en Manche-mer du Nord représentent 21,5% des coûts à l'échelle nationale.
- L'importance des coûts de prévention et d'évitement (96%) est essentiellement due aux mesures mises en œuvre pour la préservation de la qualité de l'eau, au travers notamment des mesures d'abattement de l'azote domestique (64% des coûts de prévention et évitement)
- Les coûts de mise en œuvre de la recherche sur l'eutrophisation marine sont les plus importants de la catégorie des coûts de suivi et d'information (46,4%) et dont l'augmentation élevée (92%) résulte d'une refonte méthodologique.
- La diminution des coûts de mise en œuvre du REPHY (-7%) entre 2009 et 2016 est principalement due à une diminution du nombre de stations et à une révision des protocoles et paramètres suivis.

I. L'eutrophisation

L'eutrophisation est caractérisée par un ensemble de processus biogéochimiques et biologiques déclenchés en réponse à un apport excessif d'éléments nutritifs². Le terme « eutrophisation » recouvre l'ensemble des effets direct et indirect qu'induit le déclenchement de ces processus biogéochimique et biologique : accroissement des populations phytoplanctoniques, prolifération algale, phénomène d'hypoxie voire d'anoxie, etc. En milieu marin, l'eutrophisation d'origine anthropique résulte d'un surplus d'azote et, dans une moindre mesure, de phosphore tous deux identifiés comme étant les principaux facteurs responsables du dysfonctionnement des écosystèmes côtiers.

Les manifestations de l'eutrophisation sont variables et fonction d'un ensemble de paramètres tels que les conditions biophysiques du milieu ou les activités impactantes présentes à proximité du milieu récepteur. En milieu côtier, l'eutrophisation se manifeste généralement par la prolifération de phytoplancton et/ou de macro algues marines. Les macro algues vertes opportunistes comme les *Chlorophyceae* sont les plus communes à l'échelle métropolitaine et les échouages d'algues vertes sont majoritairement composés du genre *Ulva*. Plus ponctuellement, des efflorescences de macro algues vertes du genre *Cladophora*, rouges du genre *Gracilaria* et brunes du genre *Pylaiella* sont observées sur le littoral français. À cela s'ajoute certaines espèces de micro

1 Le chapitre dédié à l'évaluation de l'état du milieu pour le descripteur « Eutrophisation » permet de savoir plus précisément quels secteurs sont touchés par l'eutrophisation et selon quels facteurs (ex : excès de chlorophylle dans l'Est Cotentin).

2 La définition de l'eutrophisation par l'expertise scientifique collective (l'ESCo Eutrophisation) est posée en ces termes : « L'eutrophisation anthropique, dans sa définition proposée à partir de l'analyse de la littérature, désigne le syndrome d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques induit par des apports anthropiques en phosphore et en azote. »

algues émettrices de toxines et génératrices d'impacts sanitaires et économiques, les plus connues étant *Alexandrium*, *Dinophysis* et *Pseudo-nitzschia* respectivement à l'origine de la production de toxines paralysantes, diarrhéiques ou amnésiantes [Pinay et al., 2017].

La majorité des zones côtières de la façade Manche Est - mer du Nord à l'exception de la côte ouest du Cotentin et du pays de Caux, fait face à des manifestations d'eutrophisation. En Normandie, si les eaux littorales de la Manche restent relativement épargnées par les proliférations algales du fait de leur haute turbidité notamment en sortie d'estuaire de Seine, des manifestations locales apparaissent désormais. Ainsi, le site de Courseulles-sur-Mer par exemple, fait régulièrement l'objet d'échouage important au regard des autres communes de la façade maritime du fait des apports fluviaux de la Seine. La zone située au large de Dieppe est considérée comme riche en phytoplancton ce qui s'explique par la faible profondeur de ce secteur et par l'influence du panache estuarien. Les macro algues marines prédominent dans les manifestations d'eutrophisation touchant ces côtes rocheuses. La zone littorale allant de la baie de Somme à la frontière belge est, elle, fréquemment touchée par un déséquilibre phytoplanctonique avantageant le développement du genre *phaeocystis* dont la prolifération produit une écume blanchâtre, témoin de l'eutrophisation du milieu [Observatoire national de la mer et du littoral., 2015]. Les résultats de l'évaluation de l'état du milieu marin au regard du descripteur « Eutrophisation » permettent d'avoir des données et diagnostics plus récents, disponibles dans la fiche afférente.

II. Estimation des coûts de la dégradation du milieu marin

L'estimation des coûts de la dégradation s'effectue au travers de l'évaluation des moyens mis en œuvre pour préserver la qualité des eaux marines face à l'eutrophisation. Trois types de coûts sont utilisés dans le cadre de l'analyse économique et sociale. Les coûts de suivi et d'information sont associés aux dispositifs dédiés à la collecte d'information et de données pour soutenir la recherche et les suivis scientifiques relatifs à l'eutrophisation. Les coûts des actions favorables à l'environnement sont liés aux actions de prévention et d'évitement réalisées *via* les investissements matériels ou les incitations financières sous forme d'aides et/ou de subventions dédiés à la lutte contre l'eutrophisation. Enfin, les coûts d'atténuation regroupent le coût des actions mises en œuvre de façon *ex-post*, c'est-à-dire en présence des manifestations de l'eutrophisation, et visant à en limiter les impacts environnementaux, sociaux et économiques. L'analyse est complétée par une caractérisation des impacts résiduels, impacts persistants malgré la mise en œuvre de l'ensemble de ces mesures.

II.A. Estimation du coût des mesures de suivi et d'information

Les mesures de suivi et d'information concernent principalement les réseaux de surveillance et de suivi mis en place aux échelles européenne et nationale et dont l'objectif est d'améliorer les connaissances sur la thématique de l'eutrophisation afin de favoriser la compréhension du phénomène. À l'échelle européenne, la mise en œuvre d'OSPAR et le programme relatif aux émissions atmosphériques EMEP contribuent au suivi de l'eutrophisation au travers du suivi de la qualité des eaux marines d'une part et de celui de l'évolution des émissions atmosphériques et particulièrement d'azote d'autre part. À l'échelle nationale et infranationale, différents réseaux, opérés par des organismes publics et des sociétés d'économie mixtes, assurent le suivi de l'eutrophisation au travers d'un ensemble d'indicateurs : phytoplancton et nutriments pour le REPHY et le SOMLIT, macro-algues échouées pour le « suivi des marées vertes », etc. À cela s'ajoutent les programmes de recherches et les moyens mis en œuvre par différents organismes ou par l'État pour la réalisation d'études afin d'améliorer les connaissances et de prévenir d'éventuelles risques sanitaires, économiques et sociaux.

II.A.1. Coût de la mise en œuvre des plans OSPAR

Résultant de l'unification en 1992 des conventions d'Oslo³ et de Paris⁴, la convention OSPAR permet la coopération de 15 pays et de l'Union européenne en faveur de la protection de l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est [Commission OSPAR., En ligne]. En 2017, la contribution française au programme s'élève à 172 968 Euros dont 16 815 sont dédiés au « Quality status report » (QSR), rapport consacré à l'étude de la qualité des eaux des cinq régions OSPAR⁵ et articulé autour de neuf thématiques⁶ dont l'eutrophisation [données MTES, 2017].

À l'échelle de la façade Manche Est -mer du Nord, la contribution française au suivi de l'eutrophisation dans le cadre de la mise en œuvre d'OSPAR est estimé *au prorata* du nombre de région OSPAR et de thématiques étudiées à 1 922 Euros pour la région de la « mer du Nord au sens large », dite II [MTES, 2017]. Selon la commission, la région II est la plus affectée par la problématique de l'eutrophisation notamment au travers de l'apparition d'écume algale dans le nord de la France et en Belgique à l'origine d'un déficit économique estimé à 0,5% des recettes annuelles [OSPAR., 2010]. Déterminé *au prorata* du nombre de sous-régions marines présentes au sein de cette région II, la contribution française dédiée uniquement au suivi de l'eutrophisation mené dans le cadre du QSR 2010, est estimée à 186 Euros par an pour la façade MEMN [données MTES, 2017].

II.A.2. Coût de la contribution française au programme européen EMEP, European monitoring and evaluation programme

Résultant de la convention de Genève de 1979⁷, le programme EMEP, *European monitoring and evaluation programme*, apporte un appui scientifique à la convention en matière de surveillance, d'inventaire des émissions, d'évaluation et de projections [UNECE., En ligne]. L'observatoire MERA « observatoire national de mesure et d'évaluation en zone rurale de la pollution atmosphérique à longue distance », constitue la contribution française à ce programme européen *via* un réseau national de 13 stations sélectionnées pour leur représentativité en termes de pollutions de fond et de transport de polluants sur de longues distances [École des mines Télécom Lille – Douai., En ligne].

Le coût moyen de la contribution française au programme EMEP est donc évalué à partir du coût moyen de fonctionnement et d'investissement de chacune de ces stations avant d'être estimé *au prorata* du nombre de stations localisées au sein des bassins hydrographiques de chacune des sous-régions marines. Considérant que seuls 20% des émissions atmosphériques sont à l'origine d'une pollution des eaux marines [Agences de l'eau., En ligne], l'estimation du coût moyen annuel en Manche Est - mer du Nord ne retient que 20% du coût total de l'ensemble des stations de la façade et s'élève à 12 800 Euros [données École des mines Télécom Lille – Douai, 2017].

Il faut souligner que les coûts présentés ici tiennent compte de l'ensemble des analyses réalisées dans le cadre

3 Convention d'Oslo de 1972 relative aux immersions

4 Convention de Paris de 1974 étendant le champ de la convention d'Oslo aux pollutions d'origine tellurique et à l'industrie pétrolière

5 Région I – Les eaux arctiques ; Région II – La mer du Nord au sens large ; Région III – Mers celtiques ; Région IV – Golfe de Gascogne et côte ibérique ; Région V – Atlantique au large

6 Changement climatique ; Eutrophisation ; Substances dangereuses ; Substances radioactives ; Industrie pétrolière et gazière offshore ; Exploitation des ressources marines vivantes ; Protection et conservation de la biodiversité et des écosystèmes ; Evaluation des écosystèmes ; Autres usages et impacts de l'homme (*eaux de ballast, déchets marins, micro plastiques, matériaux de dragage, bruit sous-marin, énergie renouvelables offshore, découvertes de munitions immergées*)

7 Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance conclue à Genève le 13 novembre 1979 et entrée en vigueur pour la France en 1989

de l'observatoire MERA sans possibilité de distinguer les coûts spécifiquement imputables à l'inventaire et l'évaluation des teneurs en azote atmosphérique. De plus, les mesures réalisées ne concernent que les retombées atmosphériques humides (c'est-à-dire collectées en période de précipitation) ; les dépôts d'azote mesurés dans le cadre de MERA ne constituent donc qu'une partie de l'azote atmosphérique participant au processus d'eutrophisation des eaux littorales et côtières.

II.A.3 Coût du Réseau de suivi du phytoplancton et des phycotoxines – REPHY

À l'échelle nationale, la surveillance du phytoplancton et des phycotoxines est assurée par les deux composantes environnementale et sanitaire du REPHY, réseau de suivi du phytoplancton et des phycotoxines. La composante environnementale du REPHY « réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales » s'intéresse particulièrement à la connaissance générale du phytoplancton marin des eaux côtières et lagunaires, ce dernier étant considéré comme un bon indicateur de la biodiversité au sein des écosystèmes du milieu marin. Ces observations phytoplanctoniques du volet environnemental du REPHY sont associées à un suivi des paramètres hydrologiques et complétées par les réseaux régionaux de surveillance SRN « suivi régional des nutriments », et RHLN « réseau hydrologique du littoral normand ».

La composante sanitaire, REPHYTOX « réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins », concentre ses actions sur la recherche et le suivi des espèces phytoplanctoniques productrices de toxines présentes dans les coquillages en zones de production et de gisements naturels pouvant induire un risque pour la santé humaine. Trois types de toxines sont prises en compte : les toxines lipophiles, paralysantes et amnésiantes. Étant dédié à la surveillance des impacts en termes de santé humaine, le REPHYTOX n'est pas pris en compte ici mais au travers de l'étude des coûts de la dégradation liée aux risques sanitaires.

Le coût moyen annuel du volet « environnement » du REPHY dédié spécifiquement à la surveillance phytoplanctonique, est évalué pour la façade MEMN au *pro rata* du nombre de sites suivis à environ 29.9 % des coûts à l'échelle nationale soit 667 954 Euros [données Ifremer, 2017].

II.A.4. Coût du volet phytoplancton du Service d'observation en milieu littoral - SOMLIT

Le SOMLIT, service d'observation en milieu littoral vise à améliorer la compréhension du fonctionnement et de l'évolution des écosystèmes côtiers et littoraux face à l'augmentation des contraintes naturelles et anthropiques. Si l'approche est multiparamétrique, le SOMLIT dispose d'un dispositif de suivi du phytoplancton, qui a fait l'objet en 2017 d'une mutualisation avec le volet environnement du REPHY au sein du nouveau dispositif de suivi et d'observation du phytoplancton, PhytObs [Infrastructure de recherche littorale et côtière., En ligne].

À l'échelle de la façade MEMN, le coût moyen annuel du volet phytoplancton du SOMLIT est estimé *au pro rata* du nombre de sites labellisés ayant vocation à intégrer le PhytObs et s'élève à 40 689 € [données Ifremer, 2017].

II.A.5. Coût du suivi des marées vertes

Faisant suite aux recommandations de la Directive cadre sur l'eau (DCE) qui préconise un suivi des blooms de macro-algues sur le littoral, le CEVA, Centre d'études et de la valorisation des algues, assure chaque année le suivi des marées vertes au travers de trois actions majeures : le dénombrement des sites touchées par

les échouages d'algues ; l'estimation des surfaces concernées et le suivi des volumes d'algues ramassées par les communes. Co-financé par les Agences de l'eau, les Conseils Régionaux et les Conseils Généraux, le suivi des marées vertes s'étend du littoral calvadosien (Normandie) aux pertuis charentais (Charente-Maritime) [Aquaref., Ifremer., (2014) ; CEVA., 2015].

Le coût moyen annuel de ces suivis pour la façade MEMN s'élève à 200 000 Euros [données AFB, 2017].

II.A.6. Coût de la recherche et du suivi des connaissances sur l'eutrophisation

L'amélioration de la connaissance et de la compréhension de l'eutrophisation résulte également des activités de recherche menées par un ensemble d'organismes tels que l'Ifremer, le CNRS ou les universités⁸. L'évaluation des coûts inhérents à la recherche sur l'eutrophisation a été menée à partir d'une identification du nombre de chercheurs impliqués dans la recherche marine en France et du coût moyen environné d'un chercheur. La ventilation du résultat par thématique d'intérêt et par sous-région marine est ensuite déterminée par analyses bibliométriques⁹. Ces estimations ont conduit à une évaluation moyenne des coûts de la recherche pour la façade MEMN d'environ 640 000 Euros par an. Sont inclus dans ces estimations les coûts inhérents à différents programmes de recherche sur l'eutrophisation parmi lesquels figure l'expertise scientifique collective sur l'eutrophisation et le programme PROUESSE, production primaire dans l'estuaire de Seine.

À cela s'ajoutent les programmes de recherche financés par d'autres organismes dont les laboratoires ne sont pas directement impliqués dans la recherche sur le milieu marin mais dont les travaux contribuent à l'amélioration des connaissances sur l'eutrophisation et ses origines. Parmi ces programmes figurent les programmes ABAC, lessivage du nitrate sous agriculture biologique et conventionnelle, et RESET, modélisation des apports en nutriments à la baie de Seine et blooms phytoplanctoniques. À l'échelle de la façade MEMN, ces coûts supplémentaires sont évalués à environ 243 349 Euros portant le coût total de la recherche sur l'eutrophisation à 883 349 Euros.

Ces coûts ne sont pas exhaustifs, notamment du fait que de nombreuses études qui ne ciblent pas directement l'amélioration des connaissances sur le phénomène de l'eutrophisation puissent tout de même y contribuer.

II.A.7. Coûts d'actions et de suivis financés par les établissements publics et les ministères

Sous tutelle du Ministère en charge de l'environnement, la direction de l'eau de la biodiversité (DEB) finance une grande diversité d'expertises et suivis ainsi que du personnel dédié à la thématique de l'eutrophisation. Estimé à l'échelle nationale à hauteur de 379 130 Euros par an (moyenne sur deux années, 2016 et 2017), le coût de l'ensemble de ces actions est ventilé *au prorata* du nombre de façades [données DEB, 2017].

Par ailleurs, l'Agence française pour la biodiversité (AFB) finance également un ensemble d'études, de suivis et de personnels sur la thématique de la qualité de l'eau. L'estimation et la ventilation des coûts à l'échelle des façades est réalisée, pour les études et les personnels, en fonction de leur périmètre d'action. Pour les études pluri-thématiques et de portée nationale l'estimation des coûts se fait *au prorata* du nombre

⁸ L'ensemble des organismes de recherche impliqués dans le milieu marin et pris en compte dans le cadre de la méthodologie de détermination des coûts de la recherche produite par l'AES sont l'Ifremer, le CNRS, les universités, l'IRD, l'INRA, l'EPHE et le SHOM

⁹ Cf. Méthodologie complète de détermination des coûts de la recherche en annexe

de thématiques concernées et de façades. En effet, la majorité des études de l'AFB portant sur la qualité de l'eau sont déclinées autour de 4 thématiques d'intérêt : eutrophisation prise en compte ici ; microbiologie (prise en compte dans la fiche « questions sanitaires ») ; micropolluants (prise en compte dans la fiche du même nom) et une macro-déchets (fiche « déchets »). Pour l'année 2016, les coûts supportés par l'AFB pour la réalisation d'études portant sur la thématique de l'eutrophisation sont estimés à environ 1 187 Euros par façade maritime [données AFB, 2017].

II.B. Estimation des coûts des actions de prévention et d'évitement

La réglementation actuellement mise en place pour lutter contre l'eutrophisation résulte d'une succession de directives et de conventions mises en place à partir du début des années 1970, suite à la reconnaissance par les États de l'importance de limiter l'expansion du phénomène. En lien direct avec la protection de l'eau, le cadre réglementaire utilisé pour limiter l'eutrophisation repose principalement sur des instruments communautaires de lutte contre les rejets dans l'eau et l'air qui sont ensuite déclinés et mis en œuvre à l'échelle nationale. Deux directives européennes ont fixé les principes de la lutte contre les causes de l'eutrophisation au début des années 1990. La DERU¹⁰ permet la définition de zones sensibles au sein desquelles des moyens de traitement plus importants et performants doivent être mis en place pour limiter la détérioration des écosystèmes. La directive nitrates¹¹ impose la définition de zones vulnérables et vise à réduire les pollutions des eaux d'origine agricole. Adoptée en 2010, la directive PEN¹² permet de définir des limites d'émission de divers polluants, dont les oxydes d'azote et l'ammoniac, sources d'acidification et d'eutrophisation des eaux. Enfin la directive IED¹³ de 2010 a pour objectifs de limiter les émissions de polluants par les industriels. À ces directives s'ajoute la DCE¹⁴ et la DCSMM¹⁵ qui établissent un cadre réglementaire pour l'atteinte du bon état écologique des eaux intérieures, côtières et marines [Pinay et al., 2017].

Venant en application de la réglementation existante, les mesures de prévention et d'évitement visent à limiter le phénomène d'eutrophisation en agissant directement sur les principales sources d'émission de nutriments. Ces actions concernent majoritairement deux secteurs d'activité contribuant à l'émission d'azote dans le milieu marin : l'agriculture et la gestion des eaux usées domestiques.

II.B.1. Coût des mesures agro-environnementales

Les mesures agro-environnementales (MAE) permettent l'accompagnement des agriculteurs qui s'engagent volontairement pour une durée de 5 ans dans le « développement de pratiques [agricoles] combinant performance économique et environnementale [ainsi que] dans le maintien de telles pratiques lorsqu'elles sont menacées de disparition ». Financées sur fonds européen et national au travers du Ministère en charge de l'agriculture, les MAE sont de différentes natures et contribuent plus ou moins directement à la préservation de la qualité des eaux et de l'environnement. Il faut souligner que depuis 2015, ces mesures incluent également les notions de réponses au changement climatique par changement d'intitulé : les MAEC, mesures

10 Directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines.

11 Directive 91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles

12 Directive 2001/81/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2001 fixant des plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques

13 Directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)

14 Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

15 Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire pour le domaine de la politique pour le milieu marin

agro-environnementales et climatiques [Ministère de l'agriculture et de l'alimentation., En ligne].

Au sein de l'ensemble des MAE, cinq mesures spécifiques contribuent davantage, de la par leur nature, à la lutte contre l'eutrophisation : la prime herbagère agro-environnementale (PHAE) favorise la préservation des prairies dont le rôle est essentiel pour limiter à la fois l'érosion des sols *via* la préservation d'un couvert végétal et l'utilisation d'intrants ; le développement de systèmes fourragers économes en intrants (SFEI) limitant les apports d'engrais et favorisant la mise en place de prairies à légumineuses captatrices d'azote ; le soutien à la conversion l'agriculture biologique (CAB) ; le maintien à l'agriculture biologique (MAB) ; et enfin les mesures agro-environnementales territorialisées (MAET) qui tentent de répondre aux spécificités locales afin de préserver les écosystèmes remarquables au sein des bassins versant prioritaires et des sites Natura 2000 [Ministère de l'agriculture et de l'alimentation., En ligne].

Afin d'estimer la contribution de ce dispositif à la lutte contre l'eutrophisation du milieu marin, son emprise est tout d'abord limitée aux régions littorales. Les montants financiers à prendre en compte sont alors calculés en utilisant une clé de répartition surfacique qui rapporte la surface agricole utile (SAU) des régionales littorales à celle de l'ensemble des bassins hydrographiques.

Ces cinq mesures spécifiques représentent 86.7% du coût total de l'ensemble des mesures agro-environnementales mises en place au sein des régions littorales des deux bassins hydrographiques de la façade MEMN. Les subventions régionales attribuées annuellement aux agriculteurs sont ensuite considérées comme ne contribuant que pour moitié à la lutte contre l'eutrophisation des eaux marines. Le montant annuel moyen de contribution de ces mesures à la préservation du milieu marin est alors estimé à 10 275 350 Euros [données DRAAF, 2017].

II.B.2. Coûts des aides apportées en faveur d'une réduction des pollutions agricoles

Les Agences de l'eau ont en charge l'attribution de différents types d'aide à l'investissement et aux travaux en faveur des agriculteurs, qui doivent favoriser l'adoption de pratiques agricoles plus performantes en termes de protection de l'environnement et de réduction des intrants, afin notamment de réduire les pollutions diffuses. Entrant dans le cadre des programmes de réduction des pollutions agricole mis en place à l'échelle régionale, ces aides peuvent également être le support d'un soutien à la conversion ou au maintien à l'agriculture biologique [Agence de l'eau Artois-Picardie., 2015]. Le montant annuel moyen des aides apportés pour la réduction des pollutions d'origine agricole est déterminé à partir des prévisions du 10^{ème} programme d'intervention des agences de l'eau (2013 – 2018). Le périmètre des aides distribuées dans un bassin hydrographique à prendre en compte pour la lutte contre l'eutrophisation du milieu marin est d'abord limité aux régions littorales en utilisant la même clé de répartition surfacique que pour les MAE, puis ramené à 50% afin de ne pas comptabiliser la contribution de ce dispositif à la lutte contre l'eutrophisation continentale.

À l'échelle de la façade Manche Est - mer du Nord, le montant annuel moyen des aides attribués par les agences de l'eau est estimé à 8 883 300 Euros et ne représente que 25.8% de l'ensemble des aides attribuées à l'échelle de la totalité des bassins hydrographiques Artois-Picardie et Seine-Normandie dont l'aide annuelle moyenne pour la réduction des pollutions agricoles est évalué à 34 320 000 [Agence de l'eau Artois-Picardie., 2012 ; Agence de l'eau Seine-Normandie., 2017]. Cette évaluation annuelle moyenne est basée sur les estimations d'attribution d'aides produites tous les 6 ans par les agences de l'eau (période 2013 – 2018 pour le X^{ème} programme).

II.B.3. Coût de l'abattement des concentrations en azote domestique

Les rejets d'eaux usées urbaines sont également source d'azote pour les eaux marines et les systèmes d'épuration contribuant à l'abattement des teneurs en azote doivent être pris en compte comme mesure d'évitement. Le coût moyen unitaire d'investissement et de fonctionnement des stations d'épuration est estimé à environ 25 Euros/équivalent-habitant (EH) quand celui du réseau d'assainissement collectif est estimé à environ 57 Euros/EH. Ce coût moyen unitaire augmente à environ 114 Euros/EH pour le fonctionnement et l'investissement du réseau d'assainissement non collectif [déterminé à partir des communications AEAP, 2017].

Le traitement de l'azote représente environ 25% du coût total de l'épuration, mais il ne doit pas toujours être comptabilisé en totalité car il contribue également à la lutte contre l'eutrophisation des eaux continentales. Par ailleurs, dans la bande littorale des 2 km, la part des coûts de l'épuration attribuable au traitement de l'azote est ramenée à 20%, considérant que celle allant à l'évitement de la contamination microbiologique s'élève à 80% dans cette zone car prioritaire en termes de risque sanitaire pour les activités côtières.

L'estimation des coûts de l'évitement de l'eutrophisation marine s'appuie tout d'abord sur le nombre d'équivalent-habitants pris en charge par les dispositifs de traitement des eaux au sein des zones identifiées comme « sensibles » aux nitrates au titre de la directive du même nom, puisque les efforts de lutte contre les rejets d'éléments azotés y sont plus élevés. Considérant que les moyens mis en œuvre pour abattre les teneurs en nitrates des rejets ne visent pas seulement la lutte contre l'eutrophisation des eaux marines, la part du coût du traitement des eaux comptabilisés dans cette rubrique est ensuite estimée comme une fonction décroissante de la distance à la mer en posant les hypothèses suivantes : le coût de l'épuration pris en compte est de 20% dans la bande littorale inférieure à 2 km (soit la totalité du coût de l'abattement des nitrates dans ce périmètre), de 10% dans la bande de 2 à 15 km (soit 40% du coût de l'abattement des nitrates dans cette zone), puis à 5% entre 15 et 30 km. Au-delà, la contribution de l'abattement de l'azote à la lutte contre l'eutrophisation marine est considérée comme marginale.

En façade MEMN, le montant des efforts moyens annuels mis en œuvre pour limiter la pollution azotée au sein des zones sensibles est estimé à 37 733 220 Euros. Ces coûts représentent environ 14.5% des moyens financiers mis en place pour l'assainissement en zones sensibles dans une bande littorale d'environ 30 km.

II.C. Estimation des coûts d'atténuation des dommages

Les mesures d'atténuation ont pour objectif de limiter voire de supprimer les effets de la dégradation du milieu marin lorsque ceux-ci se sont déjà manifestés. Dans le cas de l'eutrophisation, l'atténuation de la dégradation se traduit principalement par les opérations de ramassage et de traitement des algues échouées sur le littoral lors des épisodes dits de « marées vertes ». À cela s'ajoute le coût des mesures mises en place par les établissements publics.

II.C.1. Coûts du ramassage des algues vertes

Le ramassage régulier des algues vertes échouées sur les plages les plus fréquentées constitue une nécessité pour les communes qui en ont la charge, ceci afin de limiter les nuisances olfactive et visuelle, mais surtout de limiter les risques sanitaires liés aux émissions gazeuses toxiques survenant lors de la décomposition algale. Les volumes ramassés et les coûts dédiés à ces opérations varient fortement entre les différentes municipalités touchées et dépendent de leurs contraintes financières et techniques d'une part, et de la perception locale des nuisances d'autre part [CEVA., En ligne].

À l'échelle de la façade Manche Est – mer du Nord, le coût moyen annuel du ramassage des algues vertes est estimé à environ 20 563 Euros pour les communes du littoral normand ayant fait une déclaration de ramassage d'algues échouées auprès de l'agence de l'eau Seine-Normandie [Agence de l'eau Seine-Normandie., 2014].

II.C.2. Coûts du traitement des algues vertes

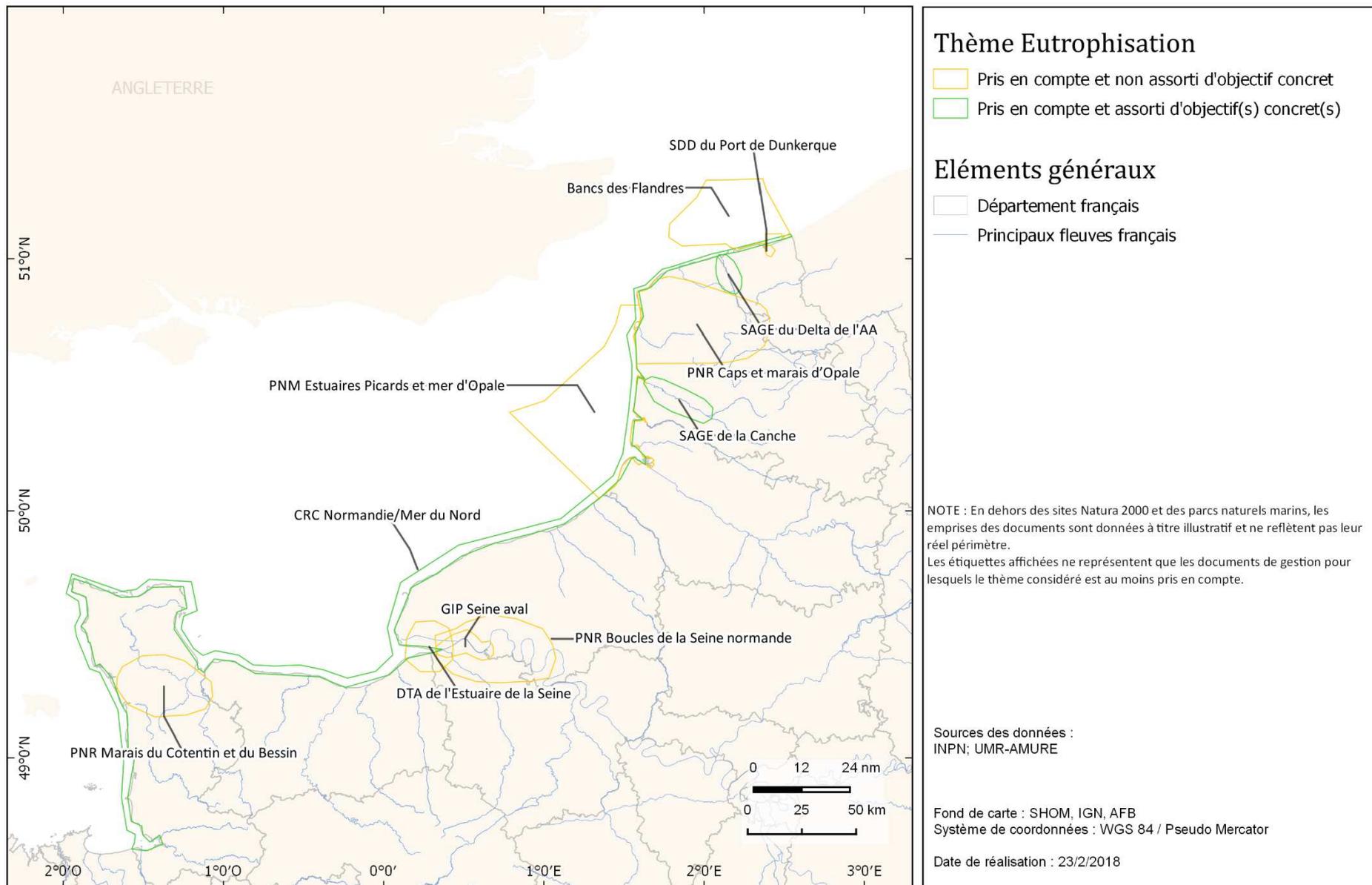
Les algues échouées et ramassées par les collectivités peuvent ensuite être traitées selon deux voies distinctes : l'épandage direct et le compostage. Peu coûteux (environ 5 Euros/tonne d'algues vertes) l'épandage direct reste la voie de traitement privilégiée et permet de rééquilibrer le pH des sols agricoles. Le compostage des algues vertes est plus onéreux (environ 31 Euros/tonne d'algues vertes) mais reste la solution préconisée par l'État. Cette voie de traitement consiste à transformer les algues vertes en un produit d'amendement des sols avantageux d'un point de vue agronomique en mélangeant les algues vertes préalablement séchées avec un ensemble de produits organiques issus du compostage des déchets verts [Communautés de communes Lannion-Trégor & Pays Fouesnantais., En ligne].

Contrairement à la sous-région marine Mers Celtiques, la façade MEMN ne dispose pas d'usines de traitement des algues vertes. En l'absence de telles infrastructures sur le territoire, il est supposé que l'ensemble des algues vertes collectées sont traitées par épandage direct. En absence des données de tonnages ramassés annuellement par les collectivités sur le littoral normando-picards, les coûts de traitement des algues vertes imputés à la façade MEMN n'ont pas pu être déterminés.

II.D. Estimation des impacts résiduels

L'ensemble des actions mises en place et détaillées précédemment ne permettent pas toujours de réduire les phénomènes d'eutrophisation à un niveau qui supprimerait tout impact environnemental, social et économique. Des impacts qui sont qualifiés de résiduels du fait de leur subsistance malgré les efforts mis en place et qui restent perceptibles sur les écosystèmes, la société et de l'économie.

Carte : Prise en compte du thème Eutrophisation (D5) dans les documents de gestion de la façade Manche Est - mer du Nord



Caractérisation des impacts résiduels :

Descripteur concerné	Algues vertes en Manche Est – mer du Nord – D5
Type d'Impact résiduel	Type 1 (problématique prise en compte et assortie d'objectifs concrets)
Zones concernées par l'IR	Façade Manche Est – mer du Nord
Documents de gestion concernés	PNR Caps et marais d'Opale ; Schéma de dragage (SDD) du Port de Dunkerque ; PNM Estuaires Picards et Mer d'Opale ; Contrat de baie de Canche ; PNR Boucles de la Seine normande ; GIP Seine aval. "Etat de santé estuaire de la Seine" ; Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) de l'Estuaire de la Seine ; CRC Normandie/Mer du Nord ; SAGE de la Canche ; SAGE du Delta de l'AA ; DOCOB Banc des Flandres
Caractérisation de la problématique, des objectifs du dispositif de gestion et des impacts résiduels associés	<p>IR Écologiques</p> <p>Le phénomène d'eutrophisation existe localement dans la nature, mais quand il est anormalement actif sur des milieux naturellement pauvres en nutriments il est considéré comme indésirable.</p> <p>Ces phénomènes massifs d'eutrophisation sont représentés par les marées vertes. Aucune étude exhaustive n'a encore été réalisée sur l'impact écologique des marées vertes. Toutefois, sans observer de modification systématique et généralisée des écosystèmes, des effets sont localement manifestes sur la faune ou la flore, là où les accumulations d'algues sont importantes : en haut de plage sur les baies concernées par de grosses proliférations ou sur certains points de vasières et en bordure de celles-ci (schorre).</p> <p>Les zones de putréfaction induisent localement de grosses perturbations de l'écosystème (absence d'oxygène, de lumière, présence de sulfures, d'ammoniac, etc.).</p> <p>Les échouages massifs d'algues vertes sur l'estran ainsi que les activités de ramassage qui y sont liées ont un impact sur les laisses de mer de « goémon » et la faune qui y est inféodée (CEVA, 2011).</p> <p>Les coques placées dans le sédiment sous des amas d'algues vertes ont tendance à s'amaigrir en comparaison à des lots témoins sans algues vertes qui croissent normalement (Le Ru M., 2010).</p> <p>D'autre part, les ulves couvrent les aires d'alimentation de nombreuses espèces d'oiseaux au niveau des estrans sableux (ex. : les limicoles) et des vasières, diminuant ainsi l'accessibilité aux ressources alimentaires. Cependant, une étude récente en Baie de Saint-Brieuc (Ponsero et al., 2009)³ rappelle que l'augmentation du phénomène des marées vertes a favorisé l'augmentation des effectifs de bernaches cravants qui s'y alimentent très majoritairement d'ulves. Un aménagement des prairies maritimes, pour assurer une nourriture de substitution, permettrait le maintien des effectifs en cas de résorption du phénomène.</p> <p>Enfin, une eutrophisation importante peut modifier la composition des peuplements benthiques.</p> <p>Une biomasse d'<i>Ulva spp</i> supérieure à 110 g /m² (poids sec) et présente sur un substrat sableux ou vaseux au-delà de deux semaines induit une perte des groupes fonctionnels clés d'invertébrés benthiques. (AFB, 2018)</p> <p>L'anoxie des sédiments chargés en sulfures induit par ailleurs la disparition d'une grande partie de la méiofaune benthique (vers, mollusques,</p>

etc.).

En milieu marin hauturier, les marées vertes peuvent également avoir des conséquences sur les ressources halieutiques. Les proliférations de macroalgues induisent des réponses physiologiques et comportementales des poissons entraînant une réduction de la prise de nourriture, de la croissance et des réserves énergétiques. La composition de la communauté de poissons s'en trouve affectée avec une diminution progressive des densités de poissons, qui va jusqu'à leur disparition localement pour des proliférations algales fortes et/ou prolongées (Le Luherne et al., 2016).

En conséquence, la problématique de l'eutrophisation est mentionnée et prise en compte dans le dispositif de gestion au travers d'objectifs généraux et concrets tels que :

- Des objectifs de reconquête de la qualité de l'eau :

- Renforcer la qualité des eaux de surface (PNR Caps et Marais d'Opale)
- Atteindre le bon état écologique de l'eau en 2021 (Schéma de dragage du Port de Dunkerque)
- Atteindre le bon état écologique (DCE) des eaux (PNM Estuaires picards, PNR Boucles de la Seine Normande)
- Reconquête de la qualité des eaux (GIP Seine Aval)
- Restauration de la qualité des eaux (DTA de l'Estuaire de la Seine)
- Poursuite de l'amélioration de la qualité des eaux continentales et marines (SAGE du Delta de l'AA)
- Qualité des eaux marines : qualité au regard des seuils NQE ; qualité en phytoplancton et phycotoxines des eaux marines (DCE) (SAGE de la Canche)

- Des objectifs sur les pratiques agricoles et sur la réduction des flux de nutriments :

- Alors que les apports directs sont bien maîtrisés, la maîtrise des rejets diffus ou ponctuels (débordement des réservoirs de stations d'épuration, eaux de ruissellement sur zones de pâturage, déversoirs d'orage...) deviendra prioritaire dans les décennies à venir.
- Réduire les sources agricoles ponctuelles et diffuses (GIP Seine Aval)
- Le recours à des nutriments pour maintenir ou améliorer l'état des cultures (amélioration des rendements) est interdit sur les exploitations de cultures marines (CRC Normandie/Mer du Nord)
- Prévenir et réduire les pollutions générées par les nitrates, par le respect de la Directive Nitrates. Les agriculteurs doivent respecter les dispositions du 4^{ème} programme d'actions telles que l'obligation de réaliser un plan prévisionnel de fumure des fertilisants azotés organiques et minéraux par 'ilot cultural', la limitation de la fertilisation, l'obligation de respecter les conditions particulières de l'épandage des fertilisants azotés (SAGE de la Canche)
- Prévenir et réduire les risques de pollutions lors du recyclage de matières organiques sur sols agricoles (respect législatif et réglementaire) (SAGE de la Canche)
- Bonne application des produits, stockage adapté, rinçage rigoureux des pulvérisateurs, mise en place d'engrais verts, C.I.P.A.N. (Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates) (SAGE du Delta de l'AA)

- Des objectifs d'actions à mettre en place :

- Prévenir et réduire les pollutions par la création et l'amélioration d'installations efficaces d'assainissement collectif et non collectif : respect de la DERU. L'assainissement des eaux usées domestiques est une obligation pour l'ensemble des communes et collectivités (SAGE de la Canche)
- Prendre des mesures pour lutter contre l'eutrophisation en milieu marin. L'autorité administrative poursuit les estimations des contributions aux flux à la mer d'ici 2015. En fonction des résultats de l'étude, elle pourra définir d'ici 2012 des objectifs de réduction des flux à l'échelle du bassin et éventuellement de façon spécifique. Les SAGE comportent un programme de réduction des flux de nutriments. (SAGE de la Canche)
- La réalisation des STEP de Montreuil-sur-Mer et d'Étaples-sur-Mer/Le Touquet doit faire partie des investissements à mettre en œuvre à court terme afin de concourir à cette amélioration (pas d'échéance) (SAGE de la Canche)
- Des objectifs de connaissance :
- Mettre en place des suivis DCE des estuaires (pas d'échéance) (SAGE de la Canche)
- Assurer un suivi pérenne et pertinent de l'état de santé de l'estuaire (GIP Seine Aval)
- Identifier les rejets directs et diffus dans le milieu aquatique et impactant les eaux marines. Réaliser un état des lieux général et un diagnostic de l'ensemble des assainissements collectifs de moins de 2 000 EH et de l'ensemble des assainissements non collectifs par commune, avec identification des points noirs (rejets directs dans les cours d'eau, à proximité des captages et des zones conchylicoles...), dans les trois années suivant l'approbation du SAGE (c'est-à-dire en 2014) (SAGE du Delta de l'AA)
- Suivre les nutriments : faire une évaluation de l'influence des apports continentaux sur le milieu marin et leurs conséquences sur d'éventuels processus d'eutrophisation (DOCOB Banc des Flandres)

IR socio-économiques

Le phénomène d'eutrophisation induit également des pertes de bénéfice dans différents secteurs économiques (conchyliculture, pêche, tourisme).

L'encombrement des coquillages, des bouchots ou des nasses d'huîtres, par les algues vertes, entraîne une augmentation du temps de travail des conchyliculteurs (temps passé au nettoyage des coquillages...).

En plus de compromettre la vente/distribution des produits issus de la pêche et de l'aquaculture lorsque les concentrations sont supérieures aux normes sanitaires, les HAB (notamment les espèces toxiques) semblent influencer la qualité/production de ces ressources (AFB, 2018).

La présence d'algues vertes sur les plages induit une diminution de la fréquentation touristique (CEVA, 2017).

Indicateurs existants (au sein du dispositif)	Description de l'indicateur	Référentiel existant	Référentiel par défaut	Valeur de l'indicateur
--	-----------------------------	----------------------	------------------------	------------------------

Biodiversité	Nombre de masses d'eau déclassées pour le paramètre Phytoplancton (DCE)	0 masse d'eau déclassée pour le paramètre Phytoplancton (DCE)		Pas de données actualisées à l'échelle de la façade MEMN Dans l'Estuaire de la Seine, très peu d'études ont été menées sur le phytoplancton et aucun inventaire récent n'est disponible pour ces espèces, hormis quelques données dans les bassins portuaires (Ruellet et Breton, 2012).
---------------------	---	---	--	---

	<p>Nombre de masses d'eau déclassées pour le paramètre Nutriments (DCE)</p>	<p>0 masse d'eau déclassée pour le paramètre Nutriments (DCE)</p>		<p>Pas de données actualisées à l'échelle de la façade MEMN</p> <p>Dans l'estuaire de la Seine :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'objectif de réduction par deux du flux de phosphore visé par la convention OSPAR devrait être atteint. La réduction très sensible de l'ammoniac devrait également se poursuivre dans la décennie à venir grâce à la généralisation du traitement de l'azote dans les STEP de l'agglomération parisienne. - concernant les nitrates, une hausse des concentrations est observée à l'échelle régionale, que ce soit dans les eaux de surface ou souterraines, avec des valeurs plus élevées dans ces dernières. Ceci révèle la présence d'un réservoir de contamination en nitrates dans l'aquifère de la Craie, principalement alimenté par les apports agricoles. Les apports en nitrates restent à des niveaux toujours problématiques (~100 000 t/an à Poses) et le bassin de la Seine est classé en zone vulnérable pour ce paramètre. <p>(GIP Seine aval, <i>Etat de santé de l'Estuaire de la Seine</i>, 2014)</p>
	<p>Nombre de masses d'eau déclassées pour le paramètre Macro algues (DCE)</p>	<p>0 masse d'eau déclassée pour le paramètre Macro algues (DCE)</p>		<p>Pas de données actualisées à l'échelle de la façade MEMN</p>

	Etat écologique DCE des eaux (ensemble de paramètres)	Bon état à atteindre, Très bon état à maintenir (DCE) pour l'ensemble des masses d'eau.		Pas de données actualisées à l'échelle de la façade MEMN
Socio-économique	Niveau de conformité des installations d'assainissement collectif	100 % des installations d'assainissement collectif conformes (DERU)		Pas de données
	Niveau de conformité des installations d'assainissement non collectif	100 % des installations d'assainissement non collectifs conformes (DERU)		Pas de données
Indicateurs proposés	<i>Description de l'indicateur</i>	<i>Référentiel proposé</i>		<i>Valeur de l'indicateur</i>
Biodiversité	Nombre de sites touchés par les proliférations d'ulves	0 site touché par les proliférations d'ulves		Pas de quantification. Mais problématique d'échouage présente sur plusieurs sites des Hauts-de-France (Henry S., 2018). Dans la baie de Seine, le déséquilibre des apports (notamment silice/azote) joue un rôle dans les blooms d'algues régulièrement observés en baie de Seine. (GIP Seine aval, <i>Etat de santé de l'Estuaire de la Seine</i> , 2014)
	Taux de perte des groupes fonctionnels d'invertébrés benthiques liée au phénomène d'eutrophisation	Diminution du taux de perte des groupes fonctionnels d'invertébrés benthiques liée au phénomène d'eutrophisation		Pas de données à ce jour. Indicateur au stade de proposition et non renseigné par ailleurs.
Socio-économique	Nombre de points noirs des réseaux d'assainissement	Résorption de tous les points noirs des réseaux d'assainissement		Pas de données
	Connaissance par les gestionnaires des sources d'eutrophisation	Connaissance exhaustive par les gestionnaires des sources d'eutrophisation		Pas de données
	Nombre d'opérations de contrôle des branchements d'assainissement collectif	Augmentation du nombre d'opérations de contrôle		Pas de données

	Nombre d'heures supplémentaires de travail pour les conchyliculteurs vis-à-vis de l'impact des algues vertes sur les sites conchylicoles	0 heure supplémentaire de travail pour les conchyliculteurs vis-à-vis de l'impact des algues vertes sur les sites conchylicoles	Pas de données.
	Durée (nombre de jours) d'interdiction de vente et de ramassage des coquillages	0 jour d'interdiction de vente et de ramassage des coquillages	Les dépassements réguliers des normes sanitaires vis-à-vis des phycotoxines engendrent des interdictions ponctuelles de vente et de ramassage des coquillages en baie de Seine (GIP Seine aval, Etat des lieux de l'Estuaire, 2014)
	Taux de fréquentation touristique des hôtels situés dans des zones sujettes à échouages d'algues vertes	Maintien ou augmentation du taux de fréquentation touristique des hôtels situés dans des zones sujettes à échouages d'algues vertes	
	Nombre de fermetures de zones de baignade, zones conchylicoles professionnelles ou zones de pêche à pied de loisir dues au phénomène d'eutrophisation.	0 fermeture de zones de baignade, zones conchylicoles professionnelles ou zones de pêche à pied de loisir	Pas de données
Bilan de l'évaluation de l'IR	IR pourrait être qualifié de globalement moyen pour la façade MEMN. Manque de données sur la situation actuelle sur l'ensemble de la SRM, de ce fait il est difficile d'estimer l'IR à cette échelle. Pour l'estuaire de la Seine, la problématique semble encore très présente, notamment concernant les concentrations en nitrates.		

III. Discussion

Au regard des éléments présentés pour la thématique de l'eutrophisation lors du cycle 1 de la DCSMM, il ressort en premier lieu une forte augmentation des coûts. Cette évolution résulte très majoritairement d'une modification des éléments méthodologiques permettant la définition de l'analyse des coûts de la dégradation. Ces changements de méthode concernent différents points :

- Modification du périmètre des sous-régions marines. Reprenant initialement les périmètres d'actions de la convention OSPAR, les limites géographiques des sous-régions marines Manche-mer du Nord et Mers Celtiques ont évolués réduisant le périmètre d'action de Manche-mer du Nord de la frontière belge à la commune de Beauvoir en plein cœur de la baie du Mont-Saint-Michel. Les mesures prises en compte dans le cadre du premier cycle étaient majoritairement axées sur la lutte contre les algues vertes en Bretagne, mais l'affectation par sous-région marine des coûts du plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes est différente pour ce second cycle, puisque ces coûts sont désormais principalement imputés à la sous-région marine Mers Celtiques.
- Modification des périmètres impactants pris en compte. Lors du premier cycle, seuls les bassins versants à algues vertes (bassins versants dont les baies réceptrices ont fait l'objet d'un échouage d'algues) ont été pris en compte, notamment dans la définition des coûts d'abattement en azote domestique. Considérant que la lutte contre l'eutrophisation concerne l'ensemble de l'espace côtier et pas uniquement les zones faisant l'objet d'échouage massif d'algues ; et en absence d'une définition précise quant au périmètre impactant de l'azote en provenance du bassin versant, le périmètre retenu dans le cadre de ce second cycle a été étendu à une bande littorale de 30 km au sein des zones sensibles ou au sein des périmètres administratifs des régions littorales des différents bassins hydrographiques en fonction de la précision des données disponibles.
- Ajout de nouveaux dispositifs. Enfin, dans un souci de représentativité optimal des actions menées pour la lutte contre l'eutrophisation, de nouveaux dispositifs nationaux ont été intégrés dans l'analyse des coûts pour ce second cycle comme le volet « phytoplancton » du SOMLIT ou la prise en compte des mesures agro-environnementales.

D'une manière générale, l'objectif de déterminer le coût des mesures existantes qui contribuent à la réduction du phénomène d'eutrophisation en milieu marin uniquement a posé un certain nombre de difficultés méthodologiques et par conséquent les estimations proposées dans cette section sont à manipuler avec prudence.

Pour certains aspects des dispositifs, l'évaluation des coûts liés à l'eutrophisation marine a été faite *a minima* car il existe de nombreuses actions mises en place aux échelles nationales et locales dont il n'a pas été possible d'extraire la part qui est propre à la lutte contre l'eutrophisation marine. Pour d'autres volets, notamment en ce qui concerne les MAE et le traitement des eaux, des hypothèses sur les périmètres impactants et les fractions du dispositif à prendre en compte ont dû être posées, qui mériteraient d'être rediscutées dans le cadre d'une consultation plus large d'experts impliqués à la fois dans la DCSMM et la DCE. C'est le cas par exemple des mesures agro-environnementales qui n'ont été prises en compte que partiellement mais à l'échelle de l'ensemble des régions littorales, ce qui a nécessité d'isoler les coûts correspondants de ceux de la totalité du bassin hydrographique par utilisation d'une clé de répartition surfacique. Par ailleurs, l'estimation du coût de certaines mesures repose sur des déclarations faites sur la base du volontariat et qui ne sont donc que partiellement représentative de la situation réelle et des coûts associés (cas du ramassage des algues dont les tonnages et les coûts de ramassage sont estimés sur la base des

déclarations communales). Pour certains dispositifs, l'absence de données précises disponibles à des échelles suffisamment fines a imposé l'utilisation de clés de répartition afin de répartir les coûts entre sous-régions marines. Il en est de même pour les données de coûts inhérents aux émissions d'azote atmosphérique dont il est difficile d'estimer la contribution à l'eutrophisation des eaux marines. Enfin, certains dispositifs figurant dans l'analyse du premier cycle n'ont pas été intégrés à la présente évaluation soit : (i) parce qu'ils sont intégrés dans des mesures de plus larges envergures (cas de contrats de bassins versants financés par les agences de l'eau au titre des mesures de réduction des pollutions d'origine agricole) ; (ii) parce que leur mise en œuvre n'est plus réalisée sur la période d'intérêt et que ces derniers ne sont pas pérennes d'une année sur l'autre (cas du ramassage expérimental des algues dans le rideau de mer) ; (iii) parce que les données de coûts ne sont pas disponibles.

Les hypothèses formulées dans le cadre de ce second cycle ont néanmoins permis de construire un référentiel visant à faire ressortir le périmètre et le coût des mesures et des actions effectivement mises en œuvre pour lutter contre l'eutrophisation marine.

IV. Synthèse

L'estimation globale des coûts liés au phénomène d'eutrophisation marine permet de mettre en avant l'importance des coûts liés aux mesures de prévention et d'évitement résultant principalement des actions mises en place pour la préservation de la qualité des eaux.

Fonction des problématiques locales, la répartition des coûts à l'échelle nationale de chaque sous-région marine pour les différents types d'actions mises en place reste très variable, comme le montre le tableau 1.

En Manche Est - mer du Nord, les actions de suivi et d'information représentent environ 3.9% du coût total de ces actions à l'échelle de la façade, contre 96% pour les actions de prévention et d'évitement et 0.1% pour l'atténuation. L'ensemble des coûts inhérents à la thématique sont estimés à environ 48 550 050 Euros et représente 18.4% des coûts inhérents à l'eutrophisation à l'échelle nationale.

Tableau 1 : Synthèse des coûts liés à l'eutrophisation en façade MEMN

	France métropolitaine	MEMN	Période	Source
Mesures de suivi et d'information				
Mise en œuvre d'OSPAR	7 688 €	1 922 €	Année de référence, 2016	MTES – DAEI, 2017
Contribution française au programme européen EMEP – <i>European monitoring evaluation programme</i>	38 400 €	12 800 €	Année de référence, 2016	Observatoire MERA, 2017
Réseau de suivi du phytoplancton et des phycotoxines, REPHY	2 231 358 €	667 954 €	Année de référence, 2016	Ifremer, 2017
Volet « phytoplancton » du service d'observation en milieu littoral, SOMLIT	299 320 €	40 689 €	Année de référence, 2016	Ifremer, 2017
Suivi des marées vertes	600 000 €	200 000 €	Année de référence, 2016	CEVA, 2017
Recherche et suivi des connaissances sur l'eutrophisation	2 756 395 €	883 349 €	Année de référence, 2017	AMURE, 2017

Actions et suivis financés par les établissements publics et les ministères	383 879 €	95 969 €	Moyenne sur 2 ans	DEB, 2017 ; AFB, 2017
<i>Direction de l'eau et de la biodiversité, DEB</i>	379 130 €	94 782 €	Moyenne sur 2 ans	DEB, 2017
<i>Agence française pour la biodiversité, AFB</i>	4 749 €	1 187 €	Année de référence, 2016	AFB, 2017
Mesures de prévention et d'évitement				
Mesures agro-environnementales, MAE	77 877 846 €	10 275 350 €	Année de référence, 2014	DRAAF, 2017
<i>dont prime herbagère agro-environnementale, PHAE</i>	38 656 879 €	1 523 218 €	Année de référence, 2014	DRAAF, 2017
<i>dont système fourrager économe en intrants, SFEI</i>	3 079 572 €	464 799 €	Année de référence, 2014	DRAAF, 2017
<i>dont conversion et maintien à l'agriculture biologique, CAB & MAB</i>	1 610 115 €	149 493 €	Année de référence, 2014	DRAAF, 2017
<i>dont mesures agro-environnementales territoriales, MAET</i>	34 531 279 €	8 137 840 €	Année de référence, 2014	DRAAF, 2017
Aides à la réduction des pollutions d'origine agricole	30 127 570 €	8 883 300 €	Moyenne sur 6 ans	Bibliographie
Abattement des concentrations en azote domestique	140 627 552 €	37 733 229 €	Année de référence, 2016	Base de données ERU, 2017 et AEAP, 2017
Mesures d'atténuation				
Ramassage des algues vertes échouées	1 042 012 €	20 563 €	Moyenne sur 2 ans	AESN, 2017

Références et données

AFB (2018), Séminaire DCSMM OE – 30/01/2018

Agence de l'eau Artois-Picardie (2015) La lutte contre les pollutions diffuses dans le bassin Artois-Picardie, 2p.

Agence de l'eau Artois-Picardie (2012) Xème programme d'intervention 2013-2018, adopté par le Comité de Bassin et le Conseil d'Administration du 19 octobre 2012, 36p.

Agence de l'eau Seine-Normandie (2014) Les algues vertes sur les côtes normandes, Atelier presse de décembre 2014, 17p.

Agence de l'eau Seine-Normandie (2017) 10ème programme (2013-2018) version révisée du programme pour la période 2016-2018 du Conseil d'administration du 6 octobre 2017, 103p.

AQUAREF & IFREMER (2014) Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrologie littorale – Zostère, blooms opportunistes et phytoplancton, Méthodes de bioindication en eaux littorales, 31p.

CEVA « *Marées vertes et fréquentation touristique* » (2017)

CEVA, Centre d'étude et de valorisation des algues (2015) Contrôle de surveillance DCE 2014 – Suivi des

blooms de macroalgues opportunistes, 71p.

CEVA, *Risques et nuisances des marées vertes* (2011).

GIP Seine Aval, *Etat des lieux de l'Estuaire*, 2014

Le Luherne, E., Réveillac, E., Ponsero, A., Sturbois, A., Ballu, S., Perdriau, M., & Le Pape, O. (2016). Fish community responses to green tides in shallow estuarine and coastal areas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 175, 79-92.

Le Ru, M., 2010. Rapport de stage DUT à l'Ifremer « *Impact de la dégradation des algues vertes sur les coquillages fouisseurs* ». 19p. et annexes.

Observatoire national de la mer et du littoral, ONML (2015) Impact global des apports en nutriments et en matière organique : Eutrophisation du milieu marin in Les fiches thématiques de l'observatoire nationale de la mer et du littoral, 7p.

OSPAR (2010) Bilan de santé 2010 – QSR. Commission OSPAR – Londres, 176p.

Pinay.G., Gascuel.C., Ménesguen.A., Souchon.Y., LeMoal.M., (coord)., Levain.A., Moatar.F, Pannard.A, Souchu.P., (2017) L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'expertise scientifique collective CNRS, Ifremer, INRA, Irstea (France), 148p.

Ponsero, A. Le Mao, P., Yesou, P., Allain, J., Vidal, J. 2009. *Eutrophisation littorale et conservation de l'avifaune aquatique : le cas de la Bernache cravant (Branta bernicla bernicla) hivernant en baie de Saint-Brieuc*. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie* 64 (2009) 157-170.

Ruellet T. (coord.), Breton G., 2012. *Projet VIP : Vie Introduite dans les Ports*. *Projet Seine-Aval* 4, 415p.

Site internet des agences de l'eau, agencedeleau.fr – Consulté le 24/07/2017

Site internet du Centre d'étude pour la valorisation des algues - CEVA : www.ceva.fr – Consulté le 20/12/2017

Site internet de la commission économique des nations unies pour l'Europe : UNECE, United nations economic commission for Europe – www.unece.org/fr/info/ece-homepage.html - Consulté le 09/02/2018

Site internet de la Commission OSPAR, protéger et préserver l'Atlantique du Nord-Est et ses ressources : <https://www.ospar.org> – Consulté le 09/01/2018

Site internet des communautés de communes de Lannion-Trégor et du Pays Fouesnantais : www.lannion-tregor.com & www.cc-paysfouesnantais.fr – Consulté le 10/02/2018

Site internet de l'école des mines Telecom de Lille - Douais : <http://sage.mines-douai.fr/pages/observatoire-mera> - Consulté le 09/02/2018

Site internet de l'infrastructure de recherche littorale et côtière - ILICO : www.ir-ilico.fr – Consulté le 11/12/2017

Site internet de l'Ifremer « environnement » : envlit.ifremer.fr – Consulté le 19/12/2017

Site internet du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation : agriculture.gouv.fr – Consulté le 09/02/2018

Acronymes

ABAC : Agriculture biologique et conventionnelle – Réseau d'exploitations pour quantifier les fuites d'azote (programme de recherche)

AEAP : Agence de l'eau Artois-Picardie

AES : Analyse économique et sociale

AESN : Agence de l'eau Seine-Normandie

AFB : Agence française pour la biodiversité

CAB : Conversion à l'agriculture biologique

CEVA : Centre d'étude et de valorisation des algues

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

DCE : Directive cadre sur l'eau

DCSMM : Directive cadre stratégie pour le milieu marin

DEB : Direction de l'eau et de la biodiversité

DERU : Directive relative au traitement des eaux urbaines résiduaires

DIED : Directive relative aux émissions industrielles (Directive IED)

DPEN : Directive fixant des plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques (Directive PEN)

DRAAF : Direction régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

EH : Equivalent-habitant

EMEP : *European monitoring and evaluation programme* (Programme européen d'évaluation et de suivi des émissions atmosphérique)

EPHE : Ecole pratique des hautes études

IRD : Institut de recherche pour le développement

Ifremer : Institut française de recherche pour l'exploitation de la mer

INRA : Institut national de la recherche agronomique

MAB : Maintien à l'agriculture biologique

MAE : Mesure agro-environnementale

MAEC : Mesure agro-environnementale et climatique

MAET : Mesure agro-environnementale territorialisée

MERA : Observatoire national de mesure et d'évaluation en zone rurale de la pollution atmosphérique à longue distance

MTES : Ministère de la transition écologique et solidaire

OSPAR : Oslo – Paris

PHAE : Prime herbagère agro-environnementale

PhytObs : Réseau d'observatoire du phytoplancton

PROUESSE : Production primaire dans l'estuaire de Seine (programme de recherche)

QSR : *Quality status report* (Rapport d'état sur la qualité des eaux marines)

REPHY : Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales

REPHYTOX : Réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins

RESET : Rôle de l'estuaire de Seine dans l'écologie territoriale de Normandie : cycle des nutriments et systèmes hydro-agro-alimentaires (programme de recherche)

RHLN : Réseau hydrologique du littoral normand

SAU : Surface agricole utile

SFEI : Systèmes fourragers économes en intrants

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine

SOMLIT : Service d'observation en milieu littoral

SRN : Suivi régional des nutriments

UE : Union européenne

UNECE : *United nations economic commission for Europe* (Commission économique des nations unis pour

l'Europe)