



Evaluation du descripteur 5 (Eutrophisation) de la DCSMM en France métropolitaine.

Rapport scientifique pour l'évaluation du cycle 3
au titre de la DCSMM.



Fiche documentaire

Titre du rapport : Evaluation du descripteur 5 (Eutrophisation) de la DCSMM en France métropolitaine - Rapport scientifique pour l'évaluation du cycle 3 au titre de la DCSMM.	
Référence interne : ODE/LITTORAL/LER-BL/22.06 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d'embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : 2023/11/10 Version : 1.0.0 Référence de l'illustration de couverture Langue(s) : Française
Résumé/ Abstract : Ce rapport est le résultat de la troisième évaluation de l'état d'eutrophisation (descripteur 5) des eaux françaises effectuée dans le cadre de la DCSMM dont le but est de déterminer l'atteinte ou non du Bon État Écologique des eaux françaises. Il fait suite à l'évaluation initiale de 2012 et à la seconde évaluation du descripteur 5 de 2018, dont il est la révision, et introduit le début du troisième cycle du Programme d'Actions pour le Milieu Marin. Il montre que les eaux marines françaises du large, au-delà des 1 miles nautiques de la côte, atteignent en majorité (97%) le BEE vis-à-vis de l'eutrophisation, comme définit par la Décision 2017/848/EU. Les problèmes liés à l'eutrophisation sont plus présents dans la partie côtière, entre la ligne de base et 1 mn, où 12 % de la superficie n'atteint pas le BEE. Les sources de pressions d'eutrophisation, les forces et faiblesses de l'évaluation ainsi que les améliorations à apporter sont discutées.	
Mots-clés/ Key words : DCSMM, OSPAR, DCE, eutrophisation, évaluation, Bon Etat Ecologique, seuils, indicateurs, nutriments, chlorophylle- <i>a</i> , oxygène, turbidité, macroalgues, macrofaune benthique, pressions écologiques.	
Comment citer ce document : 	
Disponibilité des données de la recherche : 	
DOI : 	

Commanditaire du rapport :	
Nom / référence du contrat :	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne du rapport intermédiaire : ODE/LITTORAL/LER-BL/22.06)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :	
Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Devreker David david.devreker@ifremer.fr	ODE/LITTORAL/LER-BL
Lefebvre Alain alain.lefebvre@ifremer.fr	ODE/LITTORAL/LER-BL
Collaborateur(s) :	
Ballu Sylvain	CEVA
Soudant Dominique	ODE/VIGIES
Brun Mélanie	ODE/VIGIES
Eumont Didier	SOeS
Foveau Aurelie	ODE/LITTORAL/LER-BN
Auby Isabelle	ODE/LITTORAL/LER-AR
Derrien Sandrine	MNHN/Station Marine de Concarneau
Destinataire :	
Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires / Direction de l'Eau et de la Biodiversité	
Validé par :	

Glossaire / liste des abréviations

AE : Agence de l'Eau

AMBI, M-AMBI : (Multivariate-)AZTI's Marine Biotic Index

ARCHYD : Réseau de suivi hydrologique sur le Bassin d'Arcachon

BEE : Bon Etat Ecologique

CEVA : Centre d'Etude et de Valorisation des Algues

CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer

CMEMS : Copernicus Marine Environment Monitoring Service

COMP_i : ^{ième} application de la procédure commune OSPAR (pour évaluer l'état d'eutrophisation des eaux marines)

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCSMM : Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin

DOI : Digital Object Identifier

DREAL : Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DxCy : Critère y du Descripteur DCSMM x

RQE : Ratio de Qualité Ecologique (EQR en anglais)

EMEP : European Monitoring and Evaluation Programme

EMoSEM : Ecosystem Models as Support to Eutrophication Management In the North Atlantic Ocean

GdG : Golfe de Gascogne

GIG-NEA : Geographical Intercalibration Group – North East Atlantic

HAB : Harmful Algal Bloom (Bloom d'algues nuisibles)

HEAT : HELCOM Eutrophication Assessment Tool

HELCOM : (Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission)

ICG-EUT : Intersessional Correspondence Group on Eutrophication

ICG-EMO : Intersessional Correspondence Group on Eutrophication Modelling

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

MAP : Mediterranean Action Plan

MARS 3D : Model for Applications at Regional Scale and Three Dimension (tide, wind and density)

MC : Mer Celtique

MEC : Masse d'Eau Côtière (au sens DCE)

MMN : Manche – Mer du Nord

mn : mile nautique

MO : Méditerranée Occidentale

MODIS : Spectroradiomètre imageur à résolution moyenne

NAO : North Atlantic Oscillation

NEAT : Nested Environmental Assessment Tool

NID : Azote (N : espèce chimique) Inorganique Dissous

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

FNU : Formazin Nephelometric Unit

OFB : Office Français de la Biodiversité

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OOAO : One Out All Out

OSPAR : Oslo and Paris Conventions

P90 : Percentile 90

PAMM : Plan d'Action pour le Milieu Marin

PdS : Programme de Surveillance

PID : Phosphate Inorganique Dissous

RESOMAR : Réseau des Stations et Observatoires Marins

REPHY : Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines

RHLN : Réseau Hydrologique Littoral Normand

RID : Riverine Inputs and Direct Discharges

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDeS : Service des Données et études Statistiques

SIG : Système d'Information Géographique

SIMM : Système d'Information sur le Milieu Marin

SISMER : Systèmes d'Informations Scientifiques pour la MER

SPx : Sous-Programme x (du PdS)

SRM : Sous-Région Marine

SRN : Suivi Régional des Nutriments

STEU : Station de Traitement des Eaux Usées

TG-COMP : Technical Group on Common Procedure

UE : Union Européenne

UGE : Unité Géographique d'Évaluation

VIGIES : Service « Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée Et la Surveillance » (Ifremer)

Liste des figures

FIGURE 1. ELEMENTS CLEFS DE LA DCSMM. LE PROGRAMME D’ACTION POUR LE MILIEU MARIN DE LA DCSMM (OU PAMM) DOIT ETRE MIS EN PLACE AVEC UNE CYCLICITE DE 6 ANS (TOUT COMME LA DCE). DANS LES FAITS L’EVALUATION INITIALE SERT DE CARACTERISATION INITIALE DU BEE QUI LUI SERA REVISE TOUS LES 6 ANS. SOURCE : IFREMER.	36
FIGURE 2. INTERACTIONS ENTRE LES DIFFERENTS ELEMENTS IMPLIQUES DANS LE PROCESSUS D’EUTROPHISATION. (+) RENFORCEMENT DU PROCESSUS, (-) INHIBITION DU PROCESSUS. CAT. CATEGORIES DE LA PROCEDURE COMMUNE D’EVALUATION DE L’ETAT D’EUTROPHISATION D’OSPAR. (SOURCE : CLAUSSEN <i>ET AL.</i> , 2009). LES PARAMETRES ENTOURES EN GRAS SONT CEUX CONSIDERES PAR LA DCSMM DANS LA DEFINITION DU DESCRIPTEUR 5.....	38
FIGURE 3. LES DIFFERENTES SOUS-REGIONS MARINES DE LA METROPOLE FRANÇAISE TELLES QUE DECRITES DANS LA DCSMM, ET LES UNITES MARINES DE RAPPORTAGE (UMR).	48
FIGURE 4. UNITES GEOGRAPHIQUES D’EVALUATION (UGE) COTIERES COMPRISES ENTRE LA LIGNE DE BASE ET 1MN A L’ECHELLE DES SOUS-REGIONS MARINES (SRM) MANCHE-MER DU NORD (MMN), MER CELTIQUE (MC) ET GOLFE DE GASCOGNE (GDG) NORD ET SUD. CE SONT LES MASSES D’EAU COTIERES TELLES QUE DEFINIES DANS LA DCE AVEC LEUR IDENTIFIANT.	50
FIGURE 5. UNITES GEOGRAPHIQUES D’EVALUATION (UGE) COTIERES COMPRISES ENTRE LA LIGNE DE BASE ET 1MN A L’ECHELLE DE LA SOUS-REGIONS MARINES (SRM) MEDITERRANEE OCCIDENTALE (MO). CE SONT LES MASSES D’EAU COTIERES TELLES QUE DEFINIES DANS LA DCE AVEC LEUR IDENTIFIANT.....	51
FIGURE 6. UGE DES ZONES LARGES DES SRM FRANÇAISES. CE SONT LES PAYSAGES MARINS HYBRIDES DEVELOPPES PAR OSPAR ET LE SHOM POUR LES SRM MMN, MC ET GDG ET CE SONT LES PAYSAGES MARINS DEVELOPPES PAR LE SHOM POUR LA SRM MO.....	58
FIGURE 7. DISTRIBUTION DES VALEURS DE NID NORMALISEES A 33 DE SALINITE DE L’ENSEMBLE DES MASSES D’EAU SUIVIES SUR LA PERIODE 2007-2012 PAR RAPPORT A LEUR EQR DE CHLOROPHYLLE-A. (A) VALEURS SEUILS DE L’ECOTYPE EUROPEEN MANCHE/ATLANTIQUE POUR L’INDICATEUR PHYTOPLANCTON. (B) VALEURS SEUILS DE L’ECOTYPE EUROPEEN MER DU NORD POUR L’INDICATEUR PHYTOPLANCTON. FIGURES ISSUES DU RAPPORT DANIEL ET AL. 2020 ³⁵	65
FIGURE 8. EMPRISE DES DIFFERENTS MODELES UTILISES PAR LE GROUPE ICG-EMO D’OSPAR POUR CALCULER LES VALEURS DE REFERENCES DES DIFFERENTS INDICATEURS DE LA COMP4. LA CARTE EST REPRIS DU RAPPORT HASEC HOD 21/6/2 REV.1.	67
FIGURE 9. DELIMITATIONS DES REGIONS OSPAR ENTRANT DANS LES EAUX MARINES FRANÇAISES. LA REGION OSPAR IV INCLUT LES SOUS-REGIONS MARINES FRANÇAISES GDG NORD ET SUD. LES REGIONS OSPAR II, III ET V INCLUES LES SRM MMN ET MC.....	102
FIGURE 10. EMPRISES SPATIALES DES FICHIERS (GEO TIFF OU NETCFD) PRODUITS PAR LES DIFFERENTS OUTILS NUMERIQUES (MODELES ET ALGORITHMES DE TRAITEMENT DES IMAGES SATELLITE) QUI ALIMENTENT LES EVALUATIONS OSPAR/DCSMM.	104
FIGURE 11. SCHEMA DU PROCESSUS D’EVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 EN ZONE COTIERE. LES MESURES DE PARAMETRES COMPRISES DANS LA PERIODE D’EVALUATION (2015-2020) SONT PRISES EN COMPTE (1...x) POUR LE CALCUL DES METRIQUES. LA VALEUR OBTENUE A L’ISSUE DE CE CALCUL (METRIQUE OU RQE) EST CONFRONTEE AU SEUIL OU A UNE GRILLE DE CLASSEMENT DU CRITERE (**PRIMAIRE OU *SECONDAIRE) POUR DEFINIR LE CLASSEMENT DU CRITERE PAR UGE. CES CLASSEMENTS SONT INTEGRES ENTRE CRITERES PAR UGE AVEC LA METHODE OAO, LE CRITERE LE PLUS DECLASSANT DECLASSE L’UGE AU REGARD DE L’EUTROPHISATION. LA DERNIERE ETAPE CONSISTE A AGREGER SPATIALEMENT LES RESULTATS EN CALCULANT LE POURCENTAGE DE SUPERFICIE DE L’UMR (ET POTENTIELLEMENT DE LA SRM) EN BEE ET NON BEE, SI LE POURCENTAGE DE SUPERFICIE EN NON BEE DEPASSE X % (VOIR ANNEXE 14.1), L’INTEGRALITE DE L’UMR EST CONSIDEREE COMME N’ATTEIGNANT PAS LE BEE AU REGARD DU D5.	109
FIGURE 12. SCHEMA DU PROCESSUS D’EVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 AU LARGE SELON LA PROCEDURE COMP4 D’OSPAR.	110
FIGURE 13. POINTS DU RESEAU REPHY ET DES RESEAUX COMPLEMENTAIRES (LES POINTS SRN HISTORIQUE SONT ENCADRES) DE LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD POUR LESQUELS LA QUANTITE ET LA QUALITE DES DONNEES EST SUFFISANTE POUR EFFECTUER L’EVALUATION DES CRITERES D5C1, D5C2, D5C4 ET D5C5 A LA COTE. LES ETOILES ROUGES REPRESENTENT LES POINTS LABELISES PHYTOBS (IR-ILICO) POUR LESQUELS LES TENDANCES TEMPORIELLES DU PARAMETRE CHLOROPHYLLE-A ONT ETE ANALYSEES.....	118
FIGURE 14. LINEAIRE SURVOLE POUR DETERMINER LES ZONES D’ECHOUE DE MACROALGUES OPPORTUNISTES ET LEUR SUPERFICIE. ADAPTE DE : CEVA, REBENT 2014.	119
FIGURE 15. REPARTITION DES SUIVIS REBENT-DCE DANS LES MASSES D’EAU COTIERES DCE DE LA SRM MMN. IL PEUT Y AVOIR PLUSIEURS POINTS DE SURVEILLANCE POUR UN MEME TYPE DE SUIVI PAR MEC.	120

FIGURE 16. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT NID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. CES RESULTATS TIENNENT COMPTE DU DIRE D'EXPERT..... 122

FIGURE 17. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT PID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE D'INDICATEUR. 125

FIGURE 18. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD INCLUANT LES DONNEES « SATELLITE » ET *IN SITU* AU LARGE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT..... 126

FIGURE 19. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD INCLUANT LES DONNEES « SATELLITE » UNIQUEMENT AU LARGE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 127

FIGURE 20. VARIATIONS SAISONNIERES PLURI-ANNUELLES DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A ($\mu\text{G}\cdot\text{L}^{-1}$) SUR LES 3 POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SRM MMN LABELISES PHYTOBS. LES FLECHES ET DONNEES EN ROUGE MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA HAUSSE, LES FLECHES ET DONNEES EN VERT MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA BAISSSE ET LES FLECHES NOIRES L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER SIGNIFICATIF POUR P.VALUE > 0,05). 130

FIGURE 21. ÉVALUATION DU CRITERE D5C4 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 131

FIGURE 22. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT. 133

FIGURE 23. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES L'INDICATEUR NE DEPASSE PAS LE SEUIL, EN ROUGE OU IL DEPASSE LE SEUIL, EN GRIS FONCE OU L'ÉTAT DE LA MASSE D'EAU EST INCONNU ET EN GRIS CLAIR OU L'INDICATEUR A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT OU SANS ENJEU DANS LA MASSE D'EAU..... 136

FIGURE 24. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION..... 137

FIGURE 25. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD EN PRENANT EN COMPTE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES L'INDICATEUR NE DEPASSE PAS LE SEUIL, EN ROUGE OU IL DEPASSE LE SEUIL, EN GRIS FONCE OU L'ÉTAT DE LA MASSE D'EAU EST INCONNU ET EN GRIS CLAIR OU L'INDICATEUR A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT OU SANS ENJEU DANS LA MASSE D'EAU. 139

FIGURE 26. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION..... 140

FIGURE 27. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES L'INDICATEUR NE DEPASSE PAS LE SEUIL, EN ROUGE OU IL DEPASSE LE SEUIL, EN GRIS FONCE OU L'ÉTAT DE LA MASSE D'EAU EST INCONNU ET EN GRIS CLAIR OU L'INDICATEUR N'A PAS ÉTÉ ÉVALUÉ PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QU'IL A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT OU SANS ENJEU DANS LA MASSE D'EAU. 142

FIGURE 28. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDIAUX ET INTERTIDIAUX (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION. 143

FIGURE 29. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDIAUX ET INTERTIDIAUX (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES L'INDICATEUR NE DEPASSE PAS LE SEUIL, EN ROUGE OU IL DEPASSE LE SEUIL, EN GRIS FONCE OU L'ÉTAT DE LA MASSE D'EAU EST INCONNU ET EN GRIS CLAIR OU L'INDICATEUR A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT OU SANS ENJEU DANS LA MASSE D'EAU..... 145

FIGURE 30. ÉVALUATION DU CRITERE D5C7 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES L'INDICATEUR NE DEPASSE PAS LE SEUIL, EN ROUGE OU IL DEPASSE LE SEUIL, EN GRIS FONCE OU L'ÉTAT DE LA MASSE D'EAU EST INCONNU ET EN GRIS CLAIR OU L'INDICATEUR A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT OU SANS ENJEU DANS LA MASSE D'EAU. 146

FIGURE 31. ÉVALUATION DU CRITERE D5C8 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE LES ELEMENTS DU CRITERE ONT ETE JUGES NON PERTINENTS.	148
FIGURE 32. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE. CES RESULTATS N'INTEGRENT PAS LE DIRE D'EXPERT SUR LE D5C2 (INDICATEUR CHLOROPHYLLE-A) AU LARGE (PAYSAGE MARIN CFR).	150
FIGURE 33. ÉVALUATION DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD SELON L'APPROCHE MAILLEE DE L'EVALUATION 2018 ET AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE. LE MAILLAGE UTILISE POUR L'EVALUATION 2018 A ETE SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS OSPAR. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A EST EVALUE AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A.	155
FIGURE 34. CARTE DES POINTS DE MESURES DE DEBIT (RONDS VERTS) ET DE CONCENTRATION EN NUTRIMENTS (CARRÉS ROUGES) DES PRINCIPAUX FLEUVES (NOMMES SUR LA CARTE) SE DEVERSANT DANS LA SRM MMN. LES ZONES D'APPORTS DRAINES PAR CES COURS D'EAU SONT DELIMITEES EN GRIS (NE SONT NOMMES QUE LES ZONES D'APPORT DIFFUS).	158
FIGURE 35. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN NITRATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM MMN ENTRE 1990 ET 2019. LES FLUX DE LA SEINE SONT CALCULES A PARTIR DES DONNEES MESUREES SUR LA SEINE, LA RISLE, L'EURE, L'ANDELLE ET UNE ZONE D'APPORTS DIFFUS.	159
FIGURE 36. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM MMN ENTRE 1990 ET 2019.	160
FIGURE 37. LOCALISATION DES ZONES VULNERABLES A LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE TELLES QUE DEFINIES PAR LA DIRECTIVE "NITRATES" (91/676/CEE).	163
FIGURE 38. LOCALISATION DES ZONES SENSIBLES A L'EUTROPHISATION SELON LA DIRECTIVE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES (91/271/EEC). LES DIFFERENTES ECHEANCES POUR LA MISE EN CONFORMITE DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES AGGLOMERATIONS DE PLUS DE 10 000 EQUIVALENT HABITANT (EH) SE TROUVANT DANS LES REGIONS HYDROGRAPHIQUES DE LA SRM MMN SONT EGALEMENT RENSEIGNEES.	165
FIGURE 39. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO _x) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA REGION II OSPAR ET TENDANCE LINEAIRE.	166
FIGURE 40. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO _x) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA ZEE FRANÇAISE (FAÇADE ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD) ET TENDANCE LINEAIRE.	167
FIGURE 41. CONTRIBUTION AUX DEPOTS EN AZOTE TOTAL DANS LA REGION II DES DIFFERENTS PAYS QUI LA BORDENT, EN KT. FRANCE : FR.	167
FIGURE 42. EMISSIONS ANNUELLES EN AZOTE TOTAL (KT) DE LA FRANCE. EN BLEU : AZOTE OXYDE, EN ROUGE : AZOTE REDUIT.	167
FIGURE 43. POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE POUR LESQUELS LA QUANTITE ET LA QUALITE DES DONNEES EST SUFFISANTE POUR EFFECTUER L'EVALUATION DES CRITERES D5C1, D5C2, D5C4 ET D5C5 A LA COTE. LES ETOILES REPRESENTENT LES POINTS LABELLISES PHYTOBS (IR-ILICO) POUR LESQUELS LES TENDANCES TEMPORELLES DU PARAMETRE CHLOROPHYLLE-A ONT ETE ANALYSEES.	173
FIGURE 44. LINEAIRE SURVOLE POUR DETERMINER LES ZONES D'ECHOUAGE DE MACROALGUES OPPORTUNISTES ET LEUR SUPERFICIE. SOURCES : CEVA.	175
FIGURE 45. REPARTITION DES SUIVIS REBENT-DCE DANS LES MASSES D'EAU COTIERES DCE DE LA SRM MC. IL PEUT Y AVOIR PLUSIEURS POINTS DE SURVEILLANCE POUR UN MEME TYPE DE SUIVI PAR MEC.	176
FIGURE 46. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT NID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. CES RESULTATS TIENNENT COMPTE DU DIRE D'EXPERT.	177
FIGURE 47. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT PID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE D'INDICATEUR.	180
FIGURE 48. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION. CES RESULTATS TIENNENT COMPTE DU DIRE D'EXPERT (POINTS VIOLETS).	181

FIGURE 49. VARIATION SAISONNIERES ET PLURI-ANNUELLES DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A ($\mu\text{g.L}^{-1}$) SUR LES 3 POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SRM MC LABELISES PHYTOBS. LES FLECHES ET DONNEES EN ROUGE MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA HAUSSE, LES FLECHES ET DONNEES EN VERT MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA BAISSSE ET LES FLECHES NOIRES L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER SIGNIFICATIF POUR P.VALUE > 0,05). 183

FIGURE 50. ÉVALUATION DU CRITERE D5C4 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 185

FIGURE 51. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 187

FIGURE 52. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE SELON UN AVIS D'EXPERT BASEE SUR LES DONNEES *IN SITU* DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 188

FIGURE 53. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT..... 190

FIGURE 54. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT. 191

FIGURE 54. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE MANCHE-MER DU NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT..... 192

FIGURE 55. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISubMac) DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT. 194

FIGURE 56. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT. 195

FIGURE 57. ÉVALUATION DE L'ÉLEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLEMENT A ÉTE JUGÉ NON PERTINENT..... 196

FIGURE 58. ÉVALUATION DU CRITERE D5C7 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DOONNEES OU PARCE QUE LES ELEMENTS DU CRITERE ONT ÉTE JUGES NON PERTINENTS..... 197

FIGURE 59. ÉVALUATION DU CRITERE D5C8 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. 199

FIGURE 60. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE TOUS LES ELEMENTS ONT ÉTE JUGES NON PERTINENTS. CES RESULTATS TIENNENT COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. 200

FIGURE 61. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MER CELTIQUE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE TOUS LES ELEMENTS ONT ÉTE JUGES NON PERTINENTS. LE MAILLAGE UTILISE POUR L'ÉVALUATION 2018 A ÉTE SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS OSPAR. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A ÉTE ÉVALUÉ AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A. 205

FIGURE 62. CARTE DES POINTS DE MESURES DE DEBIT (RONDS VERTS) ET DE CONCENTRATION EN NUTRIMENTS (CARRÉS ROUGES) DE CERTAINS FLEUVES (NOMMES SUR LA CARTE) SE DEVERSANT DANS LA SRM MC. LES ZONES D'APPORTS DRAINÉS PAR CES COURS D'EAU SONT DELIMITÉS EN GRIS (NE SONT NOMMÉS QUE LES ZONES D'APPORT DIFFUS). 206

FIGURE 63. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN NITRATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM MC ENTRE 2010 ET 2019.....	208
FIGURE 64. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM MC ENTRE 2010 ET 2019.....	209
FIGURE 65. LOCALISATION DES ZONES VULNERABLES A LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE TELLES QUE DEFINIES PAR LA DIRECTIVE "NITRATES" (91/676/CEE).	211
FIGURE 66. LOCALISATION DES ZONES SENSIBLES A L'EUTROPHISATION SELON LA DIRECTIVE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES (91/271/EEC). LES DIFFERENTES ECHEANCES POUR LA MISE EN CONFORMITE DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES AGGLOMERATIONS DE PLUS DE 10 000 EQUIVALENT HABITANT (EH) SE TROUVANT DANS LES REGIONS HYDROGRAPHIQUES DE LA SRM MC SONT EGALEMENT RENSEIGNEES.	212
FIGURE 67. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO _x) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA REGION II ET III OSPAR ET TENDANCE LINEAIRE.	214
FIGURE 68. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO _x) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA ZEE FRANÇAISE (FAÇADE ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD) ET TENDANCE LINEAIRE.	214
FIGURE 69. CONTRIBUTION AUX DEPOTS EN AZOTE TOTAL DANS LES REGIONS II ET III DES DIFFERENTS PAYS QUI LES BORDENT, EN KT. FRANCE : FR.	215
FIGURE 70. EMISSIONS ANNUELLES EN AZOTE TOTAL (KT) DE LA FRANCE. EN BLEU : AZOTE OXYDE, EN ROUGE : AZOTE REDUIT.	215
FIGURE 71. POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD POUR LESQUELS LA QUANTITE ET LA QUALITE DES DONNEES EST SUFFISANTE POUR EFFECTUER L'EVALUATION DES CRITERES D5C1, D5C2, D5C4 ET D5C5 A LA COTE. LES ETOILES ROUGES REPRESENTENT LES POINTS LABELLISES PHYTOBS (IR-ILICO) POUR LESQUELS LES TENDANCES TEMPORELLES DU PARAMETRE CHLOROPHYLLE-A ONT ETE ANALYSEES.	220
FIGURE 72. LINEAIRE SURVOLE POUR DETERMINER LES ZONES D'ECHOUEMENT DE MACROALGUES OPPORTUNISTES ET LEUR SUPERFICIE. SOURCES : CEVA ¹¹⁴	221
FIGURE 73. REPARTITION DES SUIVIS REBENT-DCE DANS LES MASSES D'EAU COTIERES DCE DE LA SRM GdG NORD. IL PEUT Y AVOIR PLUSIEURS POINTS DE SURVEILLANCE POUR UN MEME TYPE DE SUIVI PAR MEC.	222
FIGURE 74. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT NID) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI.....	224
FIGURE 75. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT PID) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU D'INDICATEUR.	226
FIGURE 76. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. CES RESULTATS TIENNENT COMPTE DU DIRE D'EXPERT (POINTS VIOLETS).	228
FIGURE 77. VARIATIONS SAISONNIERES ET PLURI-ANNUELLES DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (µg.L ⁻¹) SUR LES 3 POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SRM GdG NORD LABELLISES PHYTOBS. LES FLECHES ET DONNEES EN ROUGE MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA HAUSSE, LES FLECHES ET DONNEES EN VERT MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA BAISSSE ET LES FLECHES NOIRES L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER SIGNIFICATIF POUR P.VALEUR > 0,05).....	229
FIGURE 78. ÉVALUATION DU CRITERE D5C4 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES.	231
FIGURE 79. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES.	232
FIGURE 80. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD SELON UN AVIS D'EXPERT BASEE SUR LES DONNEES IN SITU DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES.	233

FIGURE 81. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT. 235

FIGURE 83. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE PERTINENCE DE L'INDICATEUR. 236

FIGURE 82. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT. 237

FIGURE 83. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT. 238

FIGURE 84. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT. 240

FIGURE 85. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT OU PAR MANQUE DE DONNEES..... 241

FIGURE 86. ÉVALUATION DE L'ELEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDIAUX ET INTERTIDIAUX (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT. 242

FIGURE 87. ÉVALUATION DU CRITERE D5C7 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE LES ELEMENTS DU CRITERE ONT ETE JUGES NON PERTINENTS. 243

FIGURE 88. ÉVALUATION DU CRITERE D5C8 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE LES ELEMENTS DU CRITERE ONT ETE JUGES NON PERTINENTS. 244

FIGURE 89. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE ET EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE. 246

FIGURE 90. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE ET EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE. LE MAILLAGE UTILISE POUR L'EVALUATION 2018 A ETE SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS OSPAR. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A EST EVALUE AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A. 250

FIGURE 91. CARTE DES POINTS DE MESURES DE DEBIT (RONDS VERTS) ET DE CONCENTRATION EN NUTRIMENTS (CARRÉS ROUGES) DE CERTAINS FLEUVES (NOMMES SUR LA CARTE) SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG NORD. LES ZONES D'APPORTS DRAINES PAR CES COURS D'EAU SONT DELIMITES EN GRIS (NE SONT NOMMES QUE LES ZONES D'APPORT DIFFUS). 252

FIGURE 92. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN NITRATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG NORD ENTRE 1990 ET 2019. LES FLUX DE LA LOIRE SONT CALCULES A PARTIR DES DONNEES MESUREES SUR LA LOIRE, LA SEVRE NANTAISE ET L'ERDRE (DIFFUS)..... 254

FIGURE 93. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG NORD ENTRE 1990 ET 2019. LES FLUX DE LA LOIRE SONT CALCULES A PARTIR DES DONNEES MESUREES SUR LA LOIRE, LA SEVRE NANTAISE ET L'ERDRE (DIFFUS)..... 255

FIGURE 94. LOCALISATION DES ZONES VULNERABLES A LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE TELLES QUE DEFINIES PAR LA DIRECTIVE "NITRATES" (91/676/CEE)..... 258

FIGURE 95. LOCALISATION DES ZONES SENSIBLES A L'EUTROPHISATION SELON LA DIRECTIVE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES (91/271/EEC). LES DIFFERENTES ECHEANCES POUR LA MISE EN CONFORMITE DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES AGGLOMERATIONS DE PLUS DE 10 000 EQUIVALENT HABITANT (EH) SE TROUVANT DANS LES REGIONS HYDROGRAPHIQUES DE LA SRM GdG NORD SONT EGALEMENT RENSEIGNEES.....	260
FIGURE 96. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NOx) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA REGION IV OSPAR ET TENDANCE LINEAIRE.....	262
FIGURE 97. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NOx) EN BLEU, EN KT A L'ECHELLE DE LA ZEE FRANÇAISE (FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE) ET TENDANCE LINEAIRE.....	262
FIGURE 98. CONTRIBUTION AUX DEPOTS EN AZOTE TOTAL DANS LA REGION IV DES DIFFERENTS PAYS QUI LA BORDE, EN KT. FRANCE : FR.....	262
FIGURE 99. EMISSIONS ANNUELLES EN AZOTE TOTAL (KT) DE LA FRANCE. EN BLEU : AZOTE OXYDE, EN ROUGE : AZOTE REDUIT.	263
FIGURE 100. LINEAIRE SURVOLE POUR DETERMINER LES ZONES D'ECHOUAGE DE MACROALGUES OPPORTUNISTES ET LEUR SUPERFICIE. SOURCES : CEVA ¹¹⁴	269
FIGURE 101. POINTS DU RESEAU REPHY ET DES RESEAUX REGIONAUX DE LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD POUR LESQUELS LA QUANTITE ET LA QUALITE DES DONNEES EST SUFFISANTE POUR EFFECTUER L'EVALUATION DES CRITERES D5C1, D5C2, D5C4 ET D5C5 A LA COTE. LES ETOILES ROUGES REPRESENTENT LES POINTS LABELLISES PHYTOBS (IR-ILICO) POUR LESQUELS LES TENDANCES TEMPORELLES DU PARAMETRE CHLOROPHYLLE-A ONT ETE ANALYSEES.	270
FIGURE 102. REPARTITION DES SUIVIS REBENT-DCE DANS LES MASSES D'EAU COTIERES DCE DE LA SRM GdG SUD. IL PEUT Y AVOIR PLUSIEURS POINTS DE SURVEILLANCE POUR UN MEME TYPE DE SUIVI PAR MEC.	271
FIGURE 103. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT NID) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES.....	273
FIGURE 104. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT PID) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PAR MANQUE D'INDICATEUR.	276
FIGURE 105. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT (POINTS VIOLETS).	278
FIGURE 106. VARIATIONS SAISONNIERES ET PLURI-ANNUELLES DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (µg.L ⁻¹) SUR LES 3 POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SRM GdG SUD LABELLISES PHYTOBS. LES FLECHES ET DONNEES EN ROUGE MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA HAUSSE, LES FLECHES ET DONNEES EN VERT MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA BAISSSE ET LES FLECHES NOIRES L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER SIGNIFICATIF POUR P.VALUE > 0,05).....	279
FIGURE 107. ÉVALUATION DU CRITERE D5C4 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI.	280
FIGURE 108. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI.	282
FIGURE 109. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD SELON UN AVIS D'EXPERT BASEE SUR LES DONNEES <i>IN SITU</i> DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI.	283
FIGURE 110. ÉVALUATION DU CRITERE D5C6 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS CLAIR OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.....	285
FIGURE 111. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALE (INDICATEUR CCO) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT OU PAR MANQUE DE DONNEES.	287
FIGURE 112. ÉVALUATION DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	288

FIGURE 113. ÉVALUATION DE L'ÉLÉMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES (INDICATEUR QISUBMAC) DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ÉLÉMENT A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT. 289

FIGURE 114. ÉVALUATION DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAUx ET INTERTIDAUx (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE L'ÉLÉMENT A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT. 291

FIGURE 115. ÉVALUATION DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAUx ET INTERTIDAUx (INDICATEUR « ANGIOSPERMES ») DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE L'ÉLÉMENT A ÉTÉ JUGÉ NON PERTINENT. 292

FIGURE 116. ÉVALUATION DU CRITERE D5C7 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE LES ÉLÉMENTS DU CRITERE ONT ÉTÉ JUGÉS NON PERTINENTS..... 293

FIGURE 117. ÉVALUATION DU CRITERE D5C8 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE NORD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE LES ÉLÉMENTS DU CRITERE ONT ÉTÉ JUGÉS NON PERTINENTS. 294

FIGURE 118. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE SUIVI OU PARCE QUE TOUS LES ÉLÉMENTS ONT ÉTÉ JUGÉS NON PERTINENTS. 296

FIGURE 119. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE GOLFE DE GASCOGNE SUD. EN VERT SONT REPRESENTÉES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'ÉVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE TOUS LES ÉLÉMENTS ONT ÉTÉ JUGÉS NON PERTINENTS. LE MAILLAGE UTILISÉ POUR L'ÉVALUATION 2018 A ÉTÉ SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS OSPAR. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A EST ÉVALUÉ AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A. 300

FIGURE 120. CARTE DES POINTS DE MESURES DE DÉBIT (ROND VERTS) ET DE CONCENTRATION EN NUTRIMENTS (CARRÉS ROUGES) DE CERTAINS FLEUVES (NOMMÉS SUR LA CARTE) SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG SUD. LES ZONES D'APPORTS DRAINÉS PAR CES COURS D'EAU SONT DÉLIMITÉS EN GRIS (NE SONT NOMMÉS QUE LES ZONES D'APPORT DIFFUS). 303

FIGURE 121. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN NITRATE (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULÉES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG SUD ENTRE 1990 ET 2019. LES FLUX AU NIVEAU DU PERTUIS CHARENTAIS SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LA SEUDRE, L'ARNOULT (DIFFUS), LA CHARENTE ET LA BOUTONNE. LES FLUX AU NIVEAU DE LA GIRONDE PARTIE GARONNE SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LA GARONNE, LE DROPT, LE LOT ET LA ZONE DIFFUSE O9. LES FLUX AU NIVEAU DE L'ADOUR SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LE LUY, LES GAVES REUNIS, LA BIDOUZE, L'ADOUR, LA NIVE ET LE PAYS BASQUE (DIFFUS). 304

FIGURE 122. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATES (KT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN ORTHOPHOSPHATES, CALCULÉES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SUIVIS DANS LE CADRE DU RID OSPAR SE DEVERSANT DANS LA SRM GdG SUD ENTRE 1990 ET 2019. LES FLUX AU NIVEAU DU PERTUIS CHARENTAIS SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LA SEUDRE, L'ARNOULT (DIFFUS), LA CHARENTE ET LA BOUTONNE. LES FLUX AU NIVEAU DE LA GIRONDE PARTIE GARONNE SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LA GARONNE, LE DROPT, LE LOT ET LA ZONE DIFFUSE O9. LES FLUX AU NIVEAU DE L'ADOUR SONT CALCULÉS À PARTIR DES DONNÉES MESURÉES SUR LE LUY, LES GAVES REUNIS, LA BIDOUZE, L'ADOUR, LA NIVE ET LE PAYS BASQUE (DIFFUS)..... 306

FIGURE 123. LOCALISATION DES ZONES VULNÉRABLES À LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE TELLES QUE DÉFINIES PAR LA DIRECTIVE "NITRATES" (91/676/CEE)..... 308

FIGURE 124. LOCALISATION DES ZONES SENSIBLES À L'EUTROPHISATION SELON LA DIRECTIVE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES (91/271/EEC). LES DIFFÉRENTES ÉCHEANCES POUR LA MISE EN CONFORMITÉ DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES DES AGGLOMÉRATIONS DE PLUS DE 10 000 ÉQUIVALENT HABITANT (EH) SE TROUVANT DANS LES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES DE LA SRM GdG SUD SONT ÉGALEMENT RENSEIGNÉES. 309

FIGURE 125. DÉPÔTS ANNUELS EN AZOTE RÉDUIT (NH₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO_x) EN BLEU, EN KT À L'ÉCHELLE DE LA RÉGION IV OSPAR ET TENDANCE LINÉAIRE. 311

FIGURE 126. DEPOTS ANNUELS EN AZOTE REDUIT (NH ₃) EN ROUGE ET OXYDES (NO _x) EN BLEU, EN kT A L'ECHELLE DE LA ZEE FRANÇAISE (FAÇADE ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD) ET TENDANCE LINEAIRE.	312
FIGURE 127. CONTRIBUTION AUX DEPOTS EN AZOTE TOTAL DANS LA REGION IV DES DIFFERENTS PAYS QUI LA BORDE, EN kT. FRANCE : FR.....	312
FIGURE 128. EMISSIONS ANNUELLES EN AZOTE TOTAL (kT) DE LA FRANCE. EN BLEU : AZOTE OXYDE, EN ROUGE : AZOTE REDUIT.	312
FIGURE 129. POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE POUR LESQUELS LA QUANTITE ET LA QUALITE DES DONNEES EST SUFFISANTE POUR EFFECTUER L'EVALUATION DES CRITERES D5C1, D5C2, D5C4 ET D5C5 A LA COTE. LES ETOILES ROUGES REPRESENTENT LES POINTS LABELLISES PHYTOBS (IR-ILICO) POUR LESQUELS LES TENDANCES TEMPORELLES DU PARAMETRE CHLOROPHYLLE-A ONT ETE ANALYSEES.	317
FIGURE 130. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT NID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	320
FIGURE 131. ÉVALUATION DU CRITERE D5C1 (ELEMENT PID) DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	322
FIGURE 132. ÉVALUATION DU CRITERE D5C2 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	323
FIGURE 133. VARIATIONS SAISONNIERES PLURI-ANNUELLES DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (µG.L ⁻¹) SUR LES 3 POINTS DU RESEAU REPHY DE LA SRM MO LABELLISES PHYTOBS. LES FLECHES ET DONNEES EN ROUGE MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA HAUSSE, LES FLECHES ET DONNEES EN VERT MONTRENT LES TENDANCES SIGNIFICATIVES A LA BAISSSE ET LES FLECHES NOIRES L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER SIGNIFICATIF POUR P.VALUE > 0,05).	325
FIGURE 134. ÉVALUATION DU CRITERE D5C4 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	326
FIGURE 135. ÉVALUATION DU CRITERE D5C5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE CRITERE N'EST PAS DECLASSE, EN ROUGE OU IL EST DECLASSE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE L'ELEMENT A ETE JUGE NON PERTINENT.	329
FIGURE 136. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE TOUS LES ELEMENTS ONT ETE JUGES NON PERTINENTS.	331
FIGURE 137. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE TOUS LES ELEMENTS ONT ETE JUGES NON PERTINENTS. LE MAILLAGE UTILISE POUR L'EVALUATION 2018 A ETE SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A EST EVALUE AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A.	334
FIGURE 138. ÉVALUATION DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 DANS LA SOUS-REGION MARINE MEDITERRANEE OCCIDENTALE SELON L'APPROCHE MAILLEE DE L'EVALUATION 2018. EN VERT SONT REPRESENTEES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS OU IL N'Y A PAS D'EVALUATION PAR MANQUE DE DONNEES OU PARCE QUE TOUS LES ELEMENTS ONT ETE JUGES NON PERTINENTS. LE MAILLAGE UTILISE POUR L'EVALUATION 2018 A ETE SUPERPOSE AUX PAYSAGES MARINS. UNE MAILLE DANS UN PAYSAGE MARIN A EST EVALUE AVEC LES MEMES SEUILS QUE CEUX DU PAYSAGE MARIN A.	336
FIGURE 139. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN NITRATE (kT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN NITRATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SE DEVERSANT DANS LA SRM MO ENTRE 2000 ET 2019.	338
FIGURE 140. A. ÉVOLUTION PLURI-ANNUELLE DES FLUX EN PHOSPHATE (kT/AN) ET B. ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA PROPORTION RELATIVE (%) DES FLUX EN PHOSPHATE, CALCULEES PAR LE SDES (SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID) POUR LES COURS D'EAU ET ZONES HYDROGRAPHIQUES SE DEVERSANT DANS LA SRM MO ENTRE 2000 ET 2019.	339
FIGURE 141. LOCALISATION DES ZONES VULNERABLES A LA POLLUTION PAR LES NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE TELLES QUE DEFINIES PAR LA DIRECTIVE "NITRATES" (91/676/CEE).	341

FIGURE 142. LOCALISATION DES ZONES SENSIBLES A L'EUTROPHISATION SELON LA DIRECTIVE SUR LE TRAITEMENT DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES (91/271/EEC). LES DIFFERENTES ECHEANCES POUR LA MISE EN CONFORMITE DES STATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DES AGGLOMERATIONS DE PLUS DE 10 000 EQUIVALENT HABITANT (EH) SE TROUVANT DANS LES REGIONS HYDROGRAPHIQUES DE LA SRM MO SONT EGALEMENT RENSEIGNEES. 343

FIGURE 143. ÉVALUATION DU DESCRIPTEUR 5 A L'ECHELLE NATIONALE EN PRENANT EN COMPTE L'EXPERTISE LOCALE. EN VERT SONT REPRESENTES LES UGE DANS LESQUELLES LE DESCRIPTEUR ATTEINT LE BEE, EN ROUGE OU IL N'ATTEINT PAS LE BEE ET EN GRIS CLAIR OU L'UGE N'EST PAS SUIVI. 347

FIGURE 144. INTERACTIONS ENTRE LES DIFFERENTS ELEMENTS IMPLIQUES DANS LE PROCESSUS D'EUTROPHISATION. (+) RENFORCEMENT DU PROCESSUS, (-) INHIBITION DU PROCESSUS. CAT. : CATEGORIES DE LA PROCEDURE COMMUNE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT D'EUTROPHISATION D'OSPAR. LES COMPARTIMENTS ENTOURES EN GRAS TRES EPAIS DEFINISSENT LES CRITERES PRIMAIRES DU DESCRIPTEUR 5 DE LA DCSMM ET LES INDICATEURS COMMUNS OSPAR, CEUX EN GRAS LES INDICATEURS SECONDAIRES DE LA DCSMM ET CEUX EN POINTILLES N'ONT PAS ÉTÉ UTILISÉS DANS L'ÉVALUATION 3^E CYCLE. (MODIFIÉ DE CLAUSSEN ET AL., 2009). 351

FIGURE 145. LES INTERACTIONS ENTRE LES DIFFERENTS FACTEURS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'EUTROPHISATION. ADAPTE ET TRADUIT DE NAZARI-SHARABIAN ET AL. 2018¹³⁹ ET RABALAI ET AL. 2009¹⁴⁰. 357

FIGURE 146. POSITION DES DIFFERENTES BOUEES HAUTE FREQUENCE DU RESEAU MAREL (MESURES AUTOMATISEES EN RESEAU POUR L'ENVIRONNEMENT ET LE LITTORAL) DE L'IFREMER ET POSITIONS DES POINTS DE SURVEILLANCE REPHY (UTILISE DANS L'ÉVALUATION DCSMM-D5 3^E CYCLE) LES PLUS PROCHES. 359

FIGURE 147. CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) MESUREE A HAUTE FREQUENCE EN SURFACE PAR LA BOUEE MAREL CARNOT DE BOULOGNE SUR MER (POINTS NOIRS) ET AU FOND PAR LE RESEAU REPHY AU POINT BOULOGNE 1 (POINTS BLEUS). LE TRAIT ROUGE EN POINTILLES REPRESENTE LA VALEUR SEUIL DCE DE LA LIMITE DE CLASSIFICATION BON/MOYEN (3.3.6.3) A 3 MG.L⁻¹. LES TRAIT BLEU ET NOIR REPRESENTENT LES VALEURS DES METRIQUES P10 OXYGENE (3.3.6.2) CALCULEES RESPECTIVEMENT A PARTIR DES DONNEES REPHY ET MAREL SUR LA PERIODE 2015-2020, DE JUIN A SEPTEMBRE. LES FLECHES ORANGES INDIQUENT DES EPISODES EXTREMES NON MESURE PAR LE SUIVI REPHY BASSE FREQUENCE. 361

FIGURE 148. CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) MESUREE A HAUTE FREQUENCE EN SURFACE PAR LA BOUEE MAREL SMILE EN BAIE DE SEINE (POINTS NOIRS) ET AU FOND PAR LE RESEAU REPHY AUX POINTS ST AUBIN LES ESSARTS ET OUISTREHAM 1 MILLE (POINTS BLEUS). LE TRAIT ROUGE EN POINTILLES REPRESENTE LA VALEUR SEUIL DCE DE LA LIMITE DE CLASSIFICATION BON/MOYEN (3.3.6.3) A 3 MG.L⁻¹. LES TRAIT BLEU ET NOIR REPRESENTENT LES VALEURS DES METRIQUES P10 OXYGENE (3.3.6.2) CALCULEES RESPECTIVEMENT A PARTIR DES DONNEES REPHY ET MAREL SUR LA PERIODE 2015-2020, DE JUIN A SEPTEMBRE. LES FLECHES ORANGES INDIQUENT DES EPISODES EXTREMES NON MESURE PAR LE SUIVI REPHY BASSE FREQUENCE. 362

FIGURE 149. CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) MESUREE A HAUTE FREQUENCE EN SURFACE PAR LA BOUEE MAREL IROISE EN RADE DE BREST (POINTS NOIRS) ET AU FOND PAR LE RESEAU REPHY AU POINT LANVEOC LARGE (POINTS BLEUS). LE TRAIT ROUGE EN POINTILLES REPRESENTE LA VALEUR SEUIL DCE DE LA LIMITE DE CLASSIFICATION BON/MOYEN (3.3.6.3) A 3 MG.L⁻¹. LES TRAIT BLEU ET NOIR REPRESENTENT LES VALEURS DES METRIQUES P10 OXYGENE (3.3.6.2) CALCULEES RESPECTIVEMENT A PARTIR DES DONNEES REPHY ET MAREL SUR LA PERIODE 2015-2020, DE JUIN A SEPTEMBRE. LES FLECHES ORANGES INDIQUENT DES EPISODES EXTREMES NON MESURE PAR LE SUIVI REPHY BASSE FREQUENCE. 363

FIGURE 150. CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) MESUREE A HAUTE FREQUENCE AU FOND PAR LA BOUEE MAREL MOLIT DANS LE PANACHE DE LA VILAINE (POINTS NOIRS) ET AU FOND PAR LE RESEAU REPHY AU POINT NORD DUMET (POINTS BLEUS). LE TRAIT ROUGE EN POINTILLES REPRESENTE LA VALEUR SEUIL DCE DE LA LIMITE DE CLASSIFICATION BON/MOYEN (3.3.6.3) A 3 MG.L⁻¹. LES TRAIT BLEU ET NOIR REPRESENTENT LES VALEURS DES METRIQUES P10 OXYGENE (3.3.6.2) CALCULEES RESPECTIVEMENT A PARTIR DES DONNEES REPHY ET MAREL SUR LA PERIODE 2015-2020, DE JUIN A SEPTEMBRE. LES FLECHES ORANGES INDIQUENT DES EPISODES EXTREMES NON MESURE PAR LE SUIVI REPHY BASSE FREQUENCE. 364

FIGURE 151. CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) MESUREE A HAUTE FREQUENCE AU FOND PAR LA BOUEE MESURHO DANS LE GOLFE DE FOS A LA SORTIE DU RHONE (POINTS NOIRS) ET AU FOND PAR LE RESEAU REPHY AU POINT NORD DUMET (POINTS BLEUS). LE TRAIT ROUGE EN POINTILLES REPRESENTE LA VALEUR SEUIL DCE DE LA LIMITE DE CLASSIFICATION BON/MOYEN (3.3.6.3) A 3 MG.L⁻¹. LES TRAIT BLEU ET NOIR REPRESENTENT LES VALEURS DES METRIQUES P10 OXYGENE (3.3.6.2) CALCULEES RESPECTIVEMENT A PARTIR DES DONNEES REPHY (FORCE MALGRE LA FAIBLE QUANTITE DE DONNEES) ET MAREL SUR LA PERIODE 2015-2020, DE JUIN A SEPTEMBRE. 365

FIGURE 152. BOXPLOT DE LA DISTRIBUTION DES DONNEES DE CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND DE LA COLONNE D'EAU (MG.L⁻¹), MESUREES PAR UNE SONDE CTD LORS DES CAMPAGNES PELGAS DE 2015 A 2019. LA LIGNE ROUGE REPRESENTE LE SEUIL OXYGENE AU LARGE. 367

FIGURE 153. BOXPLOT DE LA DISTRIBUTION DES DONNEES DE CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND DE LA COLONNE D'EAU (MG.L⁻¹), MESUREES PAR UNE SONDE CTD LORS DES CAMPAGNES EVHOE DE 2016 A 2019. LA LIGNE ROUGE REPRESENTE LE SEUIL OXYGENE AU LARGE. 367

FIGURE 154. CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS (MG.L⁻¹) EN SUB-SURFACE MESUREES EN HAUTE FREQUENCE PAR LA FERRYBOX ET AU FOND MESUREES PAR LA CTD LORS DES CAMPAGNES CGFS (15/09/2019 - 17/10/2019), PELGAS (25/04/2019 - 26/05/2019), EVHOE (22/10/2019 – 18/11/2019) ET PELMED (25/06/2019 - 29/07/2019). 368

FIGURE 155. LA CHLOROPHYLLE-A MESUREE PAR DIFFERENTES METHODES : L'ÉVALUATION DCSMM 3^E CYCLE, LES IMAGES SATELLITE ET LA FERRYBOX D'IBTS 2018. 369

FIGURE 156. LIEUX D'OBSERVATION D'EFFLORESCENCE ALGALE OU DE PRESENCE DE MOUSSE DE 2015 A 2020. CARTES REPRIS DU SITE WEB PHENOMER ([HTTPS://WWW.PHENOMER.ORG/PARTICIPER/RESULTATS](https://www.phenomer.org/participer/resultats)). 371

FIGURE 157. REPARTITION DES SITES D'OBSERVATION SOMLIT (POINTS VIOLETS) ET DES POINTS DE SURVEILLANCE REPHY (POINTS VERTS) SUR LE LITTORAL FRANÇAIS DEPUIS LA COTE D'OPALE JUSQU'À LA POINT BRETONNE (SRM MMN ET MC). NE SONT REPRESENTES QUE LES SITES REPARTIS DANS OU A PROXIMITE DIRECTE D'UNE MEC DCE ET DONT LES SERIES DE DONNEES VONT SERVIR A L'EXERCICE DE COMPARAISON. 374

FIGURE 158. REPARTITION DES SITES D'OBSERVATION SOMLIT (POINTS VIOLETS) ET DES POINTS DE SURVEILLANCE REPHY (POINTS VERTS) SUR LE LITTORAL FRANÇAIS DEPUIS LE PERTUIS CHARENTAIS JUSQU'AU BASSIN D'ARCACHON (SRM GdG N ET S) ET SUR TOUTE LA COTE MEDITERRANEENNE CONTINENTALE (SRM MO). NE SONT REPRESENTES QUE LES SITES REPARTIS DANS OU A PROXIMITE DIRECTE D'UNE MEC DCE ET DONT LES SERIES DE DONNEES VONT SERVIR A L'EXERCICE DE COMPARAISON. 375

FIGURE 159A. DROITES DE DILUTION DES CONCENTRATIONS EN PO4 PAR RAPPORT A LA SALINITE ET VALEURS DE LA CONCENTRATION EN PO4 A UNE SALINITE DE 33 (EN ROUGE) PAR ECOTYPES LOCAUX (TABLEAU 3 A TABLEAU 6). CETTE VALEUR CONSTITUE LA VALEUR DE LA METRIQUE PID33 REPORTE DANS LE TABLEAU 129. LES CROIX MONTRENT LES CONCENTRATIONS EXCLUES DE LA DROITE DE DILUTION EN RAISON DE LEUR VALEUR TROP IMPORTANTE (OUTLIERS). ... 381

Liste des tableaux

TABLEAU 1. ELEMENTS CONSTITUTIFS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 AINSI QUE LEUR PRIORITE SELON LA DECISION 2017/848/UE.	41
TABLEAU 2. SUPERFICIE (KM ²) DES DIFFERENTES GRANDES ZONES GEOGRAPHIQUES DES UMR ET SRM METROPOLITAINES. ENTRE PARENTHESES LE POURCENTAGE DE REPRESENTATIVITE DE LA ZONE DANS LA SRM. D = DISTANCE A LA LIGNE DE BASE....	47
TABLEAU 3. LISTE DES 25 MEC DCE DE LA SRM MMN, LEURS IDENTIFIANTS, LEURS ECOTYPES CORRESPONDANT ET LEUR SUPERFICIE, FORMANT LES UGE DU DESCRIPTEUR 5 POUR LA BANDE COTIERE (D < 1 MN).	52
TABLEAU 4. LISTE DES 18 MEC DCE DE LA SRM MC, LEURS IDENTIFIANTS, LEURS ECOTYPES CORRESPONDANT ET LEUR SUPERFICIE, FORMANT LES UGE DU DESCRIPTEUR 5 POUR LA BANDE COTIERE (D < 1 MN).	52
TABLEAU 5. LISTE DES 23 MEC DCE DE LA SRM GdG NORD, LEURS IDENTIFIANTS, LEURS ECOTYPES CORRESPONDANT ET LEUR SUPERFICIE, FORMANT LES UGE DU DESCRIPTEUR 5 POUR LA BANDE COTIERE (D < 1 MN).	53
TABLEAU 6. LISTE DES 14 MEC DCE DE LA SRM GdG SUD, LEURS IDENTIFIANTS, LEURS ECOTYPES CORRESPONDANT ET LEUR SUPERFICIE, FORMANT LES UGE DU DESCRIPTEUR 5 POUR LA BANDE COTIERE (D < 1 MN).	53
TABLEAU 7. LISTE DES 46 MEC DCE DE LA SRM MO, LEURS IDENTIFIANTS, LEURS ECOTYPES CORRESPONDANT ET LEUR SUPERFICIE, FORMANT LES UGE DU DESCRIPTEUR 5 POUR LA BANDE COTIERE (D < 1 MN).	54
TABLEAU 8. SUPERFICIE (KM ²) DE CHAQUE PAYSAGES MARINS OSPAR ENTRANT DANS LES SRM FRANÇAISES (HORS MO) RENSEIGNE A L'ECHELLE DE LA ZONE OSPAR (SUPERFICIE TOTALE), DE LA ZEE FR (SUPERFICIE DANS L'ESPACE MARITIME FRANÇAIS) ET A L'ECHELLE DE CHAQUE SRM. LES PAYS PARTAGEANT UN PAYSAGE MARIN AVEC LA FRANCE SONT INDICUES DANS LA DERNIERE COLONNE.....	56
TABLEAU 9. SUPERFICIE (KM ²) DE CHAQUE PAYSAGE MARIN DE LA SRM MO RENSEIGNE A L'ECHELLE DE LA ZEE FR (SUPERFICIE DANS L'ESPACE MARITIME FRANÇAIS ET EMPRISE DE L'UMR COTIERE DEDUITE).....	57
TABLEAU 10. LISTE DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES ANNUELLES OPTIMISEES POUR LA DCSMM. PERIODES (MOIS DE 1 A 12) ET SOUS-REGIONS MARINES DE DEPLOIEMENT DES CAMPAGNES (LIGNES ORANGES) ET PERIODES DE CALCULS DES DIFFERENTS INDICATEURS AU LARGE DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE (METHODE OSPAR COMP4) (LIGNES GRISES).	61
TABLEAU 11. SEUILS DCSMM D5 3 ^e CYCLE DANS LES PAYSAGES MARINS (PM) DE LA SRM MO. LES SEUILS RECALCULES ONT ETE MOYENNES ET PONDERES A PARTIR DES SEUILS EN ZONES INTERMEDIAIRE ET LARGE DU SECOND CYCLE ²⁰ ET DU POURCENTAGE DE SUPERFICIE DES PAYSAGES MARINS EN ZONES INTERMEDIAIRE ET LARGE. LES SEUILS NON COHERENTS AVEC LE GRADIENT COTE-LARGE ET AVEC LES SEUILS OSPAR ONT ETE AJUSTES. LES SEUILS EN GRAS ONT FINALEMENT ETE RETENUS.....	68
TABLEAU 12. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE TEMPOREL GENERAL (GTC) EN ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD.	69
TABLEAU 13. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE TEMPOREL GENERAL (GTC) EN MEDITERRANEE.	70
TABLEAU 14. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE TEMPOREL SPECIFIQUE (STC) EN ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD.	70
TABLEAU 15. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE TEMPOREL SPECIFIQUE (STC) EN MEDITERRANEE.	70
TABLEAU 16. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE SPATIAL GENERAL ET SPECIFIQUE (GSC ET SSC) EN ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD.	70
TABLEAU 17. INTERVALLES DE CONFIANCE POUR L'INDICE SPATIAL GENERAL ET SPECIFIQUE (GSC ET SSC) EN MEDITERRANEE.	70
TABLEAU 18. INTERVALLE DE CONFIANCE POUR L'INDICE DE PROBABILITE DE CLASSEMENT (AC).	71
TABLEAU 19. SEUILS TURBIDITE CALCULES POUR LES DIFFERENTS PAYSAGES MARINS OSPAR ET POURCENTAGE DE SUPERFICIE DES PAYSAGES MARINS DANS LES ZONES INTERMEDIAIRES ET LARGES UTILISES POUR L'EVALUATION DCSMM D5 2 ^e CYCLE.	81
TABLEAU 20. LES DIFFERENTS TYPES DE MAREE VERTE, PAR SOUS-REGIONS MARINES (SRM) ET PAR MEC.	85
TABLEAU 21. SEUILS BON/MOYEN APPLICABLES AUX DIFFERENTES METRIQUES DU CRITERE D5C6 EN FONCTION DU TYPE DE MAREE VERTE CONSIDERE.	86
TABLEAU 22. DEFINITION DES TROIS SUPER-TYPES DE MASSES D'EAU COTIERES EN FONCTION DE LEUR TYPOLOGIE, SITES ET VALEURS DE REFERENCE CORRESPONDANTS POUR CALCULER L'INDICATEUR « Q _{SUB} MAC ». LES MASSES D'EAU COTIERES APPARTENANT AUX DIFFERENTS SUPER TYPES SONT INDIQUEES PAR SRM.....	90
TABLEAU 23. LISTE DES INDICATEURS ET METRIQUES UTILISES POUR CHAQUE CRITERE. FREQUENCES ET PERIODES DE PRELEVEMENT/MESURE DES DONNEES SERVANT A ALIMENTER LES CALCULS D'INDICATEUR POUR LA BANDE COTIERE (< 1 MN) ET AU LARGE (1MN - ZEE).	96
TABLEAU 24. SEUILS POUR ETABLIR LE CLASSEMENT BON/MOYEN DES INDICATEURS COTIERS PAR GRANDS ECOTYPES (TABLEAU 3, TABLEAU 4, TABLEAU 5, TABLEAU 6 ET TABLEAU 7). POUR LES INDICATEURS MULTI-METRIQUES, LA LIMITE DE LA GRILLE RQE BON/MOYEN EST DONNEE.	96
TABLEAU 25. SEUILS POUR ETABLIR LE CLASSEMENT BON/MOYEN DES INDICATEURS AU LARGE PAR PAYSAGE MARIN.	97
TABLEAU 26. NOMBRE DE PIXELS (DONNEES) EXPLOITABLES (HORS COUVERTURE NUAGEUSE) PAR PARAMETRE ET A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS SUR TOUTE LA PERIODE D'EVALUATION (2015-2020) ET AUX PERIODES DE CALCUL DES INDICATEURS	

CORRESPONDANT POUR LA FAÇADE ATLANTIQUE-MANCHE-MER DU NORD. LES PIXELS SONT ISSUS DES MODELES ET IMAGES SATELLITE DECRITS PRECEDEMMENT. POUR L'OXYGENE (*) LE NOMBRE DE DONNEES BRUTES EST IDENTIQUE A CELUI DES NUTRIMENTS, LES CHIFFRES PRESENTES ICI SONT LES RESULTATS DES MOYENNES MENSUELLES UTILISEES POUR ALIMENTER L'INDICATEUR AU LARGE (VOIR 3.3.6.2). 105

TABLEAU 27. NOMBRE DE PIXELS (DONNEES) EXPLOITABLES (HORS COUVERTURE NUAGEUSE) PAR PARAMETRE ET A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS SUR TOUTE LA PERIODE D'EVALUATION (2015-2019/2020) ET AUX PERIODES DE CALCUL DES INDICATEURS CORRESPONDANT POUR LA MEDITERRANEE. LES PIXELS SONT ISSUS DES MODELES ET IMAGES SATELLITE DECRITS PRECEDEMMENT. 105

TABLEAU 28. PARAMETRES D'EVALUATION HARMONISES OSPAR REPARTIS EN 3 CATEGORIES. EQUIVALENCE AVEC LES CRITERES DCSMM : P- PRIMAIRE, S- SECONDAIRE. REPRIS ET TRADUIT DE LA COMP4 D'OSPAR. 108

TABLEAU 29. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM..... 123

TABLEAU 30. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN NID (μMOL.L⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 DANS LES MEC DE LA SRM MMN. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05). 124

TABLEAU 31. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT PID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 124

TABLEAU 32. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C2 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM..... 128

TABLEAU 33. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (μG.L⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C2 DANS LES MEC DE LA SRM MMN. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BAISSSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05)..... 130

TABLEAU 34. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C4 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT..... 132

TABLEAU 35. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT..... 132

TABLEAU 36. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND (MG.L⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C5 DANS LES MEC DE LA SRM MMN. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05). 134

TABLEAU 37. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON PERTINENT, ETAT INCONNU) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 135

TABLEAU 38. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTS CLASSEMENTS (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM..... 138

TABLEAU 39. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTS CLASSEMENTS (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON PERTINENT, ETAT INCONNU) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM ET EN PRENANT EN COMPTE L'EXPERTISE LOCALE. 138

TABLEAU 40. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 141

TABLEAU 41. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON PERTINENT, ETAT

INCONNU) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.....	142
TABLEAU 42. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	144
TABLEAU 43. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON PERTINENT, ETAT INCONNU) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRIS EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	144
TABLEAU 44. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, INDICATEUR NON PERTINENT, ETAT INCONNU) AU REGARD DU CRITERE D5C7 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	147
TABLEAU 45. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C8 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	149
TABLEAU 46. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5 AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE. CES RESULTATS N'INTEGRENT PAS LE DIRE D'EXPERT SUR LE D5C2 (INDICATEUR CHLOROPHYLLE-A) AU LARGE.....	151
TABLEAU 47. SYNTHÈSE DES RESULTATS DES ÉVALUATIONS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 DANS LES UGE DE L'UMR COTIERE LA SRM MMN AU 2 ^E (II) ET 3 ^E (III) CYCLE AINSI QUE LE NOMBRE DE CRITERE ÉVALUE (N) SUR LES 7 PERTINENTS ET LES 3 PRIMAIRES (P) POUR L'UMR AU 3 ^E CYCLE. POUR LE CRITERE 7, LES RESULTATS DES INDICATEURS CCO, QISUBMAC ET ANGIOSPERMES SONT DONNES DANS CET ORDRE. LA METHODE 2018 (2) POUR LE D5C1 CORRESPOND A L'UTILISATION D'UN SEUL SEUIL NID33 (29 µMOL ⁻¹) AU LIEU DE 2 SEUILS AU 3 ^E CYCLE ; POUR LE D5 CELA CORRESPOND A UNE METHODE D'INTEGRATION DIFFERENTE. S. DECL. ET % DECL. REPRESENTENT LES SUPERFICIES DECLASSEES (EN KM ²) ET LE POURCENTAGE DE L'UMR COTIERE DECLASSE RESPECTIVEMENT. LES CROIX REPRESENTENT LES MEC QUI N'ÉTAIENT PAS CONSIDEREES DANS CETTE SRM AU 2 ^E CYCLE. EN VERT LES MASSES D'EAU EN BON ETAT, EN ROUGE EN MAUVAIS ETAT, EN GRIS CLAIR NON SUIVI OU NON PERTINENT ET EN GRIS FONCE DONT L'ÉTAT EST INCONNU VIS-A-VIS DE L'ÉUTROPHISATION.	151
TABLEAU 48. SUPERFICIE EN KM ² DE L'UMR LARGE DECLASSEE OU N'ATTEIGNANT PAS LE BEE DANS LA SRM MMN AU REGARD DES DIFFERENTS CRITERES ET DU DESCRIPTEUR 5 AU 2 ^E CYCLE (I) ET AU 3 ^E CYCLE A L'ÉCHELLE DES PAYSAGES MARINS (II) ET DES MAILLES (II-M).....	154
TABLEAU 49. TENDANCE TEMPORELLE MONOTONE (TEST DE MANNKENDALL SAISONNIER) DES FLUX EN NUTRIMENT SUR 30 ANNEES DE MESURES (1990 A 2019) POUR LES COURS D'EAU SE DEVERSANT DANS LA SRM MMN (REGION II OSPAR) ET INCLUS DANS LA STRATEGIE RID OSPAR; SUPERFICIE DES SECTEURS HYDROGRAPHIQUES ET CARACTERISTIQUES DES APPORTS RELATIFS A CES COURS D'EAU (RIVIERE PRINCIPALE = COURS D'EAU DONT LES FLUX SONT IMPORTANTS ET QUI NECESSITENT UN SUIVI DETAILLE ; TRIBUTAIRE = COURS D'EAU SECONDAIRE ; APPORTS DIFFUS = ZONE SANS COURS D'EAU PREPONDERANT). LES FLECHES VERTES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE (P. VALUE <0,05) A LA BAISSSE, LES FLECHES ROUGES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A L'AUGMENTATION ET LES FLECHES BLEUES INDIQUENT L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE. LES ESTIMATIONS DE FLUX SONT EFFECTUEES PAR LE SDES SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID.....	161
TABLEAU 50. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX REJETS PROVENANT DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES ET EFFECTUES DANS DES ZONES SENSIBLES SUJETTES A EUTROPHISATION. EN FONCTION DES CONDITIONS LOCALES, ON APPLIQUERA UN SEUL PARAMETRE OU LES DEUX. LA VALEUR DE LA CONCENTRATION OU LE POURCENTAGE DE REDUCTION SERONT APPLIQUES. REPRIS DE LA DIRECTIVE 98/15/CE, PORTANT MODIFICATION DE LA DIRECTIVE 91/271/CEE.	164
TABLEAU 51. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (BON ETAT ATTEINT, NON ATTEINT, NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT NID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM. CES RESULTATS INTEGRENT LE DIRE D'EXPERT.	178
TABLEAU 52. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN NID (µMOL.L ⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR ÉVALUER LE CLASSEMENT DE L'ÉLÉMENT NID DU CRITERE D5C1 DANS LES MEC DE LA SRM MC. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ÉTÉ CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).....	179

TABEAU 53. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT PID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	179
TABEAU 54. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MMN DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C2 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	181
TABEAU 55. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (µG.L ⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C2 DANS LES MEC DE LA SRM MC. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BAISSSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).	182
TABEAU 56. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C4 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	184
TABEAU 57. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	186
TABEAU 58. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM SELON UN AVIS D'EXPERT BASE SUR LES DONNEES <i>IN SITU</i> DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES.	188
TABEAU 59. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND (MG.L ⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C5 DANS LES MEC DE LA SRM MC. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).	189
TABEAU 60. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	189
TABEAU 60. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	191
TABEAU 61. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	192
TABEAU 62. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	193
TABEAU 63. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	195
TABEAU 64. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM ET EN CONSIDERANT L'EXPERTISE LOCALE.	196
TABEAU 65. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C7 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	198
TABEAU 66. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C8 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	198
TABEAU 67. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR DE LA SOUS-REGION MARINE MC DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT.	200
TABEAU 68. SYNTHESE DES RESULTATS DES EVALUATIONS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 DANS LES UGE DE L'UMR COTIERE LA SRM MC AU 2 ^E (II) ET 3 ^E (III) CYCLE AINSI QUE LE NOMBRE DE CRITERE EVALUE (N) SUR LES 7 PERTINENTS ET LES 3 PRIMAIRES (P) POUR L'UMR AU 3 ^E CYCLE. POUR LE CRITERE 7, LES RESULTATS DES INDICATEURS CCO, QISUBMAC	

ET ANGIOSPERMES SONT DONNES DANS CET ORDRE. LA METHODE 2018 (2) POUR LE D5C1 CORRESPOND A L'UTILISATION D'UN SEUL SEUIL NID33 ($29 \mu\text{MOL}^{-1}$) AU LIEU DE 2 SEUILS AU 3^E CYCLE ; POUR LE D5 CELA CORRESPOND A UNE METHODE D'INTEGRATION DIFFERENTE. S. DECL. ET % DECL. REPRESENTENT LES SUPERFICIES DECLASSEES (EN KM^2) ET LE POURCENTAGE DE L'UMR COTIERE DECLASSE RESPECTIVEMENT. LES CROIX REPRESENTENT LES MEC QUI N'ETAIENT PAS CONSIDEREES DANS CETTE SRM AU 2^E CYCLE. EN VERT LES MASSES D'EAU EN BON ETAT, EN ROUGE EN MAUVAIS ETAT ET EN GRIS CLAIR NON SUIVI OU NON PERTINENT. 201

TABLEAU 69. SUPERFICIE EN KM^2 DE L'UMR LARGE DECLASSEE OU N'ATTEIGNANT PAS LE BEE DANS LA SRM MC AU REGARD DES DIFFERENTS CRITERES ET DU DESCRIPTEUR 5 AU 2^E CYCLE (I) ET AU 3^E CYCLE A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS (II) ET DES MAILLES (II-M). 204

TABLEAU 70. TENDANCE TEMPORELLE MONOTONE (TEST DE MANNKENDALL SAISONNIER) DES FLUX EN NUTRIMENT SUR 10 ANNEES DE MESURES (2010 A 2019) POUR LES COURS D'EAU SE DEVERSANT DANS LA SRM MC (REGION II ET III OSPAR) ET INCLUS DANS LA STRATEGIE RID OSPAR; SUPERFICIE DES SECTEURS HYDROGRAPHIQUES ET CARACTERISTIQUES DES APPORTS RELATIFS A CES COURS D'EAU (RIVIERE PRINCIPALE = COURS D'EAU DONT LES FLUX SONT IMPORTANTS ET QUI NECESSITENT UN SUIVI DETAILLE ; TRIBUTAIRE = COURS D'EAU SECONDAIRE ; APPORTS DIFFUS = ZONE SANS COURS D'EAU PREPONDERANT). LES FLECHES VERTES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE (P. VALUE <0,05) A LA BAISSSE, LES FLECHES ROUGES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A L'AUGMENTATION ET LES FLECHES BLEUES INDIQUENT L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE. LES ESTIMATIONS DE FLUX SONT EFFECTUEES PAR LE SDeS SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID..... 209

TABLEAU 71. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM..... 225

TABLEAU 72. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN NID ($\mu\text{MOL.L}^{-1}$) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 DANS LES MEC DE LA SRM GdG NORD. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05)..... 225

TABLEAU 73. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT PID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 226

TABLEAU 74. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C2 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 227

TABLEAU 75. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A ($\mu\text{G.L}^{-1}$) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C2 DANS LES MEC DE LA SRM GdG NORD. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BAISSSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05). 229

TABLEAU 76. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C4 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 230

TABLEAU 77. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM. 232

TABLEAU 78. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM SELON UN AVIS D'EXPERT BASE SUR LES DONNEES *IN SITU* DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES. 233

TABLEAU 79. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND (MG.L^{-1}) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C5 DANS LES MEC DE LA SRM GdG NORD. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05)..... 234

TABLEAU 80. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM..... 234

TABLEAU 82. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM NORD APRES PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	236
TABLEAU 81. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	237
TABLEAU 82. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.....	238
TABLEAU 83. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	239
TABLEAU 84. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	240
TABLEAU 85. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAUX ET INTERTIDAUX A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	241
TABLEAU 86. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C7 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.....	243
TABLEAU 87. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C8 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.....	244
TABLEAU 88. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5 AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	245
TABLEAU 89. SYNTHESE DES RESULTATS DES EVALUATIONS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 DANS LES UGE DE L'UMR COTIERE LA SRM GDG NORD AU 2 ^E (II) ET 3 ^E (III) CYCLE AINSI QUE LE NOMBRE DE CRITERE EVALUE (N) SUR LES 7 PERTINENTS ET LES 3 PRIMAIRES (P) POUR L'UMR AU 3 ^E CYCLE. POUR LE CRITERE 7, LES RESULTATS DES INDICATEURS CCO, QISUBMAC ET ANGIOSPERMES SONT DONNES DANS CET ORDRE. LA METHODE 2018 (2) POUR LE D5C1 CORRESPOND A L'UTILISATION D'UN SEUL SEUIL NID33 (29 μMOL ⁻¹) AU LIEU DE 2 SEUILS AU 3 ^E CYCLE ; POUR LE D5 CELA CORRESPOND A UNE METHODE D'INTEGRATION DIFFERENTE. S. DECL. ET % DECL. REPRESENTENT LES SUPERFICIES DECLASSEES (EN KM ²) ET LE POURCENTAGE DE L'UMR COTIERE DECLASSE RESPECTIVEMENT. EN VERT LES MASSES D'EAU EN BON ETAT, EN ROUGE EN MAUVAIS ETAT ET EN GRIS CLAIR NON SUIVI OU NON PERTINENT.....	247
TABLEAU 90. SUPERFICIE EN KM ² DE L'UMR LARGE DECLASSEE OU N'ATTEIGNANT PAS LE BEE DANS LA SRM GDG NORD AU REGARD DES DIFFERENTS CRITERES ET DU DESCRIPTEUR 5 AU 2 ^E CYCLE (I) ET AU 3 ^E CYCLE A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS (II) ET DES MAILLES (II-M).	251
TABLEAU 91. TENDANCE TEMPORELLE MONOTONE (TEST DE MANNKENDALL SAISONNIER) DES FLUX EN NUTRIMENT SUR 30 ANNEES DE MESURES (1990 A 2019) POUR LES COURS D'EAU SE DEVERSANT DANS LA SRM GDG NORD (REGION IV OSPAR) ET INCLUS DANS LA STRATEGIE RID OSPAR; SUPERFICIE DES SECTEURS HYDROGRAPHIQUES ET CARACTERISTIQUES DES APPORTS RELATIFS A CES COURS D'EAU (RIVIERE PRINCIPALE = COURS D'EAU DONT LES FLUX SONT IMPORTANTS ET QUI NECESSITENT UN SUIVI DETAILLE ; TRIBUTAIRE = COURS D'EAU SECONDAIRE ; APPORTS DIFFUS = ZONE SANS COURS D'EAU PREPONDERANT). LES FLECHES VERTES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE (P. VALUE <0,05) A LA BAISSSE, LES FLECHES ROUGES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A L'AUGMENTATION ET LES FLECHES BLEUES INDIQUENT L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE. LES ESTIMATIONS DE FLUX SONT EFFECTUEES PAR LE SDES SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID.....	256
TABLEAU 92. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX REJETS PROVENANT DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES ET EFFECTUES DANS DES ZONES SENSIBLES SUJETTES A EUTROPHISATION. EN FONCTION DES CONDITIONS LOCALES, ON APPLIQUERA UN SEUL PARAMETRE OU LES DEUX. LA VALEUR DE LA CONCENTRATION OU LE POURCENTAGE DE REDUCTION SERONT APPLIQUES. REPRIS DE LA DIRECTIVE 98/15/CE, PORTANT MODIFICATION DE LA DIRECTIVE 91/271/CEE....	259
TABLEAU 93. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	274

TABLEAU 94. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN NID ($\mu\text{MOL.L}^{-1}$) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DE L'ÉLÉMENT NID DU CRITERE D5C1 DANS LES MEC DE LA SRM GdG SUD. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).....	275
TABLEAU 95. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT PID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	275
TABLEAU 96. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C2 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM. CES RESULTATS PRENNENT EN COMPTE LE DIRE D'EXPERT.....	277
TABLEAU 97. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A ($\mu\text{G.L}^{-1}$) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C2 DANS LES MEC DE LA SRM GdG SUD. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BAISSSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).	279
TABLEAU 98. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C4 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.....	281
TABLEAU 99. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.....	281
TABLEAU 100. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM SELON UN AVIS D'EXPERT BASE SUR LES DONNEES <i>IN SITU</i> DES CAMPAGNES HALIEUTIQUES.	284
TABLEAU 101. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS AU FOND (MG.L^{-1}) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C5 DANS LES MEC DE LA SRM MMN. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET – UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BASSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).....	284
TABLEAU 102. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C6 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	285
TABLEAU 103. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE INTERTIDALES A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.....	286
TABLEAU 104. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	288
TABLEAU 105. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT MACROALGUES PERENNES EN ZONE SUBTIDALES A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.....	289
TABLEAU 106. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM.	290
TABLEAU 107. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ÉLÉMENT HERBIERS DE ZOSTERES SUBTIDAU ET INTERTIDAU A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	291
TABLEAU 108. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM^2) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GdG SUD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C7 A L'ISSU DE L'ÉVALUATION DCSMM AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	293

TABLEAU 109. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE GDG NORD DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C8 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.....	295
TABLEAU 110. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR DE LA SOUS-REGION MARINE GDG SUD DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5 AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.	295
TABLEAU 111. SYNTHESE DES RESULTATS DES EVALUATIONS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 DANS LES UGE DE L'UMR COTIERE LA SRM GDG SUD AU 2 ^E (II) ET 3 ^E (III) CYCLE AINSI QUE LE NOMBRE DE CRITERE EVALUE (N) SUR LES 7 PERTINENTS ET LES 3 PRIMAIRES (P) POUR L'UMR AU 3 ^E CYCLE. POUR LE CRITERE 7, LES RESULTATS DES INDICATEURS CCO, QISUBMAC ET ANGIOSPERMES SONT DONNES DANS CET ORDRE. LA METHODE 2018 (1) POUR LE D5C1 CORRESPOND A L'UTILISATION D'UN SEUL SEUIL NID33 (29 µMOL ⁻¹) AU LIEU DE 2 SEUILS AU 3 ^E CYCLE ; POUR LE D5 CELA CORRESPOND A UNE METHODE D'INTEGRATION DIFFERENTE. S. DECL. ET % DECL. REPRESENTENT LES SUPERFICIES DECLASSEES (EN KM ²) ET LE POURCENTAGE DE L'UMR COTIERE DECLASSE RESPECTIVEMENT. EN VERT LES MASSES D'EAU EN BON ETAT, EN ROUGE EN MAUVAIS ETAT ET EN GRIS CLAIR NON SUIVI OU NON PERTINENT.....	297
TABLEAU 112. SUPERFICIE EN KM ² DE L'UMR LARGE DECLASSEE OU N'ATTEIGNANT PAS LE BEE DANS LA SRM GDG SUD AU REGARD DES DIFFERENTS CRITERES ET DU DESCRIPTEUR 5 AU 2 ^E CYCLE (I) ET AU 3 ^E CYCLE A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS (II) ET DES MAILLES (II-M).	301
TABLEAU 113. TENDANCE TEMPORELLE MONOTONE (TEST DE MANNKENDALL SAISONNIER) DES FLUX EN NUTRIMENT SUR 30 ANNEES DE MESURES (1990 A 2019) POUR LES COURS D'EAU SE DEVERSANT DANS LA SRM GDG SUD (REGION IV OSPAR) ET INCLUS DANS LA STRATEGIE RID OSPAR; SUPERFICIE DES SECTEURS HYDROGRAPHIQUES ET CARACTERISTIQUES DES APPORTS RELATIFS A CES COURS D'EAU (RIVIERE PRINCIPALE = COURS D'EAU DONT LES FLUX SONT IMPORTANTS ET QUI NECESSITENT UN SUIVI DETAILLE ; TRIBUTAIRE = COURS D'EAU SECONDAIRE ; APPORTS DIFFUS = ZONE SANS COURS D'EAU PREPONDERANT). LES FLECHES VERTES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE (P. VALUE <0,05) A LA BAISSSE, LES FLECHES ROUGES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A L'AUGMENTATION ET LES FLECHES BLEUES INDIQUENT L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE. LES ESTIMATIONS DE FLUX SONT EFFECTUEES PAR LE SDES SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID.....	305
TABLEAU 114. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX REJETS PROVENANT DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES ET EFFECTUES DANS DES ZONES SENSIBLES SUJETTES A EUTROPHISATION. EN FONCTION DES CONDITIONS LOCALES, ON APPLIQUERA UN SEUL PARAMETRE OU LES DEUX. LA VALEUR DE LA CONCENTRATION OU LE POURCENTAGE DE REDUCTION SERONT APPLIQUES. REPRIS DE LA DIRECTIVE 98/15/CE, PORTANT MODIFICATION DE LA DIRECTIVE 91/271/CEE....	310
TABLEAU 115. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT NID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	319
TABLEAU 116. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DE L'ELEMENT PID DU CRITERE D5C1 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.	321
TABLEAU 117. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C2 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.....	324
TABLEAU 118. TENDANCES TEMPORELLES MONOTONES (TEST MANN-KENDAL SAISONNIER) DE LA CONCENTRATION EN CHLOROPHYLLE-A (µG.L ⁻¹) AUX DIFFERENTS POINTS REPHY UTILISES POUR EVALUER LE CLASSEMENT DU CRITERE D5C2 DANS LES MEC DE LA SRM MO. SEULES LES SERIES DE DONNEES AYANT UNE LONGUEUR SUPERIEURE A 7 ANS ONT ETE CONSIDEREES. 0 SIGNIFIE UNE ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE, + ET - UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A LA HAUSSE OU A LA BAISSSE RESPECTIVEMENT (P.VALUE >0,05).....	325
TABLEAU 119. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C4 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.....	327
TABLEAU 120. NOMBRE D'UGE (MEC OU PAYSAGE MARIN), SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DE L'UMR COTIERE DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTES CATEGORIES (NON DECLASSE, DECLASSE ET NON EVALUE) AU REGARD DU CRITERE D5C5 A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM.....	328
TABLEAU 121. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR DE LA SOUS-REGION MARINE MO DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5.....	330
TABLEAU 122. SYNTHESE DES RESULTATS DES EVALUATIONS DES DIFFERENTS CRITERES DU DESCRIPTEUR 5 DANS LES UGE DE L'UMR COTIERE LA SRM MO AU 2 ^E (I) ET 3 ^E (II) CYCLE AINSI QUE LE NOMBRE DE CRITERE EVALUE (N) SUR LES 4 PERTINENTS ET LES 3 PRIMAIRES (P) POUR L'UMR AU 3 ^E CYCLE. S. DECL. ET % DECL. REPRESENTENT LES SUPERFICIES DECLASSEES (EN KM ²) ET LE POURCENTAGE DE L'UMR COTIERE DECLASSE RESPECTIVEMENT. LES CROIX REPRESENTENT LES MEC QUI N'ETAIENT PAS CONSIDEREES DANS CETTE SRM AU 2 ^E CYCLE.	332

TABLEAU 123. SUPERFICIE EN KM ² DE L'UMR LARGE DECLASSEE OU N'ATTEIGNANT PAS LE BEE DANS LA SRM MO AU REGARD DES DIFFERENTS CRITERES ET DU DESCRIPTEUR 5 AU 2 ^E CYCLE (I) ET AU 3 ^E CYCLE A L'ECHELLE DES PAYSAGES MARINS (II) ET DES MAILLES (II-M).....	335
TABLEAU 124. TENDANCE TEMPORELLE MONOTONE (TEST DE MANNKENDALL SAISONNIER) DES FLUX EN NUTRIMENT SUR 20 ANNEES DE MESURES (2000 A 2019) POUR LES COURS D'EAU SE DEVERSANT DANS LA SRM MO. LES FLECHES VERTES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE (P. VALUE <0,05) A LA BAISSSE, LES FLECHES ROUGES INDIQUENT UNE TENDANCE SIGNIFICATIVE A L'AUGMENTATION ET LES FLECHES BLEUES INDIQUENT L'ABSENCE DE TENDANCE SIGNIFICATIVE. LES ESTIMATIONS DE FLUX SONT EFFECTUEES PAR LE SDES SUIVANT LE PROTOCOLE OSPAR RID.	337
TABLEAU 125. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX REJETS PROVENANT DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX URBAINES RESIDUAIRES ET EFFECTUES DANS DES ZONES SENSIBLES SUJETTES A EUTROPHISATION. EN FONCTION DES CONDITIONS LOCALES, ON APPLIQUERA UN SEUL PARAMETRE OU LES DEUX. LA VALEUR DE LA CONCENTRATION OU LE POURCENTAGE DE REDUCTION SERONT APPLIQUES. REPRIS DE LA DIRECTIVE 98/15/CE, PORTANT MODIFICATION DE LA DIRECTIVE 91/271/CEE.	342
TABLEAU 126. CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES DES OUTILS COMPEAT ET NEAT.	346
TABLEAU 127. NOMBRE D'UGE, SURFACE (KM ²) ET PROPORTION (%) DE SUPERFICIE DES UMR A L'ECHELLE (A.) DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE-MER DU NORD ET (B.) NATIONALE DANS LES DIFFERENTS ETATS ECOLOGIQUES A L'ISSU DE L'EVALUATION DCSMM AU REGARD DU DESCRIPTEUR 5 AVEC PRISE EN COMPTE DE L'EXPERTISE LOCALE.....	348
TABLEAU 128. VALEURS ET SEUILS DES METRIQUES NID33 (VOIR CHAPITRE 3.3.2.3), P90 CHLOROPHYLLE-A (VOIR CHAPITRE 3.3.3.3) ET P10 OXYGENE DE FOND (VOIR CHAPITRE 3.3.6.2) AUX DIFFERENTS POINTS SOMLIT ET REPHY PARTAGEANT LA MEME MECDCE OU ETANT A PROXIMITE.	376
TABLEAU 129. CLASSIFICATION DE L'ETAT DES ECOTYPES LOCAUX SELON LES ESSAIS DE CALCUL DES METRIQUES PID33 HIVERNAL ET MOYENNE PID HIVERNALE ET DES SEUILS PID DE 2015 A 2020. N CORRESPOND AU NOMBRE DE DONNEES DISPONIBLES, N SUP20 AU NOMBRE DE DONNEES AYANT UNE SALINITE SUPERIEURE A 20, A ET B SONT LES COEFFICIENTS DE LA DROITE DE DILUTION.	380

SOMMAIRE

1	Résumé.....	33
2	Éléments de cadrage et de contexte	35
2.1	La DCSMM, objectif et cadre légal.....	35
2.2	Définition du bon état écologique pour le descripteur 5	36
2.2.1	L'eutrophisation et ses sources, définition générale	36
2.2.2	Les critères définissant le descripteur 5.....	40
2.3	Normes méthodologiques définies par la DCSMM.....	42
2.3.1	Remarques générales sur le descripteur 5.....	42
2.3.2	Normes concernant le critère « Concentration en nutriments dans la colonne d'eau » (D5C1)	43
2.3.3	Normes concernant le critère « Présence de chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau » (D5C2)	43
2.3.4	Normes concernant le critère « Prolifération d'algues toxiques dans la colonne d'eau » (D5C3)	43
2.3.5	Normes concernant le critère « La limite photique de la colonne d'eau » (D5C4)	44
2.3.6	Normes concernant le critère « Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau » (D5C5)	44
2.3.7	Normes concernant le critère « Abondance des algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques » (D5C6).....	45
2.3.8	Normes concernant le critère « Communautés de macrophytes des habitats benthiques » (D5C7)	45
2.3.9	Normes concernant le critère « Communautés de macrofaune des habitats benthiques » (D5C8).....	46
3	Matériels et méthodes	47
3.1	Unités Marines de Rapportage	47
3.2	Unité Géographique d'Évaluation	49
3.3	Évaluation quantitative du BEE	59
3.3.1	Outils d'évaluation	59
3.3.2	Critère D5C1 : Concentration en nutriments dans la colonne d'eau.....	60
3.3.3	Critère D5C2 : Concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau	72
3.3.4	Critère D5C3 : Occurrence d'algues toxiques.....	77
3.3.5	Critère D5C4 : Transparence de la colonne d'eau	79
3.3.6	Critère D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau.....	82
3.3.7	Critère D5C6 : Abondance des macroalgues opportunistes des habitats benthiques	85
3.3.8	Critère D5C7 : Communautés de macrophytes des habitats benthiques.	88
3.3.9	Critère D5C8 : Macrofaune benthique	92
3.3.10	Classements supplémentaires	95
3.3.11	Synthèse des paramètres utilisés pour l'évaluation du bon état écologique (BEE)	95
3.4	Utilisation des données issues des images satellites et de la modélisation.	97
3.4.1	Généralités.....	97
3.4.2	Traitement des données	98
3.4.3	Caractéristiques des données	98
3.4.4	Validation des données.....	103
3.5	Méthode d'évaluation du descripteur	106
3.5.1	Agrégation spatiale et temporelle des données	106
3.5.2	Intégration des indicateurs/éléments/critères à l'échelle des UGE.....	107
3.5.3	Agrégation spatiale des résultats à l'échelle des UMR	110
3.5.4	Commentaires généraux sur les méthodes d'évaluation utilisées au 3 ^e cycle.....	111
3.5.5	Etapas supplémentaires.....	112
3.6	Données complémentaires/supports à l'évaluation.....	114
3.6.1	Les sources de pressions	114
3.6.2	Données hautes fréquences	114
3.6.3	Données issues des sciences participatives	114
3.6.4	Données SOMLIT.....	115

4	Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MMN	116
4.1	Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MMN	116
4.2	Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MMN	117
4.2.1	Réseaux côtiers	117
4.2.2	Données au large	121
4.3	Résultats de l'évaluation 3 ^e cycle par critère pour la SRM MMN	122
4.3.1	D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau	122
4.3.2	D5C2 : concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau	126
4.3.3	D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)	130
4.3.4	D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau	132
4.3.5	D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques	134
4.3.6	D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques	137
4.3.7	D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques	148
4.3.8	Evaluation du BEE	149
4.4	Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2 ^d cycle	152
4.4.1	Evolution méthodologique à la côte	152
4.4.2	Evolution méthodologique au large	153
4.4.3	Evolution des résultats d'évaluation	153
4.5	Sources de pressions	156
4.5.1	Flux en nutriments des cours d'eau	156
4.5.2	Apports terrestres diffus : les zones vulnérables	162
4.5.3	Apports terrestres ponctuels : les zones sensibles	163
4.5.4	Apports atmosphériques	166
4.5.5	Transports transfrontaliers hydrodynamiques	168
4.6	Discussions sur les résultats de la SRM MMN	168
4.6.1	Bilan des résultats de l'évaluation	168
4.6.2	Justifications de non-utilisation d'un critère	169
4.6.3	Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales	169
4.7	Conclusions sur les résultats de la SRM MMN	169
5	Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MC	171
5.1	Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MC	171
5.2	Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MC	172
5.2.1	Réseaux côtiers	172
5.2.2	Données au large	174
5.3	Résultats de l'évaluation 3 ^e cycle par critère pour la SRM MC	177
5.3.1	D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau	177
5.3.2	D5C2 : concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau	180
5.3.3	D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)	184
5.3.4	D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau	186
5.3.5	D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques	189
5.3.6	D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques	192
5.3.7	D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques	198
5.3.8	Evaluation du BEE	199
5.4	Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2 ^d cycle	202
5.4.1	Evolution méthodologique à la côte	202
5.4.2	Evolution méthodologique au large	203
5.4.3	Evolution des résultats d'évaluation	203
5.5	Sources de pressions	206

5.5.1	Flux en nutriments des cours d'eau	206
5.5.2	Apports terrestres diffus : les zones vulnérables	210
5.5.3	Apports terrestres ponctuels : les zones sensibles	211
5.5.4	Apports atmosphériques	213
5.6	Discussion sur les résultats de la SRM MC	216
5.6.1	Bilan des résultats de l'évaluation	216
5.6.2	Justifications de non-utilisation d'un critère.....	216
5.6.3	Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales 217	
5.7	Conclusions sur les résultats de la SRM MC	217
6	Évaluation du descripteur 5 pour les SRM GdG Nord	218
6.1	Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Nord....	218
6.2	Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Nord	219
6.2.1	Réseaux côtiers	219
6.2.2	Données au large	222
6.3	Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM GdG Nord	224
6.3.1	D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau	224
6.3.2	D5C2 : concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau.....	227
6.3.3	D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)	230
6.3.4	D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau	231
6.3.5	D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques	234
6.3.6	D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques	237
6.3.7	D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques	244
6.3.8	Evaluation du BEE	245
6.4	Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle	248
6.4.1	Evolution méthodologique à la côte	248
6.4.2	Evolution méthodologique au large	249
6.4.3	Evolution des résultats d'évaluation	250
6.5	Sources de pressions	252
6.5.1	Flux en nutriments des cours d'eau	252
6.5.2	Apports terrestres diffus : zones vulnérables	256
6.5.3	Apports terrestres ponctuels : zones sensibles.....	258
6.5.4	Apports atmosphériques	261
6.6	Discussion sur les résultats de la SRM GdG Nord	263
6.6.1	Bilan des résultats de l'évaluation	263
6.6.2	Justifications de non-utilisation d'un critère.....	264
6.6.3	Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales 264	
6.7	Conclusions sur les résultats de la SRM GdG Nord	264
7	Évaluation du descripteur 5 pour les SRM GdG Sud	266
7.1	Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Sud.....	266
7.2	Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Sud	267
7.2.1	Réseaux côtiers	267
7.2.2	Données au large	272
7.3	Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM GdG Sud	273
7.3.1	D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau.....	273
7.3.2	D5C2 : concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau.....	277
7.3.3	D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)	280

7.3.4	D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau	281
7.3.5	D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques	284
7.3.6	D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques	286
7.3.7	D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques	294
7.3.8	Evaluation du BEE	295
7.4	Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle	298
7.4.1	Evolution méthodologique à la côte	298
7.4.2	Evolution méthodologique au large	298
7.4.3	Evolution des résultats d'évaluation	300
7.5	Sources de pressions	302
7.5.1	Flux en nutriments des cours d'eau	302
7.5.2	Apports terrestres diffus : zones vulnérables	307
7.5.3	Apports ponctuels : zones sensibles	309
7.5.4	Apports atmosphériques	311
7.6	Discussion sur les résultats de la SRM GdG Sud	313
7.6.1	Bilan des résultats de l'évaluation	313
7.6.2	Justifications de non-utilisation d'un critère	313
7.6.3	Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales	314
7.7	Conclusions sur les résultats de la SRM GdG Sud	314
8	<i>Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MO</i>	<i>315</i>
8.1	Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MO	315
8.2	Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MO	316
8.2.1	Réseaux côtiers	316
8.2.2	Données au large	318
8.3	Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM MO	319
8.3.1	D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau	319
8.3.2	D5C2 : concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau	323
8.3.3	D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)	326
8.3.4	D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau	328
8.3.5	Evaluation du BEE	330
8.4	Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle	333
8.4.1	Evolution méthodologique à la côte	333
8.4.2	Evolution méthodologique au large	333
8.4.3	Evolution des résultats d'évaluation	335
8.5	Sources de pressions	337
8.5.1	Flux en nutriments des cours d'eau	337
8.5.2	Apports terrestres diffus : zones vulnérables	340
8.5.3	Apports ponctuels : zones sensibles	342
8.5.4	Apports atmosphériques	344
8.6	Discussion sur les résultats de la SRM MO	344
8.6.1	Bilan des résultats de l'évaluation	344
8.6.2	Justifications de non-utilisation d'un critère	344
8.6.3	Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales	345
8.7	Conclusions sur les résultats de la SRM MO	346
9	<i>Discussion générale sur l'évaluation</i>	<i>347</i>
9.1	Bilan des résultats à l'échelle nationale	347

9.2	Futurs évolutions méthodologiques.....	349
9.3	Pertinences et limites des indicateurs utilisés.....	349
9.4	Coopérations	351
9.5	Liens avec les Programmes de Surveillance et recommandations en matière de recherche et de surveillance	353
9.5.1	Liens avec les PdS et besoins de recherches associés	353
9.5.2	Autres recommandations de recherche spécifiques proposées au 2 ^e cycle : les évolutions	354
10	<i>Influence du changement climatique sur l'eutrophisation marine</i>	356
11	<i>Données supplémentaires non utilisées pour le calcul des indicateurs</i>	358
11.1	Données hautes fréquence	358
11.1.1	Haute fréquence temporelle - données stationnelles - réseau de bouées MAREL.....	358
11.1.2	Haute résolution spatiale – dispositif embarqué – image satellite – modèle	366
11.2	Données sciences participatives.....	370
11.3	Données SOMLIT	372
12	<i>Evaluation de l'état des masses d'eau côtières via un indicateur « phosphate » en Atlantique-Manche-Mer du Nord</i>	377
12.1	Proposition d'une métrique phosphate.....	377
12.2	Proposition de seuils phosphate	378
12.2.1	Approche empirique	378
12.2.2	Approche modélisation.....	378
12.2.3	Comparaison des deux approches et avec les seuils des pays frontaliers	378
12.3	Classification de l'état écologique sur la période 2015-2020	379
13	<i>Bibliographie</i>	385

1 Résumé

L'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises suivant les procédures définies par la DCSMM (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin) s'est essentiellement basée, comme demandé par la Commission Européenne, sur les résultats d'évaluation de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) pour la partie côtière mais également sur les résultats de la quatrième application de la procédure commune OSPAR (COMP4) pour les eaux marines au-delà de l'emprise de la DCE. Si ces deux approches permettent, tout comme lors de la précédente évaluation DCSMM, d'évaluer la totalité des eaux marines métropolitaine au regard du descripteur 5, la méthodologie utilisée a largement évolué dans le court laps de temps qui sépare ces 2 évaluations. De plus l'évaluation numérique ainsi obtenue a été affinée par dire d'expert lors de comités locaux organisés grand bassin versant, essentiellement au niveau des indicateurs côtiers intégrant plusieurs sources de pressions.

A la côte, si les métriques et les seuils DCE ont assez peu évolué depuis l'évaluation du 2^e cycle (à quelques exceptions près), c'est la méthode d'intégration inter-critère qui a complètement changée ; ainsi l'approche par score pondérée en fonction de la zone a été remplacée par la méthode OOA de la DCE.

Au large, la méthodologie développée dans le cadre des groupes de travaux ICG-EUT a fortement évolué pour être harmonisée à l'échelle de la zone OSPAR (Atlantique Nord Est). Les unités géographiques d'évaluation ont changé, les métriques ont évolué, les seuils ont été calculés par modélisation et la méthode d'intégration a été revue.

Tous les critères n'ont pu être évalués par le biais de ces méthodes; à cause du manque de données, de seuil ou d'indicateur pertinent, les algues toxiques (D5C3) n'ont pu être évaluées.

Ainsi, si la présente évaluation montre une meilleure harmonisation inter-directive (DCE-DCSMM) et directive-convention (DCSMM-OSPAR) par rapport à la précédente évaluation, elle montre également une plus forte cassure méthodologique « côte-large » par rapport à celle du 2^e cycle. En effet, lors de la précédente évaluation, l'effort avait été mis pour obtenir une méthodologie harmonisée sur l'ensemble des eaux marines moyennant quelques adaptations des méthodologies DCE et OSPAR.

Les résultats obtenus par cette évaluation montrent que 12 % de la superficie de l'UMR côtière n'atteint pas le bon état écologique (BEE) au regard du descripteur 5. La répartition des masses d'eau côtières qui n'atteignent pas le (BEE) présente un gradient par sous-région marine allant du nord vers le sud, le long du littoral de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord (la Méditerranée atteignant le BEE) avec une forte concentration des zones impactées entre la frontières belge et la pointe bretonne. Les critères déclassant étant principalement l'azote inorganique dissous (D5C1), la chlorophylle-*a* (D5C2) et surtout les algues opportunistes (D5C6). Ainsi, 83 % de la zone côtière a pu être évaluée, les 17 % restant étant essentiellement répartis sur la façade méditerranéenne. Au large, un seul paysage marin n'atteint pas le BEE au regard du descripteur 5, le « fleuve côtier » de la SRM MMN, déclassée à cause de la chlorophylle-*a*. Les UMR larges des SRM MC, GdG et MO atteignent le BEE dans leur intégralité. Dans l'ensemble, les indices de confiance liés à l'évaluation et aux données sont élevés, à l'exception des données oxygène (issues de la modélisation) au large de la partie sud du Golfe de Gascogne. A l'échelle nationale, l'utilisation combinée de données *in situ* et de données dérivées de la modélisation et de l'analyse des images satellite a permis d'évaluer 99 % de la superficie de la ZEE française et de montrer que

3 % de cette superficie présentait des problèmes d'eutrophisation. Ces problèmes étant essentiellement identifiés au niveau côtier. L'analyse de données complémentaires, support à l'évaluation, nous a permis de consolider ou de tempérer les résultats obtenus par cette évaluation.

2 Éléments de cadrage et de contexte

2.1 La DCSMM, objectif et cadre légal

La Directive 2008/56/CE (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin ou DCSMM) vise à maintenir ou restaurer un bon fonctionnement des écosystèmes marins (diversité biologique conservée et interactions correctes entre les espèces et leurs habitats, océans dynamiques et productifs) tout en permettant l'exercice des usages en mer pour les générations futures dans une perspective de développement durable. Les États membres de l'Union européenne doivent ainsi prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités sur le milieu marin. Elle est entrée en vigueur le 15 juillet 2008 et a été transposée dans le droit français par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 publiée au Journal Officiel le 13 juillet 2010 dans le chapitre V, dispositions relatives à la mer, article 166. Cette loi, portant engagement national pour l'environnement, modifie le code de l'environnement dont les articles L. 219-9 à L. 219-18 fixent les dispositions relatives au Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) pour chaque sous-région marine.

Les objectifs de la DCSMM sont les suivants :

- Assurer la protection et la conservation et éviter la détérioration des écosystèmes marins. Là où une forte dégradation aura été observée, le fonctionnement des écosystèmes devra être rétabli à travers la restauration des processus et de la structure de la biodiversité ;
- Prévenir et éliminer progressivement la pollution ;
- Maintenir à un niveau qui soit compatible avec la réalisation du bon état écologique, la pression des activités humaines (pêche, utilisation de services divers...) sur le milieu marin. Les écosystèmes doivent pouvoir réagir aux divers changements de la nature et des hommes, tout en permettant une utilisation durable du milieu pour les générations futures (Politique Commune des Pêches par exemple).

Ces objectifs s'appuient sur les éléments suivants :

Élément 1 : une évaluation initiale de l'état écologique actuel des eaux marines et de l'impact environnemental des activités humaines sur ces eaux.

Élément 2 : la définition du bon état écologique (BEE) pour ces mêmes eaux selon 11 différents descripteurs de l'environnement.

Élément 3 : une série d'objectifs environnementaux (OE) et d'indicateurs associés en vue de parvenir à un bon état écologique du milieu marin.

Élément 4 : un programme de surveillance (PdS) en vue de l'évaluation permanente et de la mise à jour périodique des objectifs.

Élément 5 : un programme de mesures (PdM) destiné à parvenir à un bon état écologique de ces eaux ou à conserver celui-ci.

Ces 5 éléments constituent la PAMM et doivent être révisés tous les 6 ans (Figure 1).

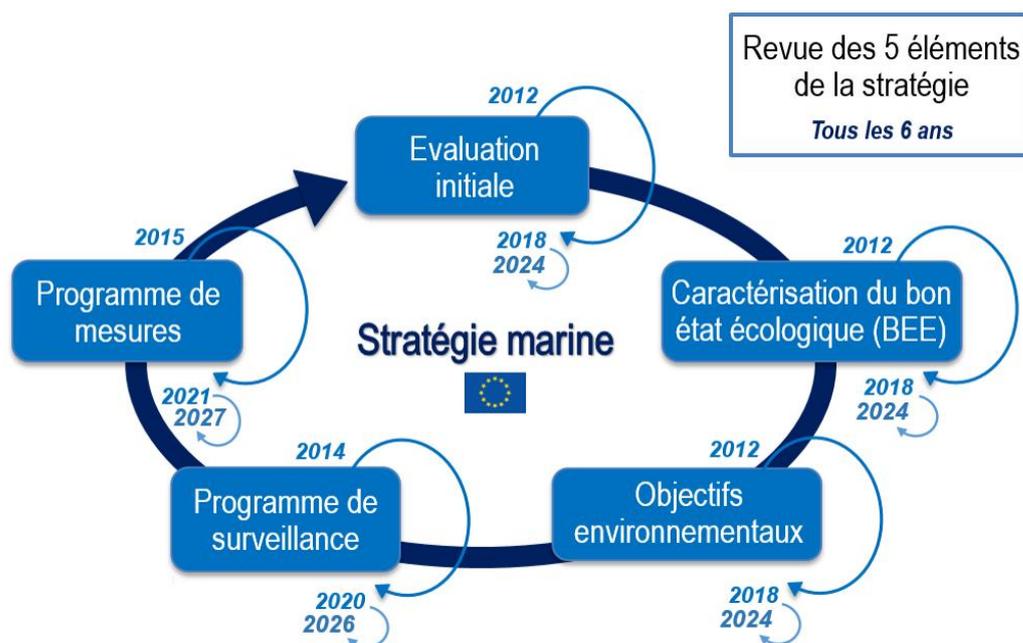


Figure 1. Eléments clés de la DCSMM. Le programme d'action pour le milieu marin de la DCSMM (ou PAMM) doit être mis en place avec une cyclicité de 6 ans (tout comme la DCE). Dans les faits l'évaluation initiale sert de caractérisation initiale du BEE qui lui sera révisé tous les 6 ans. Source : Ifremer¹.

La présente évaluation constitue la 3^e révision de la caractérisation (ou évaluation) du bon état écologique.

2.2 Définition du bon état écologique pour le descripteur 5

2.2.1 L'eutrophisation et ses sources, définition générale

L'eutrophisation au sens strict est un phénomène qui se produit depuis des millénaires. C'est un processus d'addition de nutriments (principalement azotés : nitrate NO_3^- , nitrite NO_2^- et ammonium NH_4^+ et phosphorés : orthophosphate PO_4^{3-}) 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 se 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 normale. Cette résilience peut s'avérer insuffisante face aux apports excessifs de nutriments (pression d'eutrophisation) dont les principales sources² sont, par voies terrestre et/ou atmosphérique :

- L'agriculture (principalement apports terrestres diffus en nitrate et phosphate + évaporation d'azote réduit NH_3 dans l'atmosphère),
- Les transports : fluviaux, maritimes, aériens et terrestres (apports atmosphériques diffus en oxyde d'azote (NO_x) provenant de la combustion),

¹ <https://wwz.ifremer.fr/en/Public-policy-support/Water-Biodiversity/Marine-Strategy-Framework-Directive>

² Référencées dans la Décision 2017/845/UE

- La production d'énergie à partir de sources non renouvelables (apports ponctuels atmosphériques de NO_x provenant de la combustion),
- Les usages industriels (apports ponctuels atmosphériques de NO_x provenant de la combustion),
- Les usages urbains (principalement apports ponctuels en NH₄⁺ et PO₄³⁻).

Les différentes sources de pression actuellement quantifiables, ainsi que les directives européennes les prenant en compte, seront présentées plus en détail pour chaque sous-région marine.

Depuis le XX^{ème} siècle, en raison de l'industrialisation, du développement de l'agriculture intensive, de l'augmentation de la population et de la mise au point du procédé Haber-Bosch permettant la synthèse d'engrais azotés en grande quantité et à faible coût, 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 culturelle. 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 a 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 leurs concentrations augmentent, les **nutriments** sont transformés en composés organiques au travers des processus de fixation de l'azote et du phosphore des végétaux. Sous leur forme **inorganique**, ils peuvent être utilisés par le **phytoplancton** ou certaines **macroalgues opportunistes** qui se développent alors davantage (Figure 2). Une plus forte concentration du phytoplancton en surface peut réduire la **pénétration de la lumière**, limitant ainsi son développement et celui des **autres végétaux** (Figure 2). Ceci peut impacter la biodiversité au travers de modification de la composition spécifique et de la perte d'habitats (Figure 2), et peut induire une réduction de l'**oxygène** qui est produit par la végétation en situation normale (absence d'eutrophisation). En effet, lorsque le plancton meurt et sédimente, la matière organique arrivant sur le fond est oxydée par les bactéries aérobies, ce qui réduit davantage la concentration en oxygène dans l'eau (Figure 2). En cas d'excès de matière organique, ceci peut mener à des phénomènes d'hypoxie voire d'anoxie³ et peut causer la mort de poissons et/ou d'autres organismes aquatiques vivant sur les fonds marins (**macrofaune benthique**) ; dans des cas extrêmes il peut y avoir apparition de « zones mortes » s'étendant sur de large superficie ou la vie marine est quasiment inexistante (ex : une zone morte de 20 000 m² s'est constituée en été à l'embouchure du Mississippi dans le Golfe du Mexique, il y aurait 400 zones mortes réparties dans les océans⁴ pour une surface cumulée de 245 000 km²). 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 sulfuré ou le méthane, composés létaux pour la faune.

³ Hypoxie : situation dans laquelle le dioxygène dissous n'est présent que pour 1 % à 30 % de son seuil de saturation dans l'eau ; les formes de vie naturellement présentes dans un milieu oxygéné sont alors perturbées ou tuées. Anoxie : situation dans laquelle le dioxygène dissous est totalement absent. La plupart des formes de vie consommant de l'oxygène disparaissent alors au profit de bactéries et d'organismes fongiques.

⁴ Robert J. Diaz et Rutger Rosenberg. 2008. Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. Science, 321, 926-929. DOI: 10.1126/science.1156401

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 (Figure 2). L'augmentation excessive de la production primaire va provoquer des changements de structure 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.

Des informations plus détaillées sur les manifestations, causes et conséquences de l'eutrophisation peuvent être trouvées dans la synthèse ESCo⁵ dont le but est de produire un état des lieux exhaustifs des connaissances scientifiques sur la problématique eutrophisation. Ce rapport peut constituer un complément à la lecture de ce chapitre.

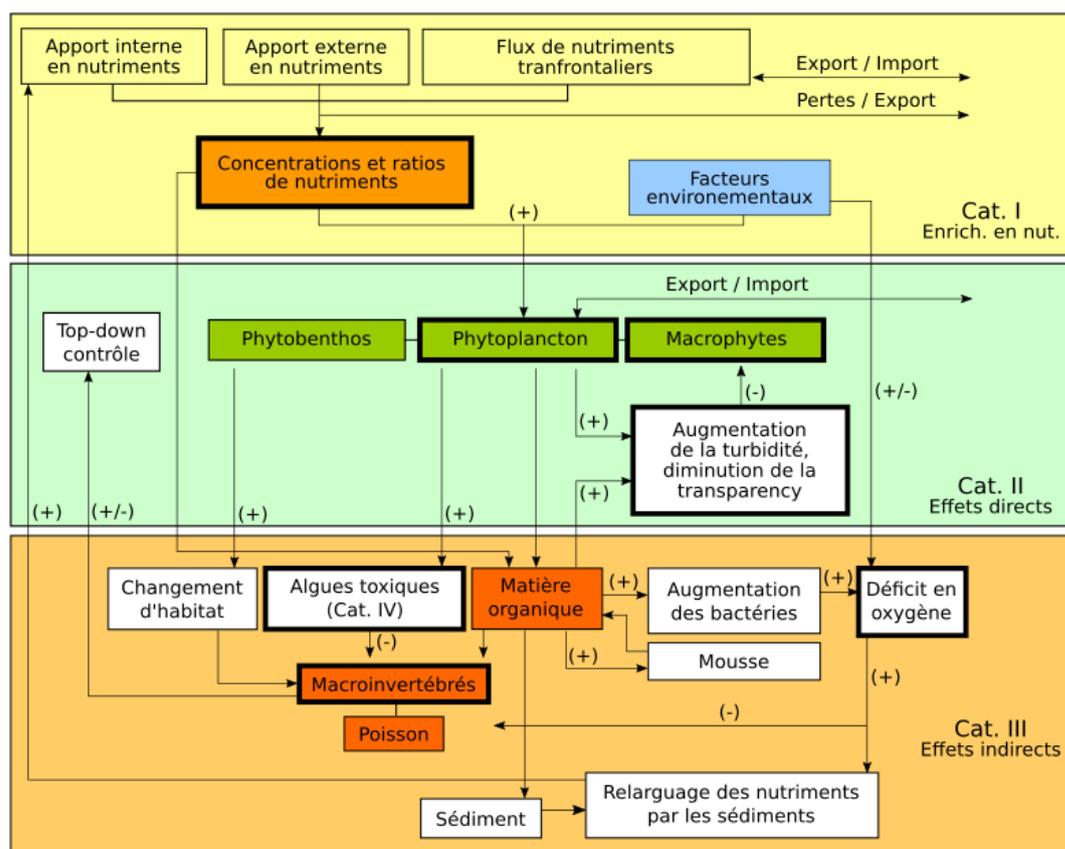


Figure 2. Interactions entre les différents éléments impliqués dans le processus d'eutrophisation. (+) renforcement du processus, (-) inhibition du processus. Cat. Catégories de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation d'OSPAR. (Source : Claussen *et al.*, 2009)⁶. Les paramètres entourés en gras sont ceux considérés par la DCSMM dans la définition du descripteur 5.

⁵ Gilles Pinay, Chantal Gascuel, Alain Ménesguen, Yves Souchon, Morgane Le Moal (coord), Alix Levain, Claire Etrillard, Florentina Moatar, Alexandrine Pannard, Philippe Souchu. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - INRA - Irstea (France), 148 pages.

⁶ Claussen U, Zevenboom W, Brockmann, Topcu D. et Bot P. 2009. Assesment of the eutrophication status of transitional coastal and marine waters within OSPAR. *Hydrobiologia*, 629, 49-58.

Selon la convention ou la directive considérée, la complexité du phénomène d'eutrophisation (Figure 2) se traduit par plusieurs définitions globalement équivalentes :

Définition de l'eutrophisation selon OSPAR⁷:

L'eutrophisation signifie l'enrichissement de l'eau par des nutriments causant une accélération du développement des algues et des plus grandes formes de vie végétales produisant une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et de la qualité de l'eau en question, et ainsi fait référence aux effets indésirables résultant de l'enrichissement d'origine anthropique en nutriments.

Définition de l'eutrophisation selon HELCOM⁸:

L'eutrophisation, ou augmentation de l'apport de matière organique à un écosystème par enrichissement en nutriments, est induite par une disponibilité excessive d'azote et de phosphore pour les producteurs primaires (algues, cyanobactéries et macro-algues benthique). Ses premiers symptômes sont une production primaire accrue, qui se traduit par des concentrations accrues de chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau et/ou la croissance d'algues benthiques opportunistes, ainsi que des changements dans le métabolisme des organismes. L'augmentation de la production primaire peut entraîner une diminution de la clarté de l'eau et un dépôt accru de matière organique, ce qui à son tour augmente la consommation d'oxygène au fond de la mer et peut entraîner un appauvrissement en oxygène. Ces changements peuvent à leur tour affecter la composition des espèces et les interactions du réseau trophique.

Définition de l'eutrophisation selon l'UNEP/MAP (Barcelone)⁹:

L'eutrophisation est un processus entraîné par l'enrichissement de l'eau par des nutriments, en particulier les composés d'azote et/ou de phosphore, conduisant à : une croissance, une production primaire et une biomasse d'algues accrues; des changements dans l'équilibre des nutriments provoquant des changements dans l'équilibre des organismes; et la dégradation de la qualité de l'eau.

Définition de l'eutrophisation selon la DCSMM (TaskGroup5, 2010¹⁰) :

L'eutrophisation est un processus piloté par un enrichissement de l'eau par les nutriments, spécialement les composés azotés et/ou phosphorés, conduisant à : une augmentation de la croissance, de la production primaire et de la biomasse des algues ; un changement dans l'équilibre des organismes ; et une dégradation de la qualité de l'eau. Les conséquences de l'eutrophisation sont indésirables si l'on observe une dégradation sensible de la santé de l'écosystème et/ou de la mise à disposition durable des biens et services.

⁷ OSPAR 1998: OSPAR Strategy to Combat Eutrophication.

⁸ <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/eutrophication/>

⁹ 2017 Mediterranean Quality Status Report.

¹⁰ Ferreira JG et al. 2010 Marine Strategy Framework Directive – Task Group 5 Report Eutrophication.

La DCE reprend, quant à elle, celle de la Directive des Eaux Résiduaires Urbaines¹¹:

L'enrichissement de l'eau par les nutriments, spécialement par les composés azotés et/ou phosphorés, causant une accélération de la croissance des algues et des formes de vie végétale supérieures produisant une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présent dans l'eau et de la qualité de l'eau concernée.

Définition proposée par l'ESCO⁵ et repris dans Moal et al. 2019¹² :

Le terme « eutrophisation » est utilisé dans la littérature scientifique pour désigner un processus naturel de production accrue de matières organiques, accompagnant l'évolution d'un écosystème aquatique au cours des temps géologiques, jusqu'à ce qu'il finisse par se combler complètement. Il peut également désigner un processus résultant d'activités anthropiques sur des échelles de temps courtes (heures, jours, mois, années). L'eutrophisation anthropique, dans sa définition basée sur une analyse de la littérature, fait référence à la surproduction de matière organique induite par les apports anthropiques de phosphore et d'azote. Bien que similaires en termes de mécanismes, ces deux définitions impliquent des processus qui ne se déroulent pas aux mêmes échelles de temps, et ont donc des effets écologiques et sociétaux totalement différents. L'eutrophisation anthropique est au centre des préoccupations sociétales et fait l'objet de cette expertise scientifique conjointe. Dans cette définition, la notion de syndrome, qui se définit comme un ensemble de symptômes, est utilisée pour pallier la difficulté de résumer en quelques mots la multitude de réponses biogéochimiques et biologiques (également appelées effets directs et indirects) déclenchées par l'azote et le phosphore.

2.2.2 Les critères définissant le descripteur 5

2.2.2.1 Les critères de la Décision 2017/848/UE

Le **descripteur 5** (D5) de la DCSMM (qui compte 11 descripteurs pour évaluer l'atteinte du bon état écologique des eaux marines *via* une approche écosystémique intégrée) définit le statut d'eutrophisation des masses d'eau marine (côtières et du large) en fonction de huit **critères** (D5Cx) primaires et secondaires (Tableau 1) qui retranscrivent, pour sept d'entre eux, l'impact de l'eutrophisation sur l'environnement marin, le huitième étant un critère de pression (la concentration en nutriments dans la colonne d'eau, D5C1). Ces critères étant eux-mêmes constitués par des **éléments** qui permettent de les définir (voir intitulés dans Tableau 1). Les sept critères d'impact sont :

(i) D5C2 : la chlorophylle-*a* qui est un *proxy* de la biomasse phytoplanctonique, biomasse pouvant fortement varier en fonction de la disponibilité en nutriments (entre autres),

(ii) D5C3 : l'occurrence et la persistance de blooms d'algues nuisibles, phénomène souvent mis en relation avec la disponibilité en nutriments sans toutefois que cela fasse consensus, cette relation avec l'eutrophisation étant beaucoup plus complexe et nécessitant en conséquence des

¹¹ European Communities 2009. WFD CIS. Guidance Document No. 23. Guidance document on eutrophication assessment in the context of European Water Policies.

¹² Morgane Le Moal, Chantal Gascuel-Oudou, Alain Ménesguen, Yves Souchon, Claire Étrillard, Alix Levain, Florentina Moatar, Alexandrine Pannard, Philippe Souchu, Alain Lefebvre, Gilles Pinay. 2019. Eutrophication: A new wine in an old bottle? Science of The Total Environment, 651, Part 1, 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>.

connaissances supplémentaires (voir les fiches du Programme d'Acquisition des Connaissances correspondantes ainsi que Lefebvre, 2012¹³),

(iii) D5C4 : la transparence de l'eau pouvant être affectée par la concentration en phytoplancton, elle-même en lien avec la disponibilité en nutriments,

(iv) D5C5 : la concentration en oxygène dans le fond pouvant diminuer jusqu'à des concentrations néfastes pour les organismes vivants à cause de la dégradation de la matière organique provenant de la production de fortes biomasses phytoplanctonique,

(v) D5C6 : la présence de macroalgues opportunistes dont le développement en abondance peut être associé à des périodes d'eutrophisation des masses d'eau côtières,

(vi) D5C7 : les macroalgues et herbiers pérennes dont la persistance et la répartition sont négativement influencées par les effets de l'eutrophisation,

(vii) D5C8 : la composition et l'abondance de la macrofaune benthique liée à la concentration en oxygène au fond ou l'abondance de la matière organique.

Les critères liés aux concentrations en nutriments, à la chlorophylle-*a* et à l'oxygène au fond sont des critères définis comme étant primaires (Tableau 1), c'est à dire qu'ils doivent être utilisés par tous les États Membres pour évaluer l'état d'eutrophisation afin de maintenir une certaine cohérence à l'échelle de la DCSMM (avec toutefois une nuance pour le critère D5C5 – oxygène qui peut être remplacé par le critère D5C8 - macrofaune benthique s'il n'est pas évaluable). Les autres critères, dits critères secondaires, sont utilisés s'ils sont pertinents pour la masse d'eau considérée (ex : pas de macroalgues dans les eaux du large) ou pour compléter un critère primaire. La non-utilisation d'un critère, ou d'un élément constituant un critère, doit faire l'objet d'une justification.

Tableau 1. Eléments constitutifs des différents critères du descripteur 5 ainsi que leur priorité selon la Décision 2017/848/UE.

Critères	Niveaux de priorité	Élément(s) du critère	Unités de mesure des éléments	Unités de mesure utilisés par la France
D5C1	Primaire	Concentration en nutriments dans la colonne d'eau : azote inorganique dissous (NID), azote total (AT), phosphore inorganique dissous (PID), phosphore total (PT).	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$
D5C2	Primaire	Concentration en chlorophylle- <i>a</i> dans la colonne d'eau	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$
D5C3	Secondaire	Prolifération d'algues toxiques (par exemple cyanobactéries) dans la colonne d'eau.	km^2 par an	NA
D5C4	Secondaire	Limite photique (transparence) de la colonne d'eau.	m	NTU/FNU
D5C5	Primaire	Oxygène dissous au fond de la colonne d'eau.	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}
D5C6	Secondaire	Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques.	%, ha, RQE	%, ha, RQE
D5C7	Secondaire	Communautés de macrophytes (algues et herbiers pérennes, par exemple fucacées, zostères et posidonies) des habitats benthiques.	%, ha, RQE	%, ha, RQE
D5C8	Secondaire*	Communautés de macrofaune des habitats benthiques.	%, ha, RQE	%, ha, RQE

* primaire si impossibilité d'évaluer le D5C5

¹³ Lefebvre A. 2012. La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/EU). Identification des besoins de recherches pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation. Ifremer/RST.LER.BL/12.02. 23p.

2.2.2.2 Évolution depuis la Décision 2010/477/UE

Si certains critères n'ont que très peu évolué depuis la première Décision DCSMM de 2010, comme c'est le cas de tous les critères primaires ("nutriments", "chlorophylle-*a*" et "oxygène dissous"), certains ont été complètement revus voire ajoutés. En particulier, le critère 5.2.4 "Modification des espèces dans la composition de la flore" de la Décision de 2010, prenait en compte : "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". Il a été remanié dans la Décision de 2017 pour ne prendre en compte que les proliférations d'espèces d'algues toxiques dans sa version française¹⁴. Néanmoins la relation entre les efflorescences d'algues toxiques et le phénomène eutrophisation n'est pas encore prouvée dans toutes les zones où de telles proliférations se produisent¹⁵ et par conséquent son utilisation n'est pas systématique dans les évaluations.

Le critère macrofaune benthique (D5C8) n'existait pas dans la Décision de 2010 et a été rajouté au cours des différentes révisions qui ont mené à la version finale de la Décision de 2017. Il a toutefois été proposé en remplacement du critère oxygène en cas de non disponibilité de celui-ci. Ainsi, la définition du descripteur 5 était basée en 2010 sur 7 critères répartis en 3 catégories (catégorie OSPAR : teneur en nutriments, effets directs et effets indirects de l'eutrophisation), ce qui n'est plus le cas depuis la Décision 2017. La présente évaluation (Évaluation du BEE 3^e cycle) se base sur les définitions établies dans cette Décision 2017.

2.3 Normes méthodologiques définies par la DCSMM

2.3.1 Remarques générales sur le descripteur 5

L'approche DCSMM pour évaluer l'état d'eutrophisation des eaux marines préconise l'utilisation de critères (et des éléments qui les définissent) communs aux différents Etats Membres afin d'effectuer une évaluation inter-comparable à l'échelle Européenne. La Décision 2017/848/UE ainsi que la Guidance Article 8 (non finalisée au moment de l'écriture du rapport) préconise notamment l'utilisation des travaux issus de la DCE au niveau des eaux côtières (< 1 mn). Ainsi les métriques, seuils, réseaux de mesures et méthodes d'agrégation/intégration développés dans le cadre de la DCE par la France seront soit utilisés tels quels dans la DCSMM, soit le cas échéant adaptés aux besoins spécifiques de la DCSMM auxquels la DCE ne répond pas (l'intégration inter-critère à l'échelle du descripteur ou l'agrégation spatiale à l'échelle des UMR). La Décision 2017/848/UE demande également que l'évaluation du descripteur 5 puisse prendre en compte "l'étendue de la zone d'évaluation dans laquelle les valeurs seuils ont été atteintes pour chaque critère", dans les eaux côtières cette étendue correspond aux masses d'eau DCE, au-delà des eaux côtières "une estimation de l'étendue de la zone [en proportion (pourcentage)] qui n'est pas sujette à eutrophisation (sur la base de l'ensemble des critères utilisés, intégrés selon des règles arrêtées si possible au niveau de l'Union, mais en tous les cas au niveau régional ou sous régional)".

La directive propose également d'utiliser les travaux et réflexions issus des conventions marines régionales (OSPAR et Barcelone pour la France) pour les eaux marines situées au-delà de l'emprise

¹⁴ La décision 2017/848/UE écrite en anglais fait mention d'« harmful algae ». Ce terme qui se traduit littéralement par algues nuisibles a été traduit dans la version française de la décision en algues toxiques qui est un terme plus restrictif (ne prenant pas en compte les espèces telles que *Phaeocystis globosa*, perturbant le fonctionnement de l'écosystème marin mais non toxique).

¹⁵ ICES 2015. ICES Special Request Advice - Northeast Atlantic and Arctic Ocean, Book 1.

de la DCE. Seront donc présentés ici les différents critères et leurs normes associées tels que définis dans la DCSMM (2017/848/UE) et résumés dans le Tableau 1.

2.3.2 Normes concernant le critère « Concentration en nutriments dans la colonne d'eau » (D5C1)

2.3.2.1 Éléments constitutifs

Le critère D5C1 comporte les éléments constitutifs suivants : les substances azotées inorganiques dissoutes (NID = nitrate + nitrite + ammonium), phosphorées inorganiques dissoutes (PID = orthophosphate), l'azote total et le phosphore total présentes dans la colonne d'eau.

C'est un indicateur de pression dont l'unité de mesure est le $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

2.3.2.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, les concentrations en nutriments ne doivent pas être à des niveaux indiquant des effets néfastes liés à l'eutrophisation.

Dans les eaux côtières les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Au-delà des eaux côtières ces valeurs doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE, notamment afin de tenir compte des gradients côte-large.

2.3.3 Normes concernant le critère « Présence de chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau » (D5C2)

2.3.3.1 Éléments constitutifs

Le critère D5C2 comporte l'élément suivant : la concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau qui est un proxy de la communauté phytoplanctonique dans son ensemble. Il est également possible d'utiliser la composition en espèces et l'abondance du phytoplancton.

C'est un indicateur d'impact dont l'unité de mesure est le $\mu\text{g.l}^{-1}$.

2.3.3.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, les concentrations en chlorophylle-*a* ne doivent pas être à des niveaux indiquant des effets néfastes liés à l'eutrophisation.

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Au-delà des eaux côtières, ces valeurs doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE.

2.3.4 Normes concernant le critère « Prolifération d'algues toxiques dans la colonne d'eau » (D5C3)

2.3.4.1 Éléments constitutifs

L'élément constitutif du critère D5C3 est la prolifération d'algues toxiques. L'évaluation doit être basée sur l'occurrence et l'amplitude des blooms d'espèces nuisibles : principalement des espèces appartenant aux genres *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* ou *Alexandrium* pour les eaux marines françaises.

C'est un indicateur d'impact. Les unités de mesure doivent être la prolifération en nombre d'épisodes, durée en jours et étendue en kilomètres carrés (km²) par an.

2.3.4.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, le nombre, l'étendue spatiale et la durée des proliférations d'algues toxiques ne doit pas être à des niveaux indiquant des effets néfastes liés à l'enrichissement en nutriments.

2.3.5 Normes concernant le critère « La limite photique de la colonne d'eau » (D5C4)

2.3.5.1 Éléments constitutifs

L'élément constitutif du critère D5C4 est la limite photique (transparence) de la colonne d'eau. Celle-ci est évaluée par la turbidité à savoir la perte de lumière résultant de sa traversée.

C'est un indicateur d'impact dont l'unité de mesure doit être le mètre (pour des besoins de cohérence avec les réseaux de mesures alimentant les évaluations DCE, la France a adapté cet élément pour qu'il puisse inclure l'unité de mesure FNU/NTU).

2.3.5.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, la limite photique (transparence) de la colonne d'eau ne doit pas être réduite, par une augmentation de la quantité d'algues en suspension, à un niveau indiquant des effets néfastes liés à l'enrichissement en nutriments.

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Au-delà des eaux côtières, ces valeurs doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE.

2.3.6 Normes concernant le critère « Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau » (D5C5)

2.3.6.1 Éléments constitutifs

L'élément constitutif du critère D5C5 est la concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau.

C'est un indicateur d'impact dont l'unité de mesure est le mg.l⁻¹.

2.3.6.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, la concentration d'oxygène dissous ne doit pas être réduite, sous l'effet de l'enrichissement en nutriments, à des niveaux indiquant des effets néfastes sur les habitats benthiques (y compris sur les biotes et espèces mobiles associés).

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Au-delà des eaux côtières, ces valeurs doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE.

2.3.7 Normes concernant le critère « Abondance des algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques » (D5C6)

2.3.7.1 Éléments constitutifs

Les éléments constitutifs sont les macroalgues opportunistes des habitats benthiques à savoir, pour la France, principalement les espèces du genre *Ulva*, mais également du genre *Falkenbergia*, *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Solieria* et *Pylaiella*.

C'est un indicateur d'impact multi-métrique. Les métriques (pourcentage de superficie, fréquence de dépôts, aire de dépôts (ha), etc.) doivent être transformées en RQE (Ratio de Qualité Ecologique).

2.3.7.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, l'abondance d'algues macroscopiques opportunistes ne doit pas être à un niveau indiquant des effets néfastes de l'enrichissement en nutriments.

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Lorsque ce critère est pertinent au-delà des eaux côtières, les valeurs seuils doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE.

2.3.8 Normes concernant le critère « Communautés de macrophytes des habitats benthiques » (D5C7)

2.3.8.1 Éléments constitutifs

Les éléments constitutifs du critère D5C7 sont les communautés benthiques de macrophytes, en particulier les espèces d'algues pérennes recouvrant les ceintures algales sur substrats durs en zones subtidale et intertidale. Des espèces d'angiospermes constituant des herbiers emblématiques des façades maritimes sont également considérées : pour la façade Manche-Atlantique, il s'agit de *Zostera marina* et de *Zostera noltei* ; pour la façade Méditerranéenne, il s'agit de *Posidonia oceanica*.

C'est un indicateur d'impact multi-métrique. Les métriques sont transformées en RQE pour les évaluations de la composition en espèces et de l'abondance relative ou pour la profondeur maximale de développement des macrophytes.

2.3.8.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, la composition en espèces et l'abondance relative ou la répartition en profondeur des communautés de macrophytes doivent atteindre des valeurs indiquant une absence d'effets néfastes dus à l'enrichissement en nutriments, y compris par la réduction de la transparence des eaux.

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Lorsque ce critère est pertinent au-delà des eaux côtières, les valeurs seuils doivent être adaptées mais rester compatibles avec celles établies dans le cadre de la DCE.

2.3.9 Normes concernant le critère « Communautés de macrofaune des habitats benthiques » (D5C8)

2.3.9.1 Éléments constitutifs

Les éléments constitutifs du critère D5C8 sont les communautés de la macrofaune benthique qui sont évaluées à travers l'inventaire des espèces benthiques sensibles à l'excès en matière organique dans le substrat résultant d'apports excessifs en nutriments.

C'est un indicateur d'impact multi-métrique. Les métriques sont transformées en RQE pour les évaluations de la composition en espèces et de l'abondance relative.

2.3.9.2 Critère

Pour permettre l'atteinte du BEE, la composition en espèces et l'abondance relative des communautés de macrofaune doivent atteindre des valeurs indiquant une absence d'effets néfastes dus à l'enrichissement en nutriments et matières organiques.

Dans les eaux côtières, les valeurs seuils sont celles fixées par la DCE. Au-delà des eaux côtières, ces valeurs doivent être adaptées mais rester compatible avec celles établies dans le cadre de la DCE.

Les États membres utilisent, le cas échéant, les unités ou les ratios de qualité écologique prévus dans la directive 2000/60/CE.

3 Matériels et méthodes

3.1 Unités Marines de Rapportage

Au niveau régional, les eaux marines françaises ont été découpées en 5 sous-régions marines (SRM) : la Manche-Mer du Nord (MMN), la Mer Celtique (MC), le Golfe de Gascogne Nord (GdG Nord), le Golfe de Gascogne Sud (GdG Sud) et la Méditerranée Occidentale (MO) (Figure 3) qui sont les façades maritimes gérées par les DIRM (Direction interrégionale de la Mer). Leur superficie est respectivement de 28 281 km², 43 832 km², 100 330 km², 87 460 km² et 110 778 km² soit 8 %, 12 %, 27 %, 24 % et 30 % de l'ensemble des SRM métropolitaines (370 681 km²). Les unités marines de rapportage (UMR) sont réparties dans ces différentes SRM et consiste en un sous-découpage des SRM pour prendre en compte le phénomène de dilution du processus d'eutrophisation de la côte vers le large (Figure 3 et Tableau 2) :

- Un premier découpage a été réalisé à une distance de 1 mn de la ligne de base, ce qui correspond à l'emprise géographique des masses d'eau DCE. Dans cette zone de faible profondeur qui reçoit directement les apports continentaux en nutriments, le processus d'eutrophisation s'exprime pleinement.
- Le deuxième découpage a été réalisé à la limite d'extension de la zone économique exclusive (ZEE) des eaux marines françaises, définissant une zone "large" entre 1 mn et la limite de la ZEE (qui s'étend jusqu'à un maximum de 200 mn de la ligne de base). La dilution des concentrations en nutriments y est importante et les effets de l'eutrophisation sont en conséquence supposés être moins marqués.

Tableau 2. Superficie (km²) des différentes grandes zones géographiques des UMR et SRM métropolitaines. Entre parenthèses le pourcentage de représentativité de la zone dans la SRM. d = distance à la ligne de base.

	Superficie (km ²)		
	UMR côte d < 1 mn	UMR large d > 1 mn	SRM
Manche-Mer du Nord	2 295 (25)	25 986	28 281
Mer Celtique	5 184 (18)	38 648	43 832
Golfe de Gascogne	7 940 (34)	179 850	187 790
Nord	6 039 (23)	94 291	100 330
Sud	1 901 (14)	85 559	87 460
Méditerranée Orientale	4 631 (46)	106 147	110 778
	20 050 (119)	350 631	370 681

Il y a ainsi 10 UMR à l'échelle des eaux marines françaises de la métropole (côte et large dans 4 SRM + 2 subdivisions). Le rapportage à l'UE du classement de chaque critères et de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 doit se faire à cette échelle spatiale.

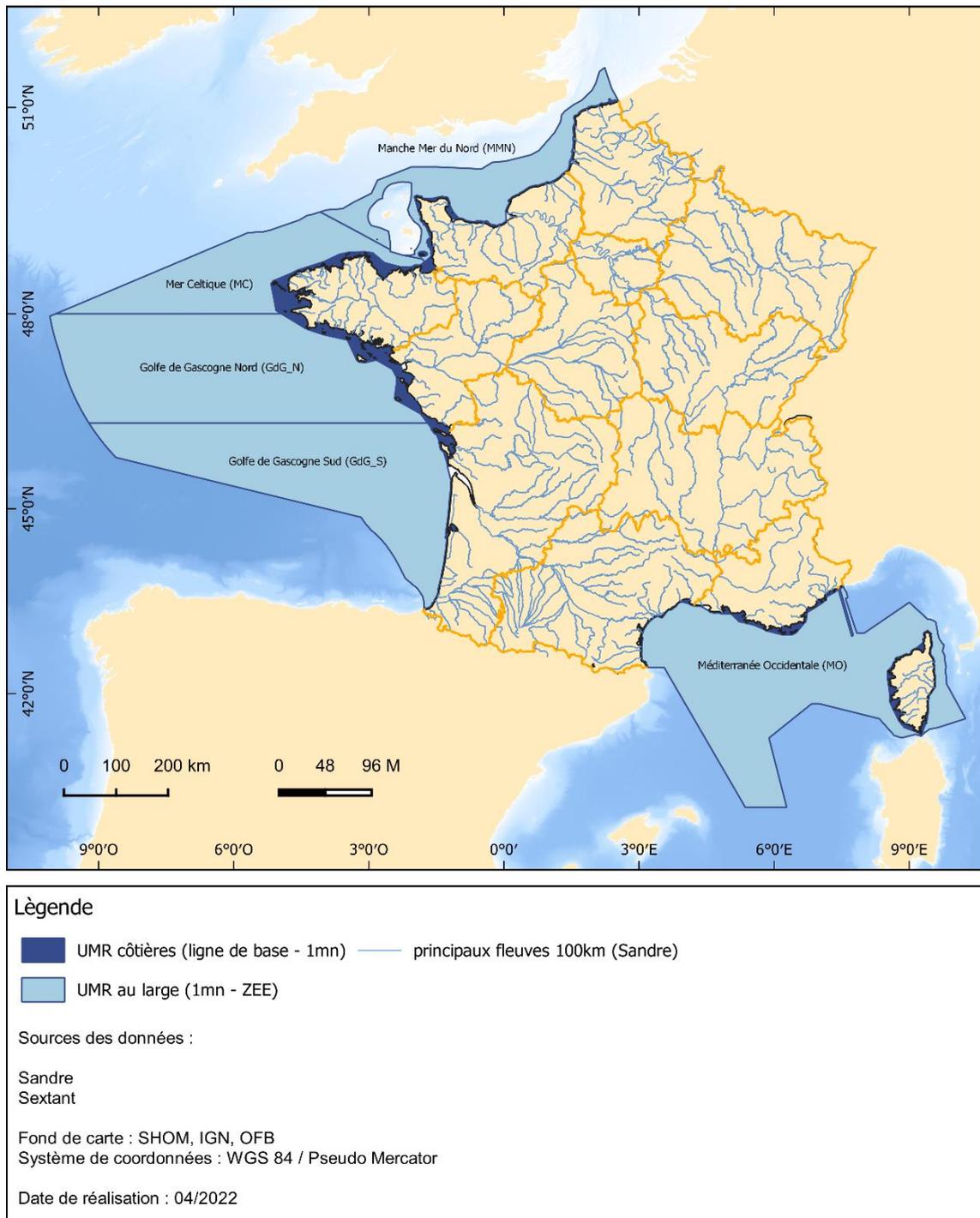


Figure 3. Les différentes sous-régions marines de la métropole française telles que décrites dans la DCSMM, et les Unités Marines de Rapportage (UMR).

3.2 Unité Géographique d'Évaluation

Les unités géographiques d'évaluation (UGE) sont les plus petites unités spatiales dans lesquelles les critères et le descripteur peuvent être évalués. Ce sont des unités spatiales élémentaires, qui, une fois agrégées, permettent d'évaluer les UMR.

Elles sont réparties dans les différentes UMR :

- En zone côtière ($d < 1$ mn)

Jusqu'à la ligne de 1 mn, les UGE sont les 119 masses d'eau côtières de la DCE (MEC) (Figure 4, Figure 5, Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7). Ce choix est en accord avec les prérogatives de la DCSMM qui demande une évaluation du descripteur 5 la plus compatible possible avec les méthodes développées dans le cadre de la DCE en zone côtière (Décision 2017/848/UE). La typologie des masses d'eau (définie par l'arrêté du 12/01/10 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement) regroupe des milieux aquatiques homogènes du point de vue de certaines caractéristiques naturelles (marnage, bathymétrie, vitesse du courant, exposition aux vagues, temps de résidence, mélange, substrat, pourcentage de la masse d'eau occupé par la zone intertidale) qui ont une influence structurante sur la répartition géographique des organismes biologiques.

Les MEC se trouvant à l'interface entre 2 SRM sont découpées entre ses 2 SRM pour garder des UMR uniformes de même superficie entre chaque descripteur.

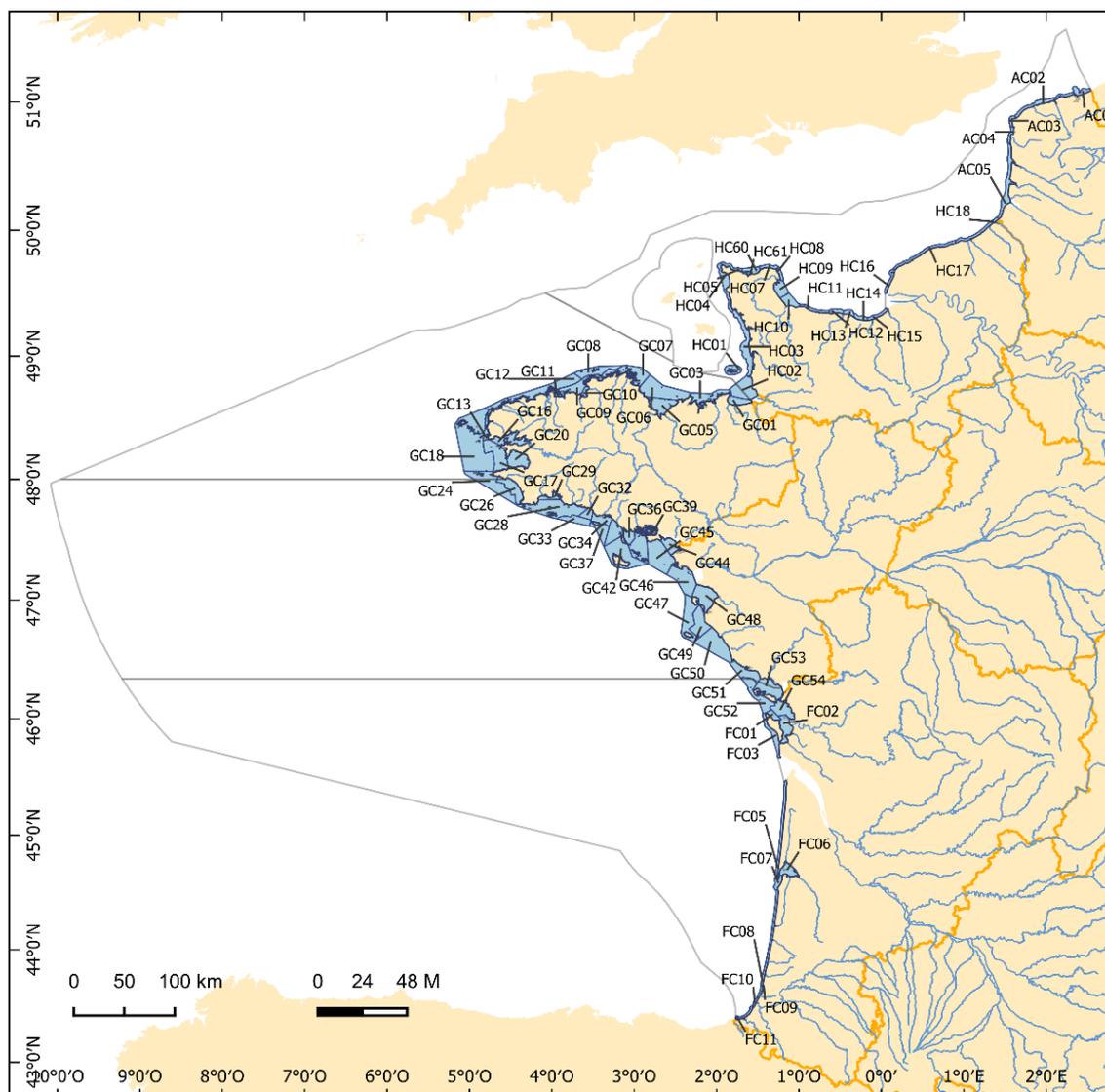
Pour la SRM MMN, il y a 25 MEC représentant 2 295 km², soit 8 % de la superficie totale de la SRM (Tableau 2, Tableau 3 et Figure 4).

Pour la SRM MC, il y a 18 MEC représentant 5 184 km², soit 12 % de la superficie totale de la SRM (Tableau 2, Tableau 4 et Figure 4).

Pour la SRM GdG Nord, il y a 23 MEC représentant 6 039 km², soit 6 % de la superficie totale de la SRM (Tableau 2, Tableau 5 et Figure 4).

Pour la SRM GdG Sud, il y a 14 MEC représentant 1 901 km², soit 2 % de la superficie totale de la SRM (Tableau 2, Tableau 6 et Figure 4).

Pour la SRM MO, il y a 46 MEC représentant 4 631 km², soit 4 % de la superficie totale de la SRM (Tableau 2, Tableau 7 et Figure 5).



UGEs côtières des sous-régions marines MMN, MC et GdG

masses d'eau côtières
 Sous-régions marines françaises
 principaux fleuves >100km

Sources des données :

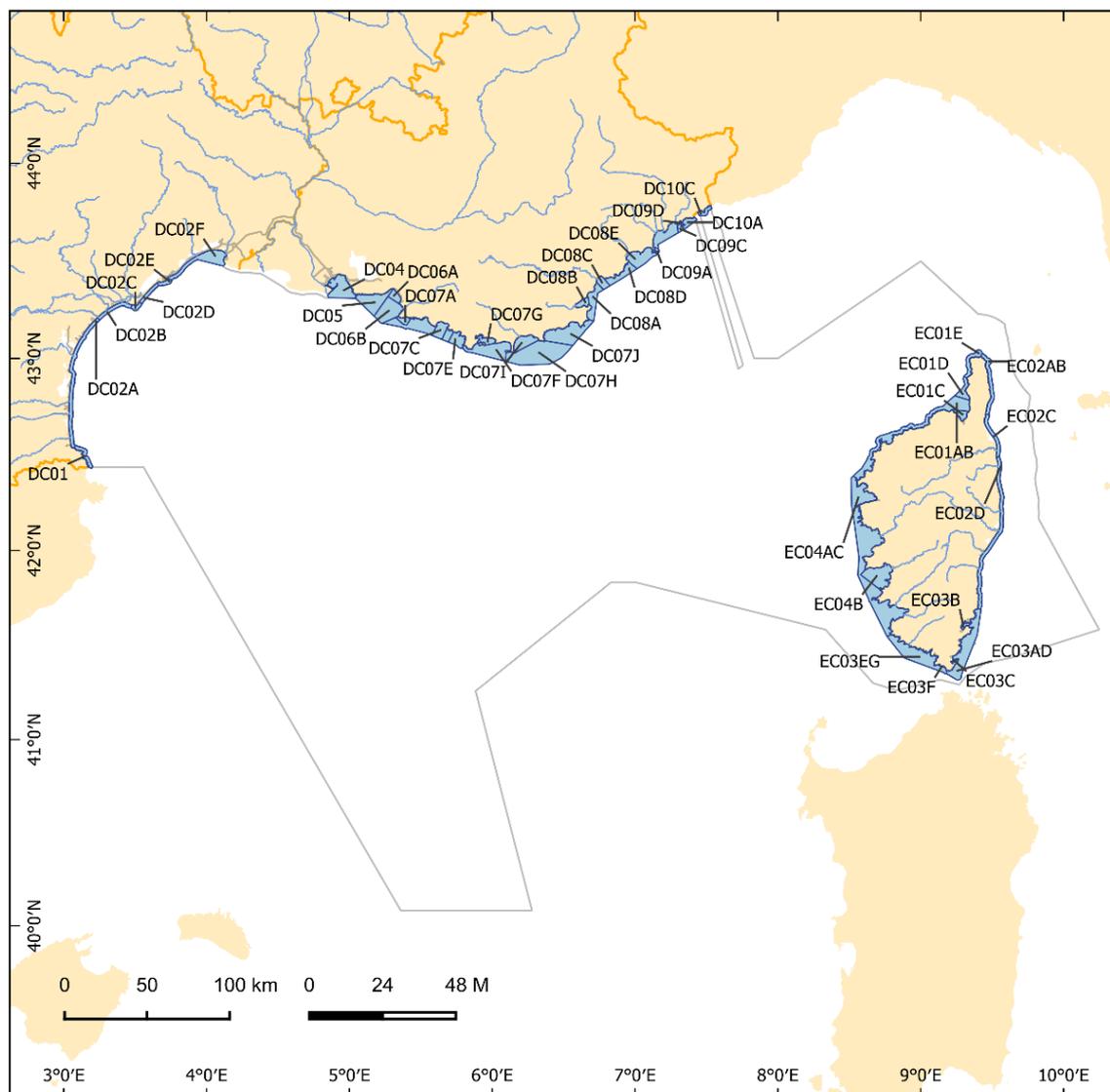
Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 11/2021

Figure 4. Unités Géographiques d'Evaluation (UGE) côtières comprises entre la ligne de base et 1mn à l'échelle des Sous-Régions Marines (SRM) Manche-Mer du Nord (MMN), Mer Celtique (MC) et Golfe de Gascogne (GdG) Nord et Sud. Ce sont les masses d'eau côtières telles que définies dans la DCE avec leur identifiant.



UGE côtière de la sous-région marine MO

— principaux fleuves >100km (Sandre)
 masses d'eau côtières (Sandre)
 Sous-térgions marines françaises

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
 Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 11/2021

Figure 5. Unités Géographiques d’Evaluation (UGE) côtières comprises entre la ligne de base et 1mn à l’échelle de la Sous-Régions Marines (SRM) Méditerranée Occidentale (MO). Ce sont les masses d’eau côtières telles que définies dans la DCE avec leur identifiant.

Tableau 3. Liste des 25 MEC DCE de la SRM MMN, leurs identifiants, leurs écotypes correspondant et leur superficie, formant les UGE du descripteur 5 pour la bande côtière (d < 1 mn).

Identifiant INSPIRE	Zone	Id. thématique	Nom de la MEC	Ecotypes	Ecotypes locaux ⁽¹⁾	Taille
AC01	FRA	FRAC01	Frontière belge à jetée de Malo	NEA 1/26b	Mer du Nord	65,95 km ²
AC02	FRA	FRAC02	Jetée de Malo à Est cap Griz nez	NEA 1/26b	Mer du Nord	144,15 km ²
AC03	FRA	FRAC03	Cap Griz nez à Slack	NEA 1/26b	Mer du Nord	25,23 km ²
AC04	FRA	FRAC04	Slack à la Warenne	NEA 1/26b	Mer du Nord	36 km ²
AC05	FRA	FRAC05	La Warenne à Ault	NEA 1/26b	Somme	234,18 km ²
HC01	FRH	FRHC01	Archipel Chausey	NEA 1/26a		106,13 km ²
HC02 ⁽²⁾	FRH	FRHC02	Baie du Mont Saint Michel centre baie	NEA 1/26a	Baie du Mont Saint Michel	208 km ²
HC03	FRH	FRHC03	Ouest Cotentin	NEA 1/26a	Ouest Cotentin	323,13 km ²
HC04	FRH	FRHC04	Cap de Carteret Cap de la Hague	NEA 1/26a		168,77 km ²
HC05	FRH	FRHC05	Cap de la Hague Nord	NEA 1/26a		51,07 km ²
HC07	FRH	FRHC07	Cap Levy Gatteville	NEA 1/26a		45,05 km ²
HC08	FRH	FRHC08	Barfleur	NEA 1/26a	Barfleur	31,96 km ²
HC09	FRH	FRHC09	Anse de Saint Vaast la Hougue	NEA 1/26a	Saint Vaast la Hougue	131,91 km ²
HC10	FRH	FRHC10	Baie des Veys	NEA 1/26a	Baie des Veys	117,55 km ²
HC11	FRH	FRHC11	Cote du Bessin	NEA 1/26a	Cote du Bessin	59,07 km ²
HC12	FRH	FRHC12	Cote de Nacre Ouest	NEA 1/26a	Cote de Nacre Ouest	45 km ²
HC13	FRH	FRHC13	Cote de Nacre Est	NEA 1/26a	Cote de Nacre Est	40,05 km ²
HC14	FRH	FRHC14	Baie de Caen	NEA 1/26a	Baie de Caen	39,62 km ²
HC15	FRH	FRHC15	Cote Fleurie	NEA 1/26a	Cote Fleurie	51,33 km ²
HC16	FRH	FRHC16	Le Havre Antifer	NEA 1/26a	Le Havre Antifer	57,12 km ²
HC17	FRH	FRHC17	Pays de Caux Sud	NEA 1/26a		132,16 km ²
HC18	FRH	FRHC18	Pays de Caux Nord	NEA 1/26a	Pays de Caux Nord	100,36 km ²
HC60	FRH	FRHC60	Rade de Cherbourg	NEA 1/26a	Rade de Cherbourg	64,71 km ²
HC61	FRH	FRHC61	Cherbourg interieur Grande rade	NEA 1/26a		15,95 km ²
GC01 ⁽³⁾	FRG	FRGC01	Baie du Mont-Saint-Michel	NEA 1/26a	SW Cotentin	1 km ²

(1) regroupement pour le calcul de la métrique NID33, certains regroupements se font avec des MET qui ne sont pas présentées ici

(2) MEC découpée entre les SRM MMN et MC dont la superficie totale est de 330,7 km²

(3) MEC découpée entre les SRM MMN et MC dont la superficie totale est de 127,8 km²

Tableau 4. Liste des 18 MEC DCE de la SRM MC, leurs identifiants, leurs écotypes correspondant et leur superficie, formant les UGE du descripteur 5 pour la bande côtière (d < 1 mn).

Identifiant INSPIRE	Zone	Id. thématique	Nom de la MEC	Ecotype	Ecotypes locaux ⁽¹⁾	Taille
HC02 ⁽²⁾	FRH	FRHC02	Baie du Mont Saint Michel centre baie	NEA 1/26a	Baie du Mont Saint Michel	122,8 km ²
GC01 ⁽³⁾	FRG	FRGC01	Baie du Mont-Saint-Michel	NEA 1/26a	SW Cotentin	126,5 km ²
GC03	FRG	FRGC03	Rance - Fresnaye	NEA 1/26a	Rance	255,07 km ²
GC05	FRG	FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	NEA 1/26a	St Brieuc	265,65 km ²
GC06	FRG	FRGC06	Saint-Brieuc (large)	NEA 1/26a	Côtes d'Armor large	530,51 km ²
GC07	FRG	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	NEA 1/26a	Côtes d'Armor large	373,21 km ²
GC08	FRG	FRGC08	Perros-Guirec (large)	NEA 1/26a	Nord finistère	219,41 km ²
GC09	FRG	FRGC09	Perros-Guirec - Morlaix (large)	NEA 1/26a	Nord finistère	242,87 km ²
GC10	FRG	FRGC10	Baie de Lannion	NEA 1/26a	Lannion	38,35 km ²
GC11	FRG	FRGC11	Baie de Morlaix	NEA 1/26a	Morlaix	45,27 km ²
GC12	FRG	FRGC12	Léon- Trégor (large)	NEA 1/26a	Nord finistère	434,61 km ²
GC13	FRG	FRGC13	Les Abers (large)	NEA 1/26a	Iroise	185,66 km ²
GC16	FRG	FRGC16	Rade de Brest	NEA 1/26a	Brest - Aulne	217,97 km ²
GC17	FRG	FRGC17	Iroise - Camaret	NEA 1/26a	Brest - Aulne	373,13 km ²
GC18	FRG	FRGC18	Iroise (large)	NEA 1/26a	Iroise	1320,54 km ²
GC20	FRG	FRGC20	Baie de Douarnenez	NEA 1/26a	Douarnenez	243,3 km ²
GC24 ⁽⁴⁾	FRG	FRGC24	Audierne (large)	NEA 1/26a		177,9 km ²
GC26 ⁽⁵⁾	FRG	FRGC26	Baie d'Audierne	NEA 1/26a		11,7 km ²

(1) regroupement pour le calcul de la métrique NID33, certains regroupements se font avec des MET qui ne sont pas présentées ici

(2) MEC découpée entre les SRM MMN et MC dont la superficie totale est de 330,7 km²

(3) MEC découpée entre les SRM MMN et MC dont la superficie totale est de 127,8 km²

(4) MEC découpée entre les SRM MC et GdG Nord dont la superficie totale est de 478,8 km²

(5) MEC découpée entre les SRM MC et GdG Nord dont la superficie totale est de 236,6 km²

Tableau 5. Liste des 23 MEC DCE de la SRM GdG Nord, leurs identifiants, leurs écotypes correspondant et leur superficie, formant les UGE du descripteur 5 pour la bande côtière (d < 1 mn).

Identifiant INSPIRE	Zone	Id. thématique	Nom de la MEC	Ecotype	Écotypes locaux ⁽¹⁾	Taille
GC24 ⁽²⁾	FRG	FRGC24	Audierne (large)	NEA 1/26a		301,5 km ²
GC26 ⁽³⁾	FRG	FRGC26	Baie d'Audierne	NEA 1/26a		223,9 km ²
GC28	FRG	FRGC28	Concarneau (large)	NEA 1/26a	Sud finistère	626,1 km ²
GC29	FRG	FRGC29	Baie de Concarneau	NEA 1/26a	Sud finistère	72,87 km ²
GC32	FRG	FRGC32	Laïta - Pouldu	NEA 1/26a		84,02 km ²
GC33	FRG	FRGC33	Laïta (large)	NEA 1/26a		155,98 km ²
GC34	FRG	FRGC34	Lorient - Groix	NEA 1/26a	Lorient	137,54 km ²
GC35	FRG	FRGC35	Baie d'Etel	NEA 1/26a	Etel	219,7 km ²
GC36	FRG	FRGC36	Baie de Quiberon	NEA 1/26a	Golfe Morbihan large	103,68 km ²
GC37	FRG	FRGC37	Groix (large)	NEA 1/26a	Belle Ile - Groix	161,62 km ²
GC38	FRG	FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	NEA 1/26a	Golfe Morbihan large	335,73 km ²
GC39	FRG	FRGC39	Golfe du Morbihan	NEA 1/26a	Golfe morbihan	103,71 km ²
GC42	FRG	FRGC42	Belle-ile	NEA 1/26a	Belle Ile - Groix	494,88 km ²
GC44	FRG	FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	NEA 1/26a	Vilaine	152,73 km ²
GC45	FRG	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	NEA 1/26a	Vilaine	538,92 km ²
GC46	FRG	FRGC46	Loire (large)	NEA 1/26a	Loire	428,38 km ²
GC47	FRG	FRGC47	Ile d'Yeu	NEA 1/26a	Ile d'Yeu	390,39 km ²
GC48	FRG	FRGC48	Baie de Bourgneuf	NEA 1/26a	Loire	336,21 km ²
GC49	FRG	FRGC49	La Barre-de-Monts	NEA 1/26a	Vendée	305,09 km ²
GC50	FRG	FRGC50	Nord Sables-d'Olonne	NEA 1/26a	Vendée	527,85 km ²
GC51 ⁽⁴⁾	FRG	FRGC51	Sud Sables-d'Olonne	NEA 1/26a	Vendée	228,6 km ²
GC52 ⁽⁵⁾	FRG	FRGC52	Ile de Ré (large)	NEA 1/26a	Pertuis Breton	10,8 km ²
GC53 ⁽⁶⁾	FRG	FRGC53	Pertuis Breton	NEA 1/26a	Pertuis Breton	98,9 km ²

(1) regroupement pour le calcul de la métrique NID33, certains regroupements se font avec des MET qui ne sont pas présentés ici

(2) MEC découpée entre les SRM MC et GdG Nord dont la superficie totale est de 478,8 km²

(3) MEC découpée entre les SRM MC et GdG Nord dont la superficie totale est de 236,6 km²

(4) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 233,7 km²

(5) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 303,65 km²

(6) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 303,65 km²

Tableau 6. Liste des 14 MEC DCE de la SRM GdG Sud, leurs identifiants, leurs écotypes correspondant et leur superficie, formant les UGE du descripteur 5 pour la bande côtière (d < 1 mn).

Identifiant INSPIRE	Zone	Id. thématique	Nom de la MEC	Ecotype	Écotypes locaux ⁽¹⁾	Taille
GC51 ⁽²⁾	FRG	FRGC51	Sud Sables-d'Olonne	NEA 1/26a	Vendée	5,1 km ²
GC52 ⁽³⁾	FRG	FRGC52	Ile de Ré (large)	NEA 1/26a	Pertuis Breton	293,4 km ²
GC53 ⁽⁴⁾	FRG	FRGC53	Pertuis Breton	NEA 1/26a	Pertuis Breton	224 km ²
GC54	FRG	FRGC54	La Rochelle	NEA 1/26a	Pertuis charentais	234,52 km ²
FC01	FRF	FRFC01	Côte Nord-Est de l'Ile d'Oleron	NEA 1/26a	Pertuis charentais	64,93 km ²
FC02	FRF	FRFC02	Pertuis Charentais	NEA 1/26a	Pertuis charentais	210,38 km ²
FC03	FRF	FRFC03	Côte Ouest de l'Ile d'Oleron	NEA 1/26a	Dordogne	157,55 km ²
FC05	FRF	FRFC05	Côte Girondine	NEA 1/26a		205,24 km ²
FC06	FRF	FRFC06	Arcachon amont	NEA 1/26a	Arcachon	148,38 km ²
FC07	FRF	FRFC07	Arcachon aval	NEA 1/26a	Arcachon	66,02 km ²
FC08	FRF	FRFC08	Côte Landaise	NEA 1/26a	Landes - Basque	216,71 km ²
FC09	FRF	FRFC09	Lac d'Hossegor	NEA 1/26a	Hossegor	1,08 km ²
FC10	FRF	FRFC10	Panache de l'Adour	NEA 1/26a	Adour	19,87 km ²
FC11	FRF	FRFC11	Côte Basque	NEA 1/26a	Landes - Basque	54,08 km ²

(1) regroupement pour le calcul de la métrique NID33, certains regroupements se font avec des MET qui ne sont pas présentés ici

(2) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 233,7 km²

(3) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 303,65 km²

(4) MEC découpée entre les SRM GdG Nord et GdG Sud dont la superficie totale est de 303,65 km²

Tableau 7. Liste des 46 MEC DCE de la SRM MO, leurs identifiants, leurs écotypes correspondant et leur superficie, formant les UGE du descripteur 5 pour la bande côtière (d < 1 mn).

Identifiant INSPIRE	Zone	Id. thématique	Nom de la MEC	Ecotypes	Taille
DC01	FRD	FRDC01	Frontière espagnole - Racou Plage	3W	37,23 km ²
DC02A	FRD	FRDC02A	Racou Plage - Embouchure de l'Aude	2A	152,14 km ²
DC02B	FRD	FRDC02B	Embouchure de l'Aude - Cap d'Agde	2A	41,87 km ²
DC02C	FRD	FRDC02C	Cap d'Agde	2A	15,81 km ²
DC02D	FRD	FRDC02D	Limite Cap d'Agde - Sète	2A	26,95 km ²
DC02E	FRD	FRDC02E	De Sète à Frontignan	2A	17,63 km ²
DC02F	FRD	FRDC02F	Frontignan - Pointe de l'Espiguette	2A	138,86 km ²
DC04	FRD	FRDC04	Golfe de Fos	1	147,16 km ²
DC05	FRD	FRDC05	Côte Bleue	2A	137,4 km ²
DC06A	FRD	FRDC06A	Petite Rade de Marseille	3W	31,48 km ²
DC06B	FRD	FRDC06B	Pointe d'Endoume - Cap Croisette et îles du Frioul	3W	140,52 km ²
DC07A	FRD	FRDC07A	îles de Marseille hors Frioul	3W	21,33 km ²
DC07B	FRD	FRDC07B	Cap croisette - Bec de l'Aigle	3W	140,93 km ²
DC07C	FRD	FRDC07C	Bec de l'Aigle - Pointe de la Fauconnière	3W	55,3 km ²
DC07D	FRD	FRDC07D	Pointe de la Fauconnière - îlot Pierreplane	3W	27,69 km ²
DC07E	FRD	FRDC07E	Ilot Pierreplane - Pointe du Gaou	3W	56,83 km ²
DC07F	FRD	FRDC07F	Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou	3W	169,76 km ²
DC07G	FRD	FRDC07G	Cap Cepet - Cap de Carqueiranne	3W	35,47 km ²
DC07H	FRD	FRDC07H	Ile d'Hyères	3W	355,05 km ²
DC07I	FRD	FRDC07I	Cap de l'Estérel - Cap de Brégançon	3W	76,89 km ²
DC07J	FRD	FRDC07J	Cap Bénat - Cap Camarat	3W	211,22 km ²
DC08A	FRD	FRDC08A	Cap Camarat - Ouest Fréjus	3W	85,17 km ²
DC08B	FRD	FRDC08B	Ouest Fréjus - Saint Raphaël	3W	26,61 km ²
DC08C	FRD	FRDC08C	Fréjus - Saint Raphaël - Ouest Sainte Maxime	3W	31,62 km ²
DC08D	FRD	FRDC08D	Saint Raphaël - Pointe de la Galère	3W	70,35 km ²
DC08E	FRD	FRDC08E	Pointe de la Galère - Cap d'Antibes	3W	108,05 km ²
DC09A	FRD	FRDC09A	Cap d'Antibes - Sud port Antibes	3W	6,69 km ²
DC09B	FRD	FRDC09B	Port Antibes - Port de commerce de Nice	3W	93,06 km ²
DC09C	FRD	FRDC09C	Port de commerce de Nice - Cap Ferrat	3W	11,53 km ²
DC09D	FRD	FRDC09D	Rade de Villefranche	3W	1,76 km ²
DC10A	FRD	FRDC10A	Cap Ferrat - Cap d'Ail	3W	29,73 km ²
DC10C	FRD	FRDC10C	Monte Carlo- Frontière italienne	3W	20,47 km ²
EC01AB	FRE	FREC01AB	Pointe Palazzu - Sud Nonza	IM W	301,71 km ²
EC01C	FRE	FREC01C	Golfe de Saint-Florent	IM W	29,27 km ²
EC01D	FRE	FREC01D	Canari	IM W	43,68 km ²
EC01E	FRE	FREC01E	Cap Ouest	IM W	48,01 km ²
EC02AB	FRE	FREC02AB	Cap Est de la Corse	IM W	74,62 km ²
EC02C	FRE	FREC02C	Littoral Bastiais	IM W	50,06 km ²
EC02D	FRE	FREC02D	Plaine Orientale	IM W	177,33 km ²
EC03AD	FRE	FREC03AD	Littoral Sud Est de la Corse	IM W	248,87 km ²
EC03B	FRE	FREC03B	Golfe de Porto-Vecchio	IM W	11,51 km ²
EC03C	FRE	FREC03C	Golfe de Santa Amanza	IM W	3,29 km ²
EC03EG	FRE	FREC03EG	Littoral Sud Ouest de la Corse	IM W	231,79 km ²
EC03F	FRE	FREC03F	Goulet de Bonifacio	IM W	0,29 km ²
EC04AC	FRE	FREC04AC	Pointe Senetosa - Pointe Palazzu	IM W	727,6 km ²
EC04B	FRE	FREC04B	Golfe d'Ajaccio	IM W	160,62 km ²

- Au large ($1 \text{ mn} < d < 200 \text{ mn}$)

Dans la zone large, les UGE choisies pour les SRM MMN, MC et GdG sont les paysages marins développés dans le cadre de la COMP4 d'OSPAR à l'échelle de la zone OSPAR (Atlantique Nord-Est)¹⁶. Ces paysages marins ont été développés à l'issue du projet JMP-EUNOSAT à partir de données de modélisation (comme la profondeur, la salinité, la stratification et les nutriments) dont les délimitations ont été fixés à des valeurs spécifiques qui ont assuré une bonne correspondance avec les zones définies par les observations satellitaires de la chlorophylle-*a*^{17,18} entre 2003 et 2011 (capteur MERIS). L'objectif était de définir des groupes de masses d'eaux proches du point de vue de la dynamique phytoplanctonique afin de mieux pouvoir évaluer l'effet des pressions (apports de nutriments) sur ces écosystèmes potentiellement différents. Une description plus détaillée de la méthode utilisée pour définir ces paysages marins est donnée en annexes (annexe 14.10). Ces paysages marins « EUNOSAT » présentant initialement un découpage trop grossier de la Manche et du Golfe de Gascogne (ne reflétant pas la diversité des écotypes locaux) ils ont été affinés avec l'utilisation des paysages marins définis par le SHOM¹⁹ (équipe du D7) qui se base sur 12 variables physiques différentes, comme la température, la salinité, la couche de mélange ou l'hydrodynamisme, pour obtenir les produits finalisés. La méthode utilisée par pour définir les paysage marins « SHOM » est :

- 1) Récupération des variables issues de la postproduction des rejeux du modèle hydrodynamique (HYCOM) sur la période 2012-2020.
- 2) Création des PM pristines.
- 3) Postproduction de niveau 1 : stabilisation des numérotations de PM et validation à dire d'expert et par la littérature de chaque groupe. Ces groupes sont appelés groupes de niveau 1. Création de la série temporelle de paysages marins sur 96 mois.
- 4) Postproduction de niveau 2 : les PM médians sur la série temporelle sont calculés afin de déterminer les groupes statiques pour chaque paysage marin de niveau 1.
- 5) Afin de faciliter le traitement par l'utilisateur, une dernière étape de postproduction est opérée avec les limites géographiques afin de caractériser finement les groupes relatifs aux estuaires et aux panaches fluviaux. Les groupes sont alors des groupes de niveau 2.

Les paysages marin OSPAR actuels sont donc les hybrides des paysages EUNOSAT et SHOM. L'utilisation des UGE OSPAR a été fait en accord avec les prérogatives de la DCSMM qui incitent à s'inspirer des travaux des conventions des mers régionales pour les évaluations du descripteur 5 au-delà de la zone côtière. Parmi les 55 paysages marins définis dans la zone OSPAR, 14 rentrent

¹⁶ OSPAR. 2022. Revision of the Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area – v.14. ICG-Eut 22/2/1.

¹⁷ Enserink, L., Blauw, A., van der Zande, D., Markager S. (2019). Summary report of the EU project 'Joint monitoring programme of the eutrophication of the North Sea with satellite data' (Ref: DG ENV/MSFD Second Cycle/2016). 21p.

¹⁸ Blauw, A., Eleveld, M., Priens, T., Zijl, F., Groenenboom, J., Winter, G., et al. (2019). Coherence in assessment framework of chlorophyll a and nutrients as part of the EU project 'Joint monitoring programme of the eutrophication of the North Sea with satellite data' (Ref: DG ENV/MSFD Second Cycle/2016). Activity 1 Report. 86p.

¹⁹ Tew Kai, Emilie & Quilfen, Victor & Cachera, Marie & Boutet, Martial. (2020). Dynamic Coastal-Shelf Seascapes to Support Marine Policies Using Operational Coastal Oceanography: The French Example. *Journal of Marine Science and Engineering*. 8. 585. 10.3390/jmse8080585.

dans la ZEE française et certains sont partagés avec d'autres pays membres d'OSPAR (Tableau 8 et Figure 6).

Pour la SRM MO, seuls les paysages marins du SHOM ont été considérés, à partir de la même méthode, la convention de Barcelone n'en ayant pas définis dans le cadre de l'UNEP-MAP (Figure 6 et Tableau 9). Six paysages marins ont ainsi été définis (Rhône Estuary (ER), Rhône Plume (PR), Coastal, Liguro-Provençal Current (CLP), Deep Convection et Background), qui ont ensuite été affinés en 11 typologies marines en fonction du dire d'experts :

- Le paysage marin « Coastal » ayant été divisé en « Gulf of Lion » (GL), « Corsica Coast » (CC) et « French Riviera » (FR),
- Le paysage marin « Deep Convection » ayant été divisé en « DC Central Part » (CCCP) et « DC East Corsica » (CPCE),
- Le paysage marin « Background » ayant été divisé en « Background South » (BS), « Background Corsica » (BC) et « Background near coast » (BNC).

A noter qu'à défaut d'UGE harmonisées proposées par la convention de Barcelone, cette approche reste une approche nationale à la différence des paysages marins OSPAR qui sont issus d'une approche harmonisée à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est.

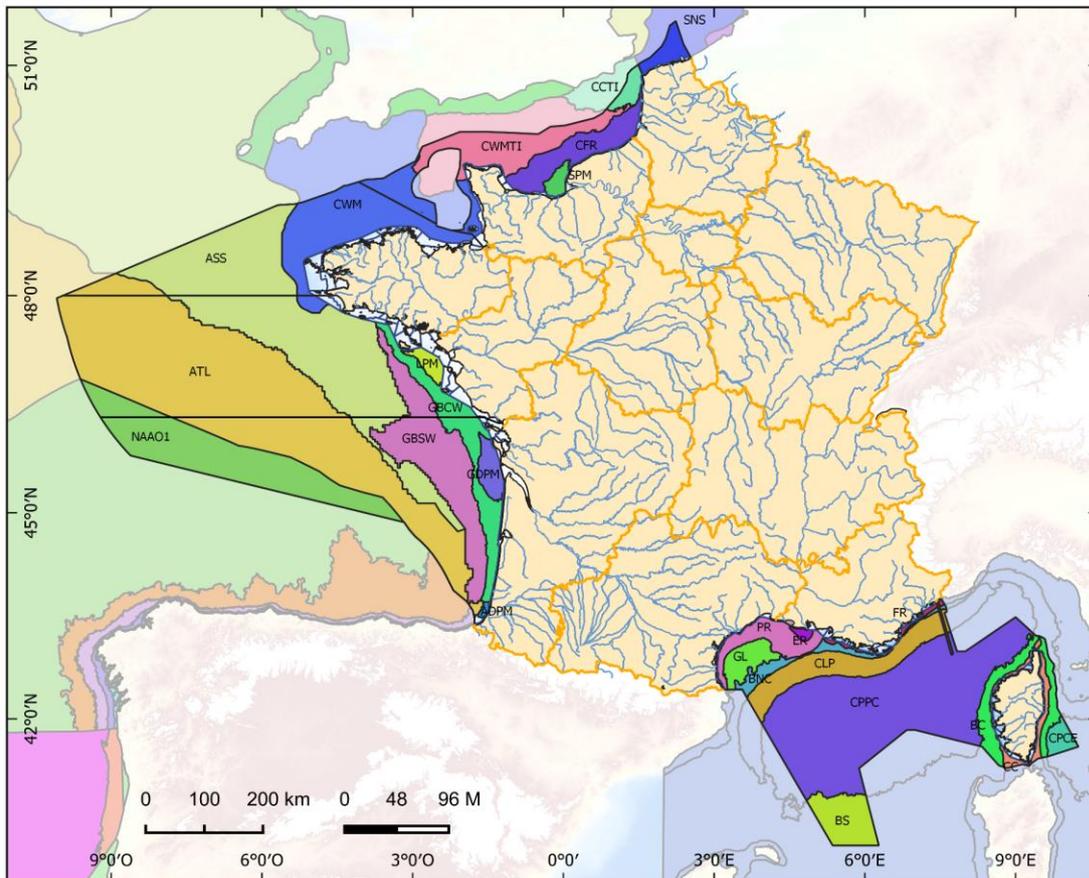
Tableau 8. Superficie (km²) de chaque paysages marins OSPAR entrant dans les SRM françaises (hors MO) renseigné à l'échelle de la zone OSPAR (superficie totale), de la ZEE FR (superficie dans l'espace maritime français) et à l'échelle de chaque SRM. Les pays partageant un paysage marin avec la France sont indiqués dans la dernière colonne.

Paysages Marins	Superficie (km ²)						
	MMN	MC	GdG_N	GdG_S	Totale (zone France)	Totale (zone OSPAR)	Autres pays*
ADPM	0	0	0	283	283	283	
ASS	0	20 192	29 710	5 437	55 339	217 301	UK, IRL
ATL	0	2 859	51 255	29 183	83 297	1 185 562	UK, IRL, NOR
CCTI	1 467	0	0	0	1 467	5 081	UK
CFR	7 176	0	0	0	7 176	7 176	
CWM	4 623	15 597	841	0	21 061	42 015	UK
CWMTI	9 717	0	0	0	9 717	20 632	UK
GBCW	0	0	3 910	6 936	10 845	10 845	
GBSW	0	0	3 864	17 145	21 008	21 008	
GDPM	0	0	0	2 828	2 828	2 828	
LPM	0	0	1 496	0	1 496	1 496	
SNS	1 887	0	0	0	1 887	61 758	UK, BL, NL, D
SPM	1 115	0	0	0	1 115	1 115	
NAAO1	0	0	3 216	23 611	26 827	261 738	ES

* autres pays dont la ZEE entre également dans le paysage marin

Tableau 9. Superficie (km²) de chaque paysage marin de la SRM MO renseigné à l'échelle de la ZEE FR (superficie dans l'espace maritime français et emprise de l'UMR côtière déduite).

Paysages marins	Superficie (km ²)
Gulf of Lion (GL)	4 022
rhone estuary (ER)	484
rhone plume (PR)	5 926
Corisca coast (CC)	2 813
French riviera (FR)	752
liguro provençal current (CLP)	12 557
Deep convection central part (CPPC)	59 102
Deep convection East Corsica (CPCE)	2 047
Background south (BS)	7 823
Background corsica (BC)	7 007
Backgroud near coast (BNC)	3 614



Unité géographique d'évaluation (UGE) française Zones large

Paysages marins OSPAR dans la ZEE française (SRM MMN, MC et GdG)

 Adour plume	 Gironde plume
 Atlantic	 Gulf of Biscay coastal waters
 Atlantic Seasonally Stratified	 Gulf of Biscay shelf waters
 Channel coastal shelf tidal influenced	 Loire plume
 Channel well mixed	 Noratlantic Area NOR-NorO1(D5)
 Channel well mixed tidal influenced	 Seine plume
 Coastal FR channel	 Southern North Sea

— principaux fleuves > 100km
 limites des masses d'eau et UMR

Paysages marins SHOM dans la SRM MO

 Background near coast
 Background EEZ south
 Background corsica
 Corisca coast
 Deep convection FR EEZ central part
 Deep convection FR EEZ East Corsica
 French riviera
 Gulf of Lion FR EEZ
 Liguro provencal current FR part
 Rhone estuary
 Rhone river plume

Sources des données :

Sandre, OSPAR, SHOM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 6. UGE des zones larges des SRM françaises. Ce sont les paysages marins hybrides développés par OSPAR et le SHOM pour les SRM MMN, MC et GdG et ce sont les paysages marins développés par le SHOM pour la SRM MO.

3.3 Évaluation quantitative du BEE

3.3.1 Outils d'évaluation

Les évaluations effectuées dans le cadre de directives européennes comme la DCE ou la DCSMM sont à renouveler tous les 6 ans. Afin de faciliter et d'harmoniser le processus, les états membres et les groupes de travaux des conventions des mers régionales tendent à développer des outils numériques dans lesquels sont implémenter les méthodologies (métriques, intégration, agrégation, indice de confiance, seuils, facteurs de pondération, ...) d'évaluation également développés dans ces instances. Pour optimiser le fonctionnement de ces outils numériques, ils sont alimentés par des flux de données stabilisés depuis des bases de données pérennes (Quadrigé², CIEM, ...).

En ce qui concerne les évaluations DCE Française, l'équipe Vigies de l'Ifremer a développé des scripts en langage R qui permettent d'obtenir, tous les ans, une simulation des classements numériques pour chacun des éléments physico-chimiques et biologiques de la DCE sur une période de 6 années à l'échelle des MEC. Ces scripts sont alimentés directement par des extractions de la base de données Quadrigé².

Les précédentes évaluations de l'état d'eutrophisation des eaux marines de la zone OSPAR ont été faites par chaque état membre de façon décentralisée et avec des méthodes partiellement harmonisées de la COMP1 à la COMP3²⁰. L'actuelle évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines, la COMP4, se base sur l'utilisation d'un outil numérique COMPEAT (développé en langage R et disponible sur GitHub²¹) dans lequel ont été implémentées toutes les méthodologies d'évaluation développées dans les groupes de travaux OSPAR (ICG-EUT, ICG-EMO, TG-COMP). Pour l'évaluation du QSR OSPAR, cet outil est directement alimenté par la base de données du CIEM, elle-même alimentée en données *in situ* par les différents états membres, et par des produits dérivés de l'observation de la couleur de l'eau (chlorophylle-*a*). Cela permet de fournir une évaluation harmonisée et centralisée (opérée par le CIEM) à l'échelle de la zone OSPAR. Pour les besoins et les spécificités de l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises (et à cause de contraintes calendaires), le jeu de données utilisées a été adaptée (voir chapitre 3.3.2.1). Le développement de cet outil a été inspiré par l'outil HEAT d'HELCOM²².

²⁰ Devreker D et Lefebvre A. 2016. Third Application of the Comprehensive Procedure (COMP3) to determine eutrophication status of OSPAR marine waters. French national report. ODE/LITTORAL/LER.BL/16.02. 79p.

²¹ <https://github.com/ices-tools-prod/COMPEAT>

²² <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/data-maps/assessment-scripts-and-software/>

3.3.2 Critère D5C1 : Concentration en nutriments dans la colonne d'eau

Le D5C1 est un critère primaire pour la DCSMM est un indicateur commun pour OSPAR, tous les états membre doivent l'utiliser dans l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines.

3.3.2.1 Réseaux de mesure et méthodologie

- En zone côtière :

Sur la zone côtière (< 1 mn) de la façade Atlantique-Manche Mer du Nord (SRM MMN, MC et GdG), les concentrations en nutriments sont mesurées 1 à 2 fois par mois, tous les mois ou pendant la période hivernale (février à novembre), à marée haute, 1 m sous la surface avec une bouteille Niskin. Il peut y avoir 1 à 3 points de mesures par masse d'eau côtière mais toutes les masses d'eau ne sont pas échantillonnées (voir chapitre 4 sur les résultats). Les mesures sont effectuées par le biais du réseau REPHY de l'Ifremer comprenant les réseaux régionaux : le SRN (Suivi Régional des Nutriments) et RHLN (Réseau Hydrologique Littoral Normand) dans la SRM MMN et ARCHYD (Hydrologie dans le Bassin d'Arcachon) dans la SRM GdG Sud. Dans la SRM MO, les nutriments sont mesurés à fréquence bimensuelle tous les ans sur les points REPHY observation et pendant une année du cycle DCE de 6 ans, une fois par mois, sur les points REPHY surveillance (la dernière campagne datant de 2017).

La mesure des concentrations en nutriments se fait par lecture à l'auto-analyseur avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures. Le dosage de l'ammonium est effectué selon la méthode de Koroleff (1969)²³. Ce dosage permet de déterminer la totalité de l'azote ammoniacal. Le dosage des nitrates (après leur réduction en ions nitrites) et des nitrites se fait par la méthode de Bendschneider et Robinson (1952)²⁴. Le dosage des phosphates s'effectue selon la méthode de Murphy & Riley (1962)²⁵. Pour un supplément d'information concernant ces méthodes se reporter au manuel Aminot et Kerouel (2004)²⁶.

- En zones large :

Des données *in situ* alimentent l'évaluation au large. Il s'agit de données issues du réseau régional de l'Ifremer, le SRN « historique »²⁷, qui étend le réseau national REPHY (le SRN « côte » fait partie du REPHY dont les données alimentent l'évaluation DCE, voir ci-dessus) vers le large au-delà des MEC DCE le long de 3 radiales : Dunkerque, Boulogne et Baie de Somme. Cinq points issus de ce réseau sont répartis dans les paysages marins OSPAR (Boulogne 2 et 3 dans la CCTI, Somme Mer 2 dans la CFR et Dunkerque 3 et 4 dans la SNS). L'emprise géographique de ces données est donc limitée à la partie nord-est de la SRM MMN. La stratégie d'échantillonnage et les protocoles de

²³ Koroleff F. 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Int. Cons. Explor. Sea, C9, 1-6.

²⁴ Bendschneider K. et Robinson RJ. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. J. Mar. Res., 11, 87-96.

²⁵ Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 27:31-36.

²⁶ Aminot A et Kerouel P. 2004. Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Ifremer. 336p.

²⁷ Devreker David, Lefebvre Alain (2021). Résultats de la mise en oeuvre des réseaux REPHY (Réseau Phytoplancton et Phycotoxines) et SRN (Suivi Régional des Nutriments). Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord. Bilan de l'année 2020. ODE/LITTORAL/LER.BL/21.10. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00718/82997/>

mesure utilisés sont les mêmes que ceux utilisés pour le réseaux REPHY. Ces données sont intégrées à la base de données du CIEM.

Il existe également des données hydrologiques et de biomasse phytoplanctonique *in situ* issues des campagnes halieutiques françaises. Ces données ont toutefois été identifiées comme ne pouvant pas alimenter efficacement le calcul des indicateurs DCSMM à elles seules²⁸. En effet la fréquence à laquelle ces campagnes sont déployées (une fois par an pendant ~1 mois alors que le calcul des indicateurs nécessite des données mensuelles pour être optimal, Tableau 12) et les périodes de déploiement (Tableau 10) sont rarement compatibles avec le calcul des indicateurs OSPAR (ex : les données de concentration en chlorophylle-*a* d'IBTS, une campagne hivernale, ne peuvent pas servir à calculer l'indicateur Chl-*a* qui a besoin de données mesurées pendant la période de production du phytoplancton) ce qui se traduirait par des indices de confiance temporelle (voir §3.3.2.6) très faibles. Néanmoins, comme décrit ultérieurement (voir §3.4), ces données sont utilisées pour valider les données en sortie du modèle ECO-MASR3D et celles issues du traitement par algorithme des images satellite MODIS « ARGANS ». Elles sont également utilisées comme données de « soutiens » à l'interprétation des résultats de l'évaluation (voir §11.1.2).

Dans le cadre de la COMP4/QSR 2024, les données *in situ* peuvent également provenir de campagnes étrangères dont les sites de prélèvement se retrouvent dans les paysages marins entrant dans les eaux marines françaises et dont les données sont bancarisées par le CIEM. Ces données n'ont également pas été prises en compte dans le cadre de l'évaluation DCSMM 3^e cycle.

Tableau 10. Liste des campagnes halieutiques annuelles optimisées pour la DCSMM. Périodes (mois de 1 à 12) et sous-régions marines de déploiement des campagnes (lignes oranges) et périodes de calculs des différents indicateurs au large de la façade Manche-Atlantique (méthode OSPAR COMP4) (lignes grises).

Campagnes	SRM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IBTS	MMN	■											
CGFS	MMN et MC									■			
PELGAS	GdG				■ (1)								
EVHOE	GdG et MC										■ (2)		
Indicateurs		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nutriments		■											
Oxygène dissous				■				■					
Chl-a et Turb				■									

(1) la campagne PELGAS n'est pas déployée systématiquement dès le mois d'avril

(2) pour les nutriments seulement à partir de 2018

Pour pallier au manque de données *in situ* exploitables au large, des données de concentrations en nutriments issues du modèle hydrodynamique MARS3D²⁹ couplé à un module de biologie, ECO-MARS3D³⁰ pour la partie Atlantique-Manche-Mer du Nord sont utilisées pour alimenter l'évaluation (via l'outil COMPEAT qui qui a été adapté pour utiliser de telles données pour les

²⁸ Devreker D., Lefebvre A., 2018b. Optimisation du programme de surveillance DCSMM pour les descripteurs 5 - Eutrophisation et 1 - Habitats Pélagiques. Campagnes océanographiques à l'échelle des sous-régions marines. RST/LER.BL/18.06.

²⁹ <http://wwz.ifremer.fr/mars3d/>

³⁰ Ménesguen A., Dussauze M., Dumas F., Thouvenin B., Garnier V., Lecornu F., Répécaud M., 2019. Ecological model of the Bay of Biscay and English Channel shelf for environmental status assessment part 1: Nutrients, phytoplankton and oxygen, Ocean Modelling, 133, 56-78.

besoins de l'évaluation française). Le fonctionnement du modèle est détaillé sur la page dédiée : <http://wwz.ifremer.fr/mars3d/>. Pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale, les données proviennent du modèle biogéochimique MEDBFM3 (anciennement appelé 3DVAR-BIO-OGSTM-BFM). Une fiche de synthèse sur le fonctionnement du modèle ainsi qu'une liste de références scientifiques sur son utilisation peuvent être trouvées à cette adresse : https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008/INFORMATION.

Les détails de l'utilisation des produits issus des images satellites et des modèles sont donnés dans le chapitre 3.4.

3.3.2.2 Bancairisation et flux de données

Les données *in situ* provenant du réseau REPHY et des réseaux régionaux sont bancairisées dans la banque de données de l'Ifremer Quadrigé². Les données sont extraites via une interface utilisateur (des formats-type d'extraction peuvent être préparés au format xml) et sont ensuite utilisées par les équipes Vigies de l'Ifremer pour effectuer les évaluations numériques DCE. Dans le cadre de la DCSMM, ces données sont également stockées dans le portail SIMM (Système d'Information pour le Milieu Marin³¹) au format brut (extraction de toutes les données du REPHY) et au format traité par les scripts DCE de Vigies (prétraitement). Les données des réseaux SRN et REPHY font l'objet d'un DOI^(32,33).

Les données du modèle ECO-MARS3D sont stockées sur Datarmor en format netcdf. Une passerelle ftp a été créée vers le CIEM afin de faciliter l'intégration de ces données dans l'évaluation COMP4. Ces données sont également répertoriées dans le SIMM.

Les données du modèle MEDBFM3 sont stockées sur le site du Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), portail de données du programme Copernicus³⁴. Une interface utilisateur permet de paramétrer l'extraction des données au format netcdf : choix de la fréquence (mensuelle ou journalière), du paramètre, de la profondeur ou de l'emprise spatiale.

3.3.2.3 Métrique

- A la côte

A la côte le critère D5C1 sera renseigné par l'indicateur DCE « NID33 » dont la métrique est la concentration hivernale en NID (nitrate + nitrite + ammonium, de novembre à février) normalisée à une salinité de 33 (salinité moyenne rencontrée dans les masses d'eau côtières de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord)³⁵ par groupe de masses d'eau DCE possédant le même écotype

³¹ <https://www.milieufrance.fr/>

³² SRN - Regional Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel (2021). SRN dataset - Regional Observation and Monitoring Program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/50832>

³³ REPHY – French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters (2021). REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/47248>

³⁴ <https://marine.copernicus.eu/>

³⁵ Daniel A, Soudant D, Lamoureux A et Provost C, 2020. Élément de qualité Nutriments DCE dans les eaux littorales de métropole : élaboration de métriques et de seuils, comparaison avec les autres pays européens. Rapport final. DYNECO/PELAGOS/20.01. 71p.

local (Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7) pour la période considérée (2015-2020). Après avoir déterminé les coefficients de la droite de dilution, les données exceptionnelles sont supprimées par test statistique (données hors de l'enveloppe à 95 % de la première régression). La période hivernale a été retenue pour le calcul de l'indicateur NID 33 car c'est pendant cette période que les nutriments se régénèrent dans la colonne d'eau, leur quantité y est maximale et représente le stock de nutriment qui sera utilisé par le phytoplancton pendant la période productive (au printemps). C'est également à cette période que les apports continentaux en nutriments sont maximum et que l'influence anthropique sur les stocks de nutriments sera la plus importante.

Aucune métrique n'a été développée pour un indicateur « phosphate » dans les eaux côtières dans le cadre de la DCE (voir §12 pour plus de détails) bien que les mesures de PID soient réalisées dans le cadre des réseaux nationaux et régionaux et les données bancarisées dans Quadrige². Pour pallier à ce manque, nous proposons une métrique et des seuils PID en chapitre 12. Ces résultats préliminaires ne seront toutefois pas intégrés à l'évaluation du Descripteur 5.

Par manque de seuil, aucune métrique n'a été définie pour les NID et PID dans les eaux côtières de la Méditerranée.

Le D5C1 pouvant également être évalué par les éléments azote total et phosphore total (2.3.2.1), ceux-ci n'ont pas été retenus car ils sont plus pertinents dans les zones où la production primaire se maintient en dehors de la période productive principale, ce qui n'est pas le cas globalement en Atlantique-Manche-Mer du Nord.

- Au large

Pour la façade Manche-Atlantique-Mer du Nord, la métrique développée par OSPAR consiste à normaliser chaque donnée de concentration en NID et PID par paysage marin entre novembre et février et d'en faire la moyenne annuelle. La normalisation se fait suivant cette méthode :

- La salinité moyenne (\bar{S}) ainsi que la droite de régression Nutriment (ES) ~ Salinité (S) ($ES = aS + b$) sont d'abord calculés par paysage marin et par an.
- Si la *p.value* de la droite de régression du paysage marin est significative (*p.value* < 0.05) les données de concentration en nutriment sont normalisées : $ES.norm = ES + a * (\bar{S} - S)$ sinon elles sont laissées telles quelles.

Avec

ES : les valeurs de concentration en nutriments (NID ou PID)

S : les valeurs de salinité

\bar{S} : moyenne de la salinité dans l'UGE considérée

$ES.norm$: valeur normalisée de la concentration en nutriments

a et b : paramètres de la droite de régression

Pour déterminer le classement du critère dans l'UGE considéré, le résultat du calcul de la métrique est ensuite moyenné sur la période d'évaluation puis transformé en RQE (valeurs entre 0 et 1). Ce RQE est confronté à une grille de classement dont la limite Bon/Moyen est définie par une valeur seuil.

Note à posteriori : le choix de cette métrique a été fait en début d'année 2022, lorsque la COMP4 OSPAR n'était pas encore finalisée. Cette métrique était l'une des métriques envisagées par OSPAR et était intégrée dans l'outil COMPEAT. Elle avait l'avantage d'être assez similaire à celle utilisée par la France dans le cadre de la DCE. Toutefois, le choix final d'OSPAR s'est porté sur la

moyenne des concentrations hivernales en NID. Les essais préliminaires sur l'utilisation des différentes métriques dans le cadre de proposition de scénario d'évaluation DCSMM présentés au cours de l'atelier S&T de février 2022 n'avaient pas montré de différences de résultat entre les 2 métriques (i.e. même paysage marin n'atteignant pas le BE).

Pour la SRM MO, la métrique utilisée est la médiane des concentrations en NID et PID (le modèle⁸⁰ ne fournit pas de données de salinité pour la normalisation) mesurées toute l'année et calculée sur la période 2015 à 2019 (disponibilité des données du modèle au moment de l'évaluation) sur les parties françaises de chaque paysage marin. C'est la même métrique qui a été utilisée pour l'évaluation du 2^e cycle.

3.3.2.4 Méthode fixation du seuil

- A la côte

La méthode de construction du seuil NID à la côte étant celle qui a été déterminée dans le cadre de la DCE, les différentes étapes de sa construction détaillées ici ont été reprises du rapport DCE sur l'élément de qualité nutriment³⁵. Ainsi, pour déterminer une valeur seuil de NID, le calcul a été basé sur des données historiques acquises dans le cadre des réseaux de surveillance ARCHYD, RNO et RHLN (le suivi DCE a débuté au plus tôt à l'automne 2007). Les données de cinquante écotypes locaux (Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7) disposant d'une série de données conséquente sur la période 2007 – 2012 ont été utilisées. La première étape de la recherche de seuils de NID a consisté à tracer les droites de dilution $NID = f(\text{salinité})$ pour chacun de ces écotypes. En utilisant la pente de ces droites de dilution, la concentration de NID de chacun des écotypes a été normalisée à 33 de salinité.

La concentration en nutriments étant considérée comme une pression sur l'écosystème, et non comme un paramètre ayant un effet direct sur le milieu, la deuxième étape de la détermination de seuils de NID a consisté à relativiser la concentration de NID par rapport au fonctionnement propre de chaque écotype. La prise en compte de paramètres hydrodynamiques et physiques (courant résiduel, stratification de la colonne d'eau, marnage, profondeur, etc...) étant complexe, la concentration normalisée à 33 de salinité en NID a été relativisée par rapport à un symptôme primaire d'eutrophisation : l'augmentation de la biomasse phytoplanctonique estimée par la chlorophylle-*a*.

Les concentrations de NID normalisées des écotypes locaux ont été associées aux percentiles 90 de chlorophylle standardisées sous forme de Ratio de Qualité Ecologique (RQE)³⁶. Ces RQE de chlorophylle ont été calculés à partir de l'ensemble des valeurs de chlorophylle de l'écotype mesurées entre mars et octobre sur les 6 ans du plan de gestion, suivant les recommandations du rapport d'évaluation de l'élément phytoplancton (Soudant et Belin, 2010)³⁷.

Les seuils de NID sont déduits à nouveau de la projection des seuils de chlorophylle-*a* sur la droite reliant les valeurs des masses d'eau désignées comme représentatives. Les EQR de chlorophylle-*a* ayant été intercalibrés pour tous les écotypes européens en 2014, il faut noter les valeurs de seuil « très bon / bon » et « bon / moyen » différentes entre l'écotype européen Manche/Atlantique 1/26a et celui de mer du nord 1/26b. La DCSMM ne faisant la distinction

³⁶ Rapport entre la valeur calculée et une valeur de référence. Le résultat obtenu est compris entre 0 et 1.

³⁷ Soudant D et Belin C. 2010. Evaluation DCE 2010. Elément qualité : phytoplancton. R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-03/DS. 199p.

- Au large

Pour la zone OSPAR, le groupe ICG-EMO d'OSPAR s'appuyant sur les travaux du projet européen JMP-EUNOSAT³⁸ a calculé les seuils en nutriments NID et PID par paysage marin à partir de données de modélisation et de produits dérivés de l'observation de la couleur de l'eau se basant sur des « scénarios historique » (SH) de situation pré-industrielle (flux de nutriments continentaux et occupation des sols datant de 1900) et des données de modélisation actuelles. L'intégralité de la méthode de calcul des seuils est décrite dans le document ICG-Eut 22/3/2 et ses annexes (le résumé exécutif du document est donnée en annexe 14.11) et s'appuie sur la méthode de Almroth et Skogen (2010)³⁹. Plusieurs modèles ont été utilisés en fonction de leur emprise dans la zone OSPAR (Figure 8). Les données estimées par ces modèles sont pondérées en fonction de leur robustesse par zone ; cette pondération est définie comme étant la différence entre la concentration moyenne dérivée du modèle et la concentration moyenne des valeurs mesurées *in situ* (conventionnelles + satellite) divisée par l'écart-type des valeurs *in situ*. Cette méthode s'appelle l'approche Weighted Model Average (WMA), dérivé de Almroth and Skogen (2010)³⁹. Toutefois, comme il n'y a pas de mesure *in situ* correspondant à la période pré-industrielle, la solution consiste à calculer des fonctions de coût et de pondération en fonction du statut actuel de l'état des eaux marines.

La formule de calcul du poids est la suivante : $W = 1 / (C + B)$

Avec

W : le facteur de pondération

B : une constante,

C la fonction de coût -> $C = \text{abs}((\text{moyModel} - \text{moyData}) / \text{std}(\text{Obs}))$,

moyModel : la moyenne des données provenant du/des modèles

moyData : la moyenne des données *in situ* (conventionnelle + satellite)

std(Obs) : écart type des valeurs *in situ*

Le poids W est ensuite normalisé en fonction du nombre de modèles que l'on prend en compte pour chaque zone (il faut qu'au moins 80 % de la zone soit couverte par un modèle pour qu'il soit considéré). Les résultats de la simulation historique (pré-industrielle) sont ensuite pondérés par ce W normalisé, puis on multiplie la valeur obtenue par 1,5 (écart acceptable de 50 % aux valeurs de référence) pour avoir la valeur seuil finale.

Les résultats de ces calculs ont été soumis aux états membres d'OSPAR pour validation avec possibilité de les modifier. Concernant la France, le seuil NID du panache de l'estuaire de la Seine (SPM) a été modifié car initialement trop élevé. Une nouvelle valeur, basée sur les données du modèle ECO-MARS3D seul, a été validée lors de la session HASEC d'avril 2022.

³⁸ <https://www.deltares.nl/en/projects/jmp-eunosat-coherent-eutrophication-assessments-north-sea-using-satellite-data/>

³⁹ Almroth, E., Skogen, M.D. A North Sea and Baltic Sea Model Ensemble Eutrophication Assessment. *AMBIO* 39, 59–69 (2010). <https://doi.org/10.1007/s13280-009-0006-7>

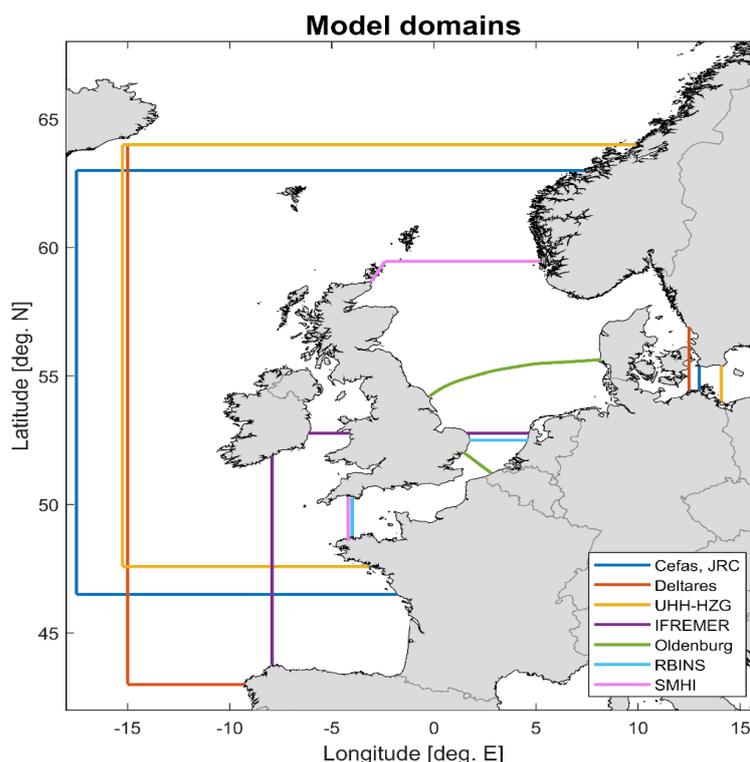


Figure 8. Emprise des différents modèles utilisés par le groupe ICG-EMO d’OSPAR pour calculer les valeurs de références des différents indicateurs de la COMP4. La carte est reprise du rapport HASEC HOD 21/6/2 Rev.1.

Pour la SRM MO, aucun seuil nutriment n’a été développé dans le cadre de la convention de Barcelone. Pour le 3^e cycle DCSMM, les seuils ont été calculés par paysages marin à partir des seuils des zones intermédiaire et large utilisés lors du second cycle de l’évaluation⁴⁰ (Tableau 11). Une moyenne pondérée a été faite entre les seuils « intermédiaires » et « larges » en fonction du pourcentage de superficie de chaque paysage marin réparti dans ces 2 zones (seuils recalculés, Équation 1). Des ajustements ont été fait en fonction des résultats pour assurer un gradient côte large décroissant pertinent avec les seuils DCE à proximité du delta du Rhône (seuils ajustés) ainsi qu’avec les seuils développés par OSPAR (certains seuils NID obtenus étaient plus élevés que pour la zone atlantique). Cette approche nationale a été présentée à l’issu du COPIL S&T D5 du 15 février 2022.

$$\text{Équation 1 : } \textit{Seuil PM recalculé} = \frac{S_{zi} \times W_{PM_zi} + S_{zl} \times W_{PM_zl}}{100}$$

Avec

PM : paysage marin

S_{zi} : valeur seuil au 2^e cycle en zone intermédiaire

S_{zl} : valeur seuil au 2^e cycle en zone large

W_{PM_zi} : pondération = pourcentage de superficie du paysage marin PM en zone intermédiaire (voir tableau 11)

W_{PM_zl} : pondération = pourcentage de superficie du paysage marin PM en zone large (voir tableau 11)

⁴⁰ Devreker David, Lefebvre Alain. 2018. Évaluation du descripteur 5 « Eutrophisation » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l’évaluation 2018 au titre de la DCSMM. ODE/LITTORAL/LER.BL/17.08. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00437/54868/>

Tableau 11. Seuils DCSMM D5 3^e cycle dans les paysages marins (PM) de la SRM MO. Les seuils recalculés ont été moyennés et pondérés à partir des seuils en zones intermédiaire et large du second cycle²⁰ et du pourcentage de superficie des paysages marins en zones intermédiaire et large. Les seuils non cohérents avec le gradient côte-large et avec les seuils OSPAR ont été ajustés. Les seuils en gras ont finalement été retenus.

PM	En zone inter.	En zone large	En zone inter.	En zone large	DIN	PID	P90 Chla	P90 Turb	P1002	DIN	P90 Chla	P90 Turb
	km ²	km ²	%	%	recalculé	recalculé	recalculé	recalculé	recalculé	ajusté	ajusté	ajusté
ER	484	-	100	-	20,3	0,56	2	5	3	10	2	5
PR	3835	2089	65	35	16,2	0,45	1,8	3,9	3	8,1	1,8	3,9
FR	752	-	100	-	20,3	0,56	2	5	3	5,1	1	2,5
CC	2811	-	100	-	20,3	0,56	2	5	3	5,1	1	2,5
GL	712	3310	18	82	10,8	0,30	1,5	2,5	3	5,4	1,5	2,5
CLP	2795	9762	22	78	11,3	0,31	1,6	2,7	3	2,8	1	1,3
CPPC	510	58592	1	99	8,8	0,24	1,4	2	3	2,2	1	1
CPCE	143	1904	7	93	9,5	0,26	1,5	2,2	3	2,4	1	1,1
BNC	1452	2162	40	60	13,4	0,37	1,7	3,2	3	3,3	1	1,6
BS	-	7823	-	100	8,7	0,24	1,4	2	3	2,2	1	1
BC	6136	870	88	12	18,9	0,52	1,9	4,6	3	4,7	1	2,3

3.3.2.5 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C1 a été évalué dans chaque UGE détaillé au chapitre 3.2 : dans toutes les MEC DCE où il y a eu des mesures et tous les paysages marins OSPAR et méditerranéens.

3.3.2.6 Confiance et précision

- A la côte

Les incertitudes sur la méthodologie liée aux prélèvements et aux mesures sont décrites dans les manuels Aminot et Kérouel (2004, 2007)^{26,41}. La partie qualité et validation des données sont du ressort du protocole qualité des données de la base Quadriges^{2 42}.

Le calcul de l'indicateur nutriment est effectué dans un écotype local seulement si au minimum 18 mesures sont disponibles sur l'une de ses masses d'eau sur les 4 mois des périodes hivernales de 2015 à 2020 et si au minimum 6 de ces mesures correspondent à une salinité supérieure à 20 (la situation optimale étant de 24 mesures : 1 par mois avec au minimum 6 de ces mesures correspondant à une salinité supérieure à 20).

L'intervalle de confiance sur le diagnostic écologique issu de l'application de l'indicateur en zone côtière est évalué par la méthode du calcul des percentiles appliqués à la distribution par ré-échantillonnage "bootstrap" des données brutes⁴³. Il faut noter que l'on considère généralement que le bootstrap ne devrait pas être appliqué sur des échantillons de taille inférieure à trente

⁴¹ Aminot A et Kérouel R. 2007. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : méthodes en flux continu. Ed. Quae, 188 p.

⁴² Le Moigne M et Gauthier E. 2015. Data Qualification processes for French Coastal Data in Q² ; EMODnet – Chemistry report. Ifremer.

⁴³ Soudant A, Soudant D et Lefebvre A. 2008. Influence de la période et de la fréquence d'échantillonnage sur le percentile 90 de la fluorescence. R.INT.DOP/DYNECO/VIGIES 2008-17. 36p

observations⁴⁴. En dessous de ce seuil, c'est la représentativité de l'échantillon qui est en question et avec elle, la pertinence des estimations.

- Au large

Plusieurs indices de confiances ont été développés dans le cadre de la COMP4 et adaptés pour la Méditerranée (évaluation au large) :

Un indice pour estimer la représentativité spatio-temporelle des données utilisées pour l'évaluation. Pour estimer la couverture temporelle des données de surveillance, le nombre d'observations (GTC) (Tableau 12 et Tableau 13) et la fréquence d'échantillonnage pendant les saisons d'évaluation (STC) spécifiques aux paramètres sont pris en compte (Tableau 14 et Tableau 15).

En ce qui concerne la couverture spatiale des données de surveillance, une approche maillée est utilisée dans COMPEAT (avec des mailles de tailles variables en fonction de la taille du paysage marin pour tenir compte de la variabilité naturelle et des gradients) afin d'évaluer la proportion échantillonnées (SSC) des différentes zones d'évaluation (paysages marins) ainsi que le nombre de données par maille (GSC) (Tableau 16 et Tableau 17).

Un indice de confiance pour estimer la probabilité d'une classification correcte (AC) d'être au-dessus ou en dessous du niveau d'évaluation spécifique au paysage marin (Tableau 18). Il est basé sur la distribution des données observées du paramètre d'évaluation, de l'erreur standard et du niveau d'évaluation respectif.

Ces indices de confiance sont calculés pour évaluer si la base de données est suffisante pour l'évaluation ou si elle doit être améliorée. Ils sont classés en catégories Fort, Moyen ou Faible.

A l'échelle de l'indicateur, les résultats des indices de confiance spatiaux et temporels sont moyennés séparément ($TC = (GSC+SSC)/2$; $SC = (GTC+STC)/2$) annuellement d'abord puis sur toute la période d'évaluation. Une moyenne de l'indice temporel, spatiale et de la précision de classement est faite pour constituer un indice de confiance global ($C = (TC+SC+AC)/3$).

Ces indices sont calculés par indicateur, par type de donnée (*in situ* ou satellite/modèle) et par paysage marin.

Tableau 12. Intervalles de confiance pour l'indice temporel général (GTC) en Atlantique-Manche-Mer du Nord.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance temporelle pour les nutriments et l'oxygène	Critères d'estimation de l'indice de confiance temporelle pour la chlorophylle et la turbidité
Fort	> 12 observations	> 26 observations
Moyen	6 - 12 observations	14 - 26 observations
Faible	< 6 observations	< 14 observations

⁴⁴ Chernick MR. 2007. Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers, 2nd Edition. Wiley, New York.

Tableau 13. Intervalles de confiance pour l'indice temporel général (GTC) en Méditerranée.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance temporelle général		
	Nutriments et chlorophylle	Oxygène	Turbidité
Fort	> 36 observations	> 12 observations	> 24 observations
Moyen	18 - 36 observations	6 - 12 observations	12 - 24 observations
Faible	< 18 observations	< 6 observations	< 12 observations

Tableau 14. Intervalles de confiance pour l'indice temporel spécifique (STC) en Atlantique-Manche-Mer du Nord.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance temporelle	
	pour les nutriments et l'oxygène	pour la chlorophylle et la turbidité
Fort	0 mois non évalué	1 mois non évalué
Moyen	1 mois non évalué	2 mois non évalués
Faible	≥ 2 mois non évalués	≥ 3 mois non évalués

Tableau 15. Intervalles de confiance pour l'indice temporel spécifique (STC) en Méditerranée.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance temporelle spécifique		
	Nutriments et chlorophylle	Oxygène	Turbidité
Fort	3 mois non évalué	0 mois non évalué	1 mois non évalué
Moyen	5 mois non évalués	1 mois non évalué	2 mois non évalués
Faible	≥ 6 mois non évalués	≥ 2 mois non évalués	≥ 3 mois non évalués

Tableau 16. Intervalles de confiance pour l'indice spatial général et spécifique (GSC et SSC) en Atlantique-Manche-Mer du Nord.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance spatial général - nbre de données par grille		Critères d'estimation de l'indice de confiance spatial spécifique - % de grille avec données	
	Nut. et oxygène	Chloro. et turbidité	Nut. et oxygène	Chloro. et turbidité
Fort	> 0,8	> 1	> 70%	> 80%
Moyen	0,4 - 0,8	0,6 - 1	50%-70%	60%-80%
Faible	< 0,4	< 0,6	< 50%	< 60%

Tableau 17. Intervalles de confiance pour l'indice spatial général et spécifique (GSC et SSC) en Méditerranée.

Scores de l'indice	Critères d'estimation de l'indice de confiance spatial général - nbre de données par grille		Critères d'estimation de l'indice de confiance spatial spécifique - % de grille avec données	
	Trubidité et oxygène	Chloro. et nutriments	Trubidité et oxygène	Chloro. et nutriments
Fort	> 0,8	> 1	> 70%	> 80%
Moyen	0,4 - 0,8	0,6 - 1	50%-70%	60%-80%
Faible	< 0,4	< 0,6	< 50%	< 60%

Tableau 18. Intervalle de confiance pour l'indice de probabilité de classement (AC).

Scores de l'indice	Critères d'évaluation de l'indice de confiance dans la précision du classement (niveau de confiance d'être au dessus ou en dessous du seuil spécifique)
Fort	Le résultat de l'évaluation est considéré comme correct avec une probabilité d'au moins 90%
Moyen	Le résultat de l'évaluation est considéré comme correct avec une probabilité entre 70% et 90%
Faible	Le résultat de l'évaluation est considéré comme correct avec une probabilité inférieure à 70%

3.3.2.7 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

Le critère "nutriments" est en lien direct avec le sous-programme 1 « Hydrodynamisme, hydrologie et physico-chimie » du programme de surveillance Eutrophisation (fusion des 2 premiers SP du Pds 1^{er} cycle en un seul SP). Ce sous-programme est également traité au sein du programme de surveillance Changements Hydrographiques mais surtout pour d'autres paramètres tels que la température ou la courantologie.

Il est également abordé dans le programme de surveillance Habitat-Pélagique.

3.3.2.8 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

Le D5C1 peut avoir des liens avec les critères du descripteur 7. La répartition des nutriments peut en effet être influencée par l'hydrodynamisme.

3.3.3 Critère D5C2 : Concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau

Le D5C2 est un critère primaire pour la DCSMM est un indicateur commun pour OSPAR, tous les états membre doivent l'utiliser dans l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines.

3.3.3.1 Réseaux de mesure et méthodologie

- En zone côtière

Les concentrations en chlorophylle-*a* utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées une à 2 fois par mois toute l'année ou pendant la période productive de mars à octobre, à marée haute, 1 m sous la surface, par le biais du réseau REPHY de l'Ifremer comprenant des réseaux régionaux : le SRN et le RHLN (SRM MMN) et ARCHYD (SRM GdG Sud). Il y a 1 à 3 points de mesures par masse d'eau, toutes les masses d'eau ne sont pas échantillonnées (voir chapitre 4 sur les résultats).

Les prélèvements d'eau de mer se font à la bouteille Niskin, l'eau est ensuite filtrée sur filtre GF/C 47 mm (analyse spectrophotométrique/fluorimétrique) ou sur filtre GF/F 25 mm (analyse HPLC) pour concentrer les particules. La concentration en chlorophylle-*a* est estimée par extraction des pigments chlorophylliens par de l'acétone à 90 % dont l'absorbance est mesurée par spectrophotométrie à 665 nm. Pour un supplément d'informations concernant cette méthode se reporter au manuel Aminot et Kerouel (2004)²⁶. Elle est également estimée sur certain point par la méthode d'analyse HPLC (Chromatographie Liquide à Haute Performance). Cette méthode est basée sur la séparation des pigments chlorophylliens qui migrent à l'aide d'un solvant, leur vitesse de migration étant relative à leur affinité avec le solvant. Pour un supplément d'informations concernant cette méthode se reporter à Louchart et Lefebvre (2021)⁴⁵. Ces données de biomasse « pigmentaires » sont uniquement utilisées pour le calcul des métriques dans les MEC méditerranéennes (cette méthode donne de meilleures estimations de la concentration en chlorophylle-*a* quand celles-ci sont très faibles) et sont disponibles entre 2015 et 2017 ; s'il y a deux données de biomasse pour la même période (spectrophotométrique et HPLC) alors la donnée HPLC est retenue.

- En zone large

Pour la zone large les données biomasse phytoplanctonique ont 2 origines :

- Des données *in situ* de concentration en chlorophylle-*a* (prélèvement à la bouteille Niskin) issues du réseau SRN « historique » (voir 3.3.2.1).
- Des données de concentration en chlorophylle-*a* issues de produits dérivés des images satellite (capteur MODIS ou Sentinel-3) traités par les algorithmes développés par l'Ifremer et ARGANS ou par le laboratoire RBINS dont les détails sont donnés dans le chapitre 3.4.

3.3.3.2 Bancarisation et flux de données

Les données *in situ* de concentration en chlorophylle-*a* provenant du réseau REPHY et des réseaux régionaux complémentaires ont été bancarisées dans Quadrigé² et font l'objet du même flux de données que pour les nutriments, voir chapitre 3.3.2.2.

⁴⁵ Louchart A., Lefebvre A., 2021. Synthèse bibliographique des techniques d'identification et de suivi du phytoplancton : zoom sur la Prymnésiophycée *Phaeocystis globosa*. Rapport Ifremer/ODE/ LITTORAL/LER-BL/21.03, 38 p.

Les données de chlorophylle-*a* provenant des images satellites « MODIS-ARGANS » sont stockées dans SEXTANT et sont également disponibles via le portail SIMM au format netcd et geoTiff. Les données de chlorophylle-*a* provenant des images satellites « Sentinel-3 / RBINS » sont stockées sur le site du QSR OSPAR au format netcd. Un flux de données vers OSPAR a également été créé afin d'alimenter l'outil COMPEAT.

3.3.3.3 Métrique

- A la côte

A la côte, le critère D5C2 sera renseigné par l'indicateur chlorophylle-*a* dont la métrique est le percentile 90 (P90) des concentrations en chlorophylle-*a* en période productive (mars-octobre pour les SRM MMN, MC et GdG et toute l'année pour la SRM MO) en surface par masses d'eau DCE, sur l'ensemble de la période considéré (2015-2020). Le P90 est calculé comme suit :

$$\text{Équation 2 : } P_{90} = (1 - g)_{X_j} + g_{X_{j+1}}$$

avec

P_{90} : valeur de la métrique

$X_1 X_2 \dots X_n$: valeurs ordonnées du paramètre

n : nombre de valeurs pour le paramètre

et j : partie entière et g partie fractionnaire de np telles que $np = j + g$ où $p = 0,9$.

Le calcul se fait via la fonction « quantile » de R, l'algorithme de type 4 (interpolation linéaire) est utilisé dans les paramètres de fonction.

- Au large

Pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord, la métrique est la moyenne annuelle des valeurs de la chlorophylle-*a* en surface pour la période productive (de mars à septembre pour harmoniser avec les pays membres d'OSPAR), par paysage marin. La moyenne a été préférée au P90¹⁶ (utilisé à la côte mais également au large lors de l'évaluation DCSMM D5 au second cycle) puisqu'elle permet de mieux prendre en compte la variabilité des séries dont les données sont fortement séparées dans le temps telles que celles provenant de campagnes en mer à fréquence annuelle (qui sont la source de données principales pour les nutriments et l'oxygène alimentant les travaux des groupes OSPAR sur les indicateurs). Le P90 fonctionne très bien lorsque les séries de données reconstitue fidèlement la phénologie annuelle du phytoplancton, ce qui est le cas avec les suivis du réseau REPHY (1 à 2 données par mois) mais beaucoup moins lorsque l'on se base sur les données des campagnes en mer, plus éparses (la procédure COMP d'OSPAR se base à l'origine sur les données *in situ*, l'utilisation des données satellite dans la COMP4 étant assez récente). De plus les seuils liés à la métrique « P90 chlorophylle-*a* » calculés par le groupe ICG-EMO sont moins fiables que les seuils liés à la métrique « moyenne chlorophylle-*a* ».

Pour déterminer le classement du critère dans l'UGE considéré, le résultat du calcul de la métrique est ensuite moyenné sur la période d'évaluation (2015-2020) puis transformé en RQE (valeurs entre 0 et 1). Ce RQE est confronté à une grille de classement dont la limite Bon/Moyen est définie par une valeur seuil.

Pour la SRM MO, la métrique est le percentile 90 (voir précédemment) de la concentration en chlorophylle-*a* mesurée toute l'année en surface, calculé par paysages marins de 2015 à 2020.

3.3.3.4 Méthode fixation des seuils

- En zone côtière pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord

Les seuils pour l'indice P90 de la chlorophylle-*a* ont été calculés en fonction de valeurs de références (le texte détaillant la méthode de fixation a été repris du rapport DCE sur l'élément qualité phytoplancton³⁷).

Les valeurs de référence à la côte ont initialement été définies à dire d'expert et à partir de séries historiques. Les conditions de référence varient avec la localisation géographique. Leur diversité reflète la multiplicité des réponses du phytoplancton aux conditions hydro-climatiques et aux apports en nutriments. Les paramètres qui influencent ces variations géographiques sont en particulier les pressions non anthropiques qui affectent le taux de croissance et la productivité du phytoplancton : notamment les flux d'eau douce et les phénomènes d'upwelling, mais aussi la configuration du plateau continental, la géomorphologie, le marnage, les courants côtiers, *etc.* Ces paramètres ont été utilisés pour définir les écotypes européens. Des particularités locales ont cependant été prises en compte en supplément dans certains cas : par exemple, les différences morphologiques et hydrographiques entre le littoral sud-atlantique français et la côte nord-est atlantique de l'Espagne ont justifié la création de deux écotypes dont la frontière se juxtapose à la frontière administrative. La prise en compte de tous ces critères a permis de définir des valeurs de référence pour chacun des écotypes, résultat d'un compromis entre les différentes valeurs proposées ou utilisées par les différents pays. Pour les écotypes concernant la France (Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5 et Tableau 6), ces valeurs de référence ont été définies comme suit lors de la première phase de l'inter-calibration DCE :

- 6,67 µg/l de chlorophylle-*a* pour l'écotype NEA 1/26b (littoral du nord de la France, sous l'influence du panache de la Somme, soit de la frontière belge au sud de la baie de Somme)
- 3,33 µg/l de chlorophylle-*a* pour l'écotype NEA 1/26a (le littoral Manche Atlantique, du sud de la baie de Somme à la frontière espagnole).

La prise en compte de plusieurs critères a permis de définir les seuils séparant les états Bon et Moyen dans le cadre de la DCE (frontière atteinte BEE/non atteinte BEE pour la DCSMM). Par exemple :

Dans les masses d'eau atlantique ouvertes sur le large, avec des apports naturels en nutriments relativement faibles, le phytoplancton répond rapidement à de faibles modifications de ces apports. Pour ces masses d'eau dont les valeurs de référence sont plutôt faibles, une augmentation de 100 % de la chlorophylle-*a* été considérée comme significative d'un glissement du bon état à un état moyen. Pour l'écotype 1/26a, le seuil a été défini dans la première phase de l'intercalibration à 10 µg.l⁻¹.

En comparaison, les masses d'eau semi-fermées ou celles qui sont soumises aux upwellings, sont naturellement turbides et plus riches en nutriments : elles sont donc sujettes à des blooms plus nombreux et plus importants en terme de concentration cellulaire. Pour ces masses d'eau dont les valeurs de référence sont plutôt fortes, une augmentation de seulement 50 % de la chlorophylle-*a* été considérée comme significative d'un glissement du bon état à un état moyen. Pour l'écotype 1/26b, le seuil a donc été défini à 15 µg.l⁻¹.

- En zone côtière pour la façade méditerranéenne

La définition des conditions de référence s'appuie initialement sur l'avis d'experts et sur des séries historiques de données. Lors de la première phase d'inter-calibration, les conditions de référence et les grilles, initialement différentes dans chaque état membre, ont fait l'objet d'un consensus lors de la réunion du GIG-MED à ISPRA en 2007 puis mis à jour en 2017 après une troisième phase d'intercalibration. Pour les deux écotypes 2 A et 3 W concernant la France, les valeurs de référence et les grilles ont été définies comme suit :

- Ecosystème 2 A - en $\mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle-*a*
Valeur de référence = 1,29
Grille : B/M = 3,5
- Ecosystème 3 W - en $\mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle-*a*
Valeur de référence = 0,79
Grille : B/M = 1,89

Les conditions de référence ont été réévaluées lors de la seconde phase d'inter-calibration par la France et l'Espagne, avec une approche de type « benchmarking ». Des masses d'eau de référence, c'est-à-dire non soumises à des pressions significatives, ont ainsi été identifiées, au moyen de l'indice LUSI (Land Uses Simplified Index, voir Buchet 2012⁴⁶) ou sur avis d'experts. L'examen des données disponibles sur ces masses d'eau de référence a permis de consolider les valeurs de référence qui avaient été proposées lors de la première phase, mais aussi de valider la valeur de référence et la grille, selon les valeurs proposées antérieurement par Goffart (2010)⁴⁷ pour la Corse, en l'étendant à l'écosystème Iles méditerranéennes W :

- Ecosystème Iles méditerranéennes W - en $\mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle-*a*
Valeur de référence = 0,6
Grille : B/M = 1,22

L'écosystème 1 n'a pas fait l'objet de discussions dans le cadre des GIGs, la valeur de référence et la grille ont donc été définies en France à partir de celles initialement utilisées en lagunes.

- Ecosystème 1 - en $\mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle-*a*
Grille : B/M = 10

- En zone large

Pour la zone OSPAR, la même méthode que pour la définition des seuils nutriment a été utilisée (3.3.2.4).

Pour la SRM MO, la même méthode que pour la définition des seuils nutriment a été utilisée (3.3.2.4, Tableau 11).

3.3.3.5 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C2 a été évalué dans chaque UGE détaillé au chapitre 3.2.

⁴⁶ Buchet R. 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport HOCER. 155 p.

⁴⁷ Goffart A. 2010. Proposition de grilles et de seuils corses pour l'indicateur Phytoplancton. Note, 3 juin 2010. 2 p.

3.3.3.6 Confiance et précision

Les incertitudes sur la méthodologie liée aux prélèvements et aux mesures sont décrites dans les manuels Aminot et Kérouel (2004)²⁶. La partie qualité et validation des données sont du ressort du protocole qualité des données de la base Quadrigé^{2 42}.

Le calcul de l'indicateur biomasse phytoplanctonique à la côte est effectué dans une masse d'eau seulement si la masse d'eau possède 48 mesures sur les périodes de croissance de 2015 à 2020 (1 par mois) pour la façade Atlantique- Manche-Mer du Nord et 72 pour la façade méditerranéenne, un écart de 10 % est toléré.

A la côte comme pour le large, les mêmes méthodes d'évaluation de la confiance dans la classification et les données ont été utilisées que pour les nutriments. Se reporter au chapitre 3.3.2.6.

3.3.3.7 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

Le critère chlorophylle-*a* est en lien direct avec le SP2: « Phytoplancton » du programme de surveillance Eutrophisation. Ce sous-programme est également traité au sein du programme de surveillance Habitats Pélagiques.

3.3.3.8 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

Le D5C2 partage des caractéristiques similaires avec le D1C6 (habitats pélagiques), notamment l'indicateur « Pelagic Habitat 2 » qui prend en compte la biomasse phytoplanctonique et l'abondance des copépodes dans son calcul. La chlorophylle-*a* est aussi un paramètre pertinent pour le descripteur 4 (réseau trophique).

3.3.4 Critère D5C3 : Occurrence d'algues toxiques

Le D5C3 est un critère secondaire au regard de la DCSMM (à évaluer s'il est pertinent) et un indicateur supplémentaire (dont l'utilisation est à l'appréciation de chaque état membre) au regard d'OSPAR.

L'évaluation de ce critère n'est toujours pas opérationnelle à l'heure actuelle pour une utilisation dans le cadre de l'évaluation du BEE 3^e cycle. Des comptages cellulaires sont bien réalisés sur des échantillons prélevés en zone côtière par le biais du réseau REPHY et des réseaux complémentaires régionaux de l'Ifremer. Il serait également possible d'obtenir des données de biomasses des grands groupes d'algues toxiques pour les zones intermédiaire et large *via* l'utilisation des modèles comme ECO-MARS3D (même si cela n'est toujours pas au point à l'heure actuelle et nécessite du développement supplémentaire pour être finaliser). Toutefois, il manque toujours un consensus sur les seuils à appliquer à la biomasse et l'abondance des différents groupes d'algues toxiques. Des tests sur un indicateur de composition phytoplanctonique avaient été effectués dans le cadre de la DCE, mais ceux-ci n'avaient pas été concluants⁴⁸ car insuffisamment discriminant (les résultats d'évaluation étant "bon" et "très bon" dans 98 % des cas). De plus, un document de Georgina Mc Dermott (Irlande), produit lors du meeting du GIG-NEA⁴⁹ à Lisbonne en juin 2010, argumente en faveur du fait que les espèces toxiques ne sont pas pertinentes pour l'élaboration des indicateurs DCE (voir page 15 du rapport DCE⁵⁰). Ces indicateurs n'ont pas pu être revus pour cette évaluation mais les discussions reprendront pour les cycles DCSMM suivants.

Parallèlement, le lien entre l'enrichissement des eaux marines en nutriments et son incidence sur les proliférations d'algues nuisibles (HAB, toxiques ou biomasse élevée) est toujours à l'étude. En effet, selon la localisation, l'espèce phytoplanctonique et les conditions environnementales, certaines études indiquent que l'apparition de HAB est liée à la lumière, la température, la salinité, ou les processus climatiques et météorologiques, plutôt que les flux de nutriments⁵¹, alors que d'autres permettent d'envisager que l'abondance de certains HAB, comme *Phaeocystis globosa*, est liée à la concentration en NID⁵². En conséquence, le critère D5C3 n'a pas été utilisé dans l'évaluation de l'eutrophisation française.

Une récente synthèse du groupe ICG-EUT d'OSPAR sur l'utilisation des indicateurs HAB à l'échelle de l'Atlantique Nord-Est vient appuyer ces propos, en listant les espèces indicatrices, dont certaines sont présentes sur le littoral français (*Alexandrium* sp., *Dinophysis* sp., *Prorocentrum* sp., *Noctiluca scintillans*), et le manque de lien entre leurs efflorescences et un enrichissement en

⁴⁸ Soudant D et Belin C. 2009. Évaluation DCE décembre 2008. Élément de qualité : phytoplancton. R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/09-03/DS. 160p.

⁴⁹ Buchet R, Aubry I, Rossi N et Belin C. 2013. Compte rendu de la réunion GIG NEA. Poursuite des travaux européens d'inter-étalonnage des indicateurs biologiques de la DCE. Lisbonne, 24-25 janvier 2013.

⁵⁰ Belin C, Lamoureux A, et Soudant D. 2014. Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 1 - Etat des lieux, méthodes et synthèse des résultats. Rapport DYNECO / VIGIES / 14-05 – Tome 1. 159p.

⁵¹ Foden J., Devlin M.J., Mills D.K. et Malcolm, S.J. 2011. Searching for undesirable disturbance: An application of the OSPAR eutrophication assessment method to marine waters of England and Wales. *Biogeochemistry*, 106, 157–175.

⁵² Lefebvre, A.; Dezécache, C. Trajectories of Changes in Phytoplankton Biomass, *Phaeocystis globosa* and Diatom (incl. *Pseudo-nitzschia* sp.) Abundances Related to Nutrient Pressures in the Eastern English Channel, Southern North Sea. *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8, 401.

nutriment. Si le lien avec les efflorescences de *P. globosa* semble plus probant dans certaines zones⁵² comme la Manche Est, il ne fait toutefois pas l'unanimité de la communauté scientifique puisque à l'issue d'une étude portant sur 25 ans de données⁵³, les Pays-Bas l'ont récemment retiré de leur liste d'espèce indicatrice d'eutrophisation.

⁵³ Anon. 2018. *Phaeocystis* as indicator of eutrophication. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic meeting of the Intersessional Correspondence Group on Eutrophication (ICG-Eut). Belgium (Ghent): 22–24 January 2018 Meeting Archive | OSPAR Commission

3.3.5 Critère D5C4 : Transparence de la colonne d'eau

Le D5C4 est un critère secondaire au regard de la DCSMM (à évaluer s'il est pertinent) et un indicateur supplémentaire (dont l'utilisation est à l'appréciation de chaque état membre) au regard d'OSPAR.

3.3.5.1 Réseaux de mesure et méthodologie

La Décision 2017/848/UE demande de réaliser les mesures de turbidité en mètre (voir chapitre 2.3.5), ce qui sous-entend l'utilisation de la méthode du disque de Secchi qui n'est pas utilisée systématiquement dans le cadre des réseaux de mesures déployés par la France et ces mesures ne peuvent pas être obtenues par conversion à partir de mesures en FNU (Formazine Nephelometric Unit). Deux possibilités s'offrent ici : soit de ne pas effectuer l'évaluation de la transparence, soit de réaliser une évaluation à partir des méthodologies développées dans le cadre de la DCE, basées sur la turbidité de l'eau, utilisant l'unité FNU. La deuxième solution a été retenue, l'information provenant des mesures de turbidité en FNU, en permettant de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques, est compatible avec l'évaluation des problèmes liés à une trop forte eutrophisation des masses d'eau.

- En zone côtière

Les données de turbidité utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont acquises à marée haute, 1 m sous la surface, par le biais du réseau REPHY de l'Ifremer comprenant les réseaux régionaux : le SRN et RHLN (SRM MMN) et ARCHYD (SRM GdG Sud). Il y a 1 à 3 points de mesures par masse d'eau, toutes les masses d'eau ne sont pas échantillonnées (voir chapitre 4 sur les résultats).

La mesure de la turbidité se fait par néphélogéométrie et est exprimée en FNU⁵⁴. Elle consiste à mesurer la quantité de lumière diffusée à 90° par rapport à la lumière incidente. Pour un supplément d'information concernant cette méthode se reporter au manuel Aminot et Kerouel (2004)²⁶.

- En zone large

Pour la zone large les données de turbidité sont issues de produits dérivés des images satellite (capteur MODIS) traités par les algorithmes développés par l'Ifremer et ARGANS, exprimées en NTU, dont les détails sont donnés dans le chapitre 3.4.

3.3.5.2 Bancarisation et flux de données

Les données *in situ* de turbidité provenant du réseau REPHY et des réseaux régionaux complémentaires ont été bancarisées dans Quadrigé² et font l'objet du même flux de données que pour les nutriments, voir chapitre 3.3.2.2.

Les données de turbidité dérivées de l'analyse des images satellite sont stockées dans SEXTANT et sont également disponibles via le portail SIMM au format netcd et geoTiff. Un flux de données vers OSPAR a également été créé afin d'alimenter l'outil COMPEAT.

⁵⁴ A l'origine, l'unité utilisée dans la DCE est le NTU puis à partir de 2007 il y a un changement progressif des capteurs qui mesurent alors en FNU. Le changement d'unité est opéré dans la DCE dans l'arrêté du 27 juillet 2018. 1 FNU = 1.35 NTU.

3.3.5.3 Métrique

- A la côte

A la côte, le critère D5C4 sera renseigné par l'indicateur turbidité dont la métrique est le P90 (Équation 2) de la turbidité mesurée en surface par MEC DCE en période de production phytoplanctonique (mars à octobre) pour l'ensemble de la période considérée (2015-2020).

- Au large

Pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord, la turbidité n'étant pas un indicateur commun OSPAR mais un indicateur supplémentaire, il n'y a pas de métrique développé dans le cadre de la COMP4. La métrique a été développée à l'échelle nationale. Elle sera renseigné par la moyenne annuelle de la turbidité (pour être cohérent avec l'indicateur chlorophylle-*a*, voir chapitre 3.3.3.3) en période de production phytoplanctonique (mars-septembre) de surface dans chaque paysage marin.

Pour déterminer le classement du critère dans l'UGE considéré, le résultat du calcul de la métrique est moyenné sur la période d'évaluation puis transformé en RQE (valeurs entre 0 et 1). Ce RQE est confronté à une grille de classement dont la limite Bon/Moyen est définie par une valeur seuil.

Pour la SRM MO, il sera renseigné par le P90 (Équation 2) de la turbidité mesurée de mars à octobre en surface.

3.3.5.4 Méthode fixation des seuils

- En zone côtière

Les seuils pour l'indicateur transparence ont été définis au niveau national dans le cadre de la DCE pour la zone côtière⁵⁵. Son calcul s'appuie sur les travaux du SEQ-Littoral (Système d'Évaluation Qualité des milieux littoraux) de 2002 qui mentionnent 10 NTU comme valeur étant rarement dépassée dans les eaux côtières de surface, et 45 NTU pour les baies du Golfe de Gascogne⁵⁶. La grille de lecture du Réseau de Surveillance des Lagunes Méditerranéennes qui propose la limite Très Bon / Bon à 5 NTU et Bon / Moyen à 10 NTU a également servi de base à ce travail. Par extension le seuil de 10 NTU a été retenu dans le cadre de la DCSMM comme valeur seuil de la limite déclassé/non déclassé pour les écotypes 1 (zones rocheuses et côtes méditerranéennes sauf celles du Languedoc) à la côte, et une valeur seuil de 45 NTU pour les écotypes 3 (zones sableuses/vaseuses et embouchures des principaux fleuves), les écotypes 2 étant les lagunes méditerranéennes qui ne sont pas évaluées dans la DCSMM. Les mesures s'effectuant maintenant en FNU dans le cadre de la DCE et non plus en NTU, les seuils bon/moyen sont de 14 FNU pour l'écotype 1 et 60 FNU pour l'écotype 3.

- Au large

Au large de la façade Manche-Atlantique-Mer du Nord, les seuils pour la turbidité n'ont pas été définis par les groupes de travaux OSPAR puisqu'il ne s'agit pas d'un indicateur commun (le choix de leur utilisation est laissé à l'appréciation des pays membres). Ces seuils ont été définis au niveau

⁵⁵ Daniel A et Soudant D. 2011. Évaluation DCE. Élément de qualité : transparence. Rapport final. 130p

⁵⁶ Beliaeff Benoit (coord.) (2002). SEQ "Littoral". Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie. Document SEQ "Littoral" - convention MEDD/Ifremer n° 031-01.

national à partir des seuils turbidité calculés pour l'évaluation DCSMM D5 du 2^e cycle en zone intermédiaire et large. Pour rappel ces seuils étaient basés sur les seuils DCE côtier dont l'unité étaient alors en NTU (les données de turbidité au large, hors DCE, sont également mesurées en NTU). Le passage aux seuils adaptées aux paysages marins s'est fait via l'Équation 1. La métrique actuelle étant la moyenne et non plus le P90, un facteur de 0,55 (facteur de conversion moyen entre les seuils « moyenne chlorophylle-a » et « P90 chlorophylle-a » OSPAR) a été appliqué aux seuils calculés par l'Équation 1. Les seuils obtenus et les valeurs de pondération du calcul de l'Équation 1 sont donnés dans le Tableau 19.

Tableau 19. Seuils turbidité calculés pour les différents paysages marins OSPAR et pourcentage de superficie des paysages marins dans les zones intermédiaires et larges utilisés pour l'évaluation DCSMM D5 2^e cycle.

PM	En zone inter.	En zone large	En zone inter.	En zone large	P90 Turb NTU	Moy Turb NTU
	km ²	km ²	%	%		
ADPM	273	0	100	0	7	3,9
ASS	1 924	53 415	3	97	3,1	1,7
ATL	237	83 060	0	100	3	1,7
CCTI	984	483	67	33	5,7	3,2
CFR	4 198	2 979	58	42	5,3	3
CWM	9 475	11 583	45	55	4,8	2,7
CWMTI	2 156	7 562	22	78	3,9	2,2
GBCW	6 545	4 301	60	40	5,4	3
GBSW	949	20 059	5	95	3,2	1,8
GDPM	2 100	727	74	26	6	3,3
LPM	1 374	121	92	8	6,7	3,7
SNS	1 349	538	71	29	5,9	3,3
SPM	1 111	4	100	0	7	3,9
NOOA1	26 827	0	0	100	3	1,7

Pour la SRM MO, la même méthode que pour la définition des seuils nutriment a été utilisée (3.3.2.4, Tableau 11).

3.3.5.5 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C4 a été évalué dans chaque UGE détaillé au chapitre 3.2.

3.3.5.6 Confiance et précision

Les incertitudes sur la méthodologie liée aux prélèvements et aux mesures sont décrites dans les manuels Aminot et Kérouel (2004)²⁶. La partie qualité et validation des données sont du ressort du protocole qualité des données de la base Quadrige^{2 42}.

Le calcul de l'indicateur turbidité à la côte est effectué dans une masse d'eau seulement si la masse d'eau possède 48 mesures sur la période de mars à octobre de 2015 à 2020 (1 par mois), un écart de 10 % est toléré.

A la côte comme pour le large, les mêmes méthodes d'évaluation de la confiance dans la classification et les données ont été utilisées que pour les nutriments. Se reporter au chapitre 3.3.2.6.

3.3.5.7 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

Le critère transparence est en lien direct avec le sous-programme 1: Hydrodynamisme, Hydrologie et Physico-chimie du programme de surveillance « Eutrophisation ». Ce sous-programme est également traité au sein du programme de surveillance « Changements Hydrographiques ».

3.3.5.8 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

En tant que critère pouvant potentiellement avoir un impact sur les organismes vivant dans la colonne d'eau le D5C4 peut avoir des liens avec le descripteur 1 – habitats pélagiques. La turbidité de surface est aussi utile aux descripteurs 6 (intégrité des fonds marins) et 7 (conditions hydrographiques) en tant que signature des remises en suspension sédimentaires dans la colonne d'eau.

3.3.6 Critère D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Le critère D5C5 est un critère primaire au regard de la DCSMM et un indicateur commun au regard d'OSPAR. Les états membres doivent l'intégrer dans l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines. Pour la DCSMM en cas de non disponibilité de données de concentration en oxygène au fond, le D5C5 il peut être remplacé par le D5C8.

3.3.6.1 Réseaux de mesure et méthodologie

- A la côte

Les données de concentration en oxygène dissous utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont acquises une à deux fois par mois toute l'année ou de juin à septembre, à marée haute, 1 m au-dessus du fond pour préserver le matériel qui ne doit pas traîner sur le fond, par le biais du réseau REPHY de l'Ifremer comprenant les réseaux régionaux : le SRN, RHLN et ARCHYD. Il y a 1 à 3 points de mesures par masse d'eau, toutes les masses d'eau ne sont pas échantillonnées (voir chapitre 4 sur les résultats). La période de juin à septembre est cruciale à suivre car elle suit la période de bloom phytoplanctonique et est donc plus sujette aux phénomènes d'anoxies.

La mesure de l'oxygène dissous dans l'eau est réalisée grâce à l'utilisation d'une sonde multi-paramètre déployée selon des profils verticaux.

- Au large

Pour la zone large les données oxygène dissous au fond ont 2 origines :

- Des données de concentrations en oxygène *in situ* (mesure sonde) issues du réseau SRN « historique » (voir 3.3.2.1).
- Des données de concentrations en oxygène issues du modèle hydrodynamique MARS3D couplé à un module de biologie, ECO-MARS3D pour la partie Atlantique-Manche Mer du Nord. Le fonctionnement du modèle est détaillé sur la page dédiée : <http://wwz.ifremer.fr/mars3d/>. Le modèle hydrodynamique ECO-MARS3D inclut une "couche" de fond simulant la bathymétrie réelle, il est alors très simple de récupérer les données de concentration en oxygène au fond (disponibles sur une même "couche"). Pour la sous-région marine Méditerranée Occidentale, les données proviennent du modèle biogéochimique MEDBFM3 (anciennement appelé 3DVAR-BIO-OGSTM-BFM) qui contient également maintenant une « couche de fond ». Une fiche de synthèse sur le fonctionnement du modèle ainsi qu'une liste de références scientifiques sur son utilisation peuvent être trouvées à cette adresse : https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/MEDSEA_MULTIYEAR_BGC_006_008/INFORMATION.

Les détails de l'utilisation des produits issus des images satellites et des modèles seront donnés dans le chapitre 3.4.

3.3.6.2 Métrique

- A la côte

Le critère D5C5 sera renseigné par l'indicateur oxygène dont la métrique est le percentile 10 (P10) de la concentration en oxygène au fond de juin à septembre par masse d'eau DCE pour l'ensemble de la période considéré (2015-2020). Le P10 est calculé comme suit :

$$\text{Équation 3 : } P_{10} = (1 - g)_{X_j} + g_{X_{j+1}}$$

Avec

P_{10} : valeur de la métrique

$X_1 X_2 \dots X_n$: valeurs ordonnées du paramètre

n : nombre de valeurs pour le paramètre

et j : partie entière et g partie fractionnaire de np telles que $np = j + g$ où $p = 0,1$.

Le calcul se fait via la fonction « quantile » de R, l'algorithme de type 4 (interpolation linéaire) est utilisé dans les paramètres de fonction.

- Au large

Pour la zone Atlantique-Manche-Mer du Nord, la métrique établie par OSPAR est le percentile 5 (P5) des valeurs de la concentration en oxygène au fond de juillet à octobre (période de stratification), par paysage marin, de 2015 à 2020.

Pour déterminer le classement du critère dans l'UGE considéré, les données du modèle sont d'abord moyennées à l'échelle mensuelle, puis la métrique est calculée annuellement et enfin les valeurs de la métrique sont moyennées sur la période d'évaluation. La valeur obtenue est ensuite transformée en RQE (valeurs entre 0 et 1) qui est confronté à une grille de classement dont la limite Bon/Moyen est définie par une valeur seuil.

Pour la SRM MO, la métrique est le P10 (Équation 3) de la concentration en oxygène au fond de juin à septembre (comme pour la DCE) de 2015 à 2019 (disponibilité des données du modèle au moment de l'évaluation).

3.3.6.3 Méthode de fixation des seuils

- A la côte

Dans le cadre de la DCE, la valeur de référence utilisée pour le bilan d'oxygène à la côte a été calculée selon le principe adopté par le Groupe d'Intercalibration pour le calcul de la valeur de référence de la chlorophylle- a . Pour l'oxygène, il est de 8,33 mg.l⁻¹. La grille RQE est basée sur un compromis entre celles utilisées à l'époque de son développement aux USA (Chesapeake bay), en Allemagne, Danemark, Suède (Baltique, Kattegat, etc..) ainsi que sur les premières valeurs haute fréquence mesurées sur les stations MAREL en baie de Seine. La valeur du RQE correspondant à la limite Bon/Moyen est de 0,36 ; la valeur seuil pour la limite Bon / Moyen de la concentration en oxygène au fond est ainsi de 3 mg.l⁻¹. De plus, suite à une étude bibliographique, un niveau minimum de 5 mg.l⁻¹ d'oxygène dissous est considéré au niveau international comme nécessaire pour la vie aquatique (Gao et Song, 2008⁵⁷) car lorsque la concentration baisse à 3 mg.l⁻¹ la plupart

⁵⁷ Gao X. and Song J. (2008). Dissolved oxygen and O2 flux across the water-air interface of the Changjiang Estuary in May 2003. Journal of marine systems. 74 (2008): 343-350

des organismes sont stressés. Au-dessous de 2 mg.l^{-1} , les espèces mobiles recherchent des zones à plus forte concentration d'oxygène pour survivre alors que la plupart des espèces immobiles périssent. Ces trois seuils ont donc été retenus pour l'évaluation des masses d'eaux côtières et de transition de métropole.

- Au large

Pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord, les travaux OSPAR ont défini un seuil de concentration en oxygène unique à 6 mg.l^{-1} pour tous les paysages marins, ce seuil ayant été adopté par principe de précaution par les groupes d'expert OSPAR, une valeur concentration en oxygène sous ce seuil pouvant indiquer l'apparition de conditions non optimales pour les organismes vivant.

Pour la SRM MO, la même méthode que pour la définition des seuils nutriment a été utilisée (3.3.2.4, Tableau 1). Il est de 3 mg.l^{-1} quel que soit le paysage marins.

Une valeur de la métrique oxygène dissous inférieure au seuil indique le déclassement pour le critère D5C5.

3.3.6.4 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C5 a été évalué dans chaque UGE détaillée au chapitre 3.2.

3.3.6.5 Confiance et précision

Le calcul de l'indicateur oxygène à la côte est effectué dans une masse d'eau seulement si la masse d'eau possède au moins 6 mesures entre 2015 et 2020 pour un nombre de données optimal de 24.

A la côte comme pour le large, les mêmes méthodes d'évaluation de la confiance dans la classification et les données ont été utilisées que pour les nutriments. Se reporter au chapitre 3.3.2.6.

3.3.6.6 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

Le critère D5C5 est en lien direct avec le sous-programme 1: Hydrodynamisme, Hydrologie et Physico-chimie du programme de surveillance Eutrophisation. Ce sous-programme est également traité au sein du programme de surveillance « Changements Hydrographiques ».

3.3.6.7 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

En tant que critère pouvant avoir un impact sur la physiologie des organismes vivants au fond de la colonne d'eau, le D5C5 peut potentiellement avoir un lien avec les critères D6C4 et D6C5 pour la macrofaune et la flore benthique mais également avec les poissons benthiques et démersaux du Descripteur 3 (poissons et crustacés exploités à des fins commerciales).

3.3.7 Critère D5C6 : Abondance des macroalgues opportunistes des habitats benthiques

Le critère D5C6 est un critère secondaire au regard de la DCSMM, il ne doit être évalué que s'il est pertinent dans la zone considérée.

3.3.7.1 Réseaux de mesure et méthodologie

Les données surfaciques (normes de la Décision 2017/848/UE, voir chapitre 2.3.7) sur les algues opportunistes utilisées pour l'évaluation sont acquises par le CEVA (Centre d'Étude et de Valorisation des Algues). Elles sont obtenues à l'occasion de trois jours de survols mensuels aux heures de basse mer pendant les périodes d'échouage en mai, juillet et septembre⁵⁸. Les estimations sont effectuées par SIG sur la base d'orthophotographies aériennes géoréférencées à partir de scan 25 de l'IGN (carte IGN au 1:25 000). Les photos obtenues sont analysées et certains sites font l'objet d'un contrôle sur le terrain (prélèvement d'algue pour analyses : taxonomie, type de dépôt, mode de croissance etc.) pour consolider cette analyse.

Pour plus de détails sur la méthodologie utilisée pour effectuer les mesures surfaciques d'échouage d'algues opportunistes, se reporter au rapport DCE 2018 du CEVA⁵⁸.

3.3.7.2 Métriques

Plusieurs métriques interviennent dans le calcul de l'indicateur « macroalgues opportunistes » développé par le CEVA (Centre d'Étude et de Valorisation des Algues) dans le cadre de la DCE, en fonction du type de substrat sur lequel les algues se développent et s'échouent.

On distingue ainsi 3 types de marée verte (Tableau 20) en fonction du substrat :

- Type 1 : algues opportunistes se développant dans les baies sableuses et dont les dépôts sont mobiles.
- Type 2 : algues opportunistes ayant une phase de croissance fixée sur les platiers rocheux avant d'être arrachées et de venir s'échouer sur les plages.
- Type 3 : algues opportunistes se développant sur substrat majoritairement vaseux avec des dépôts peu mobiles.

Tableau 20. Les différents types de marée verte, par sous-régions marines (SRM) et par MEC.

Types	SRM	MEC
1	MMN	FRHC02, FRHC03, FRHC04, FRHC09, FRHC12, FRHC13, FRHC14, FRHC15, FRGC01
	MC	FRHC02, FRGC01, FRGC03, FRGC05, FRGC06, FRGC09, FRGC10, FRGC12, FRGC20, FRGC26
	GdG Nord	FRGC26, FRGC29, FRGC34, FRGC35, FRGC36, FRGC49, FRGC53
	GdG Sud	FRGC53, FRFC02
2	MMN	FRHC07, FRHC08, FRHC10, FRHC11, FRHC17, FRHC60
	MC	FRGC13
	GdG Nord	FRGC28, FRGC32, FRGC38, FRGC42, FRGC44, FRGC45, FRGC46, FRGC47
	GdG Sud	FRFC01, FRFC03
3	GdG Nord	FRGC39

⁵⁸ CEVA. 2018. Suivi des blooms de macroalgues opportunistes sur le littoral Loire-Bretagne, Réseau de Contrôle Opérationnel - DCE 2018. 172p.

Pour prendre en compte leurs particularités, les combinaisons de métriques varient en fonction du type de marée verte :

Métriques pour le type 1

- Pourcentage maximum de l'aire potentiellement colonisable⁵⁹ recouverte par les algues vertes (%).
- Pourcentage moyen de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes (%).
- Fréquence des dépôts d'algues vertes dont la surface excède 1,5 % de l'aire potentiellement colonisable (%).

Métriques pour le type 2

- Pourcentage des dépôts printaniers d'ulves (mai) par rapport à la surface de substrat rocheux (%).
- Pourcentage moyen des dépôts estivaux d'ulves (juillet-septembre) par rapport à la surface de substrat rocheux (%).
- Pourcentage maximum de substrat meuble touché par des échouages d'ulves (%).

Métriques pour le type 3

- Pourcentage maximum de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes (%).
- Aire affectée par les dépôts d'algues vertes (ha).

Les métriques sont calculées sur une période de 6 ans (cycle DCE), 2015-2020 pour l'évaluation 3^e cycle DCSMM.

Dans le cas où il y a plusieurs sites de prolifération des algues vertes dans une même masse d'eau côtière, les surfaces couvertes sont cumulées et les métriques calculées à l'échelle de la masse d'eau. Le résultat du calcul de la métrique est ensuite confronté à une valeur seuil pour déterminer son classement dans l'UGE considérée.

3.3.7.3 Méthode de fixation des seuils

Pour chaque métrique, un seuil DCE séparant la limite état Bon / état Moyen a été établi sur la base du dire d'expert et des données historiques (Tableau 21). Le détail de chaque seuil, équivalent à la classification DCE allant de mauvais à très bon, peut être trouvé dans le rapport CEVA 2011⁶⁰.

Tableau 21. Seuils bon/moyen applicables aux différentes métriques du critère D5C6 en fonction du type de marée verte considéré.

Métrique 1	Métrique 2	Métrique 3
Substrat Type 1		
1,50%	0,75%	30%
Substrat Type 2		
2%	1%	1,50%
Substrat Type 3		
15%	50ha	

⁵⁹ L'aire de substrat meuble de la zone d'estran comprise entre le trait de côte et le niveau de basse mer à coefficient 120 (0 SHOM).

⁶⁰ CEVA. 2011. Classement des masses d'eau côtières des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie à partir de l'élément de qualité macroalgues de bloom dans le cadre de la DCE. LER/FBN/DN 11-2-23523024). 58p.

Les résultats de chaque métrique aboutissent à la détermination d'un ratio de qualité écologique (RQE) dont le résultat est compris entre 0 et 1 (une métrique = un indice = un RQE). Le RQE se calcule de la façon suivante :

$$\text{Équation 4 : } RQE_m = RQE_{sup} - \left[\frac{\text{valeur}_{métrique} - \text{seuil}_{inf}}{\text{seuil}_{sup} - \text{seuil}_{inf}} \times (RQE_{sup} - RQE_{inf}) \right]$$

Avec :

RQE_m : RQE de la métrique

$\text{Valeur}_{métrique}$: valeur calculé pour la métrique

seuil_{sup} : seuil supérieur de l'intervalle de seuil correspondant à la valeur calculé pour la métrique

seuil_{inf} : seuil inférieur de l'intervalle de seuil correspondant à la valeur calculé pour la métrique

RQE_{sup} : seuil RQE supérieur de l'intervalle RQE correspondant à la valeur calculé pour la métrique

RQE_{inf} : seuil RQE inférieur de l'intervalle RQE correspondant à la valeur calculé pour la métrique

Le RQE de l'indicateur pour une MEC est obtenue en faisant la moyenne des RQE calculés pour les 2 ou 3 métriques suivant le type de marée verte (Équation 4, 1 type de marée verte par MEC). La valeur du RQE de l'indicateur est également comparée à une grille de qualité. La limite état bon / état moyen est de 0,6 pour les types 2 et 3 et 0,617 pour le type 1. Comme une masse d'eau côtière DCE ne correspond qu'à un seul type de substrat, il n'y a qu'une seule valeur d'indicateur par MEC (pas de combinaison de métriques de types différents).

Le dépassement de ces seuils par l'indicateur macroalgues opportunistes développé par le CEVA entraîne le déclassement de la masse d'eau côtière considérée pour le critère D5C6.

3.3.7.4 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C6 a été évalué dans les masses d'eau côtières DCE des SRM MMN, MC et GdG qui représentent les UGE côtières (voir chapitre 3.2). Les proliférations d'algues opportunistes ne s'exprimant qu'au niveau côtier des eaux françaises à travers les phénomènes d'échouages, une évaluation de ce critère n'est pas pertinente dans les UGE de la zone large. Il n'est pas non plus pertinent de l'évaluer dans la SRM MO, puisqu'il n'y a pas d'échouage d'algues opportunistes répertorié.

3.3.7.5 Confiance et précision

Les données sont qualifiées et validées par des experts du CEVA avant leur bancarisation dans une base de données pluriannuelle. Il n'y a pas de calcul d'indice de confiance et de précision pour cet indicateur.

3.3.7.6 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

Le critère D5C6 est en lien direct avec le Sous-programme 4 : « Marées Vertes » du programme de surveillance Eutrophisation.

3.3.7.7 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

En tant que critère associé au benthos, le D5C6 peut potentiellement avoir un lien avec les critères du descripteur 6, Habitats Benthiques.

3.3.8 Critère D5C7 : Communautés de macrophytes des habitats benthiques.

Le critère D5C7 est un critère secondaire au regard de la DCSMM, il ne doit être évalué que s'il est pertinent dans la zone considérée. Il est composé par différents éléments évalués dans la DCE :

- Les macroalgues pérennes de substrat dur en zone intertidale
- Les macroalgues pérennes de substrat dur en zone subtidale
- Les herbiers de zostères (angiospermes) intertidaux et subtidaux

3.3.8.1 Réseaux de mesure et méthodologie

Les mesures des différentes métriques sont réalisées dans le cadre des suivis REBENT-Bretagne et DCE-Benthos.

- Pour les macroalgues de substrat rocheux :

Les mesures s'effectuent entre mars et juillet, une fois par an, deux fois par plan de gestion (1 / 3 ans) sur tout type de substrat. En zone subtidale, la fréquence peut s'étendre à tous les ans pour les zones où la variabilité annuelle des paramètres suivis est importante, et les mesures sont réalisées de préférence aux profondeurs -3m, -8m et -13m quand elles existent.

- Pour les angiospermes :

Les mesures s'effectuent d'août à septembre, une fois par an tous les ans du plan de gestion pour le suivi stationnel (6 / 6 ans), et une fois par an pendant une année du plan de gestion pour le suivi surfacique (1 / 6 ans).

3.3.8.2 Métriques

Plusieurs indicateurs DCE multimétriques interviennent dans l'évaluation du critère D5C7, en fonction de la zone de balancement des marées sur laquelle les algues se développent.

Pour les macroalgues :

En zone intertidale, le calcul de l'indicateur CCO (Cover Characteristic Opportunistic) se fait à partir des trois métriques suivantes :

- Couverture de chaque ceinture d'algues (%),
- Recouvrement par les espèces d'algues caractéristiques pour chaque ceinture (%) et
- Recouvrement par les espèces d'algues opportunistes pour chaque ceinture (%).

Cet indicateur répond principalement aux pressions telles que les rejets d'eau chaude, la turbidité, l'eutrophisation, les pollutions chimiques, la pêche à pied professionnelle ou récréative, l'exploitation industrielle.

En zone subtidale, le calcul de l'indicateur QISubMac (Quality Index of Subtidal Macroalgae) se fait à partir des huit métriques suivantes :

- La limite d'extension en profondeur des ceintures (m),
- La densité des espèces définissant l'étagement (ind.m⁻³),
- Le nombre d'espèces caractéristiques ayant une occurrence > 10%,
- La densité des algues opportunistes (ind.m⁻³),
- La présence d'espèces indicatrices de bon état écologique,

- La richesse spécifique totale,
- La longueur des stipes de *Laminaria hyperborea* (cm) et
- Surface de stipes de *Laminaria hyperborea* couverte par des épibioses (surface.ml⁻¹).

Cet indicateur répond principalement aux pressions qui agissent sur la qualité des eaux (turbidité, eutrophisation, température) ou qui provoquent la destruction des algues (sédimentation, exploitation). Les métriques 1 à 4 et 6 à 8 sont sensibles à l'eutrophisation.

Chaque métrique du CCO et du QiSubMac est associée à un système de notation allant de 0 à 20-30 (de la pire à la meilleure). Pour chaque zone de balancement des marées, ces notes sont additionnées (note maximale de 100).

Pour les angiospermes :

Seules les espèces *Zostera marina* (zone infralittorale) et *Zostera noltei* (zone mediolittorale) sont considérées dans le calcul de l'indicateur « Angiospermes ». Trois métriques sont utilisées :

- L'évolution de la présence des 2 espèces dans le temps : seuil bon / moyen atteint si disparition de *Z. marina* mais persistance de *Z. noltei*,
- L'évolution de l'extension spatiale de l'herbier (ha) : seuil bon / moyen atteint au-delà de 20% de perte de l'herbier, toutes espèces confondues et
- L'évolution de la densité des herbiers : seuils bon / moyen atteint au-delà de 20% de perte de densité de l'herbier.

Lorsque les deux espèces sont présentes (et suivies) dans une masse d'eau, les calculs sont appliqués à chaque espèce puis moyennés pour les métriques 2 et 3.

Le résultat du calcul de chaque métrique est ensuite rapporté à une valeur de référence pour être transformée en RQE. L'indicateur est la moyenne des RQE des trois métriques.

L'indicateur angiospermes est sensible aux pressions anthropiques qui modifient la morphologie de la masse d'eau (emprises, modification de la bathymétrie), sa clarté (augmentation de la turbidité, développement d'algues), détruisent directement l'herbier ou introduisent des substances toxiques.

3.3.8.3 Méthode de fixation des seuils

Pour les macroalgues :

Pour la zone intertidale, l'indicateur CCO est calculé en faisant la somme des notes attribuées aux métriques puis divisé par 100 pour obtenir un RQE. La note est rapportée à une valeur de référence définie en fonction de sites peu ou pas impacté par des pressions anthropiques (les FRGC13 et FRGC18). La limite entre bon état et état moyen a été défini suite à un travail d'intercalibration à échelle européenne à 0,6⁶¹.

Pour la zone subtidale, le résultat de la somme est rapporté à une valeur de référence calculée sur des sites peu ou pas impactés (Tableau 22) par les pressions anthropiques (définis à dire d'expert) pour obtenir un RQE (calcul inspiré du modèle de l'indice « Quality of Rocky Bottoms » espagnol). Si plusieurs sites sont présents dans la même masse d'eau, le RQE moyen des sites est calculé pour

⁶¹ Ar Gall Erwan, Le Duff Michel. 2010. Protocole d'observation in situ et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE - Mai 2010. 9p.

qualifier la masse d'eau. Les valeurs de référence sont de 74,8 pour les côtes rocheuses peu turbides (super type A), de 56,8 pour côtes sablo-vaseuses peu turbides (super type B) et de 80,8 pour les côtes rocheuses ou sablo-vaseuses turbides (super type C) (Tableau 22). Le RQE obtenu est comparé à une grille qualité, la limite non état / état moyen est de 0,65⁶².

Tableau 22. Définition des trois super-types de masses d'eau côtières en fonction de leur typologie, sites et valeurs de référence correspondants pour calculer l'indicateur « QiSubMac ». Les masses d'eau côtières appartenant aux différents super types sont indiquées par SRM.

Super type	Typologie DCE	Sites de références	Valeurs de référence	SRM	MEC
A	C01, C02, C14, C15	FRGC08, FRGC18, FRGC28	74,8	MMN	AC03, HC18, HC17, HC08, HC07, HC05, HC04
				MC	GC07, GC12, GC13, GC18, GC08, GC17, GC24, (GC26)
				GdG Nord	GC26, GC42, GC52, GC33, GC28, GC29, GC37, GC47
				GdG Sud	FC01, FC11
B	C03, C04, C07, C09, C10, C11, C13 et C17	FRHC01, FRGC03, FRGC35	56,8	MMN	AC02, AC04, AC05, HC10, HC09, HC02, HC16, HC15, HC03, HC01, HC14, HC13, HC12, HC11, (GC01)
				MC	GC01, GC05, GC03, GC06, GC09, GC11, GC10, GC20
				GdG Nord	GC36, GC38, GC44, GC45, GC48, GC53, GC32, GC35, GC34, GC46, GC49, GC50, GC51
				GdG Sud	FC07, FC06, FC02, (GC51), GC54
C	C12	FRGC16	80,8	MC	GC16
				GdG Nord	GC39

Pour les angiospermes :

Les valeurs de référence concernant les Zostères sont spécifiques à chaque masse d'eau évaluée et correspondent au meilleur état historique connu de l'herbier (ou défini à dire d'expert⁶³ en cas d'absence de données historiques). L'indicateur est calculé en effectuant une moyenne des RQE des 3 métriques de l'indicateur « Angiospermes ». La valeur obtenue est comparée à une grille qualité, la limite bon état / état moyen est à 0,645 et a été obtenue suite à un 3^e tour d'intercalibration européen⁶⁴.

Les RQE de chaque indicateur du critère 7 (CCO, QiSubMac et Angiospermes) sont calculés par année (à l'échelle de leur suivi) sur la période considérée (2015-2020). S'il existe plusieurs période suivis par an dans une MEC (exemple du CCO en hiver et au printemps), une moyenne des 2 RQE est effectuée. S'il y a plusieurs sites de suivi par MEC, une moyenne des RQE est effectuée pour obtenir une note unique par MEC. Enfin, une moyenne interannuelle est faite pour obtenir la valeur du RQE de chaque indicateur.

⁶² Derrien-Courtél Sandrine, Le Gal Aodren, 2011. Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique - Rapport final - Convention 2010 - Action 5. Onema, Ref. Convention Onema-Ifremer 2010, 49p. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00036/14735/>

⁶³ Auby Isabelle, Oger-Jeanerret Helene, Sauriau Pierre-Guy, Hily Christian, Barille Laurent. 2010. Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. RST/LER/MPL/10-15.

⁶⁴ Fuensanta Salas Herrero, Neto João M., 2016. Intercalibration report for the Biological Quality Element SEAGRASS of the North East Atlantic Geographical intercalibration group for Coastal Waters (NEA 1/26) and Transitional Waters (NEA 11), Septembre 2016

Le dépassement du seuil bon/moyen par l'un des indicateurs entraîne le déclassement de la masse d'eau considérée pour le critère D5C7.

L'intégration de ces différents éléments à l'échelle du critère 7 se fait par la méthode OAOO.

3.3.8.4 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C7 a été évalué dans les masses d'eau côtières DCE qui représentent les UGE côtières (voir chapitre 3.2).

Les herbiers et macroalgues pérennes ne se développent pas sous une certaine profondeur (besoin de lumière), et la profondeur étant généralement proportionnelle à l'éloignement de la côte, la plupart de ces herbiers et population de macroalgues sont majoritairement situés en zone côtière. Ainsi, une évaluation de ce critère dans la zone large n'est pas pertinente.

De plus, même si des indicateurs potentiellement sensibles aux effets de l'eutrophisation sur les communautés de macroalgues et sur les herbiers de phanérogames existent pour la façade méditerranéenne, le CARLIT⁶⁵ (CARTography of LITtoral and upper-sublittoral benthic communities) et le PREI⁶⁶ (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index) respectivement (ils ont été utilisés lors de l'évaluation DCSMM D5 du second cycle), il a été décidé avec l'Agence de l'Eau RMC lors d'un atelier scientifique et technique de février 2022, de ne pas les inclure dans l'évaluation du D5 de la SRM MO au troisième cycle. En effet, comme ces indicateurs répondent à différents types de pression et que la méditerranée est un milieu oligotrophe reconnu, un déclassement de ces indicateurs serait très probablement lié à d'autres sources de pressions telles que des pressions chimiques ou physiques.

3.3.8.5 Confiance et précision

A ce jour, il n'y a pas de calcul d'indice de confiance et de précision pour ce critère. Les données macroalgues sont contrôlées aux niveaux de l'échantillonnage et de l'analyse des données et *in fine* de la notation (par métrique et globale).

Les indicateurs du D5C7 sont sensibles à différents types de pressions parmi lesquelles l'eutrophisation. Il conviendra de faire appel à une expertise locale afin de préciser/confirmer si un dépassement de seuil est dû à un phénomène d'eutrophisation ou à un autre type de pression et ainsi améliorer la confiance en leur classement dans le cadre de l'évaluation du descripteur 5.

3.3.8.6 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

L'évaluation du critère D5C7 est en lien direct avec le Sous-programme 3 : « Macroalgues et herbiers de phanérogames » du Programme de Surveillance « Eutrophisation ». Le Sous-programme 3 est également une sous-partie des sous-programmes 1 « répartition et étendue des habitats benthiques côtiers et du plateau », 2 « état écologique des habitats intertidaux », 3 « état écologique des habitats subtidaux côtiers de substrats meubles » et 4 « état écologique des habitats subtidaux côtiers de substrats durs » du programme de surveillance « habitats benthiques

⁶⁵ Ballesteros E, Torras X, Pinedo S, Garcia M, Mangialajo L et de Torres M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55, 172–180.

⁶⁶ Gobert S, Sartoretto S, Rico-Raimondino V, Andral B, Chery A, Lejeune P, Boissery P (2009) Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Mar Poll Bull* 58: 1727-1733.

et intégrité des fonds », qui décrivent le suivi d'un nombre d'habitats plus important pour le besoin du suivi écologique des habitats benthiques.

3.3.8.7 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

En tant que critère associé au benthos, le D5C6 peut potentiellement avoir un lien avec les critères du descripteur 1 et 6, Habitats Benthiques et intégrité des fonds marins.

3.3.9 Critère D5C8 : Macrofaune benthique

Le critère D5C8 est un critère secondaire au regard de la DCSMM, il ne doit être évalué que s'il est pertinent dans la zone considérée. Il est évalué uniquement à la côte par manque de données et d'indicateur pertinent au large et uniquement sur substrat meuble par manque de méthodologie adaptée aux substrats durs.

3.3.9.1 Réseaux de mesure et méthodologie

Les mesures des différentes métriques sont réalisées dans le cadre des suivis DCE-Benthos.

Le suivi des communautés de macrofaune benthique de substrat meuble s'effectue une fois tous les 3 ans (2 fois par plan de gestion) ou une fois par an pour les sites d'appuis que ce soit en zone intertidale ou en zone subtidale. Les mesures se font de mi-février à fin avril au moment où les peuplements sont à l'état le plus stable.

Les paramètres mesurés sont :

- la composition et l'abondance des taxa d'invertébrés ;
- le ratio des taxa sensibles aux perturbations par rapport aux taxa insensibles ;
- le niveau de diversité des taxa d'invertébrés.

3.3.9.2 Métriques

Sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord, le critère D5C8 est défini par l'indicateur M-AMBI lui-même calculé à partir de 3 métriques différentes :

[Le texte qui suit a été intégralement repris de la fiche indicateur DCE « INDICATEUR INVERTEBRES BENTHIQUES DE SUSBTAT MEUBLE » écrite par Aurélie Foveau et Nicolas Desroy⁶⁷.]

Métrique 1 : la richesse taxinomique, notée S , correspond au nombre total de taxons échantillonnés dans la station.

Métrique 2 : l'indice de diversité de Shannon-Weaver⁶⁸, noté H' , avec un logarithme de base 2 : $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \times \log_2(p_i)$ avec p_i la proportion du taxon i dans la station.

⁶⁷ <https://wwz.ifremer.fr/envlit/content/download/122600/file/ATL-MEC-Invertebres-benthiques.pdf>

⁶⁸ Shannon C.E. & Weaver W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, 144 p

Métrique 3 : AZTI's Marine Biotic Index^{69,70}, noté AMBI, calculé pour chaque réplicat puis moyenné sur l'ensemble des réplicats de la station. Le calcul de l'indice AMBI consiste en une somme pondérée de la proportion d'abondance assignée à chacun des cinq groupes de polluo-sensibilité, avec une pondération qui augmente avec le niveau de perturbation associé au groupe (Équation 5).

Équation 5 :

$$AMBI = \frac{[(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)]}{100}$$

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	sensibles à une hypertrophisation	- largement dominantes en conditions normales - disparaissent les premières lors de l'enrichissement en matière organique du milieu - dernières à se réinstaller	- suspensivores, carnivores sélectifs, quelques déposivores tubicoles de subsurface
II	Indifférentes à une hypertrophisation	- espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de MO	- carnivores et nécrophages peu sélectifs
III	Tolérantes à une hypertrophisation	- naturellement présentes dans les vases, mais, leur prolifération étant stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont le signe d'un déséquilibre du système	- déposivores tubicoles de surface profitant du film superficiel chargé en MO
IV	Opportunistes de second ordre	- cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	- déposivores de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- déposivores

Ces trois métriques sont calculées pour chaque station.

A partir de ces métriques, le calcul du M-AMBI se définit comme ceci :

Deux stations fictives dites « de référence », correspondant au très bon et au mauvais état, sont ajoutées au jeu de données. Pour chaque métrique les valeurs sont standardisées : la moyenne est retranchée à chaque valeur puis le résultat est divisé par l'écart-type. Une analyse factorielle (AF) est ensuite réalisée :

- une analyse en composantes principales permet de déterminer trois axes perpendiculaires maximisant la somme des carrés des distances des points projetés dans le nouvel espace ;
- une rotation de type « Varimax » de ces trois axes permet de faciliter l'interprétation des axes en associant chacune des variables à un nombre réduit d'axes.

L'AF est réalisée par habitat, pour l'ensemble des années et à l'échelle de la façade « Manche-Atlantique » afin de répondre au mieux à la recommandation d'avoir au minimum 50 stations pour stabiliser l'AF (Borja et al., 2008⁷¹). La projection dans ce nouveau repère des valeurs des deux stations de référence permet de définir un nouvel axe sur lequel sont projetés orthogonalement

⁶⁹ Borja A. & Muxika I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 787-789

⁷⁰ Borja A., Franco J. & Pérez V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40 : 1100-1114.

⁷¹ Borja A., Mader J., Muxika I., Rodríguez J.G. & Bald J., 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1377-1379.

l'ensemble des points correspondant aux stations. La position des points de référence sur ce nouvel axe est supposée être égale à 0 pour le mauvais état et à 1 pour le très bon état. La position de chaque projection sur cet axe correspond à la valeur du M-AMBI pour chaque station. A l'échelle de la masse d'eau et pour une année donnée, la valeur du M-AMBI correspond à la valeur observée à la station échantillonnée dans cette masse d'eau lorsqu'elle est unique ou à la moyenne des valeurs observées dans les différentes stations lorsqu'il y en a plusieurs. Ces étapes de calcul sont faites à l'aide d'un script R.

3.3.9.3 Méthode de fixation des seuils

[Le texte qui suit a été intégralement repris de la fiche indicateur DCE « INDICATEUR INVERTEBRES BENTHIQUES DE SUBSTRAT MEUBLE » écrite par Aurélie Foveau et Nicolas Desroy⁶⁷.]

En Manche, il n'existe plus d'écosystèmes exempts de perturbations anthropiques. Ce constat est particulièrement vrai pour la zone côtière. Les données dites historiques disponibles étant souvent malgré tout trop récentes, les conditions de références ont dû être définies à partir de jugements d'experts.

La philosophie a été de définir, pour les communautés benthiques côtières de sables fins plus ou moins envasés (intertidales et subtidales), les conditions de référence pour les trois paramètres employés dans le calcul du M-AMBI (richesse spécifique, diversité de Shannon-Weaver, AMBI) et de s'affranchir de l'impossible ou tout au moins très délicate définition de sites de références. Une analyse multivariée réalisée à partir de l'analyse des jeux de données existants sur les façades Manche et Atlantique, a montré que les valeurs maximales de ces trois paramètres différaient peu d'une façade à l'autre. Des valeurs de référence ont donc été définies pour les trois types d'habitats hydro-sédimentaires, rencontrés sur le littoral des façades Manche et Atlantique : (1) les sables fins plus ou moins envasés subtidaux, (2) les sables fins plus ou moins envasés intertidaux et (3) les sables fins battus.

Seules les conditions de référence relatives aux habitats de sables fins plus ou moins envasés subtidaux ont été intercalibrées lors de l'exercice mené par le GIG-NEA (décision CE du 30 octobre 2008). La limite de classement Bon/Moyen donnée par la grille de lecture du M-AMBI, telle qu'adoptée par la France au sein du GIG-NEA (arrêté du 25 janvier 2010), correspond à un RQE de 0,53.

3.3.9.4 Unité géographique d'évaluation

Le critère D5C8 a été évalué dans les masses d'eau côtières DCE des SRM MMN, MC et GdG Nord et Sud qui représentent les UGE côtières (voir chapitre 3.2).

3.3.9.5 Confiance et précision

A ce jour, il n'y a pas de calcul d'indice de confiance et de précision pour ce critère.

3.3.9.6 Correspondance avec les programmes de surveillance du PAMM

L'évaluation du critère D5C8 est en lien direct avec les Sous-programme 1 « répartition et étendue des habitats benthiques côtiers et du plateau », 2 « état écologique des habitats intertidaux », 3 « état écologique des habitats subtidaux côtiers de substrats meubles » et 4 « état écologique des habitats subtidaux côtiers de substrats durs » du programme de surveillance « habitats benthiques et intégrité des fonds », qui décrivent le suivi d'un nombre d'habitats plus important pour le besoin du suivi écologique des habitats benthiques.

3.3.9.7 Liens avec les autres critères et indicateurs du BEE

En tant que critère associé au benthos, le D5C6 peut potentiellement avoir un lien avec les critères du descripteur 1 et 6, Habitats Benthiques et intégrité des fonds marins.

3.3.10 Classements supplémentaires

Ainsi, à l'issue du calcul de chaque métrique et de leur comparaison avec les valeurs seuils, les masses d'eau pourront être classées en bon ou mauvais état (synonyme : classé/déclassé, atteint/non-atteint, seuil dépassé/seuil non dépassé). Il reste toutefois des cas où un tel classement n'est pas possible, pour garder une trace synthétique de la raison de leur non classement en bon ou mauvais état, elles seront qualifiées de :

- Inconnu : l'indicateur dépasse le seuil dans la masse d'eau mais la (les) pression(s) à l'origine de ce dépassement est inconnu.
- Non suivi : il n'y a pas d'enjeu à suivre l'indicateur vis-à-vis des pressions d'eutrophisation dans la masse d'eau même si le paramètre y est présent.
- Non pertinent : il est inutile de suivre le paramètre dans la masse d'eau car le paramètre n'y est pas présent.

Le classement en « Non évaluée » pourra être utilisé dans le rapport en remplacement de « Non suivi » ou « Non pertinent » sans en faire la distinction.

3.3.11 Synthèse des paramètres utilisés pour l'évaluation du bon état écologique (BEE)

L'évaluation du descripteur 5 fait donc appel à un panel d'indicateurs mesurés à des échelles temporelles et spatiales pertinentes au regard de l'élément biologique qu'il doit évaluer (Tableau 23) et qui sont confrontés à autant de seuils indiquant leur classement ou leur déclassement (Tableau 24). Sur les 8 critères définissant l'atteinte du BEE dans le cadre du descripteur 5 de la DCSMM certains ne sont pas utilisés à tous les niveaux géographiques d'évaluation (Tableau 23). Le D5C3 n'a pas été évalué. Le D5C6, le D5C7 et le D5C8 ont seulement été évalués en zone côtière et les éléments composant l'évaluation du D5C1 sont différents en fonction de l'UMR.

Tableau 23. Liste des indicateurs et métriques utilisés pour chaque critère. Fréquences et périodes de prélèvement/mesure des données servant à alimenter les calculs d'indicateur pour la bande côtière (< 1 mn) et au large (1mn - ZEE).

Critères	Elements abrégés	Unités des éléments	Zones	SRM	Indicateurs/métriques	Fréquences d'acquisition	Périodes considérées dans le calcul des indicateurs
D5C1	NID	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	côte	MMN, MC, GdG MO	NID33	Mensuelle à bimensuelle non évalué	novembre à février
			large	MMN, MC, GdG MO	Moy. ann. des valeurs norm. Médiane	Mensuelle (<i>in situ</i>) à journalière (modèle)	novembre à février toute l'année
D5C2	Chlorophylle- <i>a</i>	$\mu\text{g.l}^{-1}$	côte	MMN, MC, GdG MO	Percentile 90	Mensuelle à bimensuelle	mars à octobre toute l'année
			large	MMN, MC, GdG MO	Moyennes annuelles Percentile 90	Mensuelle (<i>in situ</i>) à journalière (satellite)	mars à septembre toute l'année
D5C3					Non évalué		
D5C4	Turbidité	FNU NTU	côte	Toutes SRM	Percentile 90	Mensuelle à bimensuelle	mars à octobre
			large	MMN, MC, GdG MO	Moyennes annuelles Percentile 90	Mensuelle (<i>in situ</i>) à journalière (satellite)	mars à septembre mars à octobre
D5C5	Oxygène	mg.l^{-1}	côte	Toutes SRM	Percentile 10	Mensuelle à bimensuelle	juin à septembre
			large	MMN, MC, GdG MO	Percentile 5 Percentile 10	Mensuelle (<i>in situ</i>) à journalière (modèle)	juillet à octobre juin à septembre
D5C6	Algues opportunistes	%, superficie (ha)	côte	MMN, MC, GdG	CW-OGA-CEVA	Mensuelle	mai, juillet et sept.
D5C7	Macroalgue inter.	%, taxons	côte	MMN, MC, GdG	CCO	1 fois tous les 3 ans à 1 fois par an	entre mars et juillet
	Macroalgue sub.	m, taxons, cm, densité, surface			QISubMac		
	Angiosperme Zoostère	%, taxons			"Angiosperme"		
D5C8	Macrozoobenthos	taxons	côte	MMN, MC, GdG	M-AMBI	1 fois tous les 3 ans à 1 fois par an (sites d'appuis)	mi-février à fin avril

Tableau 24. Seuils pour établir le classement bon/moyen des indicateurs côtiers par grands écotypes (Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7). Pour les indicateurs multi-métriques, la limite de la grille RQE bon/moyen est donnée.

Critères	Elements abrégés	Indicateurs	Ecotypes	Seuils
D5C1	NID	NID33	NEA 1/26a	33 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
			NEA 1/26b	29 $\mu\text{mol.l}^{-1}$
				non évalué
D5C2	Chla	P90	NEA 1/26a	10 $\mu\text{g.l}^{-1}$
			NEA 1/26b	15 $\mu\text{g.l}^{-1}$
			1	10 $\mu\text{g.l}^{-1}$
			2A	3,5 $\mu\text{g.l}^{-1}$
			3W	1,89 $\mu\text{g.l}^{-1}$
		W	1,22 $\mu\text{g.l}^{-1}$	
D5C3				non évalué
D5C4	Trubidité	P90	1	14 FNU
			3	60 FNU
D5C5	Oxygène	P10		3 mg.l^{-1}
D5C6	Macroalgues opportuniste	CW/TW-OGA		RQE 0,6
D5C7	Macroalgues inter.	CCO		RQE 0,6
	Macroalgues sub.	QISubMac		RQE 0,65
	Herbiers Zostères	"Angiosperme"		RQE 0,645
D5C8	Macrozoobenthos	M-AMBI		RQE 0,53

Tableau 25. Seuils pour établir le classement bon/moyen des indicateurs au large par paysage marin.

		NID	PID	Moy Chla	P90 Chla	O2	Moy Turbidité	P90 Turbidité
SRM	Paysages marins	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	NTU	NTU
MMN, MC, GdG	ADPM	8,9	0,67	1,7		6	3,9	
	ASS	11,7	0,84	1,8		6	1,7	
	ATL	15,4	0,98	1,8		6	1,7	
	CCTI	12	0,64	2,3		6	3,2	
	CFR	15,8	0,6	2,8		6	3,0	
	CWM	8,3	0,66	1,3		6	2,7	
	CWMTI	9,2	0,69	1,5		6	2,2	
	GBCW	11,8	0,75	2,7		6	3,0	
	GBSW	8,7	0,69	2		6	1,8	
	GDPM	12,7	0,68	5,4		6	3,3	
	LPM	19,3	0,79	3,3		6	3,7	
	SNS	13	0,7	3,8		6	3,3	
	SPM	27,3	0,91	5,1		6	3,9	
	NAAO1	9,4		6		6	1,7	
MO	ER	10	0,56		2	3		5
	PR	8,1	0,45		1,8	3		3,9
	GL	5,4	0,3		1,5	3		2,5
	CC	5,1	0,56		1	3		2,5
	FR	5,1	0,56		1	3		2,5
	CLP	2,8	0,31		1	3		1,3
	CPPC	2,2	0,24		1	3		1
	CPCE	2,4	0,26		1	3		1,1
	BS	2,2	0,24		1	3		1
	BC	4,7	0,52		1	3		2,3
BNC	3,3	0,37		1	3		1,6	

3.4 Utilisation des données issues des images satellites et de la modélisation.

3.4.1 Généralités

L'évaluation des masses d'eau au-delà de 1 mn à partir du trait de côte ne bénéficiant pas de la même couverture spatio-temporelle en terme de réseau de surveillance que la bande côtière, des solutions alternatives et/ou complémentaires sont proposées pour permettre d'effectuer une évaluation pertinente au regard des problèmes d'eutrophisation au large (les masses d'eau DCE relativement bien surveillées ne représentent que ~5 % de la surface totale de l'ensemble des SRM). Ainsi, l'analyse des produits issus des images satellites et de la modélisation peut présenter une complémentarité intéressante avec l'utilisation des données *in situ* pour l'évaluation de l'effet de l'eutrophisation au large. Il convient toutefois de rappeler que cette solution ne remplace pas la nécessité d'acquérir des données sur le terrain. En effet, les modèles et algorithmes de traitement de la couleur de l'eau ne peuvent être correctement calibrés et validés qu'à partir de données *in situ* représentatives des régions investiguées et de la variabilité à différentes échelles de temps et d'espace qui les caractérisent.

L'utilisation de ces produits dans le cadre de l'évaluation ne se fait pas aussi directement que celle des données *in situ*. Là où les scripts de calcul des indicateurs utilisent des données ponctuelles (mesurées à une échelle mensuelle ou hebdomadaire au maximum), provenant de bases de données où elles sont stockées au format colonne ou ligne, les données contenues dans les produits issus de la modélisation et des images satellite se présentent sous forme de matrice géo-référencée, à plus ou moins grande résolution. La quantité de données présentes par image,

multipliée par le nombre de jours considérés sur la période concernée, rend indispensable la synthèse de l'information à l'échelle d'UGE et rend également plus complexe le traitement d'un tel volume de données.

3.4.2 Traitement des données

Le traitement de ces produits se fait donc en plusieurs étapes au travers de scripts programmés en langage R⁷² dans l'outil COMPEAT d'OSPAR:

- 1- Extraction des données contenues dans chacune des UGE (voir chapitre 3.2). Dans les UGE où il y a également des données de chlorophylle-*a in situ*, celles-ci sont combinées aux données satellite. Si la confiance spatio-temporelle dans ces données *in situ* est élevée (Tableau 12 à Tableau 16) alors les données sont moyennées sans pondération, si la confiance est moyenne une pondération de 30:70 (in situ:satellite) est utilisée, si elle est faible une pondération de 10:90 est utilisée.
- 2- Calculs des métriques ou des statistiques (médiane, quantiles, moyenne, tendances...) dans chacune de ces UGE pour synthétiser l'information à une échelle plus propice à l'interprétation et compatible avec le calcul des indicateurs.
- 3- Confrontation avec les seuils pour classer les différents critères.
- 4- Intégration des critères par UGE pour définir son état (atteinte ou non du BEE).

3.4.3 Caractéristiques des données

3.4.3.1 Produits dérivés des images satellite

Le principe de l'acquisition de données dérivées de l'observation de la couleur de l'eau consiste à appliquer des chaînes de traitement d'algorithmes sur des radiances L2 (images satellite contenant plusieurs bandes de longueur d'onde fournis par la NASA, ESA, ACRI...) pour générer les produits couleur de l'eau (chlorophylle-*a*, turbidité, matières en suspension non algales...) qui sont ensuite projetés sur une grille régulière de 1km*1km pour obtenir les produits L3. Ces produits sont impactés par la couverture nuageuse, ce qui signifie qu'il n'y a pas de données sous les nuages (les produits interpolés pour combler ce manque de données sont des produits L4).

Les produits issus des images satellite (observation de la couleur de l'eau) utilisés pour effectuer l'évaluation DCSMM 3^e cycle de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont les caractéristiques suivantes :

- Pour la région **IV OSPAR** (SRM GdG Nord et Sud, Figure 9) et la Méditerranée (SRM MO)
 - Ils proviennent de mesures effectuées par le capteur MODIS (Medium Imaging Resolution Spectrometer) embarqué sur les satellites Aqua et Terra au cours de la période 2015-2020.
 - Ils estiment les concentrations en **chlorophylle-*a*** ($\mu\text{g.l}^{-1}$) et la **turbidité** (NTU, qui est un dérivé de la chlorophylle-*a* et de la matière inorganique : $\text{Turbidité} = 0,54 \times (\text{non-algal SPM} + 0,234 \times \text{Chl-}a^{0,57})$) grâce au traitement par un algorithme développé par F. Gohin et al. (2002), l'OC5Me⁷³ qui prend en compte la couleur de l'eau et l'absorption des longueurs

⁷² <https://cran.r-project.org/>

⁷³ Gohin F, Druon JN et Lampert L. 2002. A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. Int. J. Remote Sens. 23, 1639–1661.

d'onde à la surface des océans. La chaîne opérationnelle de traitement est actuellement maintenue par ACRI-ARGANS⁷⁴.

- Ils sont obtenus à l'échelle journalière.
- Ils couvrent la totalité des sous régions marines françaises métropolitaines (Figure 10) pour la période 2015-2020. Dans le cadre de la COMP4, seuls les données couvrant la région OSPAR IV seront utilisés (SRM GdG Nord et Sud).
- Ils possèdent une résolution spatiale d'environ 1,4 km² par pixel = une donnée de mesure (ce qui représente environ 140 000 pixels par image pour l'ensemble des SRM GdG Nord et Sud depuis la ligne de base jusqu'à la limite de la ZEE, Figure 3). Toutefois pour chaque image, tous les pixels ne sont pas exploitables sous forme de données car certaines zones peuvent être cachées par une couverture nuageuse ce qui empêche le capteur MODIS d'effectuer des mesures de couleur de l'eau. Sur la période d'évaluation (2015-2020) et pour les mois pris en compte pour le calcul des indicateurs, ces données manquantes représentent en moyenne 65% des données avec une très forte variabilité saisonnière (entre 0% et 100%) et inter UGE. Les données manquantes ne sont toutefois pas interpolées (produits de niveau L3), la quantité d'image étant suffisante pour alimenter les indicateurs (en moyenne ~1 donnée tous les 3 à 4 jours par km²). Le nombre de pixels effectivement exploitable pour l'évaluation DCSMM est donné dans le Tableau 26 et Tableau 27.
- Ils sont disponibles dans la base de données SIMM-SEXTANT (format GeoTiff = matrice géo-référencée) et référencés par le chantier de collecte de données.

- Pour les régions **II, III et V** OSPAR (SRM MMN + MC, Figure 9)

- Ils proviennent de mesures effectuées par le capteur Sentinel-3 (successeur de MERIS) au cours de la période 2015-2020.
- Ils estiment les concentrations en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) grâce à la chaîne de traitements développées au laboratoire RBINS⁷⁵ (Royal Belgian Institute of Natural Sciences) qui sélectionne l'algorithme le plus approprié par pixel entre l'OC4/OC5 et le NIR-RED⁷⁶ (dit « GONS ») plus adapté aux zones à forte turbidité et très concentrées en chlorophylle-*a* (>10 $\mu\text{g.l}^{-1}$).
- Ils sont obtenus à l'échelle journalière.

⁷⁴ <https://argans.co.uk/>

⁷⁵ Dimitry Van der Zande, Joao Felipe C. Santos, Kerstin Stelzer et Carole Lebreton. 2022. Coherent satellite chlorophyll-a product to support eutrophication assessment. ICG-EUT.

⁷⁶ Herman J. Gons, Machteld Rijkeboer, Kevin G. Ruddick, Effect of a waveband shift on chlorophyll retrieval from MERIS imagery of inland and coastal waters, *Journal of Plankton Research*, Volume 27, Issue 1, January 2005, Pages 125–127, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh151>

- Ils couvrent la totalité de la Manche et de la Mer du Nord (Figure 10) pour la période 2015-2020. Dans le cadre de la COMP4, les données couvrant la région OSPAR II, III et V (SRM MMN et MC) seront utilisés pour les eaux françaises.
- Ils possèdent une résolution spatiale d'environ 1 km² par pixel = une donnée de mesure (ce qui représente environ 73 000 pixels par image pour les SRM MMN et MC depuis la ligne de base jusqu'à la limite de la ZEE). Toutefois pour chaque image, tous les pixels ne sont pas exploitables sous forme de données car certaines zones peuvent être cachées par une couverture nuageuse ce qui empêche le capteur d'effectuer des mesures de couleur de l'eau. Sur la période d'évaluation (2015-2020) et pour les mois pris en compte pour le calcul des indicateurs, ces données manquantes représentent en moyenne 65 % des données avec une très forte variabilité saisonnière (entre 0 % et 100 %) et inter UGE. Les données manquantes ne sont toutefois pas interpolées (produits de niveau L3), la quantité de données exploitables étant suffisante pour alimenter les indicateurs (en moyenne ~1 donnée tous les 3 à 4 jours par km²). Le nombre de pixels effectivement exploitable pour l'évaluation DCSMM est données dans le Tableau 26.

3.4.3.2 Données issues de la modélisation

Les produits issus de la modélisation utilisés pour effectuer l'évaluation DCSMM 3^e cycle de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont les caractéristiques suivantes :

- Pour l'Atlantique Nord-Est (SRM MMN + MC + GdG Nord et Sud)
 - Ils proviennent de l'analyse de données issues du modèle ECO-MARS3D⁷⁷ qui est un couplage entre un module de biologie et le modèle de physique MARS 3D.
 - Ils estiment (entre autre) les concentrations en nitrate, ammonium, phosphate et en oxygène dissous.

L'estimation des concentrations en oxygène au fond est plus difficile à évaluer que les nutriments et particulièrement en zone stratifiée. Ainsi, dans le golfe de Gascogne (entre la baie de Douarnenez et les Landes), la majeure partie des estimations peuvent être considérées comme peu fiables (particulièrement dans la partie au sud de la Loire)⁷⁸.

- Ils sont utilisés à l'échelle journalière.
- Son emprise « MANGA » couvre les sous-régions marines françaises Manche-Mer du Nord, Mer Celtique et Golfe de Gascogne pour la période 2015-2020 (hormis la pointe Ouest de la Mer Celtique et du Golfe de Gascogne au-delà du 8° degré ouest, Figure 10).
- Ils possèdent une résolution spatiale de 16 km² par pixel (ce qui représente environ 12 625 données par date, paramètre et profondeur pour l'ensemble des SRM françaises de l'Atlantique Nord-Est, hormis la pointe est de la Mer Celtique et du Golfe de Gascogne). Le nombre de pixels exploitable pour l'évaluation DCSMM est données dans le Tableau 26.

⁷⁷ https://marc.ifremer.fr/comment_ca_marche/modele_eco_mars3d_manche_gascongne

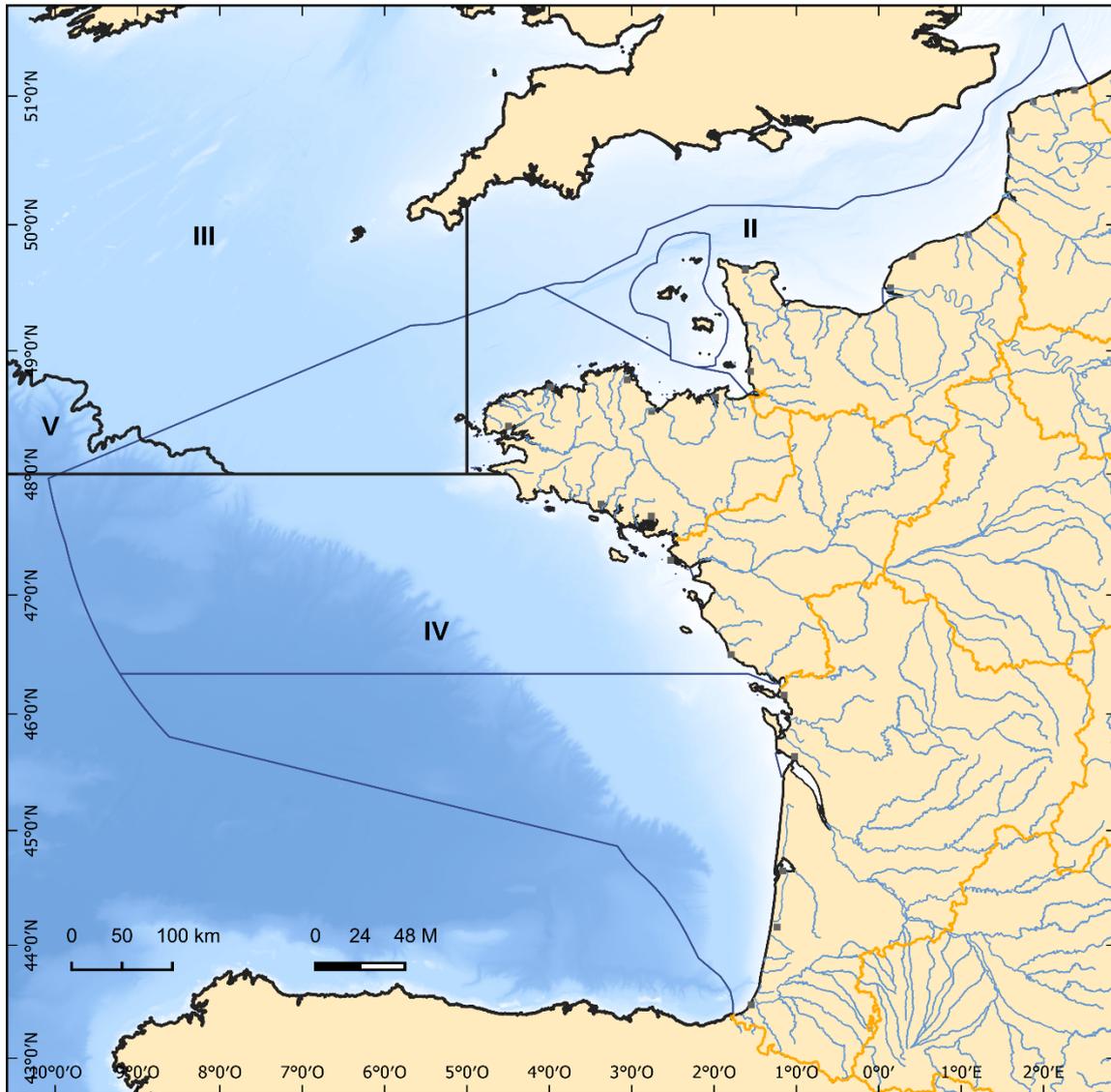
⁷⁸ Dussauze Morgan (2021). Evaluation eutrophisation DCSMM. Synthèse ECO-MARS 3D sur la période 2015/2020. Rapport d'étude. POC-1963-evaluation_DCSMM_2015-2020. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00742/85420/>

- Ils sont disponibles au format NetCDF sur le site du laboratoire LOPS (Laboratoire d'Océanographie Physique et Spatiale de l'Ifremer), sur les serveurs de Datarmor. Ils sont également référencés par le chantier de collecte de données.

- Pour la Méditerranée (SRM MO)
 - Ils proviennent de la ré-analyse de données issues du système de modélisation MEDBFM⁷⁹ qui comprend le modèle de transport OGSTM, le modèle de flux biogéochimiques BFM v5 et le module d'assimilation des données de surface de biomasse phytoplanctonique 3DVAR-BIO.
 - Ils estiment les concentrations en nitrate, ammonium, phosphate et en oxygène dissous.
 - Ils sont utilisés à l'échelle mensuelle (moyenne mensuelle des sorties de modèle, également disponible à l'échelle journalière).
 - Ils couvrent la sous-région marine Méditerranée Occidentale (Figure 10) pour la période 2015-2019.
 - Ils possèdent une résolution spatiale d'environ 16 km² par pixel pour un total d'environ 6 900 données exploitables dans cette SRM (par date, paramètre et profondeur). Le nombre de pixels effectivement exploitables pour l'évaluation DCSMM est donné dans le Tableau 26.
 - Ils sont disponibles dans la base de données CMEMS de COPERNICUS⁸⁰ (format NetCDF), et référencés par le chantier de collecte de données.

⁷⁹ http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=MEDSEA_REANALYSIS_BIO_006_008

⁸⁰ https://doi.org/10.25423/cmcc/medsea_multiyear_bgc_006_008_medbfm3



Régions OSPAR entrant dans les eaux marines françaises

Régions OSPAR
 Sous-régions marines françaises
 — principaux fleuves >100km

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : IGN, OSPAR

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 04/2022

Figure 9. Délimitations des régions OSPAR entrant dans les eaux marines françaises. La région OSPAR IV inclut les sous-régions marines françaises GdG Nord et Sud. Les régions OSPAR II, III et V inclues les SRM MMN et MC.

3.4.4 Validation des données

Les données du modèle ECO-MARS3D⁷⁸ ainsi que les données de concentration en chlorophylle-*a* issues des images satellites produites par ARGANS⁸¹ ont été validées avec des données *in situ* provenant des campagnes halieutiques optimisées DCSMM (Tableau 10) et des données du réseau REPHY. Les données de concentration en chlorophylle-*a* « Sentinel-3 » produites par le RBINS sont validées par des données *in situ* provenant de différentes sources (CIEM, campagnes halieutiques des pays membres OSPAR, Rijkswaterstaa, EUNOSAT, etc)⁷⁵.

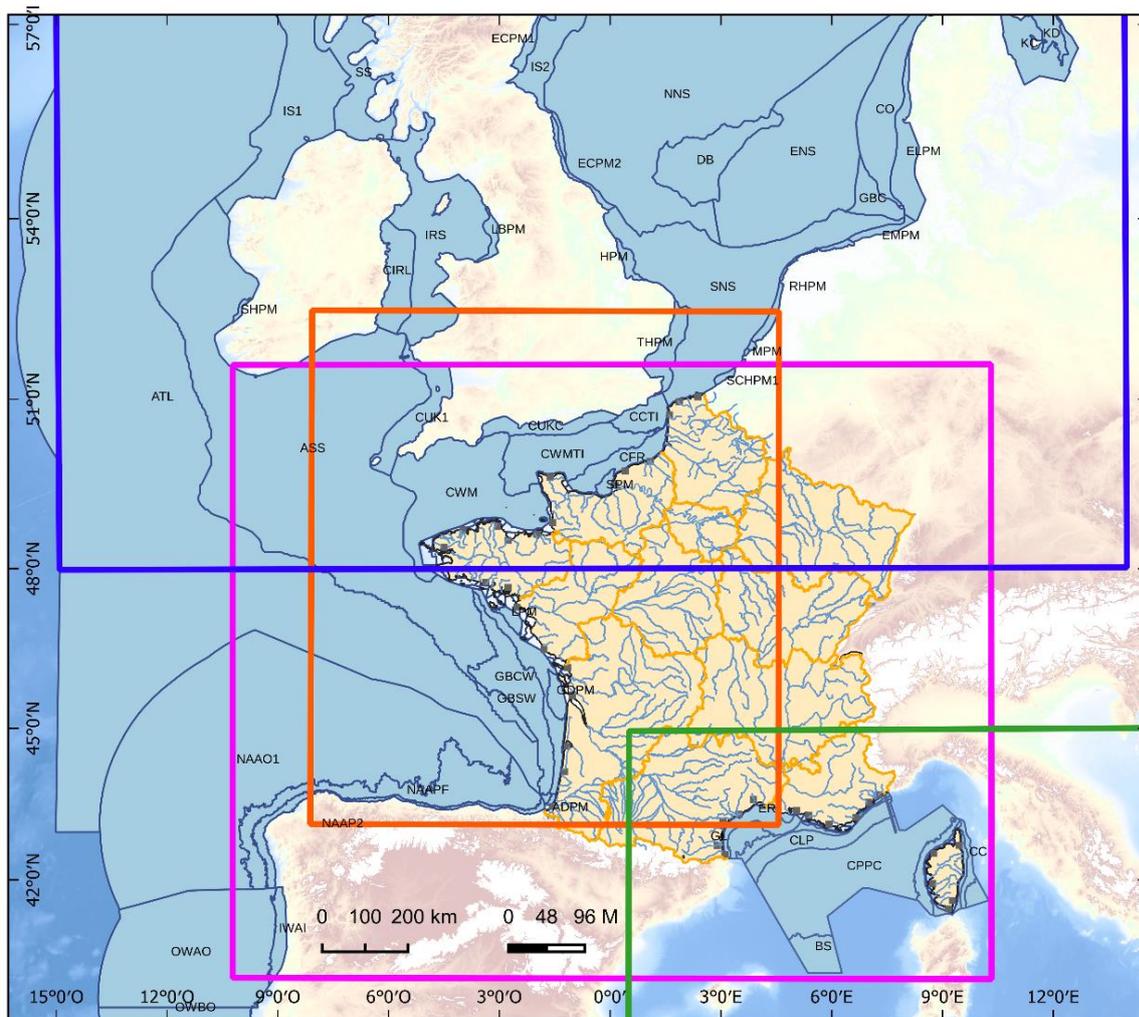
Les régressions utilisées pour comparer les données *in situ* avec les données « satellite » montrent de bonnes concordances entre ces deux types de données. Les R^2 sont supérieurs à 0,55 avec des pentes entre 0,8 et 1 pour la chlorophylle-*a*^{75,81} et un R^2 supérieur à 0,7 et une pente également comprise entre 0,8 et 1 pour la turbidité⁸¹.

Concernant le modèle ECO-MARS3D, le coefficient de corrélation entre le modèle et l'observation satellitaire est de l'ordre de 0,7 au-delà du talus et en Manche Est, au niveau des panaches⁷⁸. Il est légèrement plus faible sur le plateau continental Atlantique (entre 0,3 et 0,5) et au niveau des côtes landaises et espagnoles. En se basant sur les données *in situ* des campagnes halieutiques sur la période 2015/2019, les coefficients de corrélation les erreurs RMS montrent une bonne correspondance pour le nitrate, et une correspondance moyenne pour le phosphate et l'ammonium. La correspondance pour l'oxygène est bonne en Manche et jusqu'à la Loire mais est mauvaise au sud de la Loire. Le détail des résultats des calculs de validation des données est disponible dans le rapport associé⁷⁸.

Les données de ré-analyse du modèle méditerranéen, MEDBFM3, ont été validées⁸² par des données climatologiques de références et des données *in situ* issues de la base EMODnet. Dans l'ensemble la ré-analyse des données montre de bonnes performances (faible RMS).

⁸¹ Bryère Philippe (2022). DCSMM satellite 2021. Référence ARGANS : O1478-022/A1931-0022. Rapport final.

⁸² <https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/QUID/CMEMS-MED-QUID-006-008.pdf>



Légende

- | | | | |
|---|----------------------------|---|---------------------------------|
|  | Emprise rasters ARGANS |  | Sous-régions marines françaises |
|  | Emprise rasters RBINS |  | Paysages marins |
|  | Emprise rasters ECO-MARS3D | | |
|  | Emprise rasters MEDBFM | | |

Sources des données :

Sandre, Sextant, CMEMS, CIEM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 10. Emprises spatiales des fichiers (geotiff ou netcdf) produits par les différents outils numériques (modèles et algorithmes de traitement des images satellite) qui alimentent les évaluations OSPAR/DCSMM.

Tableau 26. Nombre de pixels (données) exploitables (hors couverture nuageuse) par paramètre et à l'échelle des paysages marins sur toute la période d'évaluation (2015-2020) et aux périodes de calcul des indicateurs correspondant pour la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord. Les pixels sont issus des modèles et images satellite décrits précédemment. Pour l'oxygène (*) le nombre de données brutes est identique à celui des nutriments, les chiffres présentés ici sont les résultats des moyennes mensuelles utilisées pour alimenter l'indicateur au large (voir 3.3.6.2).

		Nutriments (ECO-MARS3D)	Oxygène* (ECO-MARS3D)	Chlorophylle-a (ARGANS+RBINS)	Turbidité (ARGANS)
Paysages marins	ADPM	13 718	456	90 768	90 569
	ASS	5 153 636	171 312	89 741 908	51 484 763
	ATL	2 560 934	85 128	278 464 904	29 088 752
	CCTI	241 870	8 040	2 974 439	2 045 559
	CFR	336 452	11 184	4 106 448	2 766 315
	CWM	1 933 516	64 272	22 619 258	15 568 684
	CWMTI	960 260	31 920	12 654 247	8 467 148
	GBCW	472 910	15 720	4 596 610	4 588 232
	GBSW	906 832	30 144	8 631 161	8 615 030
	GDPM	117 686	3 912	1 208 513	1 206 352
	LPM	67 146	2 232	654 616	653 451
	NAOO1	3 036 010	100 920	42 620 619	42 498 926
	SNS	1 222 346	40 632	36 673 307	2 286 948
	SPM	50 540	1 680	580 622	387 808
SRM	MMN	1 168 918	39 504	15 166 496	10 285 853
	MC	1 527 030	51 606	18 368 144	12 723 573
	GdG_N	3 008 574	101 675	31 977 969	31 977 969
	GdG_S	3 410 728	115 266	31 840 333	31 840 333

Tableau 27. Nombre de pixels (données) exploitables (hors couverture nuageuse) par paramètre et à l'échelle des paysages marins sur toute la période d'évaluation (2015-2019/2020) et aux périodes de calcul des indicateurs correspondant pour la Méditerranée. Les pixels sont issus des modèles et images satellite décrits précédemment.

		Nutriments* (MEDBFM3)	Oxygène* (MEDBFM3)	Chlorophylle-a (ARGANS)	Turbidité (ARGANS)
Paysages marins	ER	1 920	640	385 876	245 510
	PR	23 400	7 800	4 298 354	2 741 495
	FR	2 820	940	539 983	332 908
	CC	10 560	3 520	1 885 383	1 172 769
	GL	15 360	5 120	2 898 546	1 868 482
	CLP	47 880	15 960	9 354 351	5 991 948
	CPPC	222 960	74 320	42 710 905	27 554 774
	CPCE	7 860	2 620	1 532 332	935 421
	BNC	13 860	4 620	2 656 785	1 697 343
	BS	28 620	9 540	5 050 241	3 336 118
	BC	25 980	8 660	5 007 986	3 167 193
SRM	MO	401 220	133 740	76 320 742	49 043 961

* données mensuelles du modèle jusque 2019

3.5 Méthode d'évaluation du descripteur

Différents aspects interviennent dans le processus d'évaluation du descripteur 5. Outre le calcul des métriques et indices présenté dans les sections précédentes, il faut aborder les notions d'agrégation spatiale, les données étant mesurées à l'échelle de points de mesures, les résultats d'évaluation obtenus à l'échelle des UGE et le rapportage devant être fait à l'échelle des UMR. Il faut également aborder les notions d'agrégation temporelle, les calculs d'indicateur étant basés sur des données mesurées à des fréquences journalières à mensuelles sur une période pluriannuelle. A cela s'ajoute l'aspect intégration des critères puisqu'il faut synthétiser l'information donnée par chacun des 7 critères pour donner une seule évaluation relative au descripteur 5.

Pour l'évaluation des UMR françaises, 2 voies ont été choisies pour rester le plus homogène possible avec les directives et les conventions déjà existantes et dans lesquels des travaux ont été menés depuis de nombreuses années, conduisant à des méthodologies matures et validées par différents groupes de travaux aux niveaux nationaux et européens. La modèle d'intégration/agrégation DCE au niveau des UGE côtières et la méthode OSPAR COMP4 (COMPEAT) dans les UGE au large.

3.5.1 Agrégation spatiale et temporelle des données

3.5.1.1 Méthode DCE (données *in situ* côtière)

Pour les paramètres physico-chimiques (D5C1, D5C4 et D5C5) et la biomasse phytoplanctonique (D5C2), le calcul des indicateurs DCE se fait à partir de données mensuelles (1 données par mois et par an). A l'échelle d'un point de prélèvement, s'il existe plusieurs mesures dans un mois alors celles-ci sont agrégées. Pour les nutriments et la turbidité, c'est la valeur maximum qui est retenue ; pour la chlorophylle-*a* c'est la première valeur du mois qui est retenue et pour l'oxygène c'est la valeur minimale qui est retenue.

De même s'il existe plusieurs points de prélèvement dans une même MEC et qu'il en résulte plusieurs données pour un même mois alors les données sont également agrégées. Pour les nutriments, c'est la valeur liée au maximum de salinité qui est retenue ; pour la chlorophylle-*a* et la turbidité, ce sont les valeurs maximales qui sont retenues et pour l'oxygène, c'est la valeur minimale qui est retenue.

Ensuite les indicateurs sont calculés avec l'ensemble de ces valeurs retenues sur la période d'évaluation (2015-2020 et les mois relatifs au calcul des métriques, voir chapitre 3.3) (Figure 11).

Pour les critères benthiques (D5C6, D5C7 et D5C8), l'intégration temporelle se fait en 2 temps. D'abord les RQE de chaque indicateur (CCO, QISubMac, M-AMBI, ...) sont calculés pour chaque année au cours desquelles une campagne d'échantillonnage a eu lieu (une année à six années pour la période 2015-2020). Ensuite, pour les MEC dans lesquels il y a eu plusieurs années de suivi au cours de la période d'évaluation, les RQE sont moyennées pour obtenir un RQE unique par MEC et par indicateur. De même, s'il y a plusieurs sites de surveillance par MEC, une moyenne des RQE calculés sur chacun de ces sites est effectuée pour obtenir un RQE unique par MEC.

3.5.1.2 Méthode OSPAR (large)

Pour rappel, au large seuls les indicateurs physico-chimiques et la biomasse phytoplanctonique sont considérés dans la COMP4 au niveau des eaux françaises, soit la totalité des critères primaires (Figure 12). Le calcul de chaque métriques OSPAR se fait par année à l'échelle des paysages marins. Ces métriques annuelles sont ensuite moyennées sur la période d'évaluation puis transformées en RQE.

L'agrégation des données *in situ* et satellite/modèle se fait en moyennant la valeur de la métrique obtenue à partir de chaque source de donnée à l'échelle d'un paysage marins (ex : métrique NID pour le paysage marin A = moyenne entre métrique NID_{in situ A} et NID_{modèle A}). Une pondération est appliquée à cette moyenne en fonction de la moyenne des indices de confiance spatio-temporels ($IC = (TC+SC)/2$) calculés pour les données *in situ* (par défaut les données satellite et modèle ont des valeurs d'indices de confiances spatio-temporelles très élevées). Si l'indice de confiance IC à une valeur supérieure à 75 alors la métrique *in situ* à le même poids que la métrique calculée avec les données satellite/modèle, si l'IC est compris entre 75 et 50 la pondération est de 30/70 (*in situ* / sat.modèle) et si l'IC < 50 alors la pondération est de 10/90. La même agrégation par moyenne pondérée est appliquée aux indices de confiance GTC, STC, GSC et SSC.

3.5.2 Intégration des indicateurs/éléments/critères à l'échelle des UGE

3.5.2.1 Méthode DCE (côte)

Intégration intra-critère

Concernant le seul critère multi-indicateur (multi-élément), le D5C7, si plusieurs indicateurs de ce critère (le CCO, QISubMac et Angiospermes) sont évalués dans une même MEC DCE, la règle du One Out All Out s'applique (Figure 11), c'est l'indicateur ayant le RQE le plus déclassant qui classe le critère dans la masse d'eau. En cas d'indicateur classé dans une autre catégorie que bon ou mauvais état (voir chapitre 3.3.10), la règle de priorité est : mauvais état > inconnu > bon état > non pertinent / non suivi, un indicateur dont la pression à l'origine du mauvais état n'a pas pu être identifié est reclassé en état inconnu au regard des pressions d'eutrophisation ce qui classe également la masse d'eau en état inconnu à l'échelle du critère.

Intégration inter-critère

L'utilisation de la méthode One Out All Out (OOAO, mais avec la règle mauvais état > bon état > inconnu > non pertinent / non suivi) pour intégrer le résultat des différents critères à l'échelle des MEC DCE a été décidée lors du CNP Bleu du 12/04/2022 car elle est plus simple à utiliser et à interpréter que la méthode OSPAR COMP4 ou que la méthode utilisée lors de l'évaluation DCSMM D5 2^e cycle (2018). A noter que des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante si appliqué à un même jeu de données : OOAO > OSPAR COMP4 > 2018.

3.5.2.2 Méthode OSPAR (large)

Intégration intra-catégorie

Les différents indicateurs OSPAR sont classés en 3 catégories (Tableau 28):

- Catégorie I : degré d'enrichissement en nutriments. Il regroupe les nutriments NID, PID, TN ou TP (D5C1)
- Catégorie II : les effets directs d'un enrichissement en nutriments. Il regroupe la biomasse phytoplanctonique (D5C2), les algues opportunistes et pérennes (D5C6 et D5C7). On peut y inclure également l'indicateur « abondance phytoplanctonique » tel qu'il est développé dans la DCE.
- Catégorie III : les effets indirects d'un enrichissement en nutriments. Il regroupe la turbidité (D5C4), le déficit en oxygène (D5C5) et la macrofaune benthique (D5C8).

L'intégration intra-catégorie OSPAR consiste à obtenir un RQE standardisé par catégorie à partir des RQE des indicateurs qui les composent (voir chapitre 3.3). Pour cela, les RQE dans les catégories II et III sont standardisés de 0 à 1 (0,6 étant la limite bon/moyen) puis moyennés. Les indicateurs nutriments DIN et DIP sont évalués séparément, il n'y a pas d'intégration dans la catégorie I, pour faciliter l'identification du nutriment qui pourrait causer un phénomène d'eutrophisation identifié par la procédure d'évaluation (Figure 12).

Tableau 28. Paramètres d'évaluation harmonisés OSPAR répartis en 3 catégories. Equivalence avec les critères DCSMM : P- primaire, S- secondaire. Repris et traduit de la COMP4 d'OSPAR⁸³.

Paramètres d'évaluation		Critères DCSMM
<i>Catégorie I : degré d'enrichissement en nutriments</i>		
1	Concentration en nutriments (zone-spécifique) Niveau(x) élevé(s) en DIN et/ou DIP hivernaux	D5C1 – P
2	N/P ratio (zone-spécifique) Ratio N/P hivernal élevé	
3	TN et TP Azote et phosphore total	D5C1 – P
<i>Catégorie II : effets directs d'un enrichissement en nutriments (pendant la période de croissance)</i>		
1	Concentration en chlorophylle-a (zone-spécifique) Niveau élevé du maximum, de la moyenne ou du P90 (OSPAR PH2 ⁸⁵)	D5C2 – P
2	Indicateur d'espèces phytoplanctoniques (zone-spécifique) Niveaux élevés d'abondance en espèces phytoplanctoniques nuisibles/toxiques (et augmentation de la durée des blooms) OSPAR PH1 ⁸⁴ , PH2 ⁸⁵ and PH3 ⁸⁶	D5C3 – S D1C6 – P
4	Macrophytes incluant les macroalgues (zone-spécifique) Changement de communauté des espèces à longue durée de vie aux espèces nuisibles à durée de vie courte (e.g. <i>Ulva</i>). Niveaux élevés (biomasse ou superficie couverte en particulier des espèces de macroalgues vertes opportunistes)	D5C6 – S D5C7 – S
<i>Catégorie III : effets indirects d'un enrichissement en nutriments (pendant la période de croissance)</i>		
1	Déficit en oxygène Niveau décroissant (< 2 mg l ⁻¹ : forte toxicité; 2 - 6 mg l ⁻¹ : déficit) et diminution de la saturation en oxygène	D5C5 – P
2	Macrofaune benthique et poisson Mortalité (en relation avec un déficit en oxygène et/ou la présence d'algues toxiques) Changement à long terme de la biomasse et de la composition spécifique de la macrofaune benthique.	D5C8 – S
3	Carbone organique/matière organique (zone-spécifique) Niveaux élevés (en relation avec III.1) (pertinent dans les zones de sédimentation)	(relates to D5C8)
4	Limite photique (transparence de la colonne d'eau)	D5C4 – S

Intégration inter-catégories à l'échelle du descripteur eutrophisation

Les RQE standardisés des catégories II et III sont intégrés selon la méthode One Out All Out (OOAO, Figure 12) avec la règle de priorité suivante : mauvais état > bon état > non évalué. Le RQE le plus déclassant déclassé le paysage marin vis-à-vis de l'eutrophisation.

⁸³ Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area – v.14

⁸⁴ PH1: phytoplankton community based on lifeform pairs

⁸⁵ PH2: phytoplankton community biomass

⁸⁶ PH3: phytoplankton biodiversity index

Ainsi, les RQE nutriments sont évalués individuellement et n'entrent pas en compte dans la phase d'intégration inter-catégorie et donc du classement à l'échelle du descripteur. Cette approche OSPAR est justifiée par le fait qu'un déclassement des nutriments seuls sans expression de l'eutrophisation via l'apparition d'efflorescences phytoplanctoniques ou de zones hypoxiques ne justifie pas un déclassement au regard de l'eutrophisation (via l'OOAO). Réciproquement, il peut y avoir expression d'un phénomène d'eutrophisation (efflorescence et anoxie) alors que les nutriments ne sont pas d'origine locale mais sont advectés depuis une source extérieure à l'UGE et ne seront donc pas déclassés dans cet UGE.

Cette méthode d'intégration intra- et inter-catégorie a également été appliquée dans les UGE au large de la méditerranée. Une autre méthode d'intégration a été suggérée par la convention de Barcelone, il s'agit de celle intégrée à l'outil d'évaluation NEAT et qui consiste en une intégration pondérée et hiérarchisée en fonction de l'échelle spatiale et du niveau d'intégration de l'indicateur. La méthode NEAT est ainsi assez éloignée (bien plus que la méthode OSPAR) de la méthode OAO préconisée par CNP Bleu à la côte dont l'intérêt est d'avoir une traçabilité du déclassement d'un ou des critères du D5 à l'échelle du descripteur. Dans le cadre des groupes de travaux « en ligne » de la convention de Barcelone, des comparaisons entre les résultats obtenus via l'utilisation de la méthodes COMPEAT et NEAT sur les mêmes jeux de données et les mêmes UGE en méditerranée devront être réalisées. Pour l'instant (à la date de rendu du rapport) aucune personne n'a été mandatée pour effectuer ces tests.

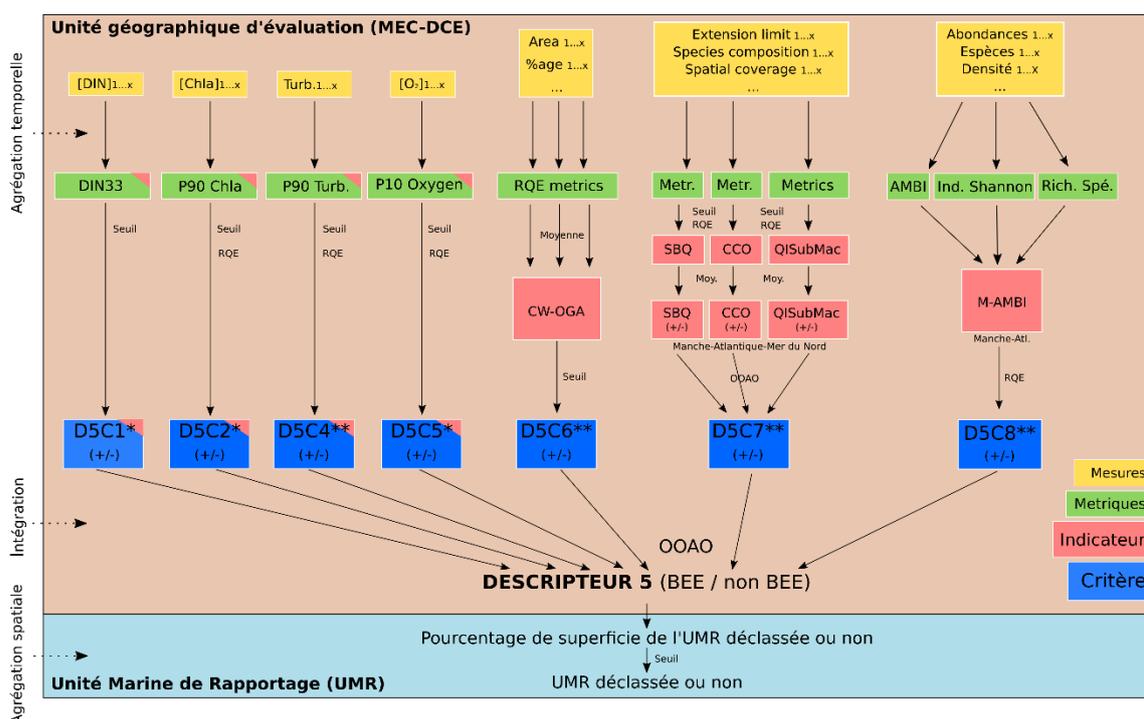


Figure 11. Schéma du processus d'évaluation du descripteur 5 en zone côtière. Les mesures de paramètres comprises dans la période d'évaluation (2015-2020) sont prises en compte (1...x) pour le calcul des métriques. La valeur obtenue à l'issue de ce calcul (métrique ou RQE) est confrontée au seuil ou à une grille de classement du critère (**primaire ou *secondaire) pour définir le classement du critère par UGE. Ces classements sont intégrés entre critères par UGE avec la méthode OAO, le critère le plus déclassant déclassé l'UGE au regard de l'eutrophisation. La dernière étape consiste à agréger spatialement les résultats en calculant le pourcentage de superficie de l'UMR (et potentiellement de la SRM) en BEE et non BEE, si le pourcentage de superficie en

non BEE dépasse x % (voir annexe 14.1), l'intégralité de l'UMR est considérée comme n'atteignant pas le BEE au regard du D5.

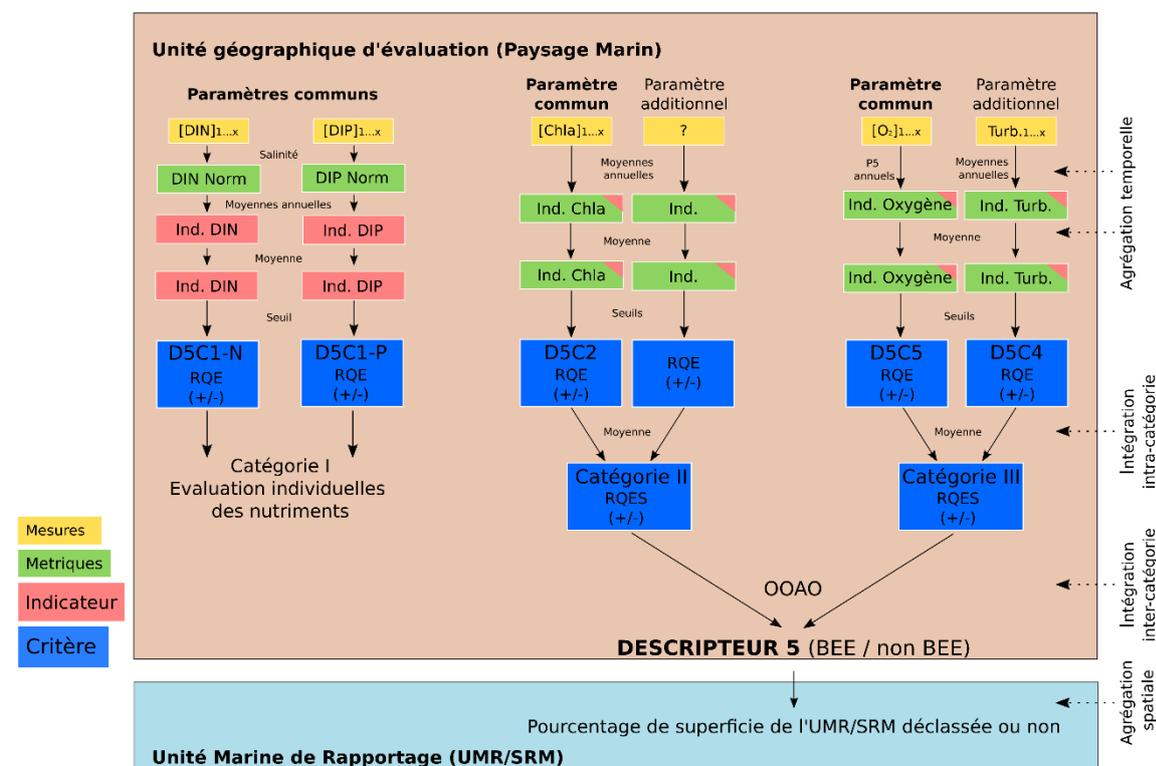


Figure 12. Schéma du processus d'évaluation du descripteur 5 au large selon la procédure COMP4 d'OSPAR.

3.5.3 Agrégation spatiale des résultats à l'échelle des UMR

L'étape précédente permet d'obtenir une évaluation au niveau des critères et du descripteur à l'échelle de chaque UGE ; ces informations doivent ensuite être agrégées à l'échelle des UMR. La superficie de ces UGE étant connue, l'étape d'agrégation spatiale consiste à calculer le pourcentage de superficie déclassé ou non par rapport à la superficie totale. Cela permet également de donner quantitativement la superficie de la SRM dans chacun des 2 états. A partir de ces pourcentages, l'état de l'UMR peut être donnée dans sa globalité (nécessaire pour le rapportage).

3.5.3.1 A la côte

A l'échelle des UMR côtières, la superficie et le pourcentage de l'UMR déclassé ou non par critère et atteignant ou non le BEE pour le descripteur 5 peuvent aisément être calculés en fonction des résultats obtenue par MEC. Le rapportage des résultats d'évaluation à l'UE nécessite d'établir un classement à l'échelle de l'UMR, se pose alors la question du pourcentage de l'UMR déclassée au-delà duquel l'entièreté de l'UMR est déclassée. En absence de choix sur ce pourcentage (qui est plutôt un choix politique qu'écologique), des tableaux synthétisant l'influence du choix de ce pourcentage (OOAO, 5 %, 10 % ou 50 %) sur le classement à l'échelle des UMR sont proposés en annexes (annexe 14.1).

Note à posteriori : les différents essais effectués au cours de l'année 2023 par l'Agence de l'Eau Seine Normandie pour arriver à une méthode d'agrégation à l'échelle des UMR ont été validés en comité technique par l'ensemble des Agences de l'Eau. La méthode retenue est qu'il faut au moins 85 % de superficie de l'UMR en bon état pour que celle-ci soit en bon état. Les masses d'eau classées en « non pertinent » ou « non suivi » n'entre pas en compte dans le calcul des superficies. Les masses d'eau classées en « mauvaise état » ou en état « inconnu » entre en compte dans le calcul. Ce calcul ne sera pas intégré dans le rapport scientifique mais sera fait dans les fiches indicateur.

3.5.3.2 Au large

Le rapportage UE des résultats de la COMP4 se fait pour chaque paysage marin à l'échelle de la zone OSPAR (paysages marins complets). Ainsi, dans le cadre du QSR OSPAR 2023, l'évaluation d'un paysage marin partagé entre les SRM de différents pays, sera faite à partir des données de ces pays. A la vue des délais imposés pour finaliser l'évaluation DCSMM D5 3^e cycle française, le rapportage des résultats d'évaluation au large à l'échelle nationale, inspiré par la COMP4, a dû être légèrement adapté pour ne prendre en compte que les données *in situ* nationales en excluant les données des campagnes halieutiques françaises et étrangères (voir chapitre 3.3.2.1). Il faudra donc s'attendre à une variation dans les résultats d'évaluation du QSR 2023 et l'évaluation DCSMM D5 3^e cycle françaises. Toutefois, les seuils OSPAR ayant été calculés à l'échelle des paysages marins entier (voir chapitre 3.3.2.4), les données issues des images satellite et des modèles ont été utilisées sur l'intégralité des paysages marins (et non pas que sur leur partie française) pour calculer les différents indicateurs ainsi que les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6). L'évaluation française est basée sur un découpage de ces résultats à l'échelle de la ZEE.

Malgré ces nuances, le classement des éléments, critères, catégories et de l'état d'eutrophisation (descripteur) des eaux marines françaises a pu être obtenu à l'échelle des paysages marins. Une étape supplémentaire, ne faisant pas parti du protocole COMP4, est néanmoins proposée (et suggérée par la Guidance Article 8) pour fournir une granularité plus fine de l'évaluation au large ; il s'agit d'appliquer la COMP4 dans les mailles DCSMM 2018⁴⁰ superposées aux paysages marins OSPAR. Dans chaque maille, de taille 1/20° en zone intermédiaire et 1/5° au large, sont appliqués les paramètres d'évaluation COMP4 du paysage marin auquel elle appartient ; un pourcentage et une superficie classé/déclassé plus précise peut ainsi être calculé par UMR ou par paysage marin. Cette démarche a été adoptée pour proposer une aide à l'interprétation des résultats à une échelle plus locale (bassins versants) que celle abordée par OSPAR et permettre un lien plus fort entre les résultats de l'évaluation et les objectifs environnementaux et les programmes de mesures.

Concernant la zone large méditerranéenne, les seuils ont été calculés à l'échelle des parties françaises des paysages marins. L'agrégation des données se fait donc à cette échelle ce qui ne nécessite aucun redécoupage à posteriori. La superposition des mailles 2018 sur les paysages marins méditerranéens a également été appliquée afin de permettre d'affiner les résultats de l'évaluation.

Les tableaux synthétisant l'influence du choix du pourcentage (OOAO, 5 %, 10 % ou 50 %) sur le classement à l'échelle des UMR proposés en annexe contiennent également les UMR large.

3.5.4 Commentaires généraux sur les méthodes d'évaluation utilisées au 3^e cycle

Les méthodes d'évaluation présentées au cours des chapitres précédents sont issues de développements scientifiques réalisés dans des groupes d'expert dédiés, souvent dans des

instances européennes et sont basées sur des résultats, des méthodes publiées dans des revues internationales à comité de lecture. Elles ont été développées avec une volonté d'harmonisation et d'optimisation et sont considérées comme étant l'objet d'un consensus au sein de la communauté des experts scientifiques et techniques. Cependant, il faut noter qu'il existe toujours une séparation des groupes d'experts côte et large (DCE vs. OSPAR/DCSMM) qui va mener à une certaine rupture méthodologique entre les évaluations à la côte et au large. Afin de tenir compte de ces différences méthodologiques, plusieurs scénarios d'évaluation ont été considérés par les responsables thématiques D5, et présentés lors de l'atelier S&T du 14 février 2022, afin de faciliter la comparaison des résultats entre les cycles d'évaluation et de choisir la meilleure méthode pour le 3^e cycle:

- Scénario 1 : utiliser l'approche 100 % DCE à la côte et l'adapter pour le large (métriques DCE, seuils 2018, intégration OOA),
- Scénario 2 : utiliser l'approche 100 % OSPAR au large et l'adapter à la côte (métriques et intégration OSPAR, seuils recalculés quand nécessaire),
- Scénario 3 : utiliser l'approche DCE à la côte et OSPAR au large.

Le choix des scénarios 1 et 2 aurait donné des évaluations harmonisées de la côte vers le large mais une cohérence très partielle avec l'une des directive/convention. Hors la Décision DCSMM 2017² ainsi que la Guidance Article 8 stipulent que l'évaluation DCSMM du descripteur 5 doit être avant tout en cohérence avec la DCE à la côte (au moins au niveau des seuils, métriques et UGE) et avec les travaux développés dans le cadre des conventions des mers régionales au large. Le choix s'est donc porté sur le scénario 3 qui offre une parfaite cohérence avec les directive/convention.

A noter qu'au niveau côtier, la Guidance Article 8 propose d'appliquer les méthodes d'intégration développées par les conventions des mers régionales (ici OSPAR) entre les indicateurs DCE (la DCE n'ayant pas de méthode d'intégration spécifique à l'eutrophisation) et de comparer les résultats obtenus avec la méthode d'intégration DCE (OOA). Cette méthode, également proposée lors de l'atelier S&T, n'a pas été retenue, néanmoins les résultats d'une intégration OSPAR dans les MEC DCE et la comparaison avec l'OOA sont données en annexes (annexe 14.6). Ici, il est mis en avant que la méthode d'intégration OSPAR est une méthode développée pour prendre en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation, un seul critère déclassé n'étant pas toujours le reflet d'un processus d'eutrophisation, ce que, au contraire, la méthode OOA tend à faire.

3.5.5 Etapes supplémentaires

3.5.5.1 Tendances

Des analyses de tendances temporelles seront faites à plusieurs niveaux sur des données acquises au-delà de la période d'évaluation (2015-2020).

Tout d'abord au niveau des séries de données côtières stationnelles utilisées pour alimenter les indicateurs DCE dans les MEC. Ces analyses se basent sur le test non paramétriques Mann-Kendall saisonniers^{87,88} dont la *p.value* est corrigée pour les séries temporelles fortement autocorrélées.

⁸⁷ Hirsch RM, Slack JR et Smith RA. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data, Water Resources Research, 18, 107–121.

⁸⁸ Hirsch RM et Slack JR. 1984. A non parametric trend test for seasonal data with serial dependence, Water Resources Research, 20, 727–732.

Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R.

Ensuite au niveau des résultats de l'évaluation elle-même : l'évolution de la superficie des UMR classé et déclassé par critère ou atteignant ou non le BEE pour le descripteur entre le 2^e et le 3^e cycle. Cette étape intègre également les résultats affinés obtenus en superposant les mailles 2018 aux paysages marins OSPAR et SHOM (voir chapitre 3.5.3.2).

3.5.5.2 Fiches indicateurs

La stratégie développée pour l'évaluation du descripteur 5 (chapitre 3) a été (1) d'utiliser les données brutes directement issues des bases de données ou portails officiels, (2) de procéder à des calculs *via* des outils numériques et des routines développées sous langage R afin d'optimiser les temps de calculs et d'éviter toute manipulation des fichiers pouvant entraîner des erreurs (fautes de frappes, copier/coller malencontreux, etc.). Cette étape du travail, effectuée ou supervisée par les responsables thématiques du descripteur 5, aboutit ainsi à une classification numérique de chaque critère et du descripteur à l'échelle des UMR. Ces résultats ainsi que la méthodologie associée seront synthétisées dans des « fiches indicateur ». Ces « fiches indicateur » sont écrites par grandes façades (Manche-Atlantique-Mer du Nord « ATL » et Méditerranée « MED »), par UMR (côte et large) et par indicateurs (Tableau 23) ; elles sont au nombre de 22 pour le D5 :

- Concentration en NID dans la colonne d'eau – Zone côtière – ATL
- Concentration en NID dans la colonne d'eau – Large – ATL
- Concentration en NID dans la colonne d'eau – Large – MED
- Concentration en PID dans la colonne d'eau – Large – ATL
- Concentration en PID dans la colonne d'eau – Large – MED
- Concentration en Chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau – Zone côtière – ATL
- Concentration en Chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau – Large – ATL
- Concentration en Chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau – Zone côtière – MED
- Concentration en Chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau – Large – MED
- Turbidité dans la colonne d'eau – Zone côtière – ATL
- Turbidité dans la colonne d'eau – Large – ATL
- Turbidité dans la colonne d'eau – Zone côtière – MED
- Turbidité dans la colonne d'eau – Large – MED
- Concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau – Zone côtière – ATL
- Concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau – Large – ATL
- Concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau – Zone côtière – MED
- Concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau – Large – MED
- Macroalgues vertes opportunistes – Zone côtière – ATL
- Macroalgues pérennes subtidales rocheux QuiSubMac – Zone côtière – ATL
- Macroalgues pérennes intertidales rocheux CCO – Zone côtière – ATL
- Herbiers de phanérogame Zoostère - Zone côtière – ATL
- Macrofaune benthique – Zone côtière – ATL

3.5.5.3 Comités locaux

A partir de ces classifications numériques, une classification finale sera ensuite décidée dans des « comités locaux » à l'échelle des façades DIRM (MMN, NAMO (MC + GdG Nord), SA (GdG Sud)) hormis pour la façade méditerranéenne pour laquelle aucune expertise n'a été jugée nécessaire

⁸⁹ Devreker D et Lefebvre A. 2014. TTAinterfaceTrendAnalysis: An R GUI for routine Temporal Trend Analysis and diagnostics. *Journal of Oceanography, Research and Data*, 6, 1-18.

au regard de l'eutrophisation. Les conclusions obtenues à l'issu de ces comités, prises en accord avec les responsables thématiques DCSMM, les correspondants DCE locaux et des experts locaux dans les différentes thématiques abordées par le D5 (physico-chimie, phytoplancton, benthos), seront intégrées dans un deuxième temps à l'évaluation DCSMM pour aboutir à une classification finale incluant l'expertise locale. Le présent rapport présente les résultats de la classification initiale ainsi que son évolution vers une classification finale. Les « fiches indicateurs » (voir 3.5.5.3) ne présenteront que les résultats de la classification finale.

3.6 Données complémentaires/supports à l'évaluation

Certaines données identifiées au cours du chantier collecte des données n'interviennent pas dans l'évaluation elle-même puisqu'elles n'alimentent pas les indicateurs DCSMM décrit précédemment, elles ne seront pas rapportées à l'UE et ne feront donc pas l'objet de fiches indicateurs. Toutefois ces données offrent un support à l'interprétation des résultats obtenus par l'évaluation numérique et peuvent apporter un support matériel supplémentaire aux décisions prises dans les comités locaux. En outre, elles permettent de replacer les résultats d'évaluation dans un contexte plus global ou de tenir compte de phénomènes, d'évènements, pouvant se produire à des échelles de temps et d'espace non couvertes par le PdS D5, mais susceptibles d'influencer les écosystèmes et donc les résultats de l'évaluation.

3.6.1 Les sources de pressions

Un bilan des différentes sources de nutriments (flux terrestres et atmosphériques, liens avec d'autres directives européennes) sera fait à la fin de chaque chapitre propre aux évaluations des différentes SRM. Lorsque cela sera possible (disponibilité de l'information), ces sources de pressions seront quantifiées, à minima une synthèse qualitative sera donnée.

3.6.2 Données hautes fréquences

Ces dispositifs statiques ou embarqués fournissent des données hydrologiques et biologiques (proxy de la biomasse phytoplanctonique, turbidité, oxygène) à fréquence élevée (de l'ordre de quelques minutes). Ces données ne peuvent pas alimenter les indicateurs OSAPR/DCE (les seuils et les métriques n'ont pas été développés pour de tels jeux de données) mais peuvent servir d'aide à l'interprétation en étant capable d'identifier des évènements rares et/ou extrêmes que les suivis « conventionnels » à basse fréquence ne permettent pas d'identifier.

Ces données proviennent essentiellement du système nationale d'observation (SNO) Coast-HF de l'infrastructure de recherche littoral et côtière (IR ILICO). Elles sont complétées par des mesures faites à partir de navires de la flotte océanographique française (FOF) grâce à des systèmes de type Ferry Box⁹⁰.

3.6.3 Données issues des sciences participatives

Ce sont des données issues d'observations opportunistes (faites par des particuliers) de phénomène souvent très côtiers pouvant être liés, de près ou de loin, à de l'eutrophisation. Leur caractère opportuniste (la surveillance n'est pas constante) et sans quantification systématique ne permet pas de les inclure dans le calcul des indicateurs mais elles peuvent fournir des informations supplémentaires sur des phénomènes très localisés. Les différents dispositifs

⁹⁰ Lefebvre Alain, Devreker David (2019). Contributions des mesures automatisées à haute fréquence de type FerryBox pour les programmes thématiques Eutrophisation et Habitats Pélagiques de la DCSMM. Campagnes 2018. ODE/LITTORAL/LER.BL/19.06. <https://doi.org/10.13155/70594>

présentant des informations compatibles avec les thématiques de l'évaluation du BEE de la DCSMM ont été recensés par le collectif Vigie Mer. Parmi ces 80 dispositifs, un seul, Phenomer⁹¹, est apparu pertinent à utiliser comme soutien à l'évaluation du descripteur 5, les autres dispositifs étant plutôt ciblés habitats et espèces.

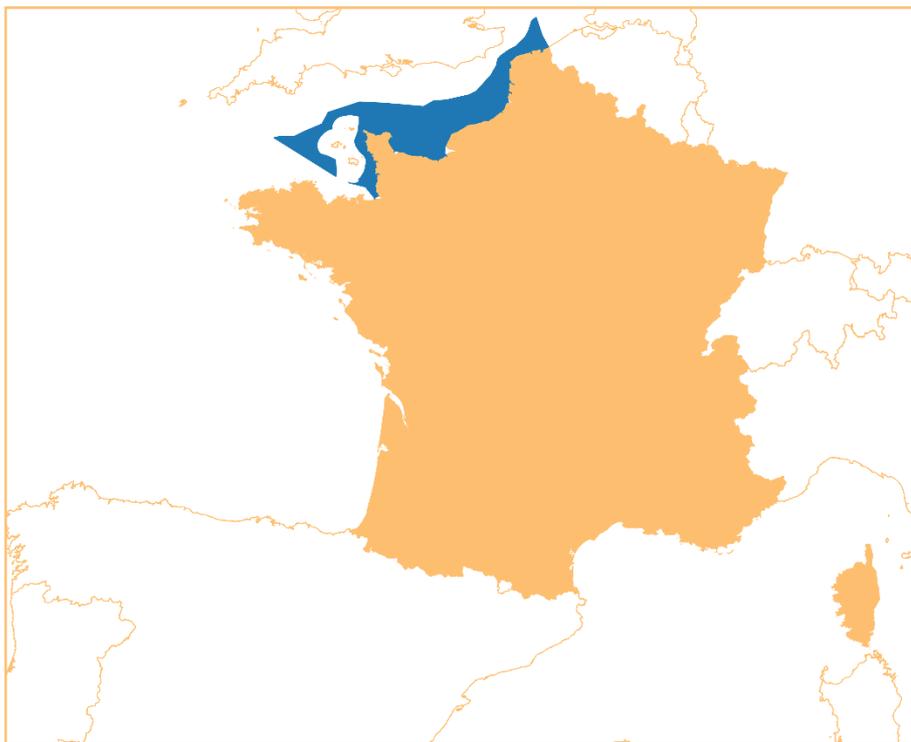
3.6.4 Données SOMLIT

Ces données *in situ* hydrologique et biologique basse fréquence proviennent du réseau de surveillance des stations marines SOMLIT⁹² dont les points de suivi sont repartis sur le littoral métropolitain. Ces stations se trouvent souvent dans les mêmes masse d'eau côtière (ou à proximité directe) que les points REPHY et réseaux régionaux, mais elles ne sont pas utilisées lors de l'évaluation DCE. Toutefois, leur inclusion dans le cadre d'exercice de comparaison de calcul des indicateurs DCSMM avec et sans ces données nous permet de montrer la robustesse de l'évaluation (pas de différence avec et sans ces données) ou, au contraire, de montrer de possibles points faibles (différences observées).

⁹¹ <https://www.phenomer.org/>

⁹² <https://www.somlit.fr/>

4 Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MMN



4.1 Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MMN

Les éléments qui ont été utilisés pour effectuer l'évaluation du descripteur 5 sont ceux pour lesquels des données ont été identifiées en qualité et quantité suffisante et pour lesquels un seuil a pu être déterminé. Pour la SRM Manche-Mer du Nord, ces éléments ont été listés dans le chapitre 3.3.11 ; ce sont :

- la concentration en NID (azote inorganique dissous),
- la concentration en PID (phosphate inorganique dissous) pour le large (pas de seuil pour la côte),
- la concentration en chlorophylle- a ,
- la transparence de l'eau (en FNU à la côte et NTU au large),
- la concentration en oxygène dissous au fond,
- les échouages de macroalgues opportunistes à la côte (non pertinent au large),
- les herbiers et macroalgues pérennes à la côte (non pertinent au large),
- la macrofaune benthique à la côte (pas d'indicateur adapté au large)

Tous les critères primaires du D5 sont ainsi évalués dans l'ensemble de la SRM MMN.

Le critère secondaire "algues nuisibles" (D5C3) n'est pas évalué du fait d'un manque de consensus sur l'établissement de seuils adaptés à chaque groupe d'espèce nuisible et du manque de lien avéré entre eutrophisation et efflorescence de HAB (voir chapitre 3.3.4).

4.2 Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MMN

4.2.1 Réseaux côtiers

Les données NID (nitrate + nitrite + ammonium : D5C1), chlorophylle-*a* (D5C2), turbidité (D5C4) et oxygène (D5C5) utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées par le biais du réseau régional SRN (Suivi Régional des Nutriments) et du RHLN (Réseau Hydrologique Littoral Normand) (Figure 13) aux périodes et fréquences présentées dans le Tableau 23. Le SRN et le RHLN sont des réseaux complémentaires du réseau de surveillance national REPHY dont certains points sont labellisés dans le réseau SNO PHYTOBS de l'IR-ILICO⁹³ (Figure 13). Pour la SRM MMN, ces points REPHY labellisés sont, du nord au sud, Point 1 Boulogne, At so et Cabourg. Les données spécifiques aux réseaux, SRN³², REPHY³³ et SNO PHYTOBS⁹⁴ font l'objet d'un DOI. La proximité des points de surveillance REPHY des MEC FRAC02 et FRAC04 avec les MEC adjacentes FRAC01 et FRAC03 respectivement, permet d'étendre les résultats d'évaluation des indicateurs physico-chimie et phytoplancton obtenus à l'échelle de la FRAC02 et FRAC04 à la FRAC01 et FRAC03.

Une analyse des évolutions temporelles à long terme a été effectuée sur ces points PHYTOBS en ce qui concerne le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (données « HPLC » exclues) pour rendre compte de son évolution avant et pendant la période d'évaluation. Cette analyse a été faite *via* un test non paramétrique Mann-Kendall saisonnier^{87,88} associé à un lissage LOESS⁹⁵ pour observer plus finement les cassures de tendance dans les séries temporelles. Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R. Une analyse de tendance temporelle monotone a été appliquée aux données alimentant les critères primaires sur les points REPHY non labellisés.

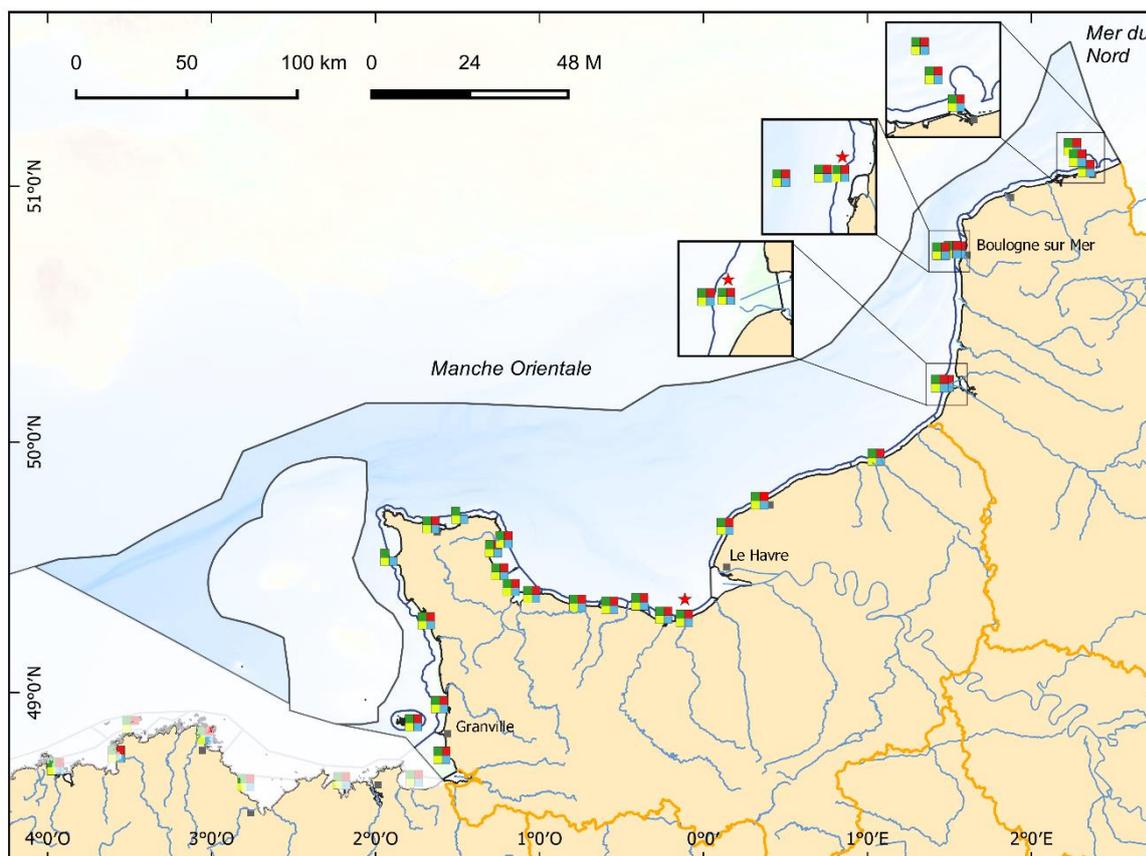
Les données mesurées dans le cadre de ces réseaux sont stockées dans la base Quadrige² d'où elles sont directement extraites pour alimenter le calcul des indicateurs DCSMM *via* des scripts développés par le service VIGIES de l'Ifremer. D'autres sources de données existent (SOMLIT, RESOMAR, SISMER, CORIOLIS) et ont été rendues disponibles pour l'évaluation. Ces données n'ont toutefois pas été utilisées pour le calcul des indicateurs, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 directives. Les données ont été extraites sur la période 2015 - 2020 pour le calcul des indicateurs.

A noter que l'année 2020 a été marquée par la pandémie mondiale de SARS-COV2 (COVID19) et par le confinement sanitaire qui a été mis en place de mi-mars à mi-mai 2020. Ce confinement a eu pour conséquence l'annulation d'un certain nombre de sorties terrains pendant cette période, ce qui correspond à un manque de 1 à 3 données mensuelles pour le calcul des indicateurs. Cette période correspondant au maximum de production du phytoplancton, un impact est possible sur l'évaluation des critères D5C2 et D5C4. Ce manque de données n'a toutefois pas empêché de remplir les conditions numériques de calcul des différents indicateurs tels que définit dans le paragraphe 3.3.

⁹³ <https://www.ir-ilico.fr/Les-reseaux-elementaires/Fiches-d-identite-des-reseaux-elementaires/PHYTOBS>

⁹⁴ PHYTOBS (2021). PHYTOBS dataset - French National Service of Observation for Phytoplankton in coastal waters. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/85178>

⁹⁵ Cleveland WS, Grosse E et Shyu WM. 1992. Local regression models. Chapter 8 of Statistical Models in S eds J.M. Chambers and T.J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.



Réseaux REPHY et complémentaires : points de surveillance et paramètres mesurés
SRM MMN

- Mesure chlorophylle-a
- Mesure nutriments
- Mesure oxygène
- Mesure turbidité
- ★ Point appartenant au réseau Phytobs
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrigé²

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 13. Points du réseau REPHY et des réseaux complémentaires (les points SRN historique sont encadrés) de la sous-région marine Manche-Mer du Nord pour lesquels la quantité et la qualité des données est suffisante pour effectuer l'évaluation des critères D5C1, D5C2, D5C4 et D5C5 à la côte. Les étoiles rouges représentent les points labellisés PHYTOBS (IR-ILICO) pour lesquels les tendances temporelles du paramètre chlorophylle-*a* ont été analysées.

Concernant le D5C6, les données de superficie d'algues opportunistes échouées sont obtenues par survols aériens. La zone survolée pour la SRM MMN va du centre de la Baie du Mont Saint Michel (MEC FRHC02) à Dieppe (MEC FRHC18) (Figure 19 et Tableau 3). Toutefois les MEC FRHC01, FRHC05 et FRHC61 ne sont pas survolées, la première car la zone est trop éloignée de la ligne de survol, les autres par évitement de la zone de la centrale nucléaire de production électrique de Flamanville qui est interdite aux survols. Les données utilisées pour les calculs de l'indicateur sont celles mesurées sur la période 2015 – 2020 (cycle DCE de 6 ans). Toutes les données utilisées actuellement pour calculer l'indice d'algues opportunistes DCE proviennent de la géodatabase du CEVA et sont également intégrées à Quadrigé². Aucune autre source de données n'a pour l'instant été identifiée comme pertinente pour renseigner cet indicateur.

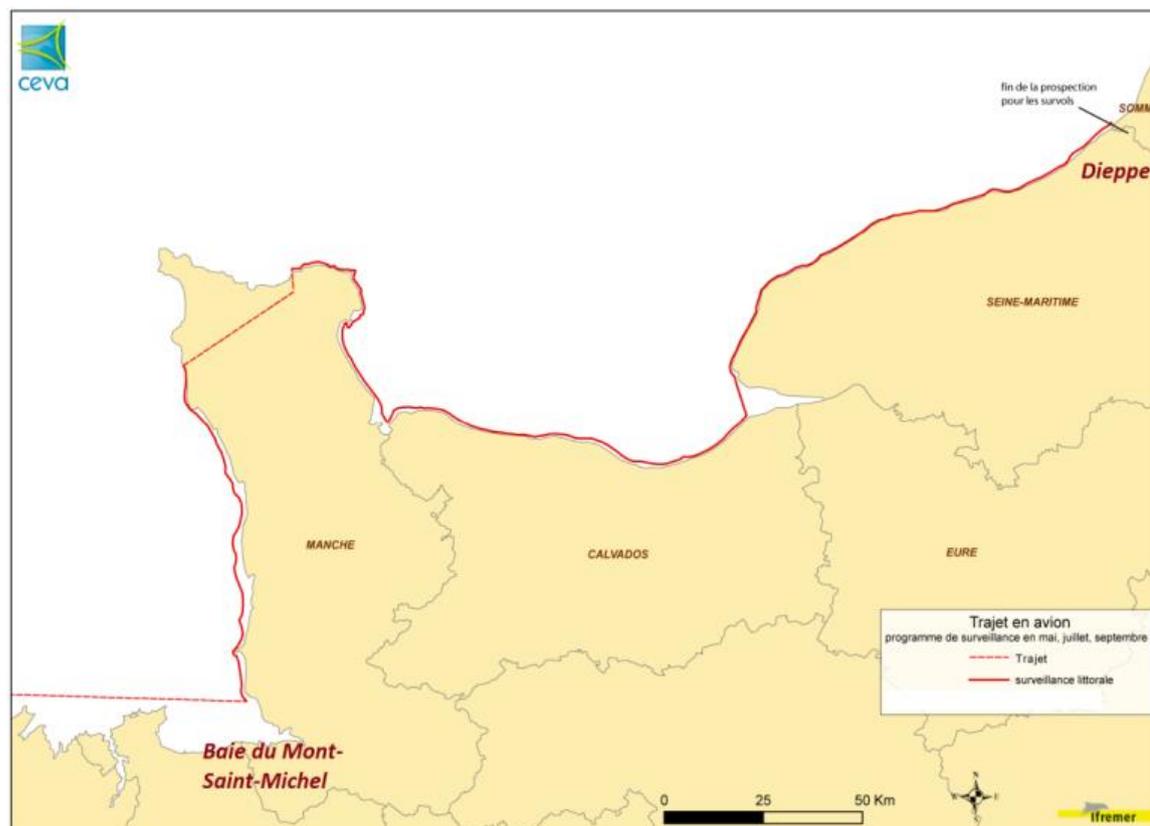
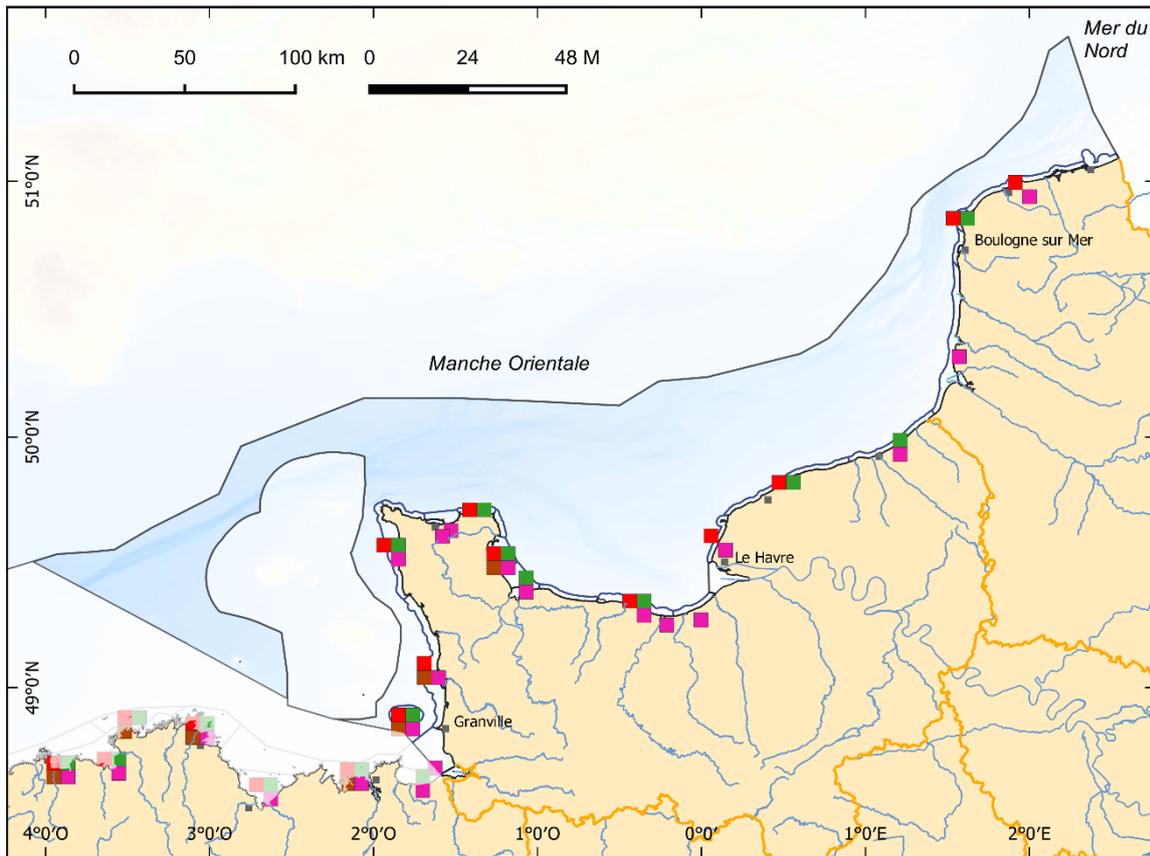


Figure 14. Linéaire survolé pour déterminer les zones d'échouage de macroalgues opportunistes et leur superficie. Adapté de : CEVA, REBENT 2014⁹⁶.

Toutes les données utilisées actuellement pour calculer les indices basés sur les communautés de macroalgues et herbiers pérennes (D5C7) et sur la macrofaune benthique (D5C8) dans le cadre de la DCE proviennent de la surveillance REBENT-DCE (Figure 15). Les données ont été bancarisées dans Quadrigé² et le calcul des métriques et des indicateurs du D5C7 est effectué par les responsables de réseaux ; les résultats de ces calculs sont ensuite centralisés pour les besoins de la DCSMM. Le calcul des métriques et des indicateurs du D5C8 est effectué par le service VIGIES. La base de données RESOMAR Benthos a également été identifiée comme source potentielle de données. Toutefois, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 évaluations.

⁹⁶ Garcia A, Desroy N et Le Mao P. 2014. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2013. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-14-011. 82p.



Réseaux REBENT-DCE : points de surveillance macrofaune benthique, macroalgues pérennes et herbiers de phanérogame
SRM MMN

- Suivi de la macrofaune benthique
 - Suivi des macroalgues pérennes de substrat dur en zone intertidale
 - Suivi des macroalgues pérennes de substrat dur en zone subtidale
 - Suivi des herbiers de phanérogame (angiospermes)
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige²

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 06/2022

Figure 15. Répartition des suivis REBENT-DCE dans les masses d'eau côtières DCE de la SRM MMN. Il peut y avoir plusieurs points de surveillance pour un même type de suivi par MEC.

4.2.2 Données au large

Au large, les données *in situ* en nutriments (NID et PID), chlorophylle-*a* et oxygène de fond sont issues du réseau SRN « historique ». Sur la période 2015-2020, 486 données *in situ* de ce réseau ont pu être utilisées dans le cadre de la COMP4 pour alimenter les évaluations des paysages marins qui entrent dans la SRM MMN.

Les données de concentration en oxygène et nutriments proviennent ainsi principalement du modèle hydrodynamique ECO-MARS3D qui fournit des données journalières pour la période 2015-2020. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MMN, cela représente 722 fichiers rasters pour les nutriments (novembre-février) et 732 pour l'oxygène (juin à septembre) contenant chacun 1 619 données ce qui représente un total de ~1 200 000 données brutes pour chaque nutriment et l'oxygène pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

Les données de chlorophylle-*a* et de turbidité sont issues des produits dérivés des images satellites journalières. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MMN, cela représente 1 284 fichiers rasters (mars-septembre) contenant chacun ~30 000 pixels (pixels mesurés + couverture nuageuse) pour la chlorophylle-*a* (image « RBINS ») et ~21 000 pixels pour la turbidité (image « ARGANS ») pour un total de ~15 000 000 et ~10 000 000 données exploitables (en excluant les pixels perdus par la couverture nuageuse) pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C2 et D5C4 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

4.3 Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM MMN

Les résultats de l'évaluation seront d'abord présentés sous forme de synthèses cartographiques et commentés par critère puis pour le descripteur 5 dans son ensemble.

4.3.1 D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau

4.3.1.1 Azote

Cette évaluation a été réalisée à partir de 444 données de concentration en NID pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26 ; auquel s'ajoutent 76 données *in situ*.

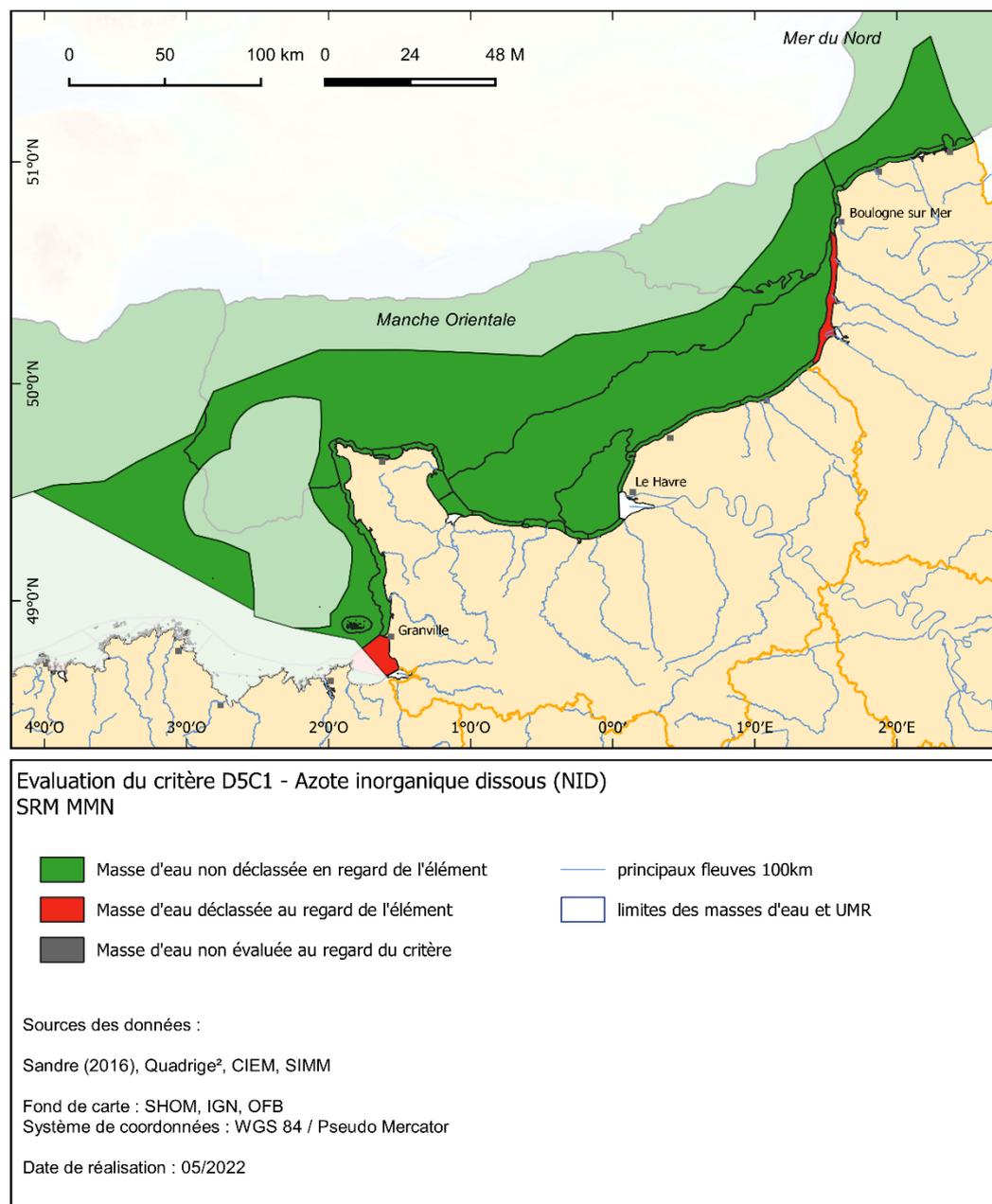


Figure 16. Évaluation du critère D5C1 (élément NID) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi. Ces résultats tiennent compte du dire d'expert.

Pour la MEC FRHC09 bien qu'il y ai suffisamment de données dans cette MEC, la droite de dilution (normalisation) obtenue pour le calcul de la métrique NID33 a montré une pente positive et donc un gradient inverse à la normal. Le classement de cette MEC a donc été fait à dire d'expert. Concernant les MEC FRHC04 et FRHC07 le nombre de données étant inférieur à 18 (voir chapitre 3.3.2.6) la métrique n'a pas pu être calculée avec les conditions requises, leur classement a été fait à dire d'expert à partir du calcul des métriques effectué hors conditions requises. Deux MEC n'ont pas été évaluées numériquement par manque de suivi (FRHC05 et FRHC61), toutefois la proximité du point de mesure du réseau REPHY dans la MEC adjacente FRHC60, non déclassée, permet de ne pas les déclasser.

Ainsi, dans la zone côtière, deux MEC sont déclassées vis-à-vis des NID (FRAC05 et FRHC02, 442 km² de côte, soit 19 % de la zone côtière de la SRM) contre vingt-trois MEC qui n'ont pas été déclassées (1 853 km², soit 81 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 16 et Tableau 29).

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de supérieur à 85 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie) hormis la FRAC05 qui est déclassée avec une probabilité de 68 % et les FRHC14 et FRHC15 qui ne sont pas déclassées avec une probabilité de 76 et 65 % respectivement.

Tableau 29. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, et non évalué) au regard de l'élément NID du critère D5C1 à l'issu de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
	nbre d'UGE	23	2	0
UMR Côte	superficie (km ²)	1 853	442	0
	%	81	19	0
	nbre d'UGE	6	0	0
UMR Large	superficie (km ²)	25 986	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	27 839	442	0
	%	98	2	0

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément NID (Figure 16 et Tableau 29). Tous les indices de confiance TC, SC et C (3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, les indices de confiance basés uniquement sur les données *in situ* sont « faibles » à « moyens ».

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM MMN montre des tendances significatives à la baisse ou une absence de tendance des concentrations en NID (Tableau 30).

Tableau 30. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en NID ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement de l'élément NID du critère D5C1 dans les MEC de la SRM MMN. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement (p.value >0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance NID	Tendance NID hivernal	Debut de la série
FRAC01	Point 1 Dunkerque	-	-	1992
FRAC03	Point 1 Boulogne	-	-	1992
FRAC05	At so	-	0	1992
FRHC18	Dieppe 1 mille	0	0	2004
FRHC16	Antifer ponton pétrolier	-	0	2002
FRHC14	Ouistreham 1 mille	0	0	2002
FRHC15	Cabourg	0	0	2001
FRHC13	St Aubin les Essarts	0	0	2004
FRHC12	Asnelles-Meuvoines	0	-	2004
FRHC11	Port en Bessin 1 mille	0	-	2004
FRHC10	Roches de Grandcamp	0	0	2001
FRHC10	Utah	0	-	2006
FRHC08	Reville 1 mille	-	-	2004
FRHC09	La Hougue	-	-	2004
FRHC09	Gougins	-	-	2006
FRHC60	Digue de Querqueville	-	0	2006
FRHC03	Denneville	-	-	2006
FRGC01	Mont St Michel	0	0	2007
FRHC02	Champeaux	-	0	2006

4.3.1.2 Phosphate

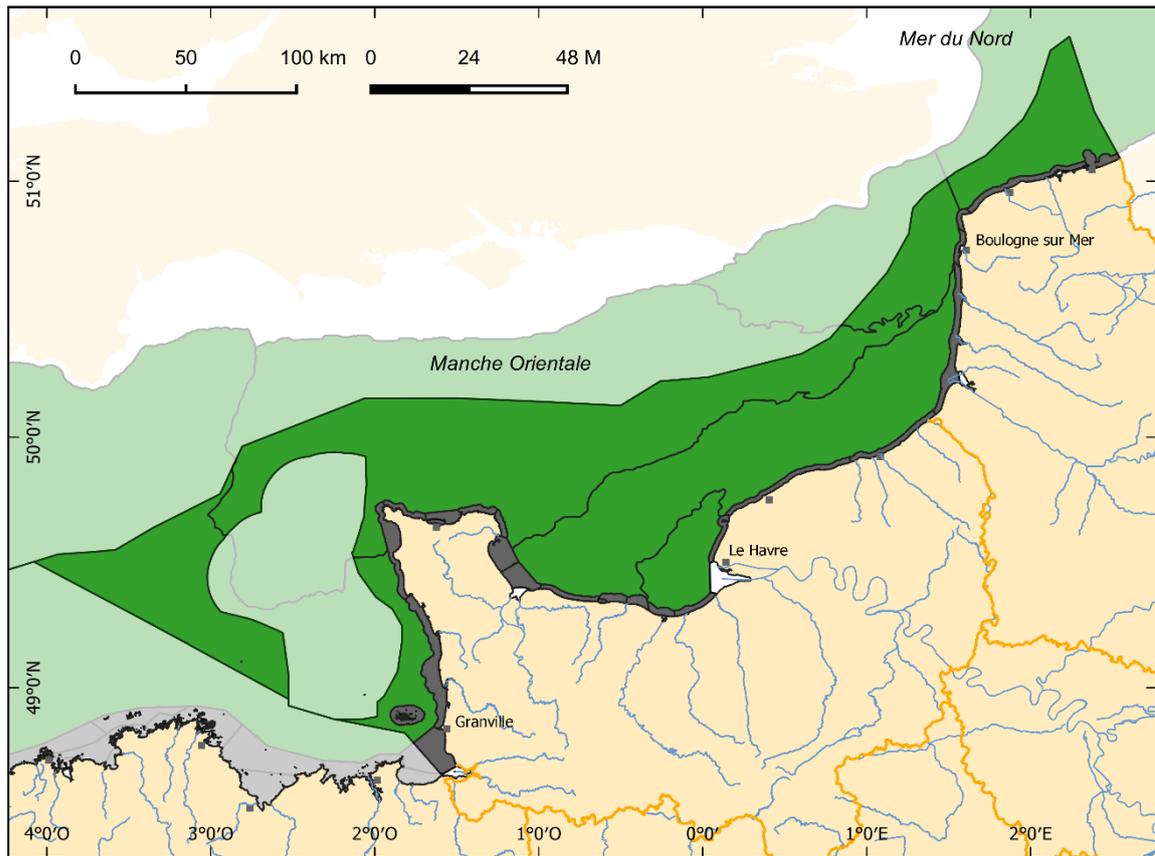
Les PID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

La quantité de données utilisée pour réaliser cette évaluation est donnée dans le Tableau 26 auquel s'ajoutent 76 données *in situ*.

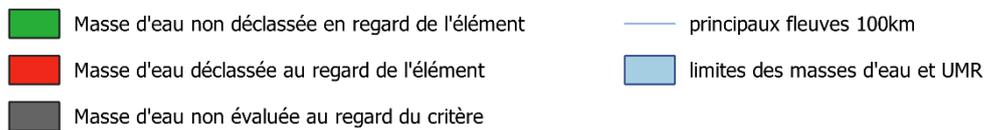
Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément PID (Figure 17 et Tableau 31). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, les indices de confiance basés uniquement sur les données *in situ* sont « faibles » à « moyens ».

Tableau 31. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, et non évalué) au regard de l'élément PID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	0	0	25
	superficie (km ²)	0	0	2 295
	%	0	0	100
UMR Large	nbre d'UGE	6	0	0
	superficie (km ²)	25 986	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	25 986	0	2 295
	%	92	0	8



Evaluation du critère D5C1 - Phosphore inorganique dissous (PID)
SRM MMN



Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 04/2022

Figure 17. Évaluation du critère D5C1 (élément PID) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque d'indicateur.

4.3.2 D5C2 : concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 982 données de concentration en chlorophylle-*a* pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26 ; auquel s'ajoutent 223 données *in situ*.

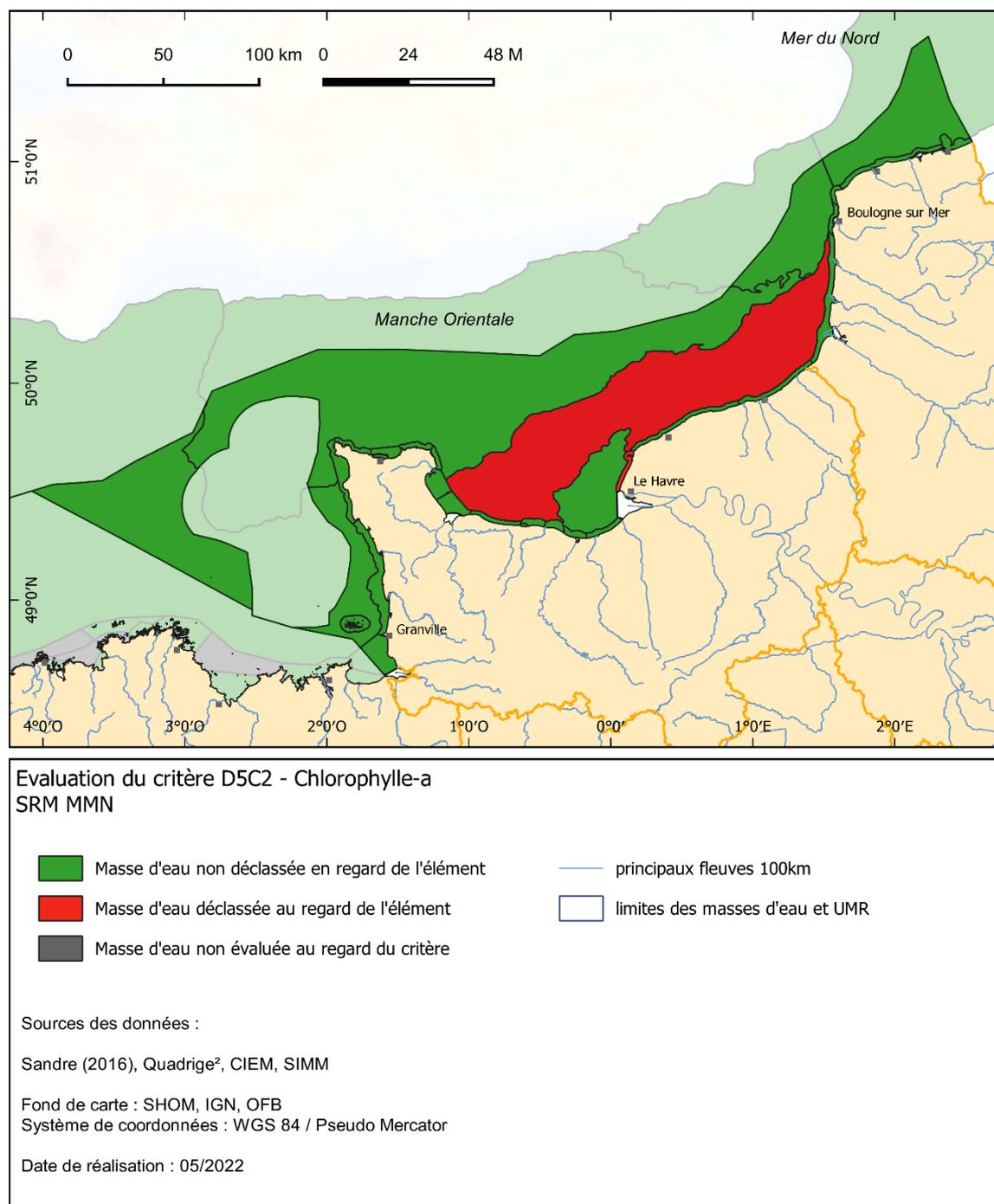
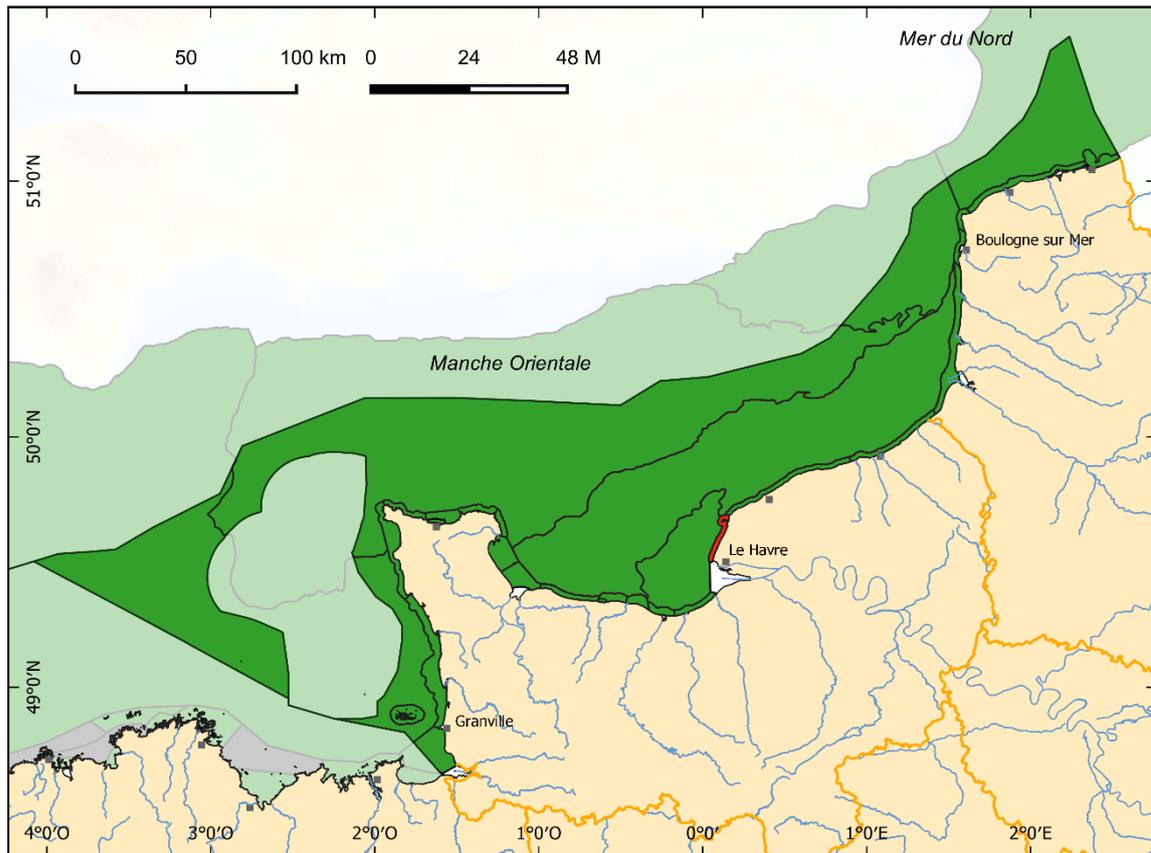


Figure 18. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord incluant les données « satellite » et *in situ* au large. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.



Evaluation du critère D5C2 - Chlorophylle-a (au large : données "satellites" uniquement)
SRM MMN

- | | |
|---|---|
| Masse d'eau non dégradée en regard de l'élément | principaux fleuves 100km |
| Masse d'eau dégradée au regard de l'élément | limites des masses d'eau et UMR |
| Masse d'eau non évaluée au regard du critère | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 19. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord incluant les données « satellite » uniquement au large. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Deux MEC n'ont pas de suivi (FRHC05 et FRHC61), toutefois la proximité du point de mesure du réseau REPHY dans la MEC adjacente FRHC60, non dégradée, permet de ne pas les déclasser à dire d'expert.

Ainsi, dans la zone côtière, une MEC est dégradée vis-à-vis de la chlorophylle-a (FRHC16, 57 km² de côte, soit 2 % de la zone côtière de la SRM) contre vingt-quatre MEC qui n'ont pas été dégradées (2 238 km², soit 98 % de la zone côtière de la SRM).

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance proche de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie) hormis la FRAC05 qui n'est pas déclassée avec une probabilité de 78 % et la FRHC16 qui est déclassée avec une probabilité de 76 %.

Tableau 32. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, et non évalué) au regard du critère D5C2 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	24	1	0
	superficie (km ²)	2 238	57	0
	%	97,5	2,5	0
UMR Large	nbre d'UGE	5	1	0
	superficie (km ²)	18 810	7 176	0
	%	72	28	0
SRM	superficie (km ²)	21 048	7 233	0
	%	74	26	0

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et un seul paysage marin a été déclassé au regard du critère D5C2 (CFR, 7 176 km², soit 28 % de l'UMR) (Figure 18 et Tableau 32). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite (sauf dans le paysage marin NAAO1 où l'indice SC est « moyen »), les indices de confiance basés uniquement sur les données *in situ* sont « faibles » à « moyens ».

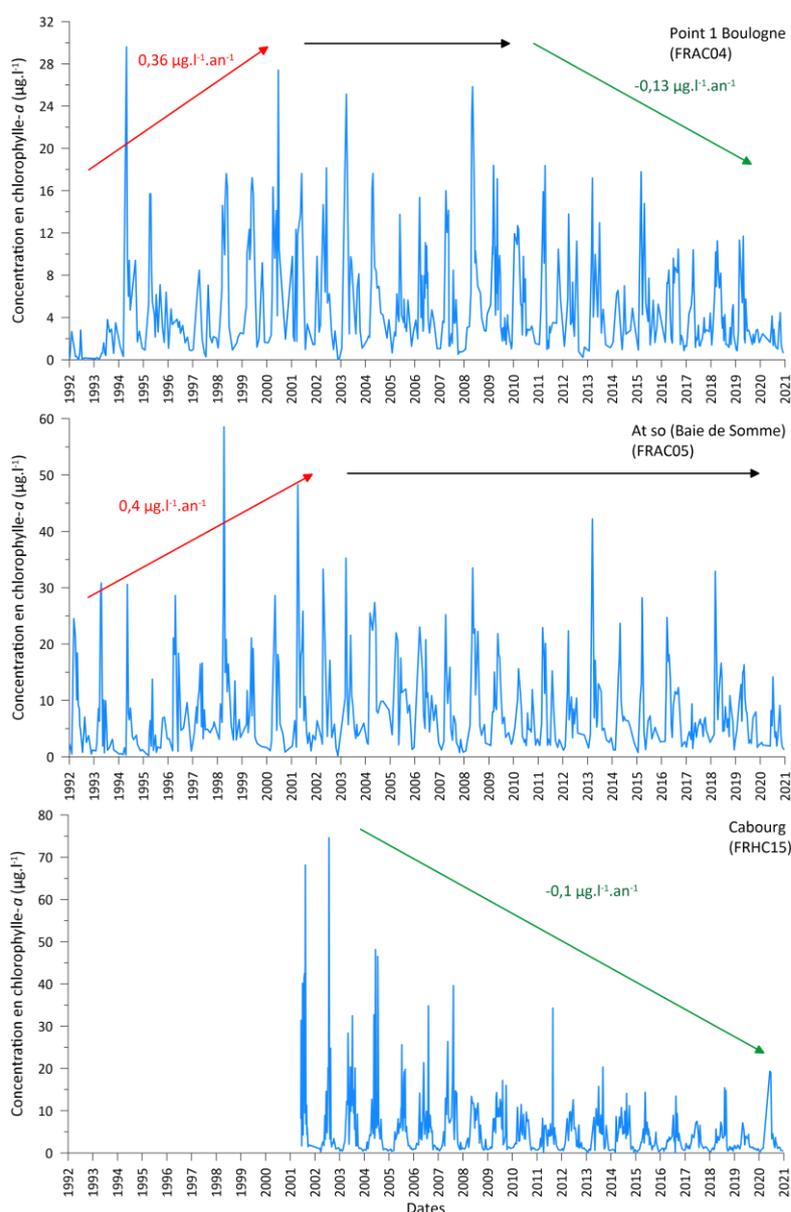
Remarque : la prise en compte des données de concentration en chlorophylle-*a* *in situ* mesurées au point SRN (Somme Mer 2) au large de la Baie de Somme (Figure 13) (métrique *in situ* = 5,8 µg.l⁻¹) dégradent à elles seules l'état du paysage marin CFR (seuil chl-*a* = 2,8 µg.l⁻¹), puisque celui-ci n'est pas déclassé s'il est évalué à partir de données uniquement satellite (métrique sat. = 2,1 µg.l⁻¹) (Figure 19) et ce malgré la pondération de 70:30 (satellite:*in situ*, voir chapitre 3.5.1.2) appliquée entre ces données (métrique finale = 3,2 µg.l⁻¹). C'est le seul cas où l'utilisation des données *in situ* modifie le classement d'un paysage marin par rapport à son évaluation par des données uniquement « satellite » ou « modèle ». En se basant sur ce constat les comités locaux AESN et AEAP ont décidé de reclasser ce paysage marin en bon état vis-à-vis de l'élément chlorophylle-*a*, par souci de garder un minimum de cohérence avec le QSR 2023 d'OSPAR, ce reclassement ne sera pas intégré au rapport scientifique mais sera intégré à la fiche indicateur équivalente ainsi qu'à la fiche de synthèse.

- Analyse de tendance à long terme

Les deux séries de données remontant au début des années 90, Atso et Boulogne 1, montrent une augmentation significative de la concentration en chlorophylle-*a* jusqu'au début des années 2000 (Figure 20). La concentration en chlorophylle-*a* montre ensuite une stabilisation qui perdure jusqu'à nos jours sur le point Atso mais qui diminue significativement depuis la fin des années 2000 au point Boulogne 1. Sur le point Cabourg, la tendance montre une diminution monotone de la concentration en chlorophylle-*a* depuis le début de la série, au début des années 2000, jusqu'à nos jours.

Sur le point Cabourg la concentration en chlorophylle-*a* dépasse couramment les 30 $\mu\text{g.l}^{-1}$ jusqu'en 2007 (Figure 20), ce qui ne se reproduit qu'une seule fois, en 2011, par la suite. Un tel phénomène est moins visible sur les points Boulogne 1 et At so.

L'analyse de la tendance temporelle monotone sur les autres points REPHY montre globalement une absence de tendance significative et/ou des tendances significatives à la baisse des concentrations en chlorophylle-*a* en Normandie (Tableau 33). Cette tendance à la baisse des concentrations en chlorophylle-*a* est un phénomène qui a été observé au cours de ces 20 dernières années (1998 à 2017) à l'échelle de la Manche Est et du Nord du Golfe de Gascogne⁹⁷.



⁹⁷ F. Gohin, D. Van der Zande, G. Tilstone, M.A. Eleveld, A. Lefebvre, F. Andrieux-Loyer, A.N. Blauw, P. Bryère, D. Devreker, P. Garnesson, T. Hernández Fariñas, Y. Lamaury, L. Lampert, H. Lavigne, F. Menet-Nedelec, S. Pardo, B. Saulquin. 2019. Twenty years of satellite and in situ observations of surface chlorophyll-a from the northern Bay of Biscay to the eastern English Channel. Is the water quality improving? Remote Sens. Environ., 233, 10.1016/j.rse.2019.111343

Figure 20. Variations saisonnières pluri-annuelles de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) sur les 3 points du réseau REPHY de la SRM MMN labellisés PHYTOBS. Les flèches et données en rouge montrent les tendances significatives à la hausse, les flèches et données en vert montrent les tendances significatives à la baisse et les flèches noires l'absence de tendance significative (test Mann-Kendal saisonnier significatif pour $p.\text{value} > 0,05$).

Tableau 33. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C2 dans les MEC de la SRM MMN. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance CHLA	Tendance CHLA période prod.	Debut de la série
FRAC01	Point 1 Dunkerque	0	0	1992
FRAC03	Point 1 Boulogne	0	0	1992
FRAC05	At so	0	0	1992
FRHC02	Champeaux	-	-	2006
FRHC03	Denneville	0	0	2006
FRHC04	FLAM - Dielette	0	0	2007
FRHC08	Reville 1 mille	0	0	2004
FRHC09	La Hougue	0	0	2006
FRHC09	Gougins	0	0	2006
FRHC10	Utah	-	-	2006
FRHC10	Roches de Grandcamp	-	0	2001
FRHC11	Port en Bessin 1 mille	-	-	2004
FRHC12	Asnelles-Meuvoines	0	-	2004
FRHC13	St Aubin les Essarts	0	0	2004
FRHC14	Ouistreham 1 mille	-	-	2002
FRHC15	Cabourg	-	-	2001
FRHC16	Antifer ponton pétrolier	-	-	2002
FRHC18	Dieppe 1 mille	0	0	2004
FRHC60	Digue de Querqueville	0	0	2006
FRGC01	Mont St Michel	0	0	1992

4.3.3 D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)

Cette évaluation a été réalisée à partir de 993 données de turbidité pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs), 10 285 853 données satellite exploitables pour le large.

Deux MEC n'ont pas de suivi (FRHC05 et FRHC61), toutefois la proximité du point de mesure du réseau REPHY dans la MEC adjacente FRHC60, non déclassée, permet de ne pas les déclasser à dire d'expert.

Ainsi, dans la zone côtière, les vingt-cinq MEC ne sont pas déclassées vis-à-vis de la turbidité (2 228 km^2 de côte, soit 100 % de la zone côtière de la SRM). Aucune MEC n'est déclassée au regard du critère D5C4 dans la SRM MMN.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance proche de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de la turbidité (Figure 21 et Tableau 38). L'évaluation de cet élément n'étant basé que sur des données satellite, tous les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés ».

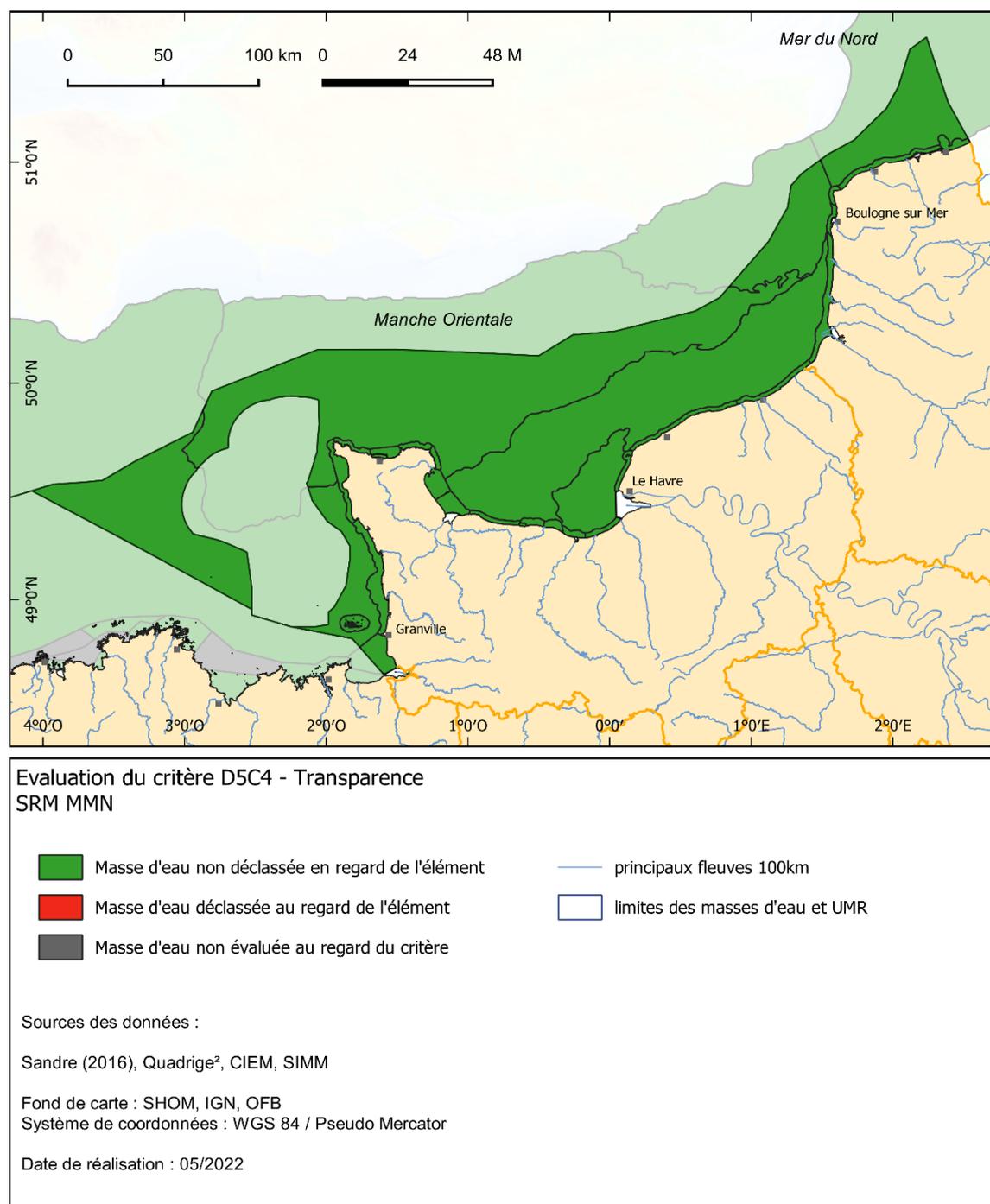


Figure 21. Évaluation du critère D5C4 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Tableau 34. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C4 à l'issu de l'évaluation DCSMM. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	25	0	0
	superficie (km ²)	2 295	0	0
	%	100	0	0
UMR Large	nbre d'UGE	6	0	0
	superficie (km ²)	25 986	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	28 281	0	0
	%	100	0	0

4.3.4 D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 482 données de concentration en oxygène au fond pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26 ; auquel s'ajoutent 111 données *in situ*.

Deux MEC n'ont pas de suivi (FRHC05 et FRHC61), toutefois la proximité du point de mesure du réseau REPHY dans la MEC adjacente FRHC60, non déclassée, permet de ne pas les déclasser à dire d'expert.

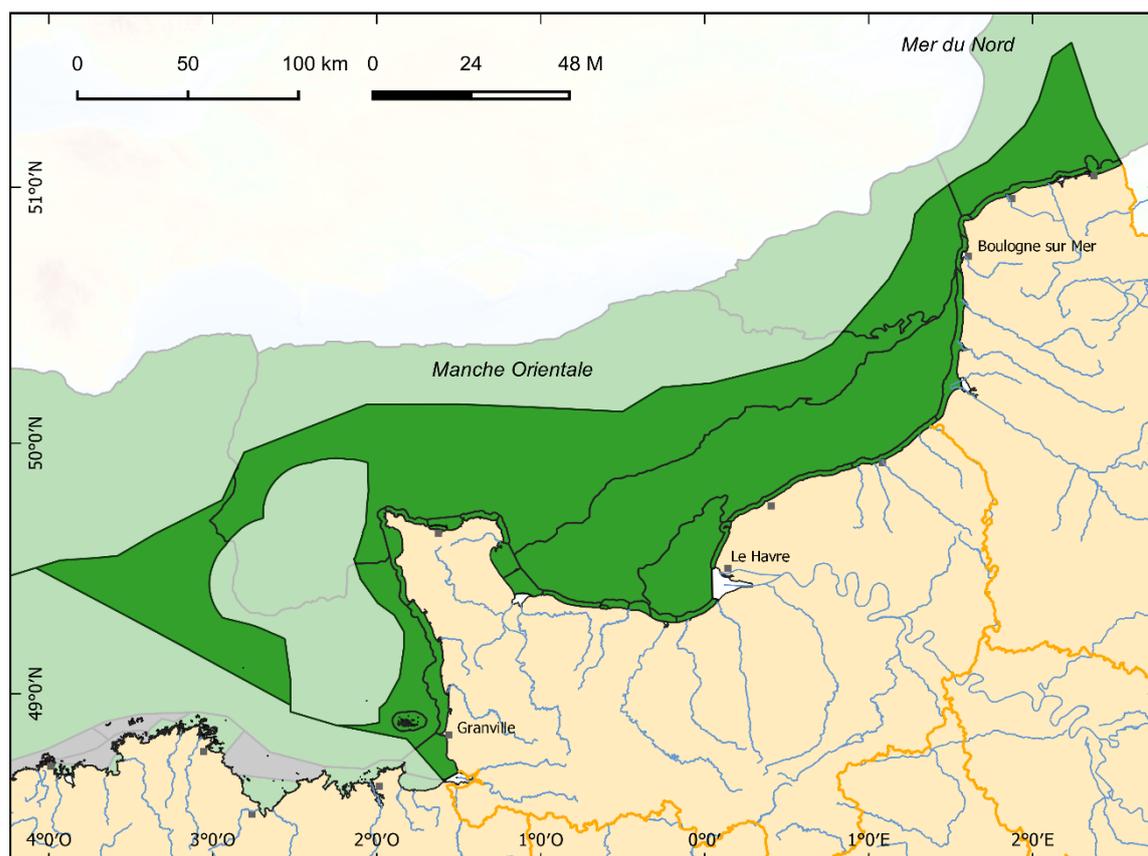
Ainsi, dans la zone côtière, les vingt-cinq MEC ne sont pas déclassées vis-à-vis de l'oxygène dissous au fond (2 228 km² de côte, soit 100 % de la zone côtière de la SRM). Aucune MEC n'est déclassée au regard du critère D5C5 dans la SRM MMN.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, les six paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'oxygène au fond (Figure 22 et Tableau 40). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, les indices de confiance basés uniquement sur les données *in situ* sont « faibles » à « moyens ».

Tableau 35. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issu de l'évaluation DCSMM. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	25	0	0
	superficie (km ²)	2 295	0	0
	%	100	0	0
UMR Large	nbre d'UGE	6	0	0
	superficie (km ²)	25 986	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	28 281	0	0
	%	100	0	0



**Evaluation du critère D5C5 - Oxygène dissous
SRM MMN**

- Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément
- Masse d'eau déclassée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 22. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé

et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert.

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM MMN montre des tendances significatives à la baisse, principalement autour de la Baie de Seine, ou, en majorité, une absence de tendance des concentrations en oxygène dissous (Tableau 36).

Tableau 36. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en oxygène dissous au fond (mg.l^{-1}) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C5 dans les MEC de la SRM MMN. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance OXY	Tendance OXY estivale	Debut de la série
FRAC01	Point 1 Dunkerque	0	0	2008
FRAC03	Point 1 Boulogne	0	0	2008
FRAC05	At so	0	0	2008
FRHC18	Dieppe 1 mille	-	-	2004
FRHC16	Antifer ponton pétrolier	-	-	2002
FRHC14	Ouistreham 1 mille	-	0	2002
FRHC15	Cabourg	-	0	2001
FRHC13	St Aubin les Essarts	0	0	2004
FRHC12	Asnelles-Meuvoines	0	0	2004
FRHC11	Port en Bessin 1 mille	0	0	2004
FRHC10	Roches de Grandcamp	-	-	2001
FRHC10	Utah	-	-	2006
FRHC08	Reville 1 mille	0	0	2004
FRHC09	Gougins	0	-	2006
FRHC09	La Hougue	0	0	2006
FRHC60	Digue de Querqueville	0	0	2006
FRHC04	FLAM - Dielette	0	0	2007
FRHC03	Denneville	0	0	2006
FRGC01	Mont St Michel	0	0	2007
FRHC02	Champeaux	0	0	2006

4.3.5 D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques

Au sein de la SRM MMN, les types d'échouages sont de types 1 et 2 (Tableau 20).

L'évaluation de l'état du critère D5C6 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, dix n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (836 km^2 , 36 % de la zone côtière), trois sont déclassées (HC12, HC13 et HC08, 117 km^2 , 5 % de la zone côtière) et douze ne sont pas déclassées (1 342 km^2 , 58 % de la zone côtière) vis-à-vis du critère D5C6 (Figure 23, Tableau 37).

Tableau 37. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, indicateur non pertinent, état inconnu) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent
UMR Côte			
nombre d'UGE	12	3	10
superficie (km ²)	1 342	117	836
%	58	5	36

Remarque : la zone Artois-Picardie de la SRM MMN ne fait pas l'objet d'une surveillance mais a été évaluée en 2009 comme étant non préoccupante⁹⁸ et a été classé à dire d'expert en très bon état vis-à-vis des algues proliférantes dans le cadre de l'état des lieux DCE. Les épisodes de blooms sont en effet nettement moins visibles (très faibles intensités, très localisés et sur de très petites surfaces) que sur les côtes Normande et Bretonne, le phytoplancton utilisant les nutriments dès le printemps (bloom de *Phaeocystis* sp.). En l'absence de données de suivi depuis 2009, le choix a été fait de classer ces masses d'eau en « non pertinentes » vis-à-vis de cet indicateur.

En normandie, pour les HC01, HC05 et HC61, voir chapitre 4.2.1. Pour les HC16 et HC18 il n'y a pas de risque de développement d'algues vertes.

⁹⁸ Nebout T, Desroy N et Le Mao P. 2009. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2008 – District Artois-Picardie. RST.DOP-LER/FBN-09-010. 43p.

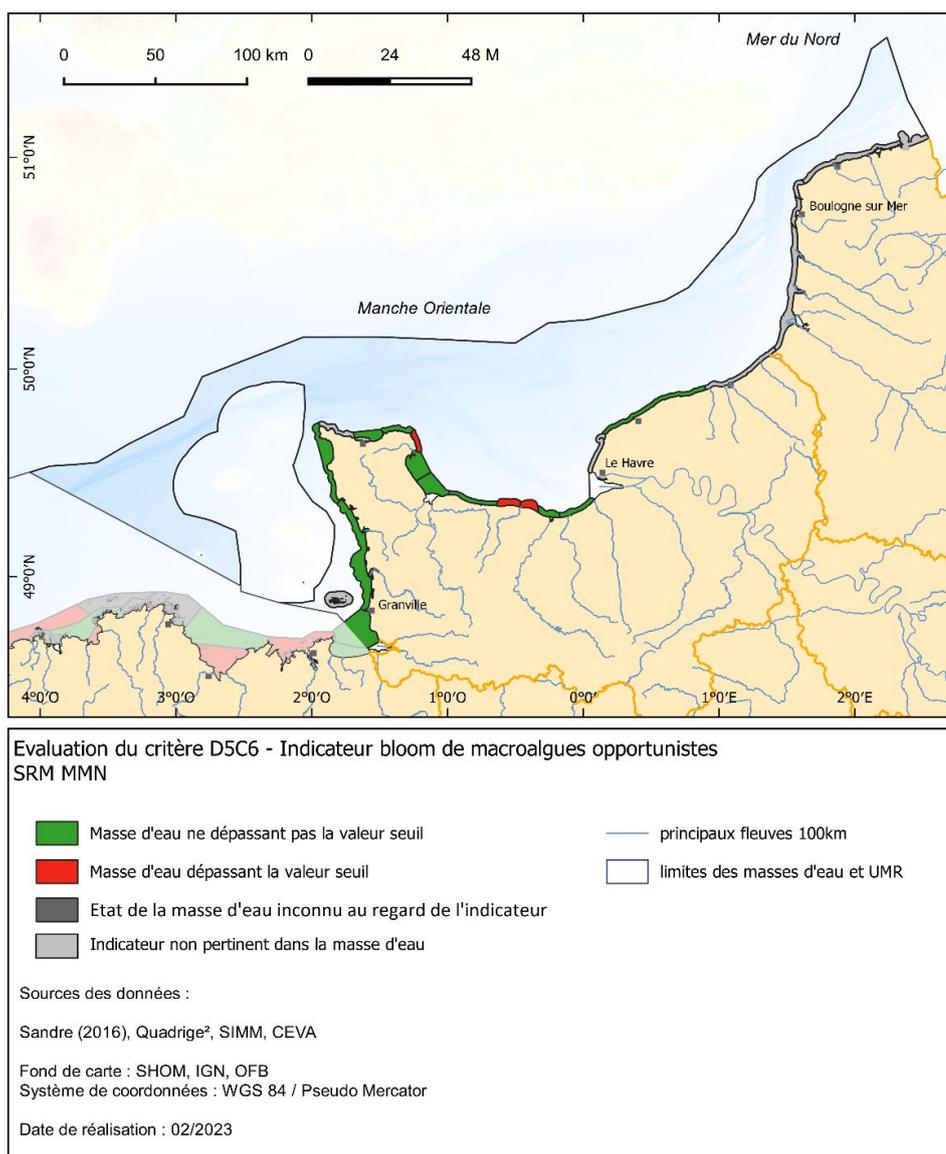


Figure 23. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles l'indicateur ne dépasse pas le seuil, en rouge où il dépasse le seuil, en gris foncé où l'état de la masse d'eau est inconnu et en gris clair où l'indicateur a été jugé non pertinent ou sans enjeu dans la masse d'eau.

4.3.6 D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques

4.3.6.1 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales

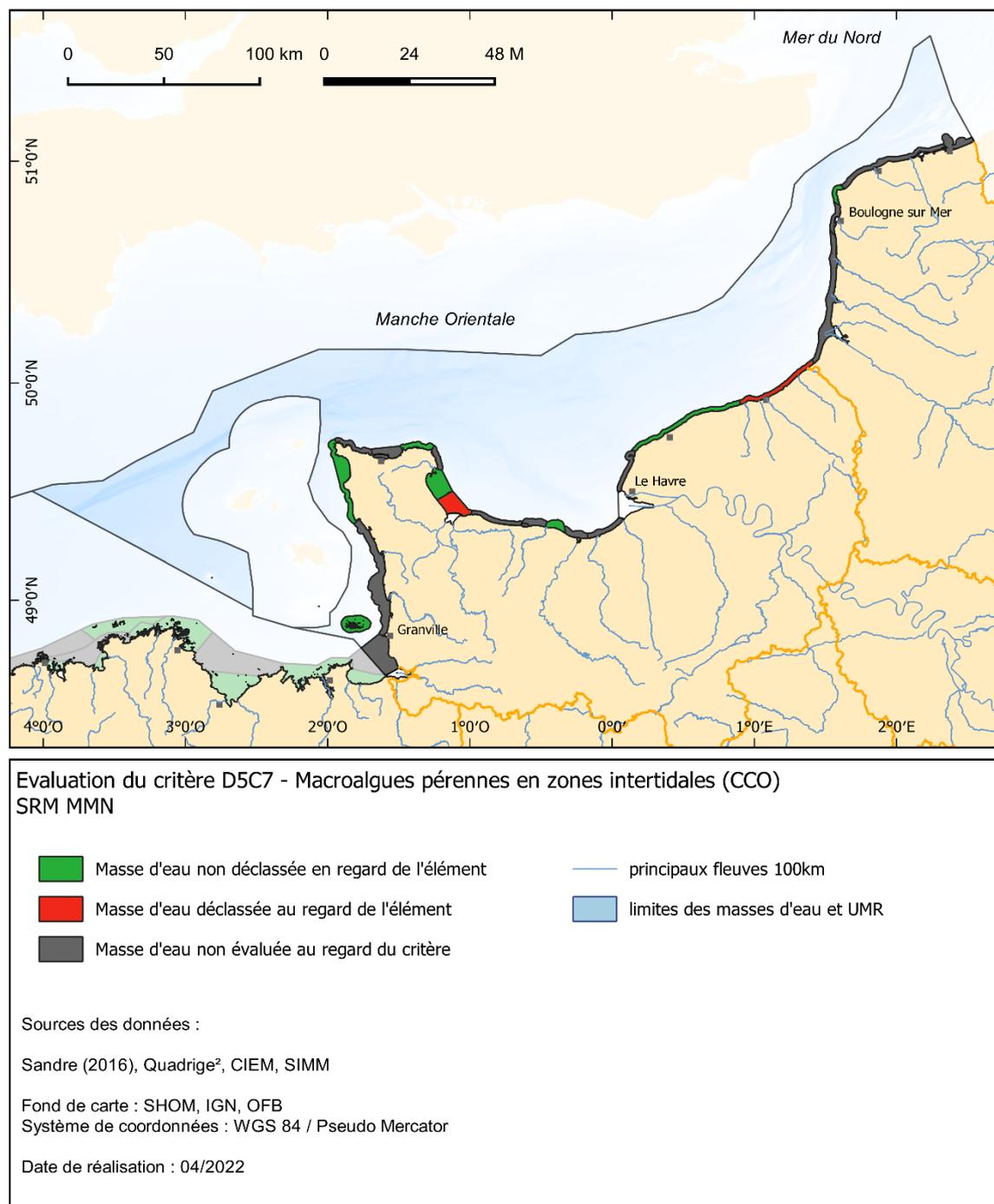


Figure 24. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation.

Tableau 38. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différents classements (bon état atteint, non atteint, indicateur non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issu de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
	nbre d'UGE	8	2	15
UMR Côte	superficie (km ²)	651	218	1 427
	%	28	9	62

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, quinze n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 427 km², 62 % de la zone côtière), huit ne sont pas déclassées (651 km², 28 % de la zone côtière) et deux MEC sont déclassées (FRHC10 et FRHC18, 218 km², 9 % de la zone côtière) (Figure 24, Tableau 38).

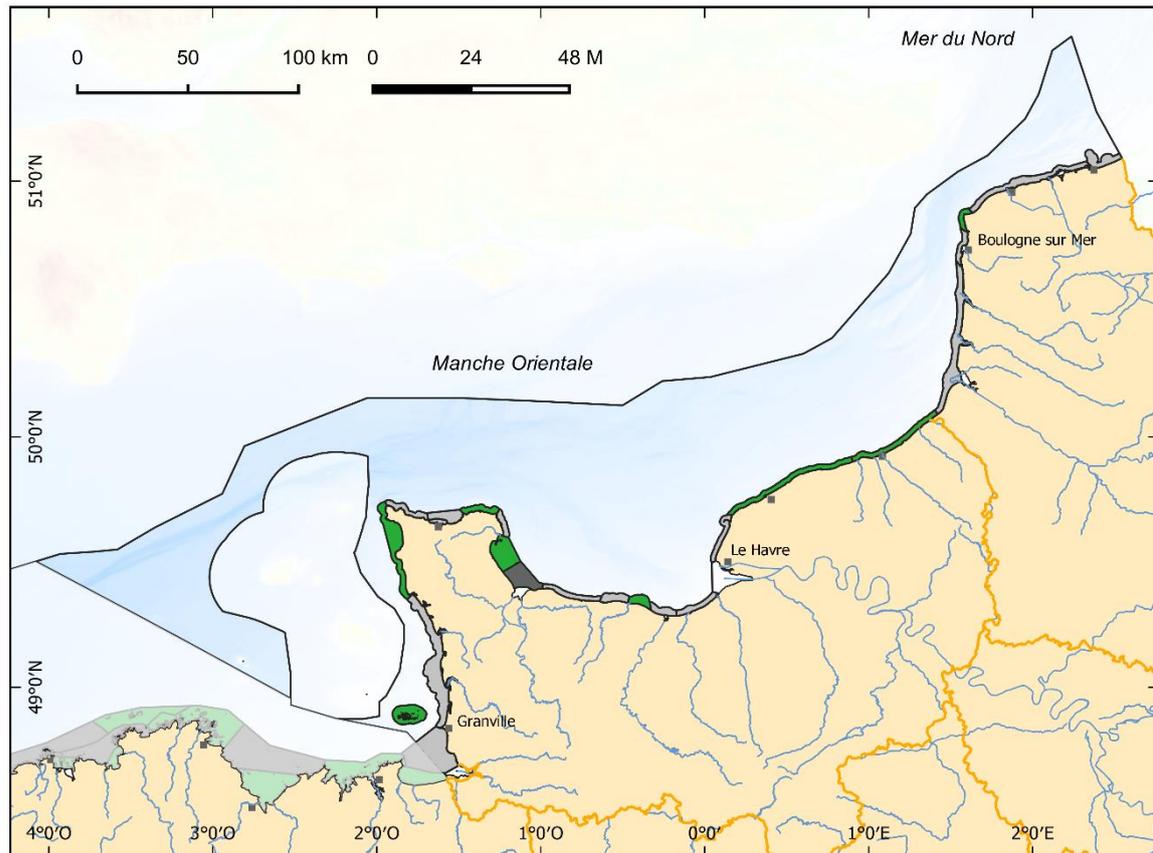
Dire d'expert : Dans la MEC FRHC18, l'indicateur est en limite d'application face aux conditions de mouvements sédimentaires; la stabilité des EQR, l'expertise locale de cet habitat et des pressions étayant le reclassement en bon état par le Groupe de Travail DCE Seine Normandie du 10/05/2022 en présence d'experts locaux de la thématique macroalgues. Les pressions à l'origine du déclassé de la MEC FRHC10 n'ont pas été identifiées, il a ainsi été décidé par le Groupe de Travail DCE Seine Normandie du 10/05/2022⁹⁹ de la classée comme « inconnu » vis-à-vis de l'eutrophisation.

- Proposition de classement de l'indicateur CCO dans la SRM MMN après expertise locale et validation du GT DCE Seine-Normandie du 10/05/2022

Tableau 39. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différents classements (bon état atteint, non atteint, indicateur non pertinent, état inconnu) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issu de l'évaluation DCSMM et en prenant en compte l'expertise locale.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Inconnu
	nbre d'UGE	9	0	15	1
UMR Côte	superficie (km ²)	751	0	1 427	117
	%	33	0	62	5

⁹⁹ de Bortoli Julien, Joncourt Yann, Sarraza Manuel (2022). GT DCE Seine Normandie. <https://doi.org/10.13155/93610>



Evaluation du critère D5C7 - Indicateur macroalgues pérennes de substrat dur en zone intertidale méditerranéenne

SRM MMN

- | | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
|  | Masse d'eau ne dépassant pas la valeur seuil |  | principaux fleuves 100km |
|  | Masse d'eau dépassant la valeur seuil |  | limites des masses d'eau et UMR |
|  | Etat de la masse d'eau inconnu au regard de l'indicateur | | |
|  | Indicateur non pertinent dans la masse d'eau | | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 02/2023

Figure 25. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord en prenant en compte l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles l'indicateur ne dépasse pas le seuil, en rouge où il dépasse le seuil, en gris foncé où l'état de la masse d'eau est inconnu et en gris clair où l'indicateur a été jugé non pertinent ou sans enjeu dans la masse d'eau.

4.3.6.2 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales

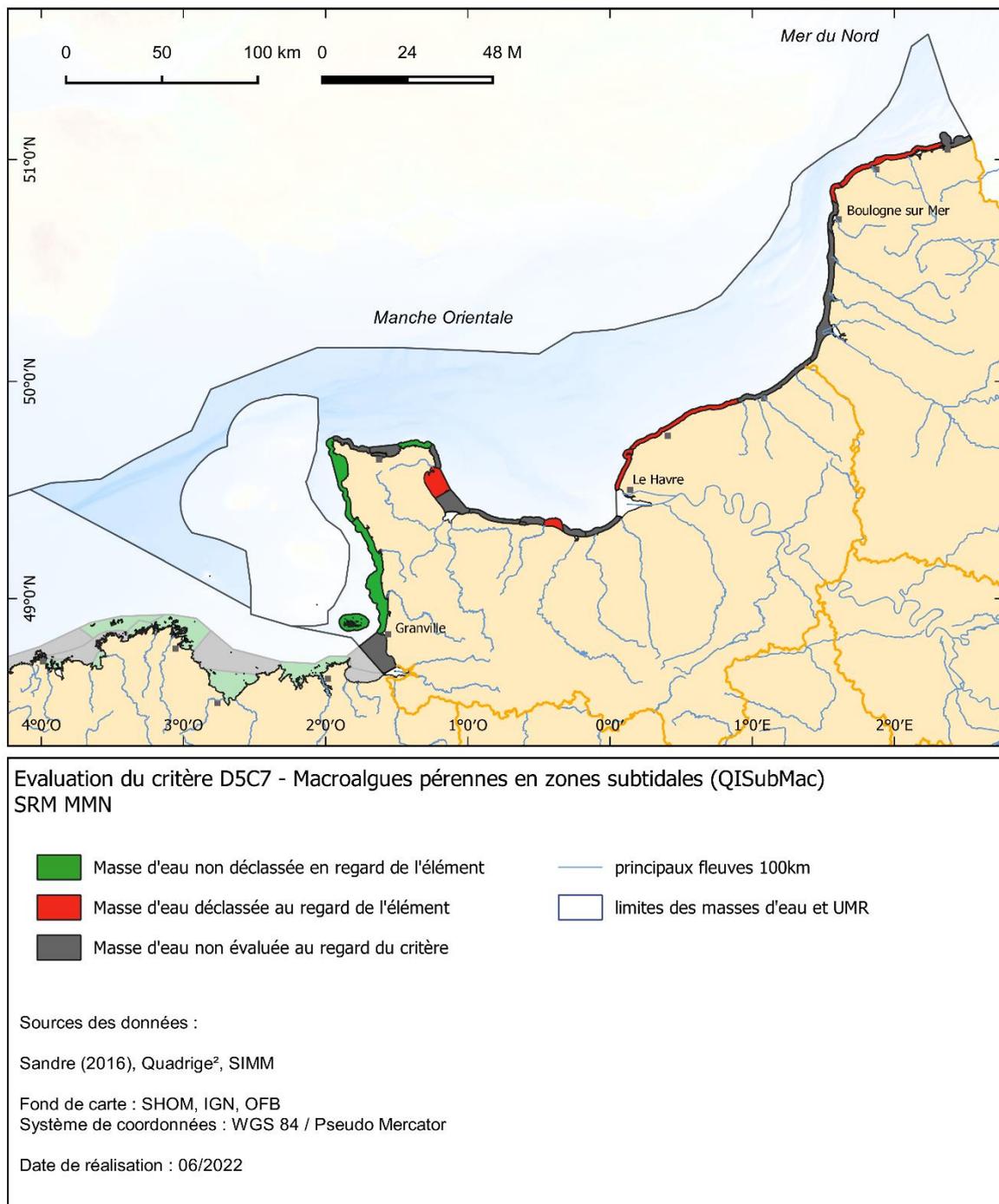


Figure 26. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation.

Tableau 40. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issu de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
	nbre d'UGE	4	6	15
UMR Côte	superficie (km ²)	643	531	1 122
	%	28	23	49

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, quinze n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 122 km², 49 % de la zone côtière), quatre ne sont pas déclassées (643 km², 28 % de la zone côtière) et six sont déclassées au vis-à-vis de cet élément (531 km², 23 % de la zone côtière) (Figure 26, Tableau 40).

Dire d'expert : l'indicateur QISubMac est sensible à différent type de pressions. Les eaux côtières du bassin Artois-Picardie étant naturellement très turbides (la turbidité naturelle de la zone peut être accentuée par la présence du phytoplancton et celle du vers *Polydora* sp, qui fixe la matière en suspension. Celle-ci se retrouve alors sous la forme d'une couche de vase qui vient recouvrir les rochers), le déclassement des MEC DCE FRAC02 et FRAC03 est dû au manque de luminosité plutôt qu'à un phénomène d'eutrophisation, la valeur de référence du super type C (voir chapitre 3.3.8.3) n'étant pas adaptée à des milieux aussi turbides. Le choix a ainsi été pris lors du comité local Artois-Picardie du 14/10/2022¹⁰⁰ de reclasser ces MEC en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation selon l'indicateur QISubMac.

Concernant les masses d'eau côtière du littoral Normand, la sensibilité de l'indicateur QISubMac à l'absence des algues brunes structurantes des bas niveaux induit des résultats fluctuants en baie de Seine (HC09 et HC13); de plus les connaissances limitées de l'action des pressions sur ces communautés ne permettent pas de faire le lien avec l'eutrophisation. Le GT DCE Seine-Normandie du 10/05/2022⁹⁹ a donc validé le reclassement de ces MEC en « inconnu » vis-à-vis de l'eutrophisation selon l'indicateur QISubMac.

Le suivi des macroalgues dans les MEC FRHC16 et FRHC17 a été arrêté en 2019 suite au manque de ressource biologique disponible sur les sites de prélèvement (EQR proche de zéro), l'indicateur n'étant pas adapté au type de substrat local. La présente évaluation est basée sur les résultats des suivis de 2015 à 2018 pour ces MEC. Ainsi, suite au comité local Seine-Normandie, il a été décidé de ne plus utiliser les évaluations du QISubMac sur ces sites par manque de pertinence, ces MEC passeront donc en état « non pertinent » vis-à-vis de cet indicateur.

¹⁰⁰ Abadie Arnaud, Bolzan Dorothée (2022). Comité local d'évaluation DCSMM ARTOIS-PICARDIE. Compte-rendu. <https://doi.org/10.13155/93600>

- Proposition de classement de l'indicateur QISubMac dans la SRM MMN après expertise locale et validation du GT DCE Seine-Normandie⁹⁹ et du comité local Artois-Picardie¹⁰⁰.

Tableau 41. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, indicateur non pertinent, état inconnu) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issu de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Inconnu
UMR Côte	nbre d'UGE	6	0	17	2
	superficie (km ²)	812	0	1 311	172
	%	35	0	57	7

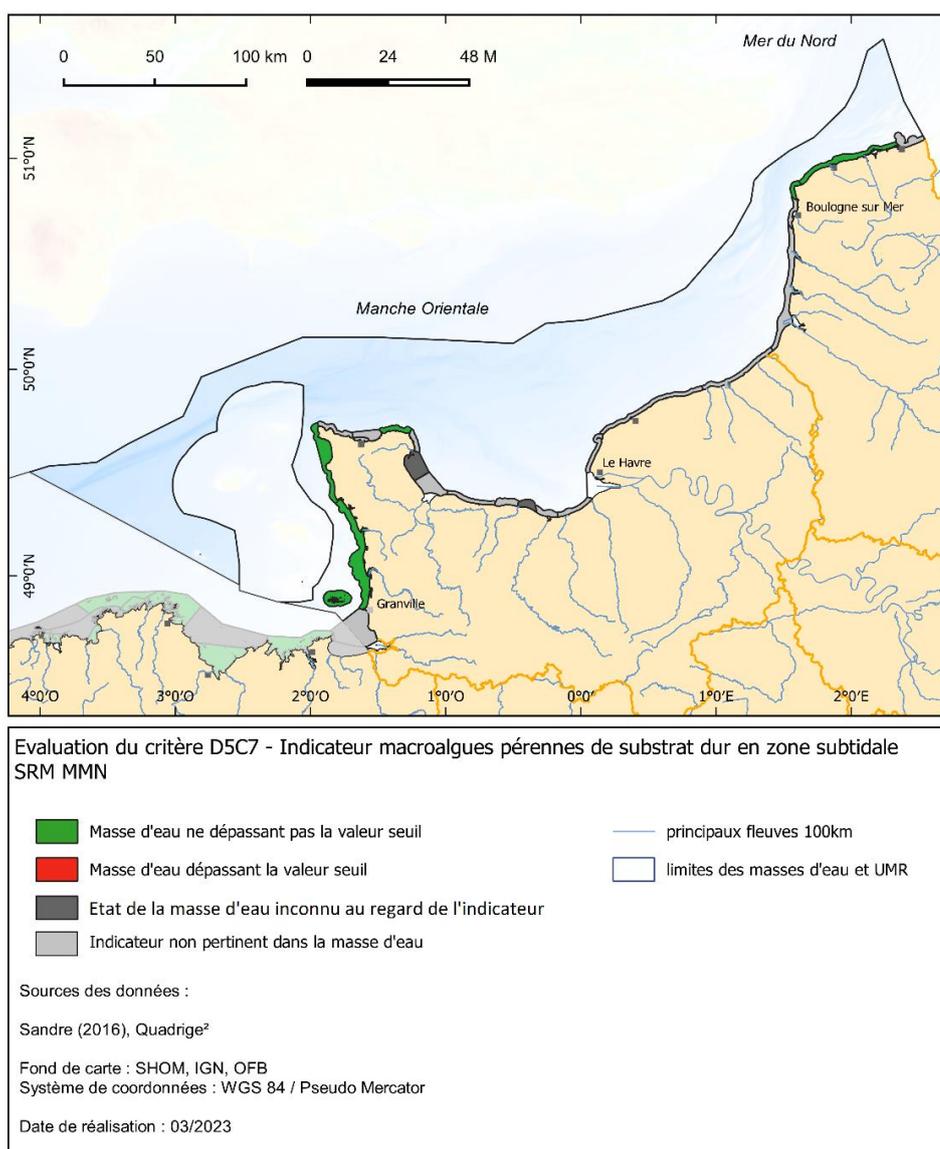


Figure 27. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles l'indicateur ne dépasse pas le seuil, en rouge où il dépasse le seuil, en gris foncé où l'état de la masse d'eau est inconnu et en gris clair où l'indicateur n'a pas été évalué par manque de données ou parce qu'il a été jugé non pertinent ou sans enjeu dans la masse d'eau.

4.3.6.3 Herbiers de phanérogames

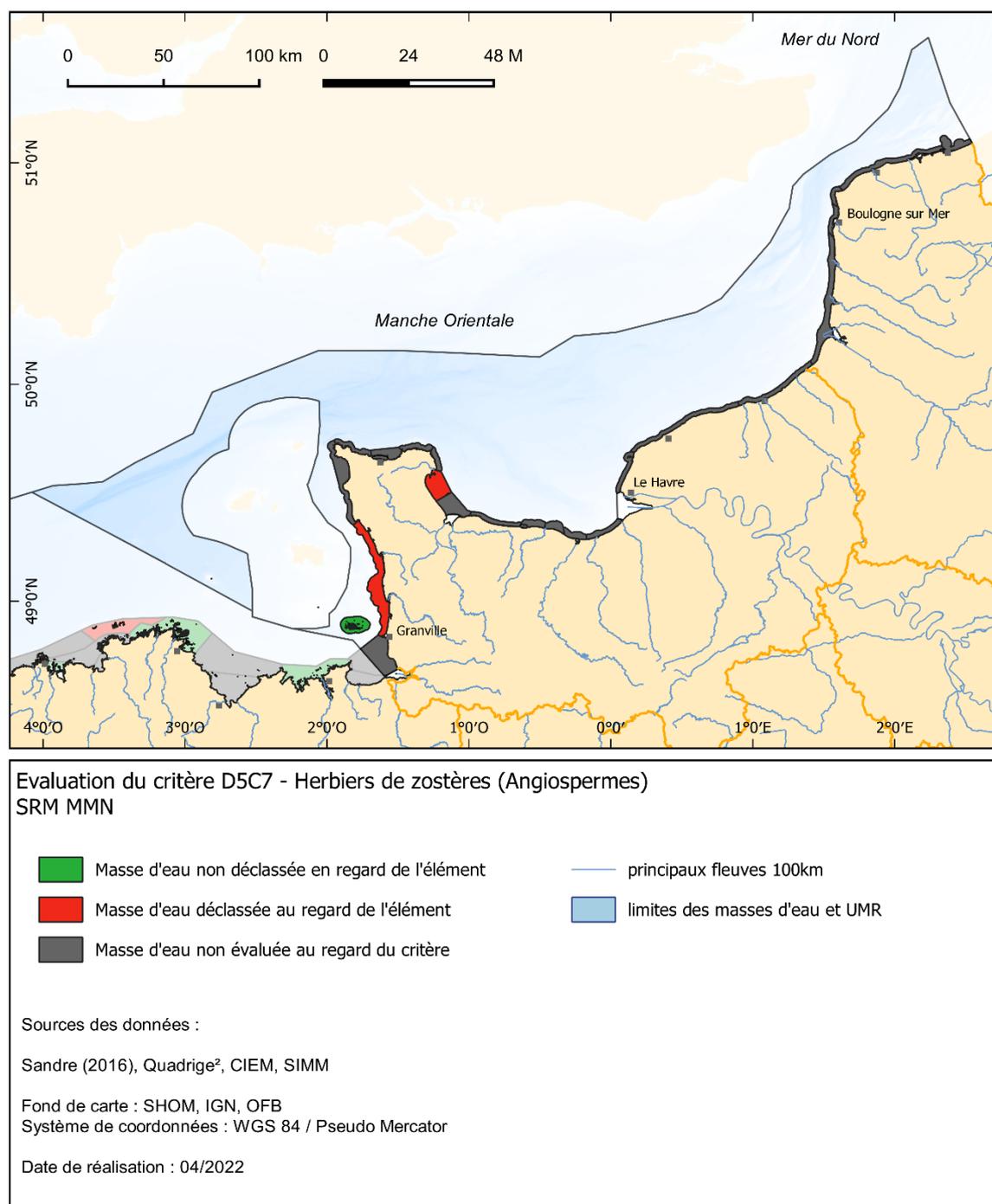


Figure 28. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation.

Tableau 42. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidiaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	1	2	22
	superficie (km ²)	106	455	1 734
	%	5	20	76

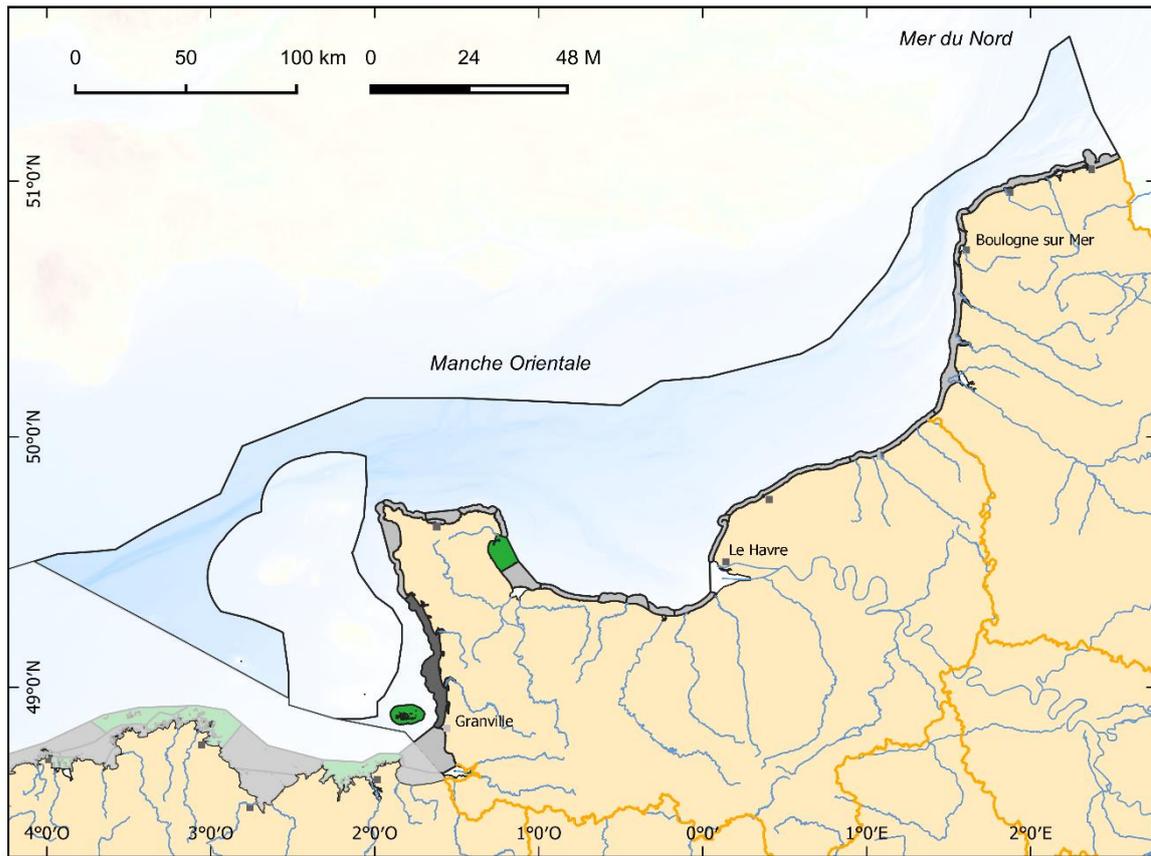
L'évaluation de l'état de l'élément herbiers de zostères subtidiaux et intertidaux du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, vingt-deux n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 734 km², 76 % de la zone côtière), une n'est pas déclassée (106 km², 5 % de la zone côtière) et deux sont déclassées au vis-à-vis de cet élément (HC03 et HC09 soit 455 km², 20 % de la zone côtière) (Figure 28, Tableau 42).

Dire d'expert : Le déclassement de l'indicateur dans la MEC HC09 n'est pas dû à l'eutrophisation mais au transit sédimentaire local qui a tendance à ensabler la zone où se situe l'herbier. Le déclassement de la MEC HC03 est plus problématique car s'il est presque certain que l'eutrophisation n'est pas en cause, la source de pression à l'origine du déclassement de l'indicateur n'a pas été identifiée avec certitude. Le GT DCE Seine Normandie du 10/05/2022⁹⁹ a ainsi validé le reclassement de la FRHC09 en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation et la FRHC03 en « inconnu » vis-à-vis de l'eutrophisation.

- Proposition de classement de l'indicateur Angiospermes dans la SRM MMN après expertise locale et validation du GT DCE Seine-Normandie⁹⁹

Tableau 43. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, indicateur non pertinent, état inconnu) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidiaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM avec pris en compte de l'expertise locale.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Inconnu
UMR Côte	nbre d'UGE	2	0	22	1
	superficie (km ²)	238	0	1 734	323
	%	10	0	76	14



Evaluation du critère D5C7 - Herbiers de zostères
SRM MMN

- | | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
|  | Masse d'eau ne dépassant pas la valeur seuil |  | principaux fleuves 100km |
|  | Masse d'eau dépassant la valeur seuil |  | limites des masses d'eau et UMR |
|  | Etat de la masse d'eau inconnu au regard de l'indicateur | | |
|  | Indicateur non pertinent dans la masse d'eau | | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriges², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 03/2023

Figure 29. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles l'indicateur ne dépasse pas le seuil, en rouge où il dépasse le seuil, en gris foncé où l'état de la masse d'eau est inconnu et en gris clair où l'indicateur a été jugé non pertinent ou sans enjeu dans la masse d'eau.

4.3.6.4 Le critère D5C7

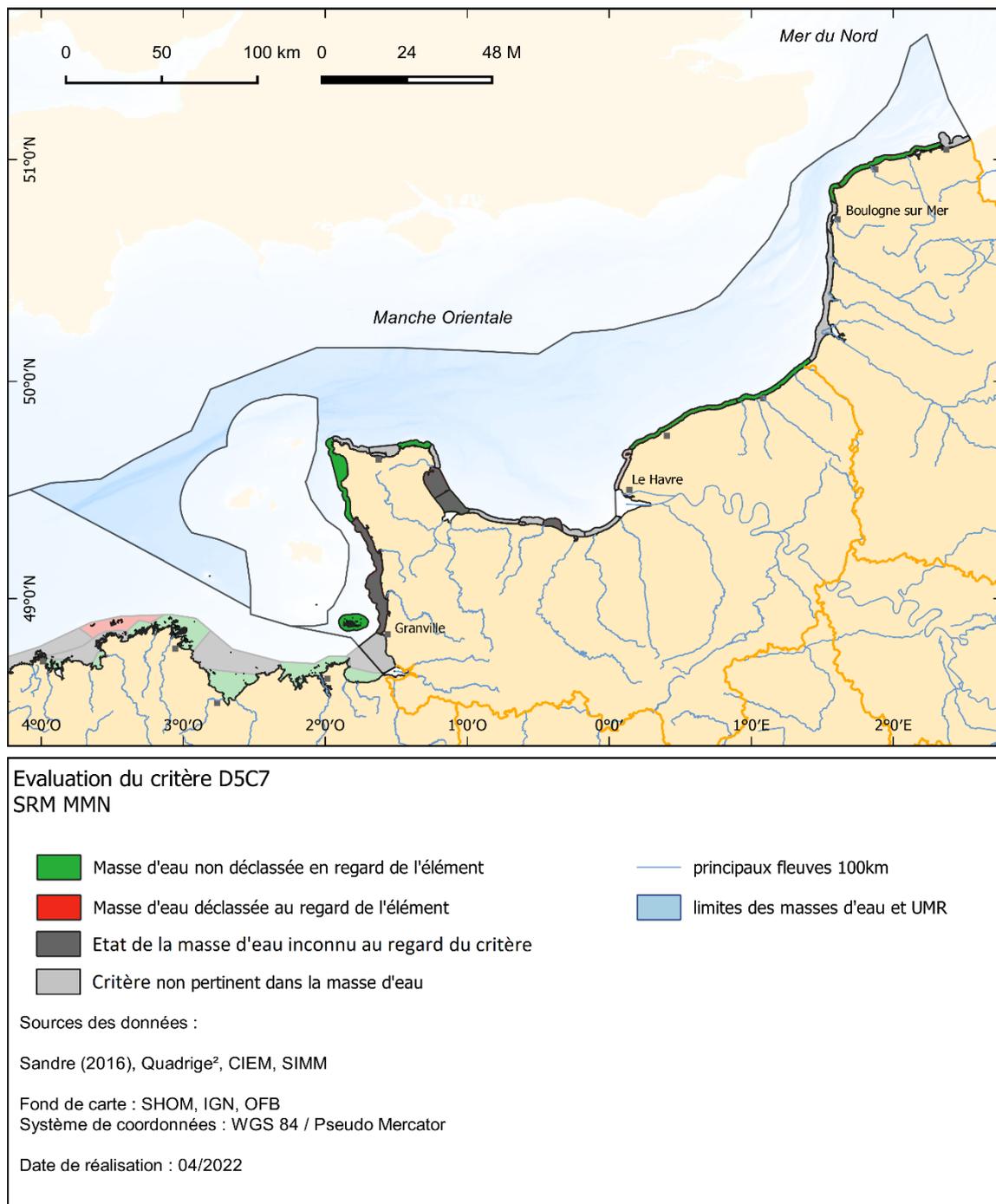


Figure 30. Évaluation du critère D5C7 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles l'indicateur ne dépasse pas le seuil, en rouge où il dépasse le seuil, en gris foncé où l'état de la masse d'eau est inconnu et en gris clair où l'indicateur a été jugé non pertinent ou sans enjeu dans la masse d'eau.

Tableau 44. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, indicateur non pertinent, état inconnu) au regard du critère D5C7 à l'issue de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Inconnu
nbre d'UGE	8	0	13	4
UMR Côte superficie (km ²)	723	0	960	612
%	32	0	42	27

L'évaluation de l'état du critère D5C7 est le résultat de l'intégration par OOAO (mauvais état > inconnu > bon état > non pertinent/non suivi) de l'évaluation des trois précédents éléments avec prise en compte e l'expertise locale. Elle n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, huit atteignent (723 km², soit 32 % de la superficie de l'UMR) le bon état vis-à-vis du critère, quatre (612 km², soit 27 % de la superficie de l'UMR) ont un état inconnu vis-à-vis de l'eutrophisation, treize (960 km², soit 42 % de la superficie de l'UMR) ne sont pas évaluées par manque de pertinence du critère ou par manque d'enjeu vis-à-vis des problèmes d'eutrophisation, enfin aucune masse d'eau n'atteint pas le bon état vis-à-vis du critère. Ainsi, en considérant l'expertise locale, aucun des déclassements des indicateurs du D5C7 n'a pu être attribués à un phénomène d'eutrophisation (Figure 30, Tableau 44).

4.3.7 D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques

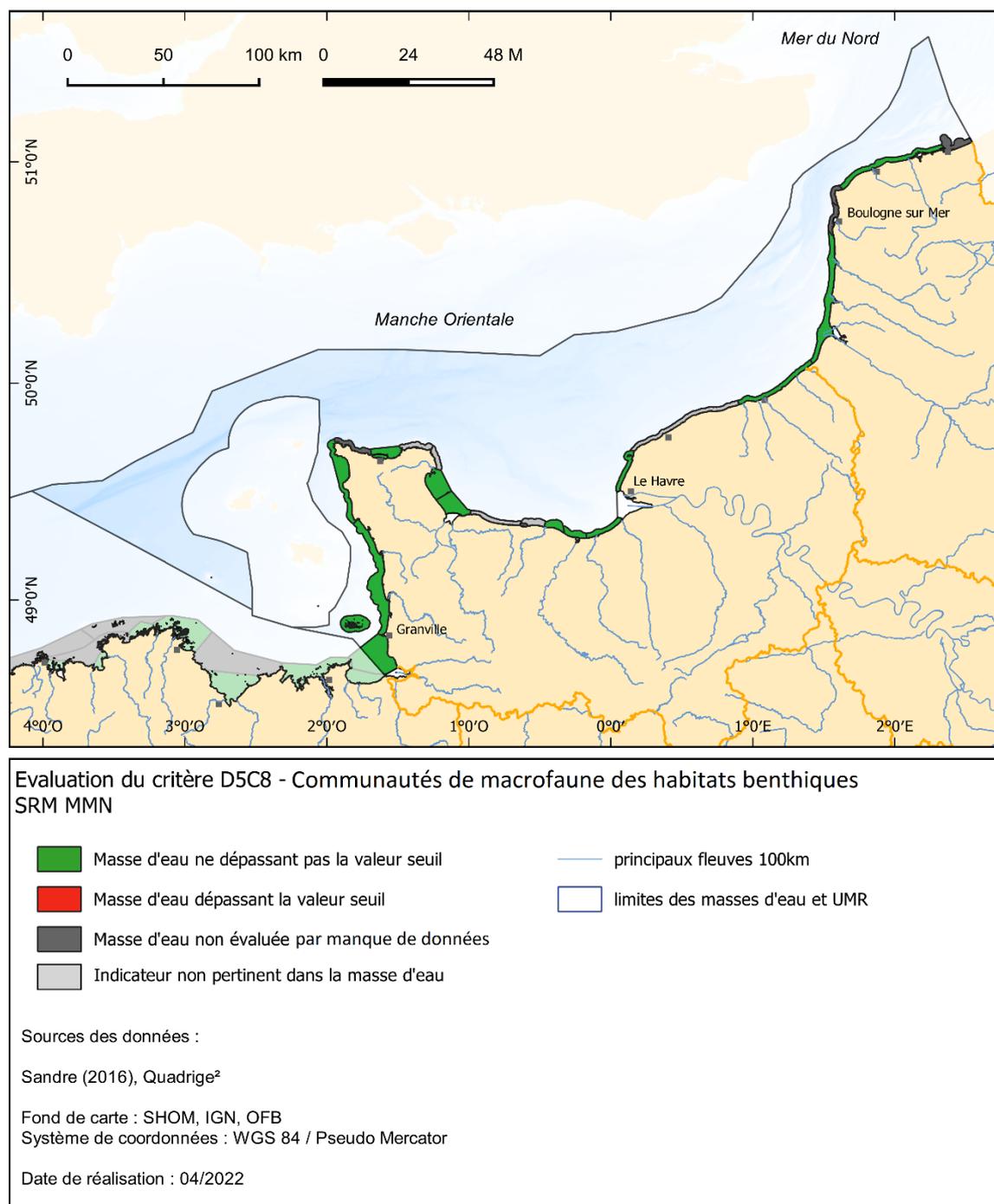


Figure 31. Évaluation du critère D5C8 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

Tableau 45. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C8 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Atteint	Non-atteint	Non pertinent	Manque de données
UMR Côte				
nombre d'UGE	16	0	5	4
superficie (km ²)	1 804	0	313	179
%	79	0	14	8

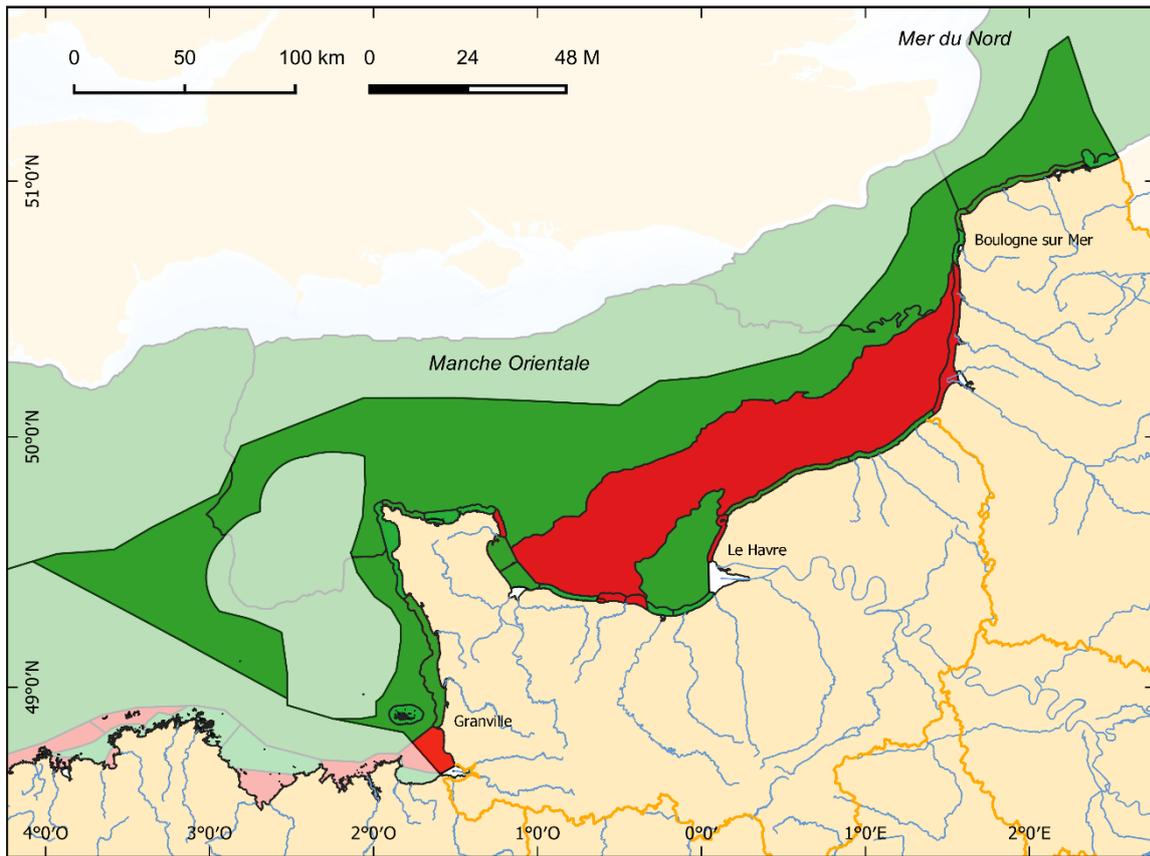
L'évaluation de l'état du critère D5C8 n'a été réalisée qu'à la côte puisque le calcul de l'indicateur M-AMBI est moins pertinent pour l'UMR large (pas de site de référence, étendues géographiques des paysages marins trop importantes). Sur les vingt-cinq MEC de la SRM MMN, neuf n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (491 km², 21 % de la zone côtière) et seize ne sont pas déclassées (1 804 km², 79 % de la zone côtière) (Figure 30, Tableau 44). Aucune MEC n'est déclassée vis-à-vis de ce critère dans la SRM MMN.

4.3.8 Evaluation du BEE

L'évaluation de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 est obtenue en intégrant les résultats d'évaluation de chaque critère, après dire d'expert, présenté dans le chapitre précédent. Pour la zone côtière, l'intégration par la méthode OOAo montre que six MEC DCE n'atteignent pas le BEE (616 km², soit 27 % de l'UMR côtière de la SRM MMN) (Tableau 46), ces MEC sont situées en Baie de Seine, Baie de Somme et Baie du Mont Saint Michel (Figure 32). Dix-neuf MEC DCE atteignent le BEE vis-à-vis de l'eutrophisation (1 680 km², soit 73 % de l'UMR côtière). Au large la méthode d'intégration OSPAR n'a montré qu'un seul paysage marin n'atteignant pas le BEE : le paysage marin CFR (Figure 6) qui correspond au « fleuve côtier » (7 176 km², soit 28 % de l'UMR large). Les cinq autres paysages marins atteignent le BEE. A l'échelle de la SRM MMN, 28 % de la superficie n'atteint pas le BEE et 2 % sont en état inconnu vis-à-vis de l'eutrophisation.

La confiance dans les résultats de l'évaluation du BEE est élevée à la côte, avec un seul critère déclassé, le D5C1 dans la FRAC05 (et qui déclassé donc toute sa MEC au regard du D5 via l'OOAO), ayant une probabilité inférieure à 75 % d'être effectivement déclassé ; sa MEC a donc également une probabilité inférieure à 75 % de ne pas atteindre le BEE (C1_II dans le Tableau 47). De même, deux MEC atteignant le BEE (FRHC15 et FRGC01) présentent un critère, le D5C1, ayant une probabilité inférieure à 75 % d'être effectivement non déclassé, ces MEC ont donc une probabilité inférieure à 75 % d'atteindre le BEE. Il faut également prendre en compte le nombre de critère considéré pour évaluer le BEE qui est très variable en fonction de la MEC : de quatre critère pour la FRHC05 à sept critères (sur sept) pour la FRHC03. Plus une MEC sera évaluée avec un nombre important de critères (et surtout les primaires), plus son évaluation sera robuste. Dans le cas présent, les critères primaires ayant été évalués dans toutes les MEC et paysages marins, l'évaluation du BEE peut être qualifiée de robuste vis-à-vis de cet indicateur. Globalement le dire d'expert a permis d'affiner le classement de sept MEC DCE qui, sans lui, aurait été déclassées pour des raisons autre que l'eutrophisation.

Au large, la confiance C est également élevée dans tous les paysages marins grâce à l'utilisation des données satellite et de modélisation.



Evaluation du descripteur 5
SRM MMN

- UGE atteignant le BEE
- UGE n'atteignant pas le BEE

- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 32. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE. Ces résultats n'intègrent pas le dire d'expert sur le D5C2 (indicateur chlorophylle-a) au large (paysage marin CFR).

Tableau 46. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR de la sous-région marine MMN dans les différents états écologiques à l'issu de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5 avec prise en compte de l'expertise locale. Ces résultats n'intègrent pas le dire d'expert sur le D5C2 (indicateur chlorophylle-a) au large.

		BEE	Non BEE	Non évalué
UMR Côte	nbre d'UGE	19	6	0
	superficie (km ²)	1 680	616	0
	%	73	27	0
UMR Large	nbre d'UGE	5	1	0
	superficie (km ²)	18 810	7 176	0
	%	72	28	0
SRM	superficie (km ²)	20 490	7 792	0
	%	72	28	0

Tableau 47. Synthèse des résultats des évaluations des différents critères du descripteur 5 dans les UGE de l'UMR côtière la SRM MMN au 2^e (II) et 3^e (III) cycle ainsi que le nombre de critère évalué (n) sur les 7 pertinents et les 3 primaires (P) pour l'UMR au 3^e cycle. Pour le critère 7, les résultats des indicateurs CCO, QISubMac et Angiospermes sont donnés dans cet ordre. La méthode 2018 (2) pour le D5C1 correspond à l'utilisation d'un seul seuil NID33 (29 µmol⁻¹) au lieu de 2 seuils au 3^e cycle ; pour le D5 cela correspond à une méthode d'intégration différente. S. décl. et % décl. représentent les superficies déclassées (en km²) et le pourcentage de l'UMR côtière déclassé respectivement. Les croix représentent les MEC qui n'étaient pas considérées dans cette SRM au 2^e cycle. En vert les masses d'eau en bon état, en rouge en mauvais état, en gris clair non suivi ou non pertinent et en gris foncé dont l'état est inconnu vis-à-vis de l'eutrophisation.

SRM	MEC	C1 II	C1 III	C2 II	C2 III	C4 II	C4 III	C5 II	C5 III	C6 II	C6 III	C7 II	C7 III	C8 III	D5 II	D5 III	n(P) III
MMN	AC01									(3)					(5)		4(3)
	AC02									(3)			(4)	(4)	(5)	(4)	6(3)
	AC03									(3)			(4)	(4)		(4)	5(3)
	AC04									(3)							4(3)
	AC05		(1)							(3)					(5)	(2)	5(3)
	HC01																6(3)
	HC02														(5)	(2)	6(3)
	HC03		(2)											(4)	(4)	(5)	7(3)
	HC04		(3)														7(3)
	HC05		(3)		(3)			(3)		(3)							4(3)
	HC07		(3)														6(3)
	HC08																5(3)
	HC09		(3)											(4)	(4)		7(3)
	HC10													(4)	(4)		7(3)
	HC11																5(3)
	HC12																5(3)
	HC13	(5)												(4)	(4)		7(3)
	HC14	(5)	(2)														6(3)
	HC15	(5)	(1) (2)														6(3)
	HC16	(5)	(2)											(4)	(4)	(5)	5(3)
HC17		(2)											(4)	(4)		6(3)	
HC18													(4)	(4)		6(3)	
HC60																6(3)	
HC61		(3)		(3)		(3)		(3)								5(3)	
GC01		(1)														7(3)	
S. décl.		1076	442	267	57	0	0	0	0	117	117	871		0	0	616	
% décl.		45	19	11	2	0	0	0	0	5	5	35		0	0	27	

- (1) probabilité "bootstrap" < 75% (3) évalué sur dire d'expert
(2) résultat différent si seuil 2e cycle (5) résultat différent si méthode 3e cycle
(4) dire d'expert : classement final différent du classement initial

4.4 Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle

Avant toute comparaison des résultats des évaluations obtenues entre le second et le troisième cycle il convient de rappeler les évolutions méthodologiques qui peuvent être à l'origine de ces changements.

4.4.1 Evolution méthodologique à la côte

Au niveau côtier, la méthodologie et les sources de données restent globalement les mêmes que lors du second cycle et très proches de ce qui est appliqué pour la DCE.

On peut toutefois noter quelques changements :

- Le découpage des MEC entre deux SRM : au second cycle les MEC étaient intégrées à 100 % dans la SRM où elles présentaient le plus de superficie, alors que pour le troisième cycle les MEC sont divisées entre les deux SRM. Pour la SRM MMN, ce changement diminue la superficie de l'UMR côtière de 123 km² par rapport au 2^e cycle en amputant une partie de la FRHC02 et en ajoutant une partie de la FRGC01. Ceci est négligeable en terme de superficie à l'échelle de la SRM tout en ajoutant une MEC par rapport au 2^e cycle (à prendre en compte dans les comparaisons). L'impact de ce changement méthodologique peut donc être qualifié de relativement mineure.
- Le seuil utilisé pour l'indicateur NID33 du D5C1 est passé d'un seuil unique à 29 µmol.l⁻¹ au second cycle pour l'ensemble des MEC de la façade Atlantique-Manche-mer du Nord (à cause du nombre limité de séries de données suffisamment longues à l'époque) à deux seuils, 29 et 33 µmol.l⁻¹, au troisième cycle. Le Tableau 47 montre que ce changement de seuil a un impact assez important sur l'évaluation du D5C1 puisqu'à l'échelle de la SRM MMN six MEC supplémentaires auraient été déclassées avec le seuil unique, pour un total de 8 MEC ce qui représente 1 046 km² (45 % de la superficie de l'UMR MMN côte).
- La méthode d'intégration des critères à l'échelle du descripteur ; le passage d'une méthode d'intégration prenant en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation (pondération en fonction du niveau primaire ou secondaire du critère) à une méthode OAO plus direct tend à dégrader les résultats de l'évaluation¹⁰¹. Ainsi, trois MEC n'auraient pas été déclassées en intégrant les critères avec la méthode 2018 (Tableau 47). L'impact de ce changement est donc relativement important pour la SRM MMN.
- La prise en compte de l'indicateur M-AMBI pour le D5C8, alors que ce critère n'avait pas été évalué au 2^e cycle. Cet indicateur n'étant déclassé dans aucune masse d'eau côtière de la SRM MMN, son utilisation n'a pas eu d'impact par rapport à l'évaluation du second cycle.
- Une meilleure prise en compte du dire d'expert dans le processus d'évaluation (notamment avec la mise en place de comités locaux dont les compte-rendu sont relativement proche des « fiches experts » proposées initialement par les RT D5). Dans la SRM MMN, l'intervention du dire d'expert a eu un impact sur les indicateurs du critère 7 avec comme conséquence l'atteinte du BEE par quatre MEC DCE (et le classement en inconnu de trois autres MEC) qui aurait été déclassées dans le cas contraire (références (4) du Tableau 47). Le dire d'expert a également permis d'évaluer des masses d'eau n'ayant pas ou pas suffisamment de données de suivi (références (3) du Tableau 47), même si cela n'a eu aucune conséquence sur le classement des masses d'eau en BEE ou non BEE. L'impact de ce changement sur l'évaluation peut être qualifié d'important dans la SRM MMN.

¹⁰¹ Des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante : OAO > OSPAR > 2018.

4.4.2 Evolution méthodologique au large

Les évolutions méthodologiques entre le second et le troisième cycle sont très nombreuses au large (mais les sources de données sont similaires). La COMP4 a fortement évolué par rapport à la COMP3 grâce aux travaux réalisés dans les groupes OSPAR, ICG-EUT et ICG-EMO notamment :

- Les UGE sont passés des mailles aux paysages marins, l'impact de ce changement est assez important puisqu'il a tendance à lisser l'information du fait de la très grande superficie considérée par les paysages marins. L'application des grilles 2018 superposées aux paysages marins permet d'affiner l'évaluation COMP4 mais également de voir l'effet de ce passage d'échelle (Figure 33). Pour les paysages marin SNS (panache de la Seine) et pour la zone en face de la Baie du Mont St Michel, il apparaît ainsi nettement une dégradation du BEE à une échelle locale mais cette dégradation n'est pas retranscrite à l'échelle du paysage marin (Figure 32). L'utilisation de ces paysages marin est compréhensible au regard de l'échelle d'évaluation OSPAR qui est le Nord Est de l'Atlantique (incluant la Manche et la Mer du Nord) tout comme celle de la DCSMM qui est l'ensemble des ZEE des pays européens. Toutefois, en complément de ces résultats à large échelle, l'application des grilles est particulièrement intéressante pour observer des phénomènes beaucoup plus localisés et répondre aux questionnements/problématiques des gestionnaires locaux ; le détail des résultats par critère au travers de ces mailles est donné en annexes (annexe 14.2).
- Les seuils et les métriques ont été définis et harmonisés à l'échelle de la zone OSPAR. Ces métriques ne sont plus les mêmes que lors du second cycle (normalisation NID vs NID33, moyenne chlorophylle-*a* vs P90 chlorophylle-*a*, P5 oxygène vs P10 oxygène) mais ils sont associés à des seuils calculer spécifiquement pour ces métriques à l'échelle des paysages marin. Au final, l'impact de ces changements est difficile à estimer dans leur ensemble (comparer les résultats obtenus avec les seuils second cycle dans les paysages marins et les seuils troisième cycle dans les grilles seules n'aurait pas beaucoup de sens), mais à la vue des résultats COMP4 affinés (Figure 33), assez proches des résultats du second cycle, on peut émettre l'hypothèse qu'il est assez limité.
- La méthode d'intégration a également évolué passant d'une méthode pondérée par le niveau primaire ou secondaire du critère à une intégration mélangeant moyenne par catégorie et OAO en excluant les nutriments. L'impact de ce changement peut être important sur la classification du descripteur¹⁰¹.
- L'utilisation de données *in situ* conventionnelles en plus de données satellite et de modélisation. L'application d'une faible pondération aux données *in situ* si leur indice de confiance spatio-temporel est faible permet de ne pas leur donner un poids trop important à l'échelle d'un paysage marin qui serait peu échantillonné, ce qui est le cas de la SRM MMN (indices TC et SC *in situ* tous très faibles).

4.4.3 Evolution des résultats d'évaluation

4.4.3.1 A la côte

Au niveau côtier, l'état des critères D5C4 à D5C6 semble avoir peu évolué (Tableau 47). Le critère D5C1 s'est « artificiellement » amélioré avec l'utilisation d'un seuil supplémentaire moins déclassant. Le critère D5C7 s'est également amélioré mais grâce à l'utilisation du dire d'expert, sans cela le même nombre de MEC qu'au 2^e cycle aurait été déclassé. Seul le critère D5C2 montre une réelle amélioration (non due à un changement méthodologique) avec une diminution de la superficie déclassée au regard de la concentration en chlorophylle-*a* passant de 267 km² à 57 km² (11 % à 2 % de la superficie de l'UMR côtière).

A la vue des évolutions méthodologiques entre le 2^e et 3^e cycle (voir chapitre 4.4.1), une comparaison directe de l'évolution du bon état écologique entre les deux cycles est peu pertinente. Cette comparaison montre une dégradation du bon état écologique au 3^e cycle par rapport au cycle précédent, la SRM MMN passant de trois MEC (117 km² soit 5 % de l'UMR côtière) n'atteignant pas le BEE à six MEC (616 km², soit 27 % de l'UMR côtière) (Tableau 47). Toutefois, en extrapolant les résultats issus de l'évaluation du 2^e cycle au travers de la méthodologie du 3^e cycle (référence (5) dans le Tableau 47 : 2 seuils NID et intégration OAO, et en excluant le D5C7 par manque de dire d'expert au 2^e cycle), il est possible d'estimer une superficie n'atteignant pas le BEE de 1 150 km² au 2^e cycle (50 % de la superficie de l'UMR côte avec 9 MEC : AC01, AC02, AC05, HC02, HC03, HC08, HC12, HC13 et HC16). Cette valeur plus facilement comparable à celle du cycle 3, montre une amélioration de près 50 % de la superficie entre les 2 cycles et le passage de trois MEC de non BEE à BEE (AC01, AC02 et HC03).

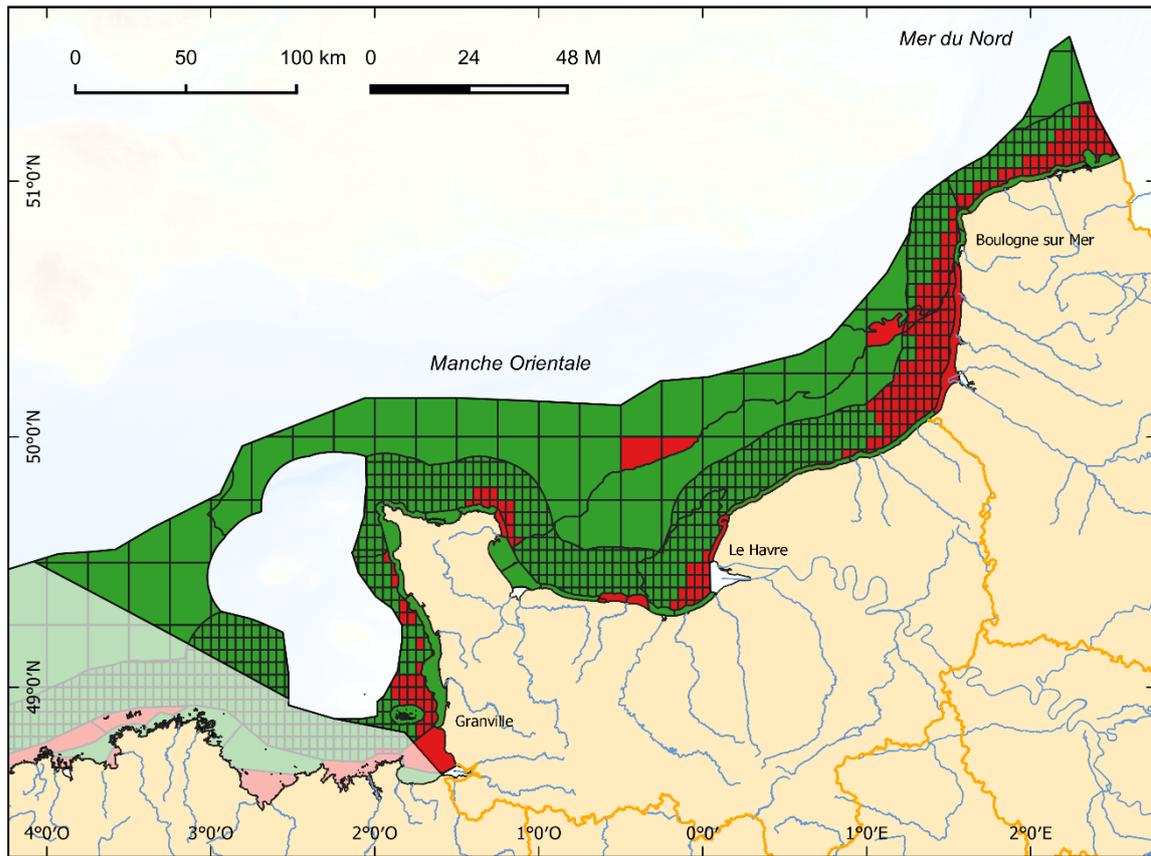
4.4.3.2 A large

Au large, l'état des critères D5C4 et D5C5 n'a pas évolué, la SRM MMN ne montre toujours aucune surface dégradée (Tableau 48). En ce qui concerne l'élément NID du critère D5C1, à l'échelle des paysages marins, la situation semble s'être améliorée puisque l'on passe d'une superficie déclassée au second cycle de 3 308 km² (approche maillée) à 0 km² au troisième cycle (paysage marin). Toutefois, si l'on considère une approche par mailles superposées aux paysages marins, alors la superficie déclassée au troisième cycle est de 2 643 km² (Tableau 48), essentiellement dans le paysage marin CFR (Figure 6 et Figure 33), ce qui monte également une amélioration mais d'une ampleur bien moindre. Concernant l'élément PID du critère D5C1, le même constat peut être fait : les superficies déclassées passent de 2 085 km² au second cycle à 0 km² au troisième cycle ; 520 km² avec les mailles superposées (Tableau 48 et Annexe 14.2). Pour le D5C2, l'effet inverse est observé, avec une forte dégradation puisque les superficies déclassées passent de 2 601 km² au second cycle à 7 176 km² au troisième cycle ; l'approche maillée montre que 3 734 km² sont déclassées avec des zones impactées similaires entre les 2 cycles, l'utilisation d'algorithmes de traitement de la couleur de l'eau plus adaptés aux zones fortement turbides pourrait en être la cause.

Il en résulte une dégradation de la situation au niveau du descripteur 5 puisque l'on passe d'une superficie n'atteignant pas le BEE au second cycle de 1 183 km² à une superficie de 7 176 km² au troisième cycle (Tableau 48). Avec une approche maillée, cette superficie est réduite à 3 695 km². Il faut également tenir compte du fait que la méthode d'intégration OSPAR est plus déclassante que la méthode utilisée au 2^e cycle ainsi que des seuils également plus déclassants qu'au 2^e cycle.

Tableau 48. Superficie en km² de l'UMR large déclassée ou n'atteignant pas le BEE dans la SRM MMN au regard des différents critères et du descripteur 5 au 2^e cycle (I) et au 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (II) et des mailles (II-M).

	MMN		
	I	II	II-M
D5C1_N	3 308	0	2 643
D5C1_P	2 085	0	520
D5C2	2 601	7 176	3 734
D5C4	50	0	87
D5C5	0	0	0
D5	1 183	7 176	3 715



Evaluation du descripteur 5
SRM MMN

- UGE atteignant le BEE
- UGE n'atteignant pas le BEE
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 33. Évaluation descripteur 5 dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord selon l'approche maillée de l'évaluation 2018 et avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins OSPAR. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

4.5 Sources de pressions

4.5.1 Flux en nutriments des cours d'eau

La principale source de pression à l'origine des processus d'eutrophisation en nutriments provient des cours d'eau se jetant dans la mer et drainant les nutriments en excès provenant des activités anthropiques présentes dans son secteur hydrographique tels que l'agriculture, les usages industriels et urbains, le traitement et l'élimination des déchets (tels que cités dans le tableau 2b de l'annexe III de la Décision 2017/845/EU).

Pour la SRM MMN, l'évaluation des apports fluviaux est basée sur un découpage en 20 zones d'apports stable dans le temps (Figure 34). Ces zones ont été définies sur la base de critères hydrographiques à l'aide de la BD CARTHAGE®, afin qu'elles soient hydrologiquement indépendantes les unes des autres et homogènes.

Dans ces zones d'apport, les flux de nutriments sont quantifiés à partir (i) de mesures de concentrations en nutriments effectuées sur dix-huit stations « qualité » dans les cours d'eau (carrés rouges sur la Figure 34), de 6 à 24 fois par an par les Agences de l'Eau Artois Picardie (AEAP) et Seine-Normandie (AESN) et bancarisées dans la base de données Naïades¹⁰², et (ii) de mesures de débits journalières sur ces mêmes cours d'eau (points verts sur la Figure 34 : dix-neuf stations « débits ») effectuées par la DREAL entre 1990 et 2019 et bancarisées dans la base de données Hydro¹⁰³. Le calcul de flux est réalisé par le Service des Données et études Statistiques (SDeS) dans le cadre de la Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) d'OSPAR¹⁰⁴, via l'utilisation du logiciel de calcul de flux RTrend®.

On distingue les rivières principales, cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; les cours d'eau secondaires, dits « tributaires » ; les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant. Les flux des zones d'apport diffus et des cours d'eau non suivis sont estimés à partir d'une zone présentant des caractéristiques d'occupation du sol comparables et pour laquelle les flux sont quantifiés.

Les données rapportées chaque année dans le cadre de l'étude RID sont évaluées et publiées par OSPAR dans des rapports annuels sur les données RID¹⁰⁵.

4.5.1.1 Apports en azote

A l'échelle de la SRM, les flux cumulés en nitrates fluctuent fortement d'une année à l'autre entre 54 kT pour l'année 1990 et 230 kT pour l'année 2001, la Seine contribue à plus de 60 % des apports dans la SRM (Figure 35). Les tests non paramétriques Man-Kendall saisonnier effectués sur les séries temporelles de flux en nitrate cumulés à l'échelle de la SRM montrent une tendance significative à l'augmentation pour l'azote total et le nitrate et une tendance significative à la diminution pour l'ammonium sur la période observée (1990-2019) (Tableau 49).

Néanmoins, des disparités existent selon le cours d'eau considéré, le fait le plus marquant étant la tendance à l'augmentation des flux en nitrate pour les cours d'eau du bassin Artois-Picardie

¹⁰² <http://www.naiades.eaufrance.fr/acces-donnees#/physicochimie>

¹⁰³ <https://www.hydro.eaufrance.fr/>

¹⁰⁴ OSPAR. 2017. Case study on normalisation and trend analyses for OSPAR RID data.

¹⁰⁵ <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/committee-assessments/hazardous-substances-and-eutrophication/input/riverine-inputs-and-direct-discharges/ospar-contracting-parties-rid-data-report/>

(Tableau 49). Dans le même temps, les flux en ammonium montrent une diminution significative pour une grande partie des cours d'eau ; la tendance générale pour l'ensemble des secteurs hydrographiques de la SRM MMN montrant également une diminution significative (Tableau 26). Enfin, la tendance est à l'augmentation pour l'azote totale dans les cours d'eau du bassin Artois-Picardie, mais également pour la Seine. Il en résulte une tendance significative à l'augmentation pour l'ensemble de la SRM MMN.

4.5.1.2 Apports en phosphate

Les flux cumulés en orthophosphate montrent une diminution significative à l'échelle de la SRM MMN avec des valeurs pouvant dépasser 8 kT/an au début des années 90 pour arriver à des valeurs inférieures à 3 kT/an après 2005. Les apports semblent se stabiliser depuis cette période (Figure 36 et Tableau 49).

Cette tendance à la baisse se retrouve pour la totalité des cours d'eau du bassin Artois-Picardie, ainsi que pour plusieurs cours d'eau du bassin Seine-Normandie dont la Seine (Tableau 49).

La Seine reste le plus gros contributeur de la SRM avec plus de 80 % des flux en orthophosphate (Figure 36).

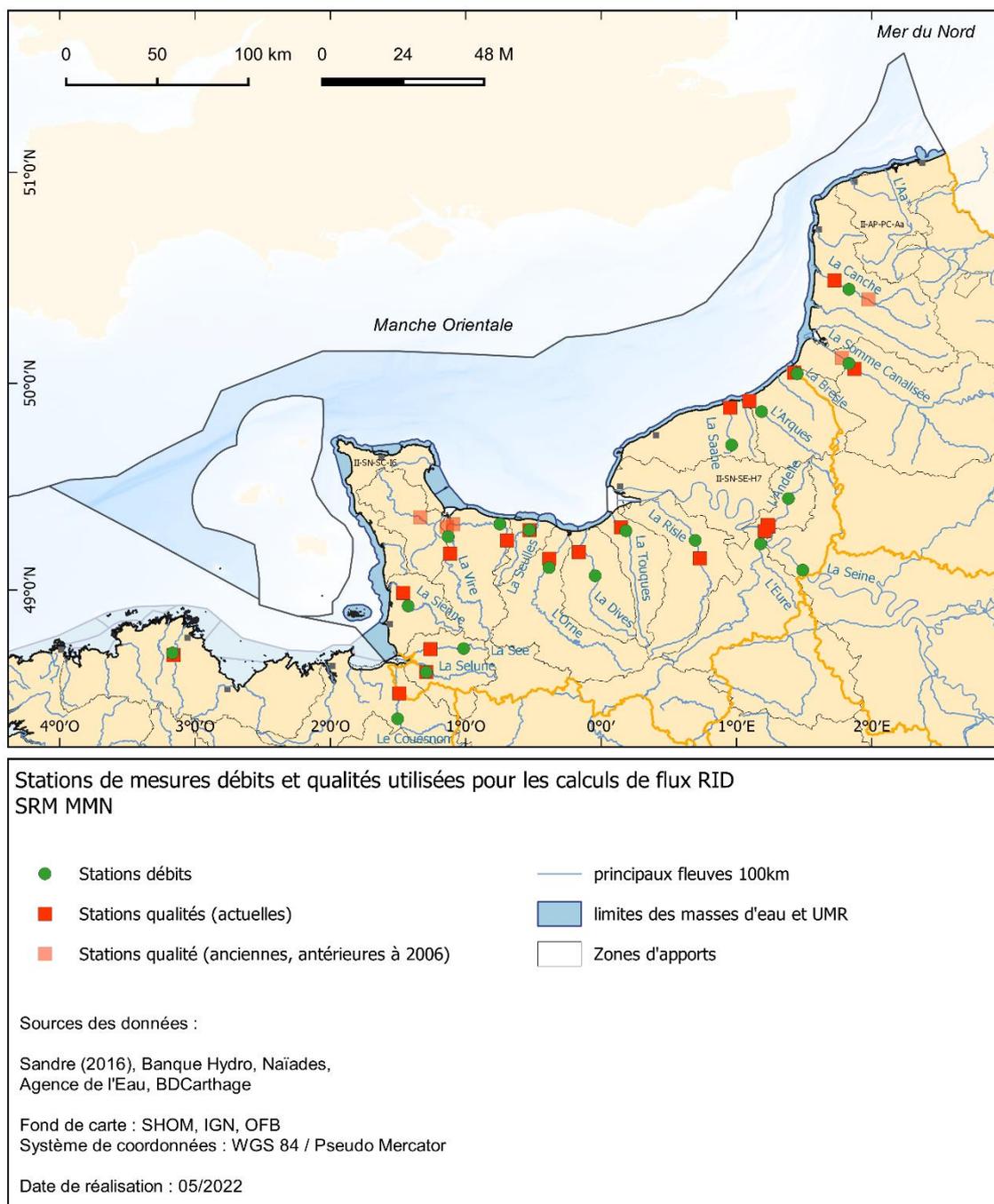


Figure 34. Carte des points de mesures de débit (ronds verts) et de concentration en nutriments (carrés rouges) des principaux fleuves (nommés sur la carte) se déversant dans la SRM MMN. Les zones d'apports drainés par ces cours d'eau sont délimités en gris (ne sont nommés que les zones d'apport diffus).

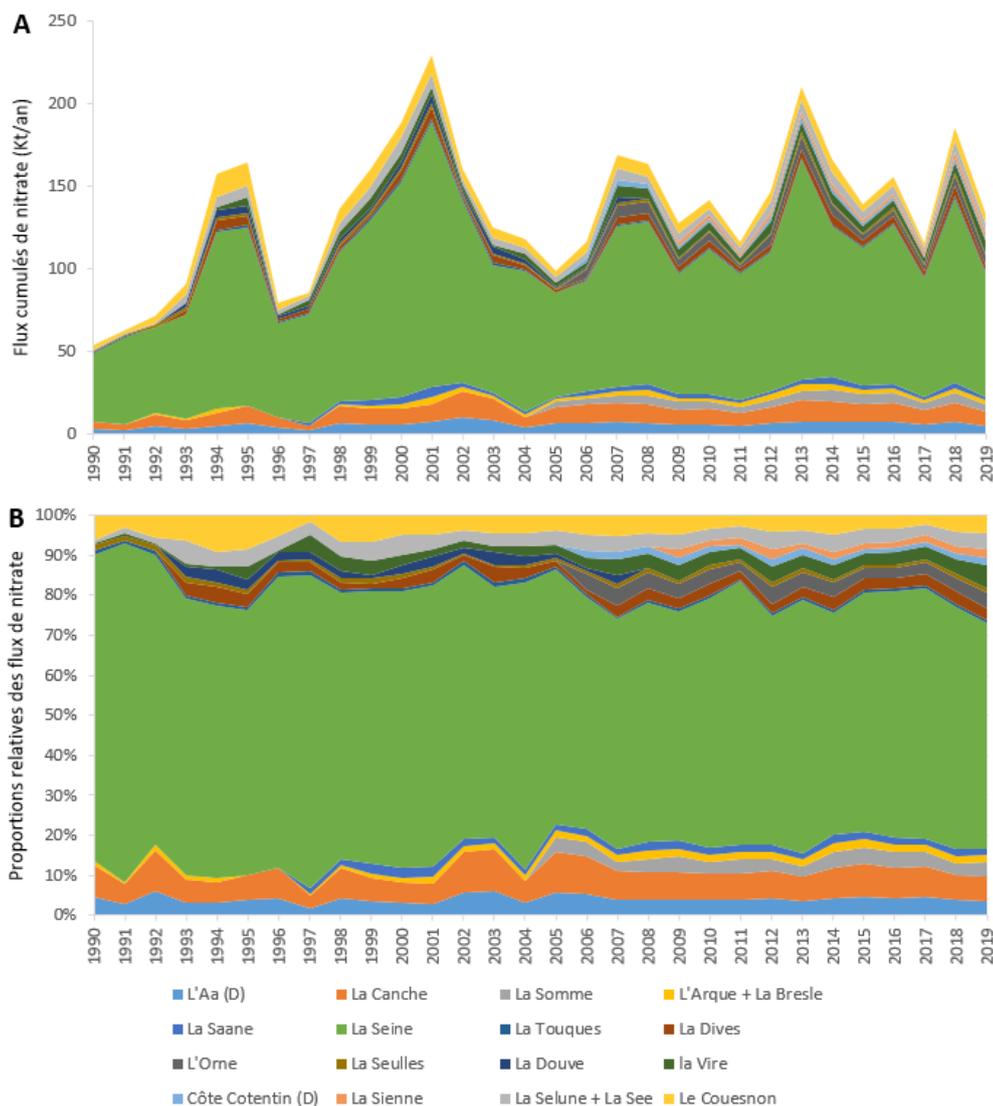


Figure 35. A. Évolution pluri-annuelle des flux en nitrate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM MMN entre 1990 et 2019. Les flux de la Seine sont calculés à partir des données mesurées sur la Seine, la Risle, l'Eure, l'Andelle et une zone d'apports diffus.

4.5.1.3 Discussion autour des apports des cours d'eau

Ces résultats montrent que les mesures de réduction des phosphates mises en place dans les années 90 ont très bien fonctionnées. Ils montrent également que des efforts restent à faire sur les apports en nitrate, en particulier dans les Hauts-de-France. Des travaux avaient été menés dans le cadre du chantier Objectif Environnementaux du second cycle de la DCSMM afin d'estimer le pourcentage d'abattement qu'il faudrait appliquer aux concentrations en nutriments dans ces cours d'eau pour aboutir à une diminution du phénomène d'eutrophisation en mer¹⁰⁶. Ce travail, fait en collaboration avec Actimar via des outils de modélisation, prenait en compte la

¹⁰⁶ Dussauze Morgan (2019). Evaluation eutrophisation DCSMM. Optimisation des apports en N et P des principaux fleuves de la façade Manche/Atlantique française. POC-1632-optimisation. Rapport d'étude. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00636/74765/>

biodisponibilité des nutriments par le phytoplancton, les concentrations en chlorophylle-*a* en mer compatible avec un bon état écologique, l'advection des nutriments en mer mais également le « coût » relatif aux abattements proportionnellement à la surface des bassin versants.

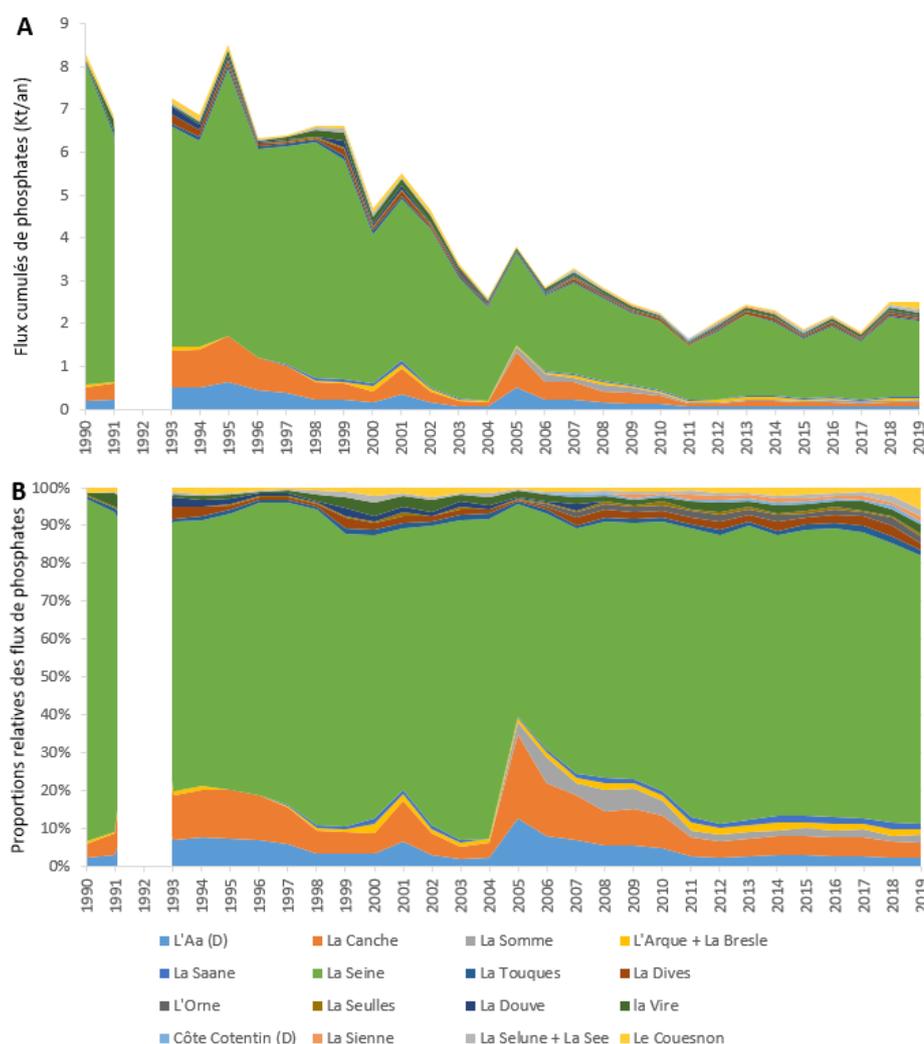


Figure 36. A. Évolution pluri-annuelle des flux en orthophosphate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDES (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM MMN entre 1990 et 2019.

Cette relation coût/diminution des apports est justement approfondie dans le projet NUTS-STeauRY financé par l'OFB. Ce projet, porté par Sorbonne Université, vise à coupler différents modèles depuis l'utilisation des sols (modèle GRAFS), les flux dans les cours d'eau (RIVERSTRAHLER¹⁰⁷) et les échanges au niveau des estuaires (modèle C-GEM¹⁰⁸) sans toutefois faire de couplage avec un modèle « marin » comme ECO-MARS3D. Ce projet prend ainsi en

¹⁰⁷ Laruelle, G.G., Marescaux, A., Gendre, R. Le, Garnier, J., Rabouille, C., Thieu, V., 2019. Carbon dynamics along the Seine River network: Insight from a coupled estuarine/river modeling approach. *Front. Mar. Sci.* <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00216>.

¹⁰⁸ Wei, X., Garnier, J., Thieu, V., Passy, P., Le Gendre, R., Billen, G., Akopian, M., and Laruelle, G. G.: Nutrient transport and transformation in macrotidal estuaries of the French Atlantic coast: a modeling approach using the Carbon-Generic Estuarine Model, *Biogeosciences*, 19, 931–955, <https://doi.org/10.5194/bg-19-931-2022>, 2022.

compte une partie du continuum terre-mer pour fournir différents scénarios de l'état trophique des cours d'eau en fonction de l'utilisation des sols et de potentiels changement dans leur utilisation/gestion (intensification de l'agriculture, pas de changement, changement de comportement alimentaire lié à un changement des pratiques agricoles, etc.) La fin de ce projet débuté en 2020 est prévue pour mi-2023 ; les résultats, conclusions ainsi que les suites éventuelles à donner ne sont donc pas considérés dans le présent rapport.

En parallèle de ces différentes approches, notre analyse des méthodes utilisées pour calculer les flux dans ces études (abattement ECO-MARS3D, NUTS-STeauRY, RID, et autres) ont mis en avant une forte variabilité dans la manière de calculer les flux ainsi que dans la localisation des stations de mesures utilisées pour alimenter ces calculs. Cette problématique a été intégrée dans le work package 4 (tache 4.2) du projet JERICO-S3¹⁰⁹, dont l'un des objectifs vise à harmoniser l'estimation des calculs de flux à échelle européenne (ce qui devra commencer à l'échelle nationale). Nous avons également proposé d'augmenter le nombre de cours d'eau pris en compte dans les calculs de flux par le RID (déficit au niveau de la Bretagne par exemple). Ces travaux sont déjà engagés via une collaboration OSPAR/RT DCSMM /Ministère et SDeS pour harmoniser la liste officielle des stations de mesure (débits et concentrations) utilisées dans ces calculs.

Tableau 49. Tendances temporelle monotone (test de MannKendall Saisonnier) des flux en nutriment sur 30 années de mesures (1990 à 2019) pour les cours d'eau se déversant dans la SRM MMN (Région II OSPAR) et inclus dans la stratégie RID OSPAR; superficie des secteurs hydrographiques et caractéristiques des apports relatifs à ces cours d'eau (rivière principale = cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; tributaire = cours d'eau secondaire ; apports diffus = zone sans cours d'eau prépondérant). Les flèches vertes indiquent une tendance significative (p. value <0,05) à la baisse, les flèches rouges indiquent une tendance significative à l'augmentation et les flèches bleues indiquent l'absence de tendance significative. Les estimations de flux sont effectuées par le SDeS suivant le protocole OSPAR RID.

ID du cours d'eau	Nom du cours d'eau / du secteur	Bassin Versant	Superficie du secteur hydro. (km²)	Caractéristique des apports	Tendances				
					Total N	NO3-N	NH4-N	Total P	PO4-P
II-AP-PC-Aa	L'Aa	Artois-Picardie	2308	apport diffus	↗	↗	↘	↔	↘
II-AP-SO-Canche	La Canche	Artois-Picardie	3895	tributaire	↗	↗	↘	↔	↘
II-AP-SO-SOMME	La Somme	Artois-Picardie	5916	tributaire	↔	↔	↔	↔	↘
II-SN-NO-Bethune	L'Arque + La Bresle	Seine-Normandie	2153	tributaire	↗	↗	↘	↔	↔
II-SN-NO-Saane	La Saane	Seine-Normandie	1718	tributaire	↔	↔	↘	↔	↔
*	La Seine	Seine-Normandie	76750	Rivière principale +	↗	↔	↘	↘	↘
II-SN-NC-Dives	La Dives	Seine-Normandie	1815	tributaire	↔	↔	↔	↔	↔
II-SN-NC-Douve	La Douve	Seine-Normandie	1474	tributaire non monitoré	↔	↔	↔	↔	↘
II-SN-NC-Orne	L'Orne	Seine-Normandie	2976	tributaire	↔	↔	↘	↔	↔
II-SN-NC-Seulles	La Seulles	Seine-Normandie	547	tributaire	↔	↔	↔	↔	↔
II-SN-NC-Touques	La Touques	Seine-Normandie	1311	tributaire	↔	↔	↘	↘	↘
II-SN-NC-Vire	La Vire	Seine-Normandie	2077	tributaire	↔	↗	↔	↔	↔
II-SN-SC-I6	Côte Cotentin	Seine-Normandie	1302	apport diffus	↔	↔	↔	↔	↔
II-SN-SC-Selune	Le Selune	Seine-Normandie	1623	tributaire	↔	↔	↔	↔	↔
II-SN-SC-Sienne	La Sienne	Seine-Normandie	1135	tributaire	↔	↔	↔	↔	↔
II-LB-NB-Couesnon	Le Couesnon	Loire-Bretagne	2848	tributaire	↔	↔	↔	↔	↘
Total			109849		↗	↗	↘	↘	↘

* II-SN-SE-SEINE + II-SN-SE-Risle + II-SN-SE-H7 (diffus) + II-SN-SE-Eure + II-SN-SE-Andelle

¹⁰⁹ <https://www.jerico-ri.eu/projects/jerico-s3/workpackages/wp4/task-4-2/>

4.5.1.4 Évolution des flux à grande échelle temporelle

Les contributions sur cette thématique n'ayant pas significativement évoluées depuis l'évaluation 2^e cycle, ce reporter au chapitre 4.5.1.3 du rapport DCSMM D5 2018⁴⁰.

4.5.2 Apports terrestres diffus : les zones vulnérables

Dans le cadre de l'application de la Directive Nitrate pour la protection des eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole (apports diffus), la 7^{ème} révision de la délimitation des zones vulnérables aux nitrates (eaux excédant ou pouvant excéder 50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité = norme de l'OMS, ce qui représente un seuil sanitaire pour l'homme et non pour l'environnement) est fondée sur les résultats des mesures effectuées dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Les préfets coordonnateurs de bassin ont arrêté en 2021 la mise à jour de la délimitation des zones vulnérables (Figure 37). La quasi-totalité des zones de drainages se déversant dans la SRM MMN sont classées zones vulnérables aux nitrates. Il est ainsi surprenant de ne pas voire plus de MEC dégradés au regard du critère D5C1, toutefois le seuil de classement en zones vulnérable n'est pas un seuil écologique ce qui crée un décalage entre la classification des zones terrestres en zones vulnérables aux nitrates et la classification des MEC par le D5C1 dans la cadre de la DCSMM. Cette directive agit ainsi comme un levier potentiel pour mettre en place des mesures visant à diminuer les apports en nitrate d'origine agricole dans les cours d'eau. Toutefois, les objectifs visés par cette directive ne semblent pas suffisants au regard des problèmes d'eutrophisation en mer (50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité alors que Perrot et al. 2014¹¹⁰ concluaient à des concentrations autour de 10 mg.l⁻¹ pour limiter les phénomènes d'eutrophisation (échouage d'Ulve en Bretagne dans le cas de cette étude).

Note : La Directive "Nitrates" (91/676/CEE) a pour objectif de préserver la ressource en eau et les milieux aquatiques de la pollution par les nitrates d'origine agricole. Elle prévoit une surveillance tous les 4 ans des eaux superficielles et souterraines. Les résultats de cette campagne de surveillance déterminent une analyse et une révision éventuelle de la délimitation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole. Dans ces zones, des programmes d'action spécifiques sont mis en place pour réduire les apports de nitrates dans les eaux. Le 6^{ème} programmes d'action régional a été engagé au cours de l'année 2018 pour les bassins Artois Picardie et Seine Normandie.

Note à posteriori : L'ensemble du bassin Artois-Picardie a été classé en zones vulnérables par arrêté du 13 juillet 2021.

¹¹⁰ Perrot T, Rossi N, Ménesguen A et Dumas F. 2014. Modelling green macroalgal blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management. J. Mar. Sci., 132, 38-53.

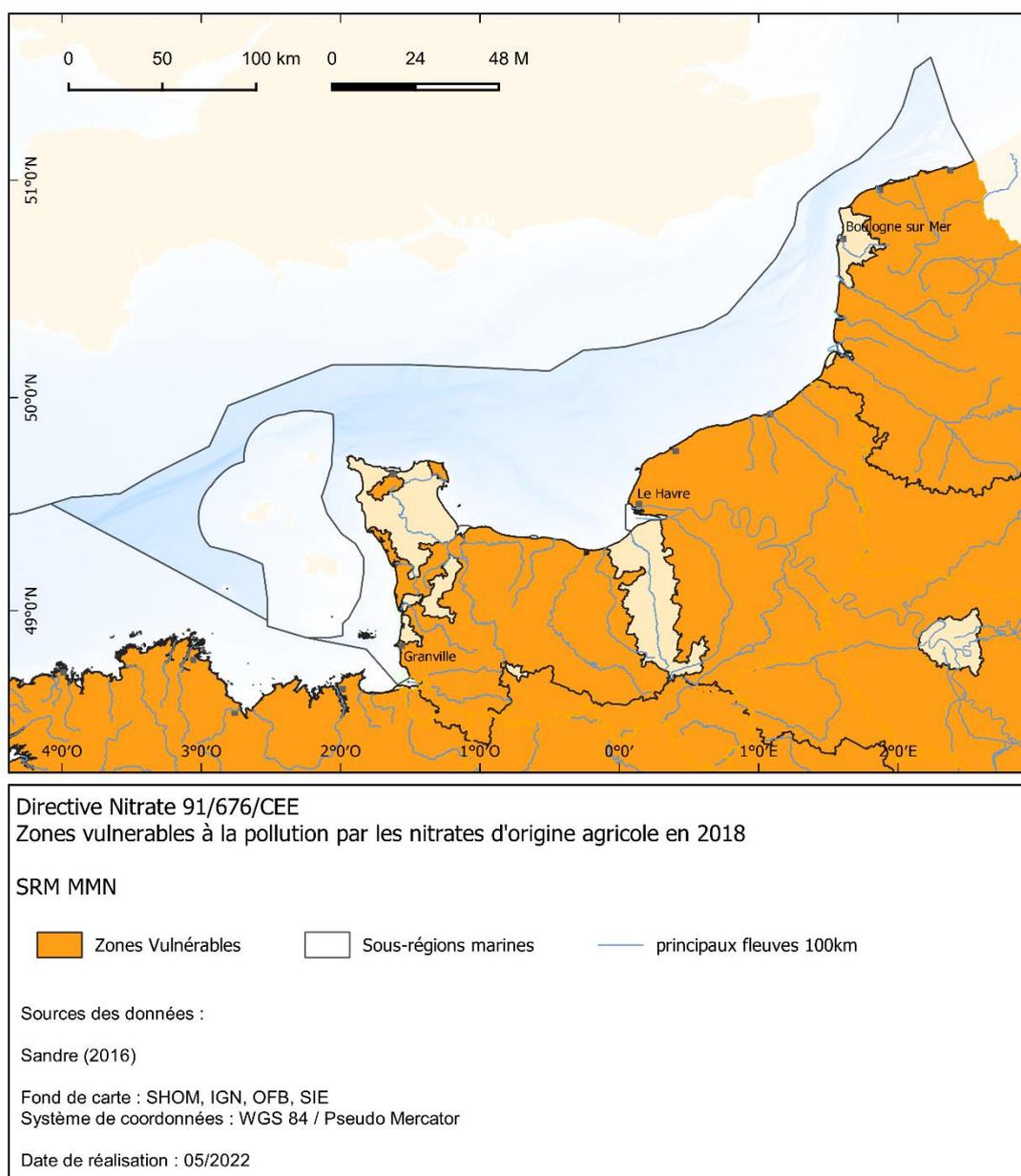


Figure 37. Localisation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole telles que définies par la directive "Nitrates" (91/676/CEE).

4.5.3 Apports terrestres ponctuels : les zones sensibles

L'article R211-94 du code de l'environnement, transposant dans le droit français l'article 5 et l'annexe II de la directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EEC UWWT) définit les zones hydrographiques particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles pour lesquelles il est établi qu'elles sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures ne sont pas prises ; et dans lesquelles les rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances doivent, s'ils sont cause de ce déséquilibre, doivent être réduits. Les seuils réglementaire en sortie de stations de traitement des eaux usées (STEU) sont données dans le Tableau 50, ces seuils sont compatible avec ceux présentés dans Perrot et al. 2014¹¹⁰ pour limiter les problèmes d'eutrophisation en mer (prolifération d'algues opportuniste dans le cas de cette étude).

Tableau 50. Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation. En fonction des conditions locales, on appliquera un seul paramètre ou les deux. La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction seront appliqués. Repris de la Directive 98/15/CE, portant modification de la directive 91/271/CEE.

Paramètres	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Méthode de mesure de référence
Phosphore total	2 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l (EH de plus de 100 000)	80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire
Azote total ⁽²⁾	15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) ⁽³⁾ 10 mg/l (EH de plus de 100 000) ⁽³⁾	70-80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire

(1) Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

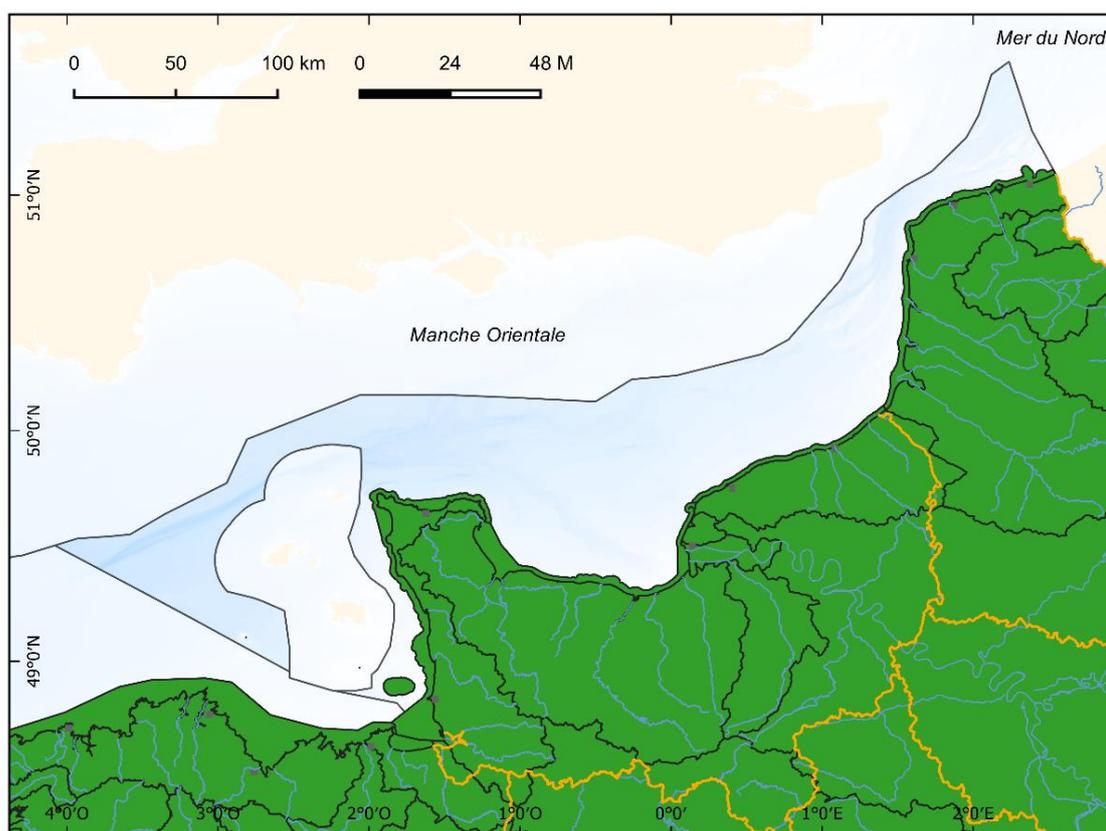
(2) Azote total signifie le total de l'azote dosé selon la méthode de Kjeldahl (azote organique et ammoniacal), de l'azote contenu dans les nitrates et de l'azote contenu dans les nitrites.

(3) Ces valeurs de la concentration sont des moyennes annuelles, selon l'annexe I, point D 4 c). Toutefois, les exigences pour l'azote peuvent être vérifiées en utilisant des moyennes journalières quand il est prouvé, conformément à l'annexe I, point D 1, que le même niveau de la protection est obtenu. Dans ce cas, la moyenne journalière ne peut pas dépasser 20 mg/l d'azote total pour tous les échantillons, quand la température de l'effluent dans le réacteur biologique est supérieur ou égale à 12 °C. La condition concernant la température pourrait être remplacée par une limitation du temps de fonctionnement tenant compte des conditions climatiques régionales.»

En 2019, la France compte dans sa base de données 21 573 agglomérations d'assainissement comprenant 22 002 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents-habitants (Eh) pour une capacité épuratoire de l'ensemble des STEU de 105 millions d'Eh. Les agglomérations de 2000 Eh et plus étaient au nombre de 3 812 pour 3 962 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 75 millions d'Eh.

Dans la SRM MMN, toutes les STEU doivent être aux normes exigées par la directive en 2017 (Figure 38). En 2020, sur les 597 STEU des Hauts-de-France et de Normandie, 114 ne sont pas encore conformes en terme de performance¹¹¹.

¹¹¹ <https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/statsReg>



Directive ERU 91/271/CEE

Zones sensibles en 2018 à l'eutrophisation et échéances d'application N et P

SRM MMN

Zones Sensibles

 P et N sans délais 1998, 2006, 2013 et 2017

 P sans délai 1998, 2006 et 2017

 N 2024 et P 2017

 N et P 2024

 P 2024

 Sous-régions marines

 principaux fleuves 100km

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB, SIE

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 38. Localisation des zones sensibles à l'eutrophisation selon la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/EEC). Les différentes échéances pour la mise en conformité des stations de traitement des eaux usées des agglomérations de plus de 10 000 équivalent habitant (Eh) se trouvant dans les régions hydrographiques de la SRM MMN sont également renseignées.

4.5.4 Apports atmosphériques

Les flux d'azote issus de retombées atmosphériques sont calculés à partir des données d'émission couplées avec un modèle de transport chimique atmosphérique. Les données d'émission sont issues du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), programme coopératif de surveillance continue et d'évaluation de la transmission des polluants atmosphériques à longue distance en Europe, mis en place suite à la convention sur la pollution atmosphérique en 1979. De plus amples informations sur le fonctionnement du programme EMEP peuvent être trouvées sur la page web du programme : http://emep.int/emep_overview.html.

Les résultats issus des analyses d'EMEP font l'objet d'un rapportage à OSPAR par cycle d'évaluation, rapport à partir duquel les Etats Membres peuvent rapporter les données d'émission atmosphérique dans leur sous-région marine. Toutefois, le calendrier de rapportage OSPAR (QSR prévu en 2023) n'étant pas aligné sur celui du rapportage DCSMM Français (qui doit intégrer le Document Stratégique de Façade et doit donc être rendu en 2022), le rapportage EMEP n'est donc pas disponible au moment de l'écriture du rapport DCSMM D5 3^e cycle.

Une présentation des résultats préliminaires d'EMEP au cours d'une session ICG-EUT OSPAR (OSPAR / INPUT & ICG-Eut, 26 Janvier 2022) a montré que les dépôts atmosphériques d'azote oxydé¹¹² diminuent significativement depuis 1995 dans la région II (Figure 9), alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 200 kTN.an⁻¹ (Figure 39).

A l'échelle de la ZEE Françaises de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord (le rapportage EMEP ne descend pas encore en dessous de cette échelle spatiale), les dépôts atmosphériques d'azote oxydé diminuent également significativement depuis 1995 alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 50 kTN.an⁻¹ (Figure 40).

La France est responsable de 10 % de ces dépôts d'azote total à l'échelle de la région II (Figure 41), alors que ses émissions d'azote oxydé tendent à diminuer et ses émissions d'azote réduit restent stables (Figure 42).



Figure 39. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NOx) en bleu, en kT à l'échelle de la région II OSPAR et tendance linéaire.

¹¹² Les sources d'émission d'azote atmosphérique peuvent être déterminées par la nature de la forme azotée, les formes d'azote réduit (NH₃) étant prépondérantes en agriculture et les formes d'azote oxydé (NOx) étant issues des processus de combustion (transports et activités industrielles).

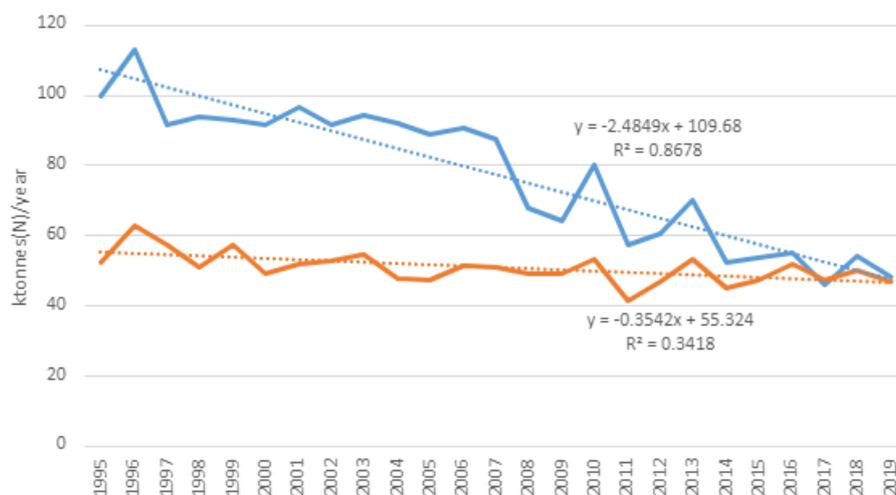


Figure 40. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NO_x) en bleu, en kt à l'échelle de la ZEE Française (façade Atlantique-Manche-Mer du Nord) et tendance linéaire.

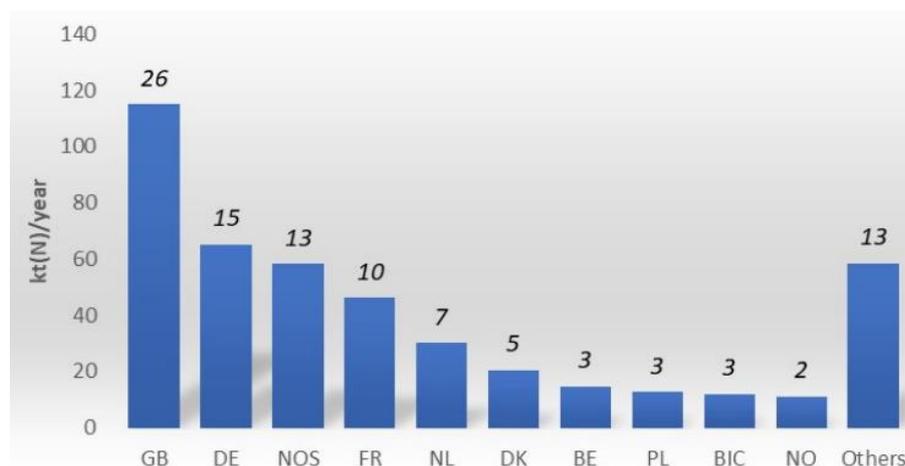


Figure 41. Contribution aux dépôts en azote total dans la région II des différents pays qui la bordent, en kt. France : FR.

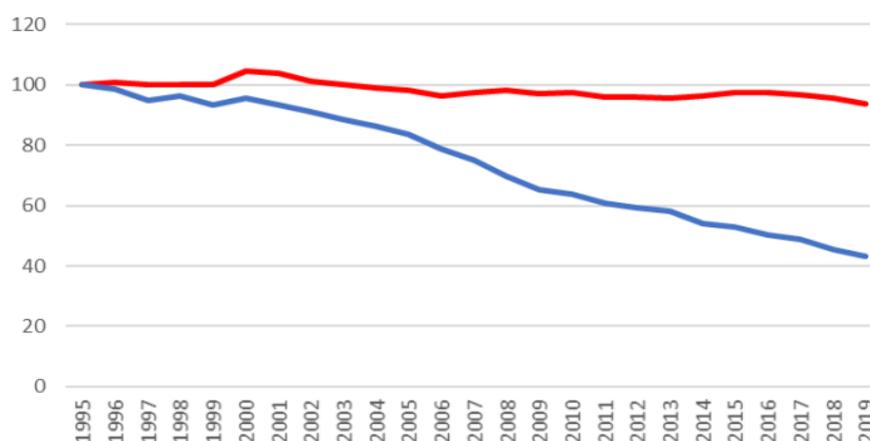


Figure 42. Emissions annuelles en azote total (kt) de la France. En bleu : azote oxydé, en rouge : azote réduit.

4.5.5 Transports transfrontaliers hydrodynamiques

Les connaissances sur cette thématique n'ayant pas significativement évoluées depuis l'évaluation 2^e cycle, ce reporter au chapitre 4.5.3 du rapport DCSMM D5 2018¹¹³.

4.6 Discussions sur les résultats de la SRM MMN

4.6.1 Bilan des résultats de l'évaluation

Par rapport à l'évaluation du second cycle qui était fortement basée sur des développements méthodologiques nationaux au niveau du large et des méthodes d'intégration, l'évaluation du bon état écologique au 3^e cycle se base sur des développements opérés au sein des groupes de travail OSPAR dans le cadre de la préparation de la COMP4. Si peu de différences sont à noter entre la méthodologie appliquée à la côte entre le 2^e et le 3^e cycle, les différences sont bien plus nombreuses pour le large puisque la COMP4 bénéficie de réflexions visant à harmoniser les méthodes à l'échelle OSPAR ce qui n'était pas le cas de la COMP3 (qui pour rappel n'avait pas été intégrée dans l'évaluation 2^e cycle). De même, depuis le second cycle des améliorations quant à la pérennisation des flux de données issue des images satellite et de la modélisation ont pu être mis en place, ce qui laisse à penser que ces outils numériques pourront également être la source de données des futures évaluations.

L'application des méthode DCE à la côte et OSPAR COMP4 au large nous a conduit à définir des zones où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se poursuivre. Ces zones, principalement situées entre l'embouchure de la Seine jusqu'à celle de la Somme, représentent 30 % de la superficie de la SRM MMN. A la lecture des résultats par critère, et en approfondissant à l'échelle des mailles superposées aux paysages marins, il apparaît que ce problème d'eutrophisation est le fruit de l'action combinée de concentrations en nutriments élevées et d'une forte concentration en chlorophylle- α . Il y a effectivement des flux en nutriments encore importants au niveau de ces 2 fleuves, dont une stagnation ou une augmentation sensible des flux de nitrates depuis les années 90 (et une diminution des phosphates). La présence de ces apports importants en nitrates (donc dus en partie aux activités agricoles) peut également expliquer le classement d'une partie du littoral de la SRM en zones sensibles à l'azote d'origine agricole selon la directive nitrate (91/676/CEE), même si l'on pourrait s'attendre à de plus fortes diminutions en raison de la mise en place de mesures dans le cadre de cette directive (qui est plutôt à but sanitaire et non écologique). Les apports liés aux rejets urbains, même s'ils sont difficilement quantifiables, semblent un peu plus maîtrisés du fait de la mise en conformité des stations d'épuration en fonction de la taille des zones urbaines. En parallèle, il apparaît également que les échouages de macroalgues sont à l'origine du déclassement de quelques masses d'eau côtières normandes situées dans la Baie de Seine, et donc sous l'influence potentielle de ses rejets.

Si l'on compare avec les résultats obtenus à l'issu de l'évaluation DCSMM D5 précédente et en tenant compte de toutes les évolutions méthodologiques, l'état de la sous-région marine Manche-Mer du Nord ne semble pas avoir beaucoup évoluée entre 2010-2016 et 2015-2020. Seuls l'état vis-à-vis du phosphate semble s'être amélioré au large.

¹¹³ Devreker David, Lefebvre Alain (2018). Évaluation du descripteur 5 « Eutrophisation » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. ODE/LITTORAL/LER.BL/17.08. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00437/54868/>

4.6.2 Justifications de non-utilisation d'un critère

Les critères et éléments non évalués du descripteur 5 en SRM MMN sont le D5C3 (secondaire), le D5C1 "concentration en phosphore inorganique dissous dans la colonne d'eau" (primaire) à la côte, et les D5C6/D5C7/D5C8 (secondaire) au large.

Pour le D5C3 et le D5C1, il n'a pas été possible de les utiliser à cause du manque de consensus sur la définition de seuils pertinents.

La non-utilisation des critères D5C6 et D5C7 au large est due à leur non pertinence. Les proliférations d'algues opportunistes ne s'expriment qu'au niveau côtier des eaux françaises à travers les phénomènes d'échouages. Les herbiers et macroalgues pérennes ne se développent pas sous une certaine profondeur (besoin de lumière), et la profondeur étant généralement proportionnelle à l'éloignement de la côte, la plupart de ces herbiers et population de macroalgues sont majoritairement situés en zone côtière.

Enfin la non-utilisation du critère D5C8 au large est due à la plus faible pertinence de l'indicateur M-AMBI au large ainsi qu'au manque de données et donc de station de référence pour calculer l'indicateur.

4.6.3 Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales

Afin de mener à bien la 3^e évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises du large, l'ensemble des méthodes développées dans la cadre de la COMP4 d'OSPAR a été utilisé. Toutefois, à la vue du calendrier imposé pour le rendu des évaluations françaises qui est en avance d'un an par rapport à celui des autres états membres d'OSPAR (voir chapitre 3.5.3.2), des adaptations des sources de données en entée ont dû être apportées pour l'évaluation française (voir chapitre 3.3.2.1) et des changements méthodologiques (surement mineur) peuvent encore être apportés à la COMP4 avant le rendu du QSR OSPAR en 2023. Ainsi, si des différences apparaissent entre l'évaluation DCSMM françaises 3^e cycle et le QSR OSPAR 2023, bien que la méthodologie OSPAR COMP4 a été appliquée dans les 2 cas, il faudra prendre en compte la préciosité du rendu de l'évaluation française.

4.7 Conclusions sur les résultats de la SRM MMN

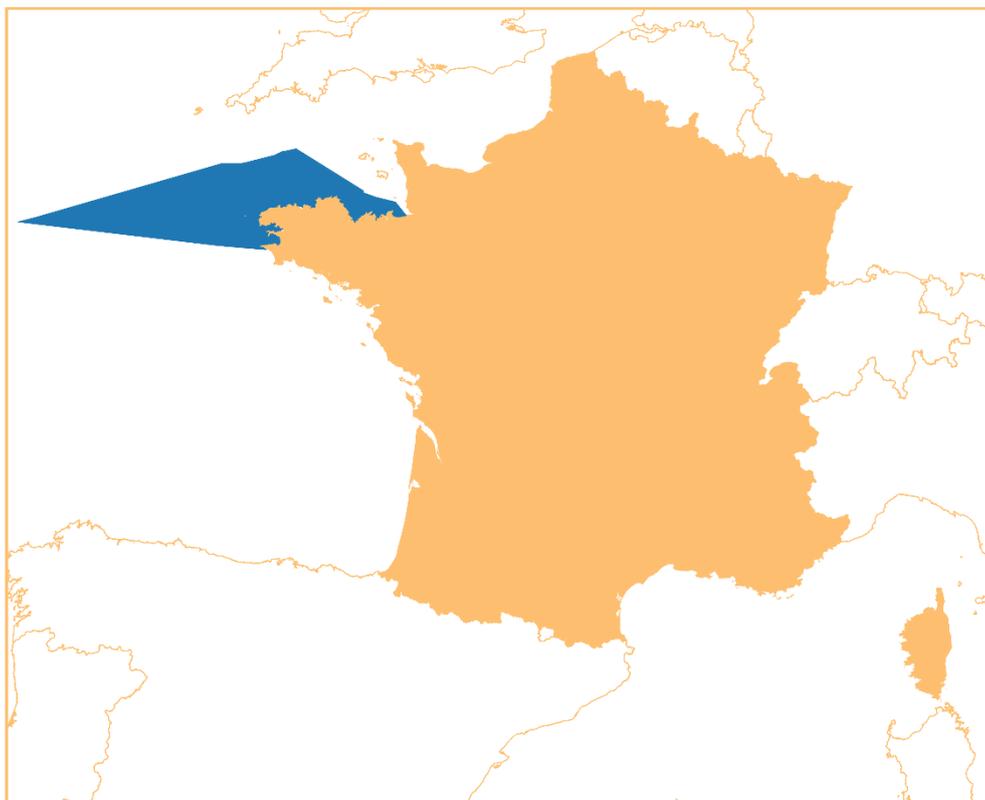
Les efforts entrepris pour répondre le plus étroitement possible aux exigences de la DCSMM en termes d'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont conduit à une amélioration de la pertinence écologique de l'évaluation comparativement à l'évaluation 2018. Cela nous a conduit à définir des zones précises où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se concentrer. Ces zones, situées entre les embouchures de la Seine et de la Somme, représentent 27 % de la superficie de la SRM MMN.

Mais si l'évaluation 3^e cycle a fortement gagnée en cohérence avec la DCE et OSPAR par rapport au 2^e cycle, elle en a perdu une certaine harmonisation entre la côte et le large. Cette harmonisation côte-large, tout en intégrant les spécificités des directives et conventions sera surement le prochain challenge de l'évaluation 4^e cycle.

Messages clefs :

- Fruit d'une évaluation harmonisée via des collaborations aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle européenne (OSPAR)
- 27 % de la superficie de la SRM MMN en Non BEE pour le descripteur 5
- Fortes avancées méthodologiques au niveau de l'évaluation au large dues à OSPAR ce qui rend l'évaluation plus robuste mais également plus difficile à comparer avec les résultats du 2^e cycle.
- Besoin d'améliorer la cohérence de l'évaluation côte-large.

5 Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MC



5.1 Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MC

Les éléments qui ont été utilisés pour effectuer l'évaluation du descripteur 5 sont ceux pour lesquels des données ont été identifiées en qualité et quantité suffisante et pour lesquels un seuil a pu être déterminé. Pour la SRM Mer Celtique, ces éléments ont été listés dans le chapitre 3.3.11 ; ce sont :

- la concentration en NID (azote inorganique dissous),
- la concentration en PID (phosphate inorganique dissous) pour le large (pas de seuil pour la côte),
- la concentration en chlorophylle-*a*,
- la transparence de l'eau (en NTU),
- la concentration en oxygène dissous au fond,
- les échouages de macroalgues opportunistes à la côte (non pertinent au large),
- les herbiers et macroalgues pérennes à la côte (non pertinent au large),
- la macrofaune benthique à la côte (pas d'indicateur adapté au large)

Tous les critères primaires du D5 sont ainsi évalués dans l'ensemble de la SRM MC.

Le critère secondaire "algues nuisibles" (D5C3) ne sera pas présenté du fait d'un manque de consensus sur l'établissement de seuils adaptés à chaque groupe d'espèce nuisible et du manque de lien avéré entre eutrophisation et efflorescence de HAB (voir chapitre 3.3.4).

5.2 Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MC

5.2.1 Réseaux côtiers

Les données NID (nitrate + nitrite + ammonium : D5C1), chlorophylle-*a* (D5C2), turbidité (D5C4) et oxygène (D5C5) utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées par le biais du réseau REPHY (Figure 43) aux périodes et fréquences présentées dans le Tableau 23. Certains points du réseau REPHY sont labellisés dans le réseau SNO PHYTOBS de l'IR-ILICO⁹³. Pour la SRM MC, ces points REPHY labellisés sont, du nord au sud, Les Hébihens, Loguivy et Kervel Large. Les données spécifiques aux réseaux REPHY³³ et SNO PHYTOBS⁹⁴ font l'objet d'un DOI.

Une analyse des évolutions temporelles à long terme a été effectuée sur ces points PHYTOBS en ce qui concerne le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (données « HPLC » exclues) pour rendre compte de son évolution avant et pendant la période d'évaluation. Cette analyse a été faite *via* un test non paramétrique Mann-Kendall saisonnier^{87,88} associé à un lissage LOESS⁹⁵ pour observer plus finement les cassures de tendance dans les séries temporelles. Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R. Une analyse de tendance temporelle monotone a été appliquée aux données alimentant les critères primaires sur les points REPHY non labellisés.

Les données mesurées dans le cadre de ces réseaux sont stockées dans la base Quadrigé² d'où elles sont directement extraites pour alimenter le calcul des indicateurs DCSMM *via* des scripts développés par le service VIGIES de l'Ifremer. D'autres sources de données existent (SOMLIT, RESOMAR, SISMER, CORIOLIS) et ont été rendues disponibles pour l'évaluation. Ces données n'ont toutefois pas été utilisées pour le calcul des indicateurs, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 directives. Les données ont été extraites sur la période 2015 - 2020 pour le calcul des indicateurs.

A noter que l'année 2020 a été marquée par la pandémie mondiale de SARS-COV2 (COVID19) et par le confinement sanitaire qui a été mis en place de mi-mars à mi-mai 2020. Ce confinement a eu pour conséquence l'annulation d'un certain nombre de sorties terrains pendant cette période, ce qui correspond à un manque de 1 à 3 données mensuelles pour le calcul des indicateurs. Cette période correspondant au maximum de production du phytoplancton, un impact est possible sur l'évaluation des critères D5C2 et D5C4. Ce manque de données n'a toutefois pas empêché de remplir les conditions numériques de calcul des différents indicateurs tels que définit dans le paragraphe 3.3.

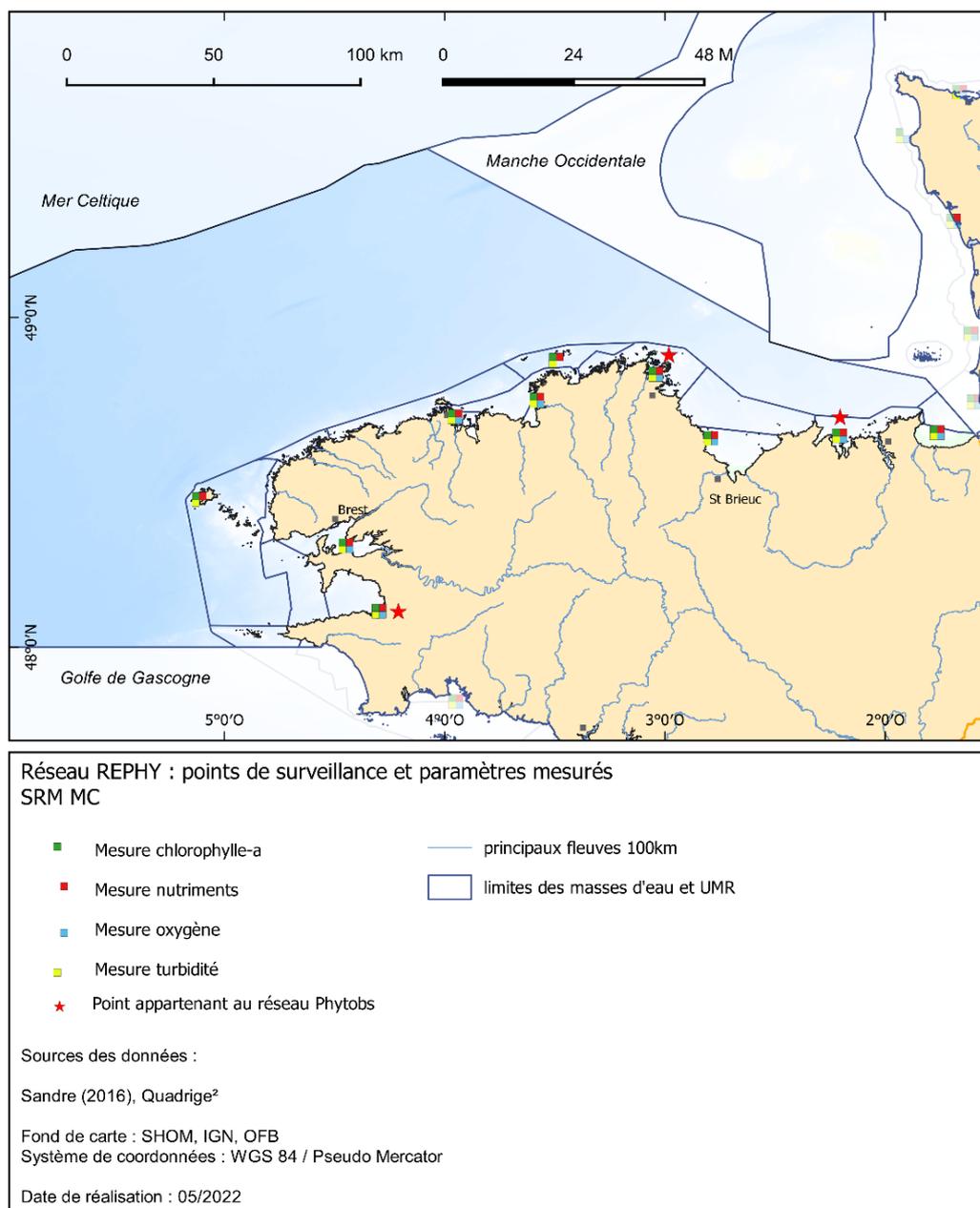


Figure 43. Points du réseau REPHY de la sous-région marine Mer Celtique pour lesquels la quantité et la qualité des données est suffisante pour effectuer l'évaluation des critères D5C1, D5C2, D5C4 et D5C5 à la côte. Les étoiles représentent les points labellisés PHYTOBS (IR-ILICO) pour lesquels les tendances temporelles du paramètre chlorophylle-*a* ont été analysées.

Concernant le D5C6, les données de superficie d'algues opportunistes échouées sont obtenues par survols aériens. La zone survolée couvre tout le littoral de la SRM MC hormis la presqu'île du Crozon afin d'éviter la base militaire (Figure 44 et Tableau 4) ; ceci exclue donc une bonne partie de la FRGC16, la partie est de la FRGC17 et la partie nord de la FRGC20. Les données utilisées pour les calculs de l'indicateur sont celles mesurées sur la période 2015 – 2020 (cycle DCE de 6 ans). Toutes les données utilisées actuellement pour calculer l'indice d'algues opportunistes DCE proviennent de la géodatabase du CEVA et sont également intégrées à Quadrigé². Aucune autre source de données n'a pour l'instant été identifiée comme pertinente pour renseigner cet indicateur.

Toutes les données utilisées actuellement pour calculer les indices basés sur les communautés de macroalgues et herbiers pérennes (D5C7) et sur la macrofaune benthique (D5C8) dans le cadre de la DCE proviennent de la surveillance REBENT-DCE (Figure 45). Les données n'ont été qu'en partie bancarisées dans Quadrigé², et le calcul des métriques et des indicateurs est effectué par les responsables de réseaux ; les résultats de ces évaluations sont ensuite centralisés pour les besoins de la DCSMM. La base de données RESOMAR Benthos a également été identifiée comme source potentielle de données. Toutefois, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 évaluations.

5.2.2 Données au large

Au large de la SRM GdG MC, il n'y a pas de données *in situ* considérées pour l'évaluation du descripteur 5 au 3^e cycle (3.3).

Les données de concentration en nutriments et en oxygène de fond proviennent du modèle hydrodynamique ECO-MARS3D qui fournit des données journalières pour la période 2015-2020. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MC, cela représente 722 fichiers rasters pour les nutriments (novembre-février) et 732 pour l'oxygène (juin à septembre) contenant chacun 2 115 données pour un total de ~ 1 550 000 données pour chaque nutriment et pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

Rappel : le modèle ECO-MARS3D sous-évalue la concentration en oxygène de fond au sud de la Loire⁷⁸, les résultats sont donc à prendre avec précaution. Ceci conjointement avec l'augmentation du niveau des seuils oxygène développés par OSPAR dans les paysages marins par rapports au 2^e cycle, les paysages marins en MC qui s'étendent vers le Golfe de Gascogne (ASS et ATL) risquent d'être artificiellement dégradés. L'utilisation du dire d'expert basé sur les données supports (voir chapitre 11.1.2) pour reclasser les paysages marins au large de la SRM MC sera sûrement nécessaire.

Les données de concentration en chlorophylle-a et de turbidité sont issues des produits dérivés des images satellites journalières. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MC, cela représente 1 284 fichiers rasters (mars-septembre) contenant chacun ~43 000 pixels (pixels mesurés + couverture nuageuse) pour la chlorophylle-a (image « RBINS ») et ~31 000 pixels pour la turbidité (image « ARGANS ») pour un total de ~ 18 400 000 et ~12 700 000 données exploitables (en excluant les pixels perdus par la couverture nuageuse) pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.



Figure 44. Linéaire survolé pour déterminer les zones d'échouage de macroalgues opportunistes et leur superficie. Sources : CEVA¹¹⁴.

¹¹⁴ CEVA. 2014. Contrôle de surveillance DCE 2014. Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. 71p.

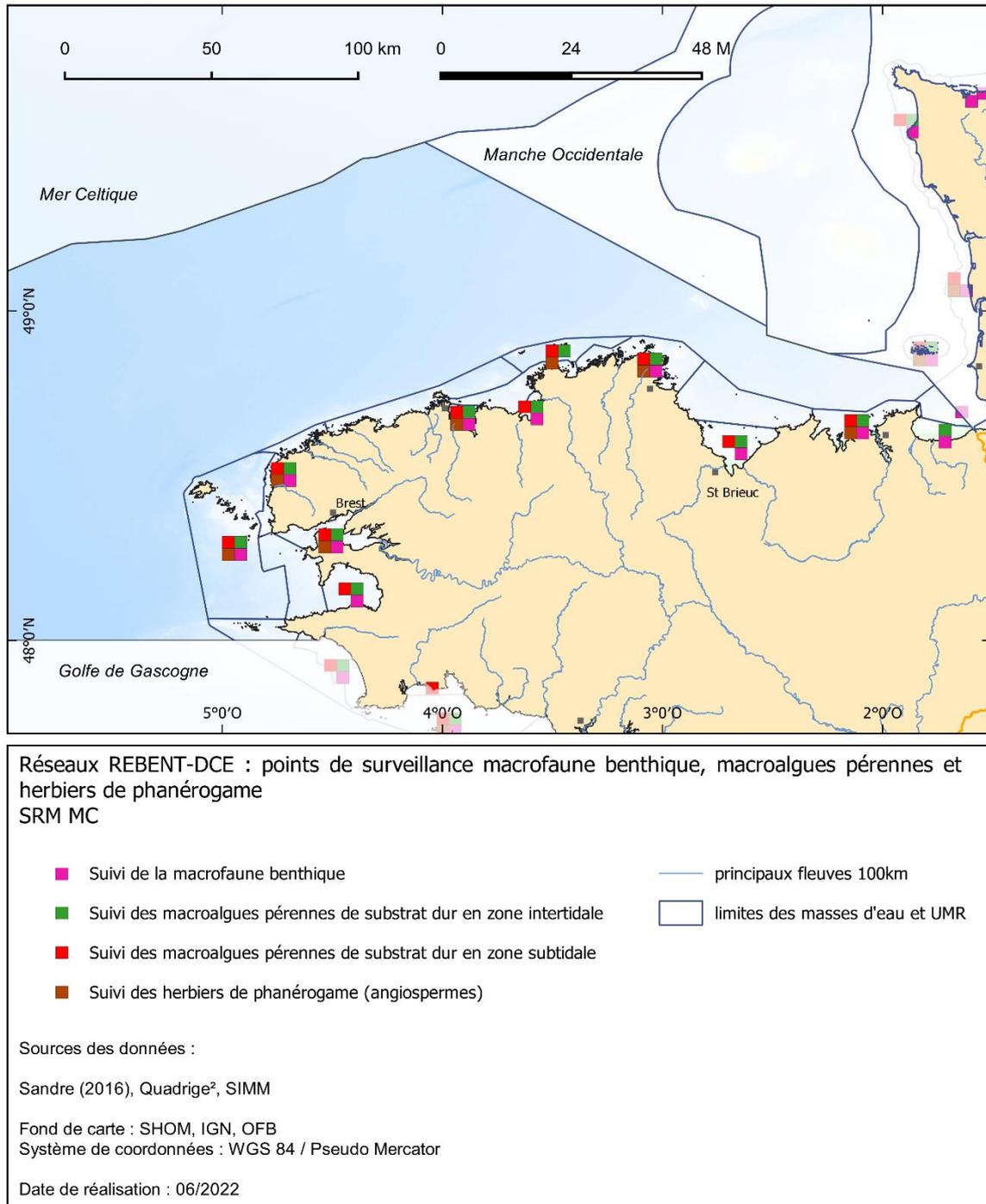


Figure 45. Répartition des suivis REBENT-DCE dans les masses d'eau côtières DCE de la SRM MC. Il peut y avoir plusieurs points de surveillance pour un même type de suivi par MEC.

5.3 Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM MC

Les résultats de l'évaluation seront d'abord présentés sous forme de synthèses cartographiques et commentés par critère puis pour le descripteur 5 dans son ensemble.

5.3.1 D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau

5.3.1.1 Azote

Cette évaluation a été réalisée à partir de 267 données de concentration en NID pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

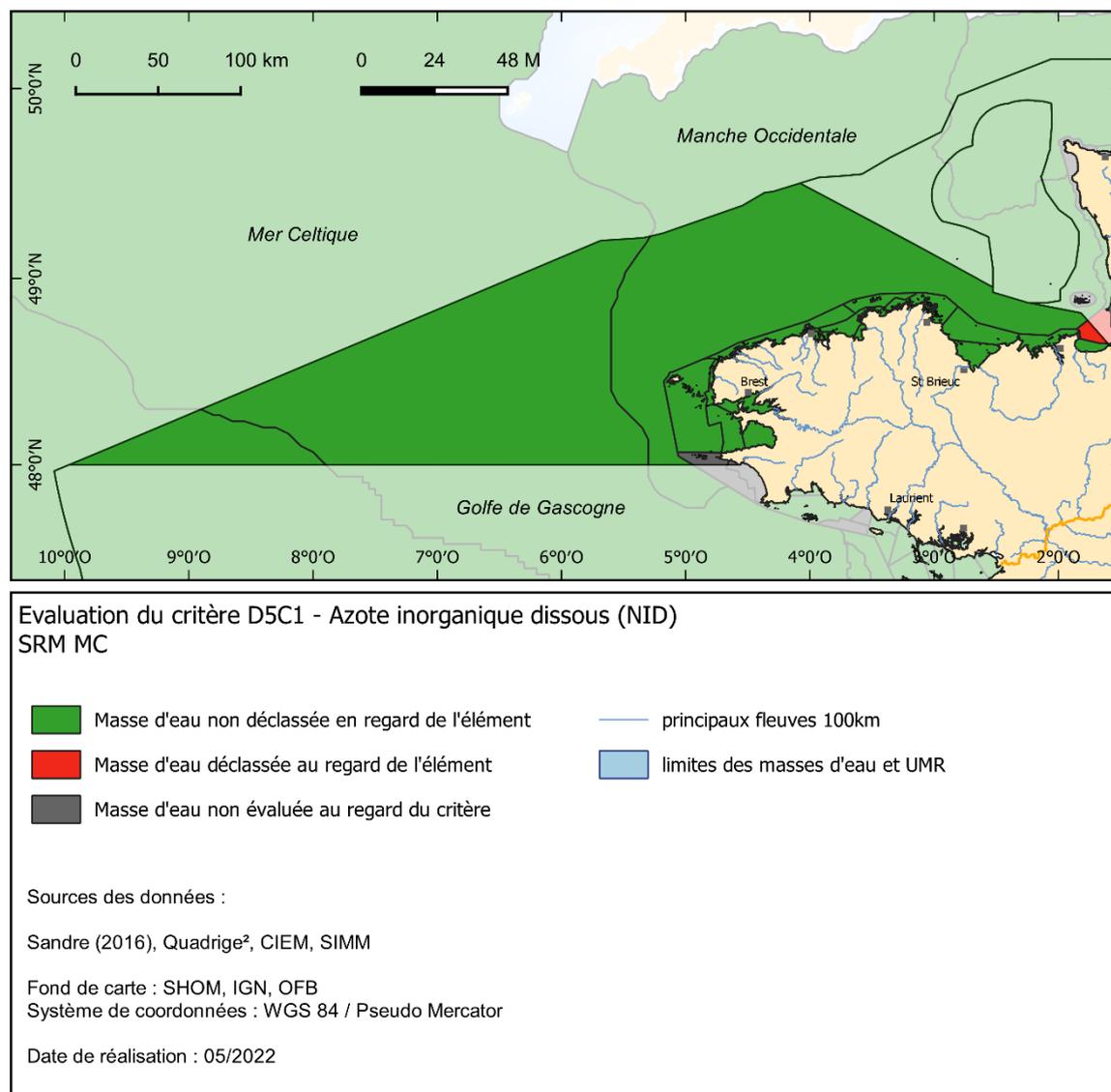


Figure 46. Évaluation du critère D5C1 (élément NID) dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi. Ces résultats tiennent comptes du dire d'expert.

Tableau 51. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (bon état atteint, non atteint, non évalué) au regard de l'élément NID du critère D5C1 à l'issu de l'évaluation DCSMM. Ces résultats intègrent le dire d'expert.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	15	1	2
	superficie (km ²)	4 872	123	190
	%	94	2	4
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km ²)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	43 520	123	190
	%	99	0	1

Dire d'expert : la MEC FRGC11 (Baie de Morlaix) est déclassée vis-à-vis du critère D5C1 uniquement. Toutefois, l'eutrophisation ne semble pas s'exprimer dans cette MEC (aucun autre critère ne déclassé cette MEC) et la baie est soumise à des courants suffisamment important pour advecter les nutriments à l'extérieur de celle-ci (temps de résidence des masses d'eau très courte), le comité local AELB du 22/09/2022¹¹⁵ a décidé de la reclasser en bon état au regard de l'eutrophisation.

Dans la zone côtière, une MEC est déclassée vis-à-vis des NID (FRHC02, 123 km² de côte, soit 2 % de la zone côtière de la SRM) contre quinze MEC qui n'ont pas été déclassées (4 872 km², soit 94 % de la zone côtière de la SRM). Deux MEC n'ont pas été évaluées (190 km² de côte, soit 4 % de la zone côtière de la SRM) par manque de suivi (Figure 46 et Tableau 51).

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de supérieur à 95 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie) hormis la FRGC01 qui n'est pas déclassée avec une probabilité de 61 %.

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément NID (Figure 46 et Tableau 51). Les indices de confiance TC et C sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle ECO-MARS3D, l'indice de confiance SC est « faible » et « moyen » dans les paysages marins ATL et ASS (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle qui reste aux abords de la ZEE françaises (ces 2 paysages marins sont très étendus vers le nord).

- Analyse de tendance monotone

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM MC montre des tendances significatives à la baisse ou une absence de tendance des concentrations en NID (Tableau 52).

¹¹⁵ Colmar Anne (2022). Comité Local d'évaluation DCE/DCSMM. Loire Bretagne/ NAMO. Consolidation de l'état des eaux harmonisé DCE/DCSMM pour le descripteur D5 eutrophisation. Compte-rendu. <https://doi.org/10.13155/93606>

Tableau 52. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en NID ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement de l'élément NID du critère D5C1 dans les MEC de la SRM MC. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et - une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance NID	Tendance NID hivernal	Debut de la série
FRGC01	Mont St Michel	0	0	2007
FRHC02	Champeaux	-	0	2006
FRGC03	les Hébihens	-	0	2007
FRGC05	Saint-Quay	0	0	2007
FRGC07	Loguivy	0	-	2007
FRGC08	Les 7 Îles	0	0	2007
FRGC10	Trébeurden	0	0	2007
FRGC11	St Pol large	0	-	2008
FRGC18	Ouessant - Youc'h korz	0	0	2008
FRGC16	Lanvéoc large	0	0	2007
FRGC20	Kervel large	0	0	2007

5.3.1.2 Phosphate

Les PID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

La quantité de données utilisée pour réaliser cette évaluation au large est donnée dans le Tableau 26.

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément PID (Figure 47 et

Tableau 53). Les indices de confiance TC et C sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle ECO-MARS3D, l'indice de confiance SC est « faible » et « moyen » dans les paysages marins ATL et ASS (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle qui reste aux abords de la ZEE françaises (ces 2 paysages marins sont très étendus vers le nord).

Tableau 53. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km^2) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément PID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	0	0	18
	superficie (km^2)	0	0	5 184
	%	0	0	100
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km^2)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km^2)	38 648	0	5 184
	%	88	0	12

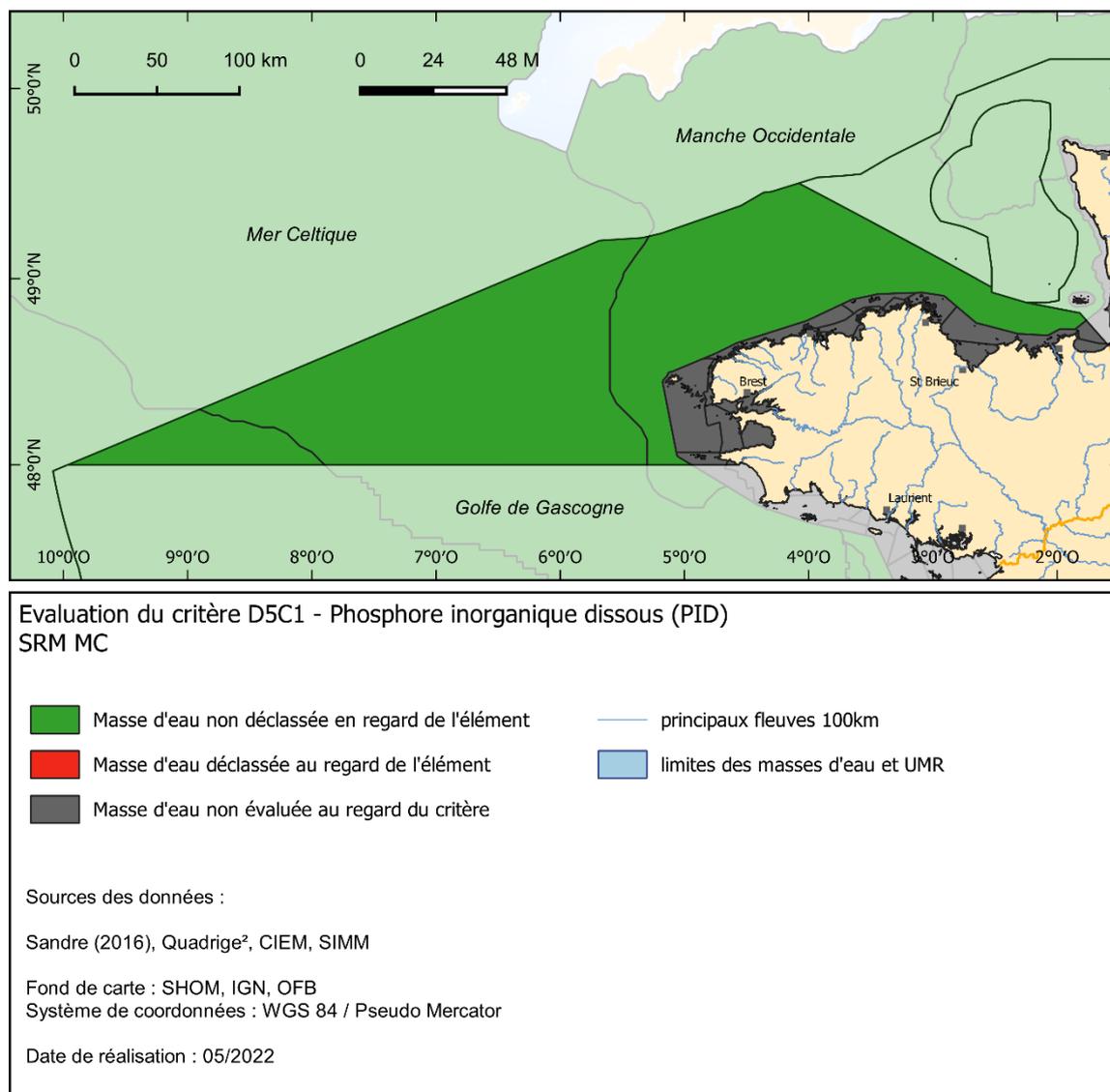


Figure 47. Évaluation du critère D5C1 (élément PID) dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque d'indicateur.

5.3.2 D5C2 : concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 487 données de concentration en chlorophylle-*a* pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

Dans la SRM MC, sept MEC DCE (GC06, GC09, GC12, GC13, GC17, GC24 et GC28) n'ont pas pu être évaluées directement par manque de suivi REPHY, le calcul de l'indicateur « concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau » a été fait à partir de données de concentrations en chlorophylle-*a* issues de l'analyse des images satellite. Le classement à dire d'expert de ces masses d'eau s'appuie sur le résultat de ces calculs.

Ainsi, dans la zone côtière, les dix-huit MEC ne sont pas dégradées vis-à-vis de la chlorophylle-*a* (5 185 km² de côte, soit 100 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 48 et Tableau 54).

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

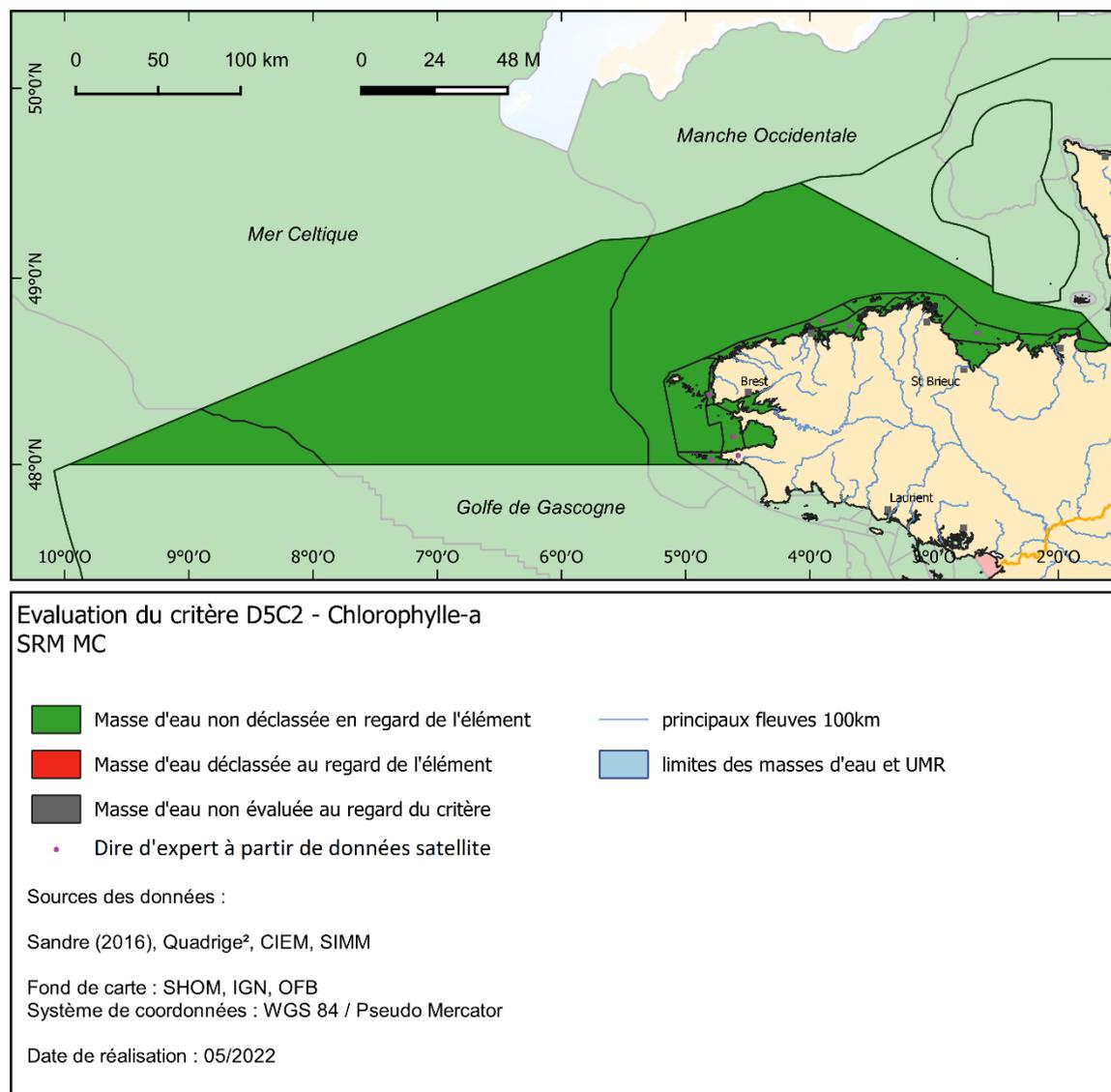


Figure 48. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation. Ces résultats tiennent compte du dire d'expert (points violets).

Tableau 54. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MMN dans les différentes catégories (non dégradé, dégradé et non évalué) au regard du critère D5C2 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	18	0	0
	superficie (km ²)	5 185	0	0
	%	100	0	0
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km ²)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	43 833	0	0
	%	100	0	0

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'a été déclassé au regard du critère D5C2 (Figure 48 et Tableau 54). Les indices de confiance TC, SC et C sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite.

- Analyse de tendance à long terme

Les tendances temporelles de la concentration en chlorophylle-*a* montrent un pattern similaire entre les points PHYTOBS Les Hébihens et Loguivy avec une baisse significative entre le début de la série en 2007 et 2012 puis une absence de tendance significative jusqu'à nos jours (Figure 49). Sur le point Kervel large, l'absence de tendance significative est observée entre le début de la série en 2007 et 2013 puis la tendance devient significativement positive jusqu'à nos jours.

L'analyse de la tendance temporelle monotone sur les autres points REPHY montre globalement une absence de tendance significative et/ou des tendances significatives à la baisse des concentrations en chlorophylle-*a* sur les points Champeaux (MEC FRHC02) et Lanvéoc large (MEC FRG16) uniquement pendant la période productive (Tableau 55).

Tableau 55. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C2 dans les MEC de la SRM MC. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et - une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement (p.value >0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance CHLA	Tendance CHLA période prod.	Debut de la série
FRHC02	Champeaux	-	-	2006
FRGC01	Mont St Michel	0	0	1992
FRGC03	les Hébihens	0	0	2007
FRGC05	Saint-Quay	0	0	2007
FRGC07	Loguivy	0	0	2007
FRGC08	Les 7 Îles	0	0	2007
FRGC10	Trébeurden	0	0	2007
FRGC11	St Pol large	0	0	2007
FRGC16	Lanvéoc large	0	-	2007
FRGC20	Kervel large	0	0	2007

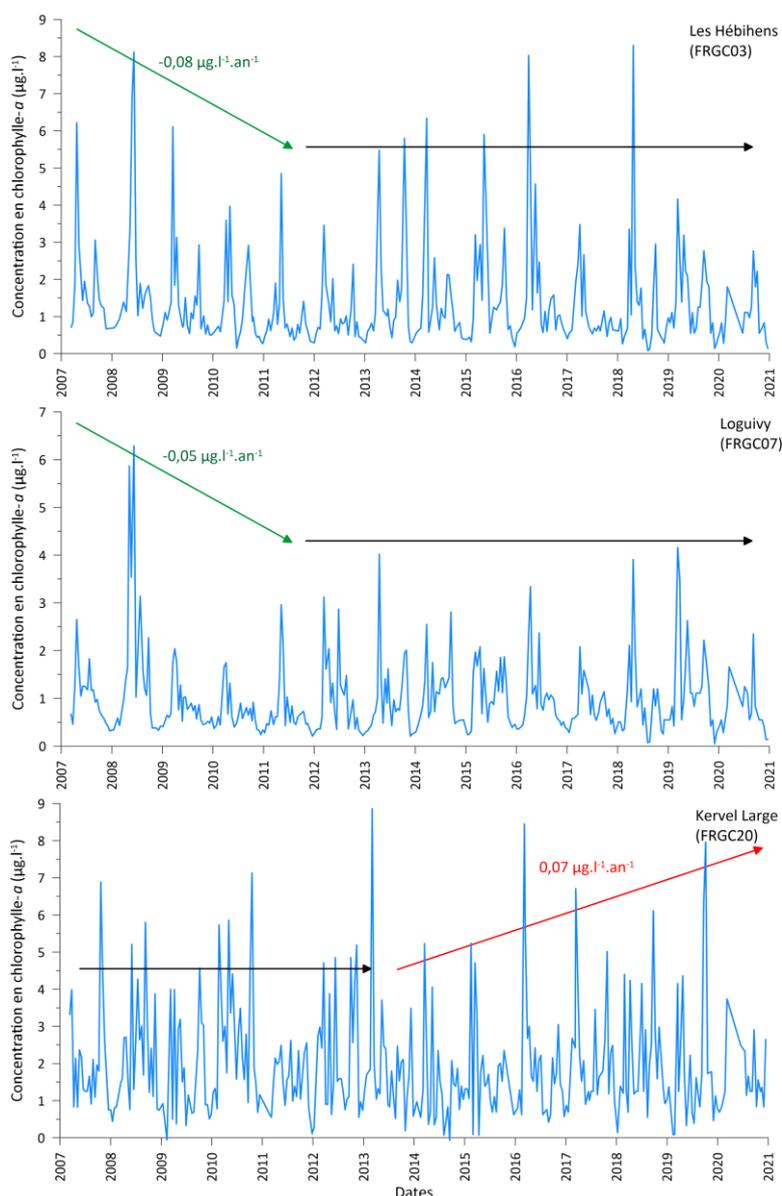


Figure 49. Variation saisonnières et pluri-annuelles de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) sur les 3 points du réseau REPHY de la SRM MC labellisés PHYTOBS. Les flèches et données en rouge montrent les tendances significatives à la hausse, les flèches et données en vert montrent les tendances significatives à la baisse et les flèches noires l'absence de tendance significative (test Mann-Kendal saisonnier significatif pour $p.\text{value} > 0,05$).

5.3.3 D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)

Cette évaluation a été réalisée à partir de 496 données de turbidité pour la côte (après filtrations). Pour le large, voir le Tableau 26.

Dans la zone côtière, onze MEC ne sont pas déclassées vis-à-vis de la turbidité (3 228 km² de côte, soit 62 % de la zone côtière de la SRM). Sept MEC n'ont pas été évaluées par manque de données (1 956 km² de côte, soit 38 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 50 et Tableau 56). Aucune MEC n'est déclassée au regard du critère D5C4 dans la SRM MC.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance proche de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Tableau 56. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C4 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	11	0	7
	superficie (km ²)	3 228	0	1 956
	%	62	0	38
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km ²)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	41 876	0	1 956
	%	96	0	4

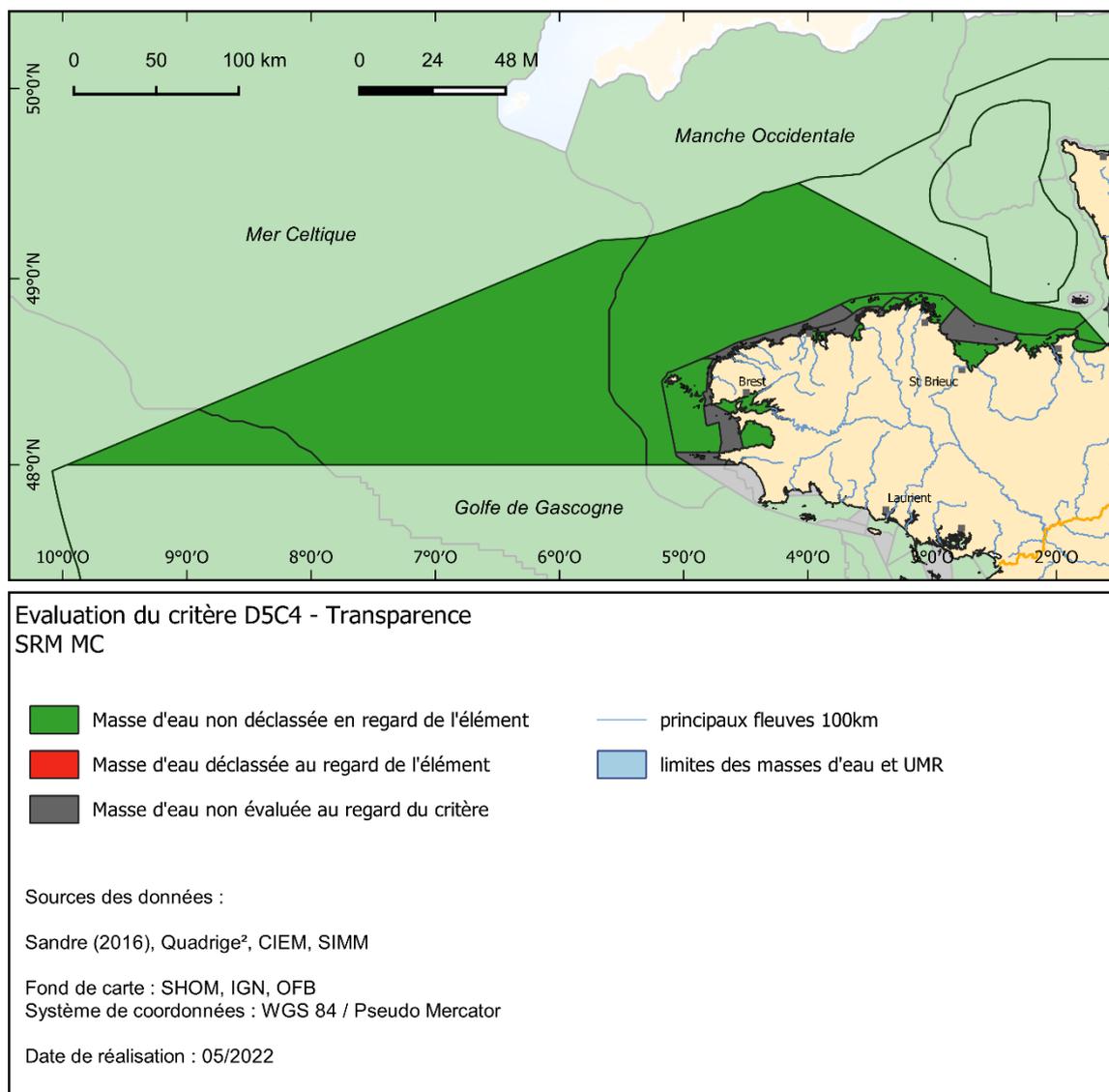


Figure 50. Évaluation du critère D5C4 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de la turbidité (Figure 50 et Tableau 56). L'évaluation de cet élément n'étant basé que sur des données satellite, les indices de confiance sont « élevés » sauf pour l'indice SC dans le paysage marin ATL (Figure 6) où il est « moyen » (emprise spatiale des rasters utilisés, Figure 10).

5.3.4 D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 192 données de concentration en oxygène au fond pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

Dans la zone côtière, neuf MEC ne sont pas déclassées vis-à-vis de l'oxygène au fond (1 688 km² de côte, soit 33 % de la zone côtière de la SRM). Neuf MEC n'ont pas été évaluées par manque de données (3 496 km² de côte, soit 67 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 51 et Tableau 57). Aucune MEC n'est déclassée au regard du critère D5C5 dans la SRM MC.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués. Un paysage marin est déclassé au regard de l'oxygène au fond (ASS, 20 192 km², soit 52 % de l'UMR large de la SRM) (Figure 51 et Tableau 57). Les indices de confiance TC et C sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle ECO-MARS3D, l'indice de confiance SC est « faible » et « moyen » dans les paysages marins ATL et ASS (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle qui reste aux abords de la ZEE françaises (ces 2 paysages marins sont très étendus vers le nord).

S'il n'y a pas de valeur d'indice de confiance concernant la qualité des données oxygène du modèle, celle-ci peuvent être qualifiées de « moyenne » pour le paysage marin ASS à dire d'expert.

Tableau 57. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	9	0	9
	superficie (km ²)	1 688	0	3 496
	%	33	0	67
UMR Large	nbre d'UGE	2	1	0
	superficie (km ²)	18 456	20 192	0
	%	48	52	0
SRM	superficie (km ²)	20 144	20 192	3 496
	%	46	46	8

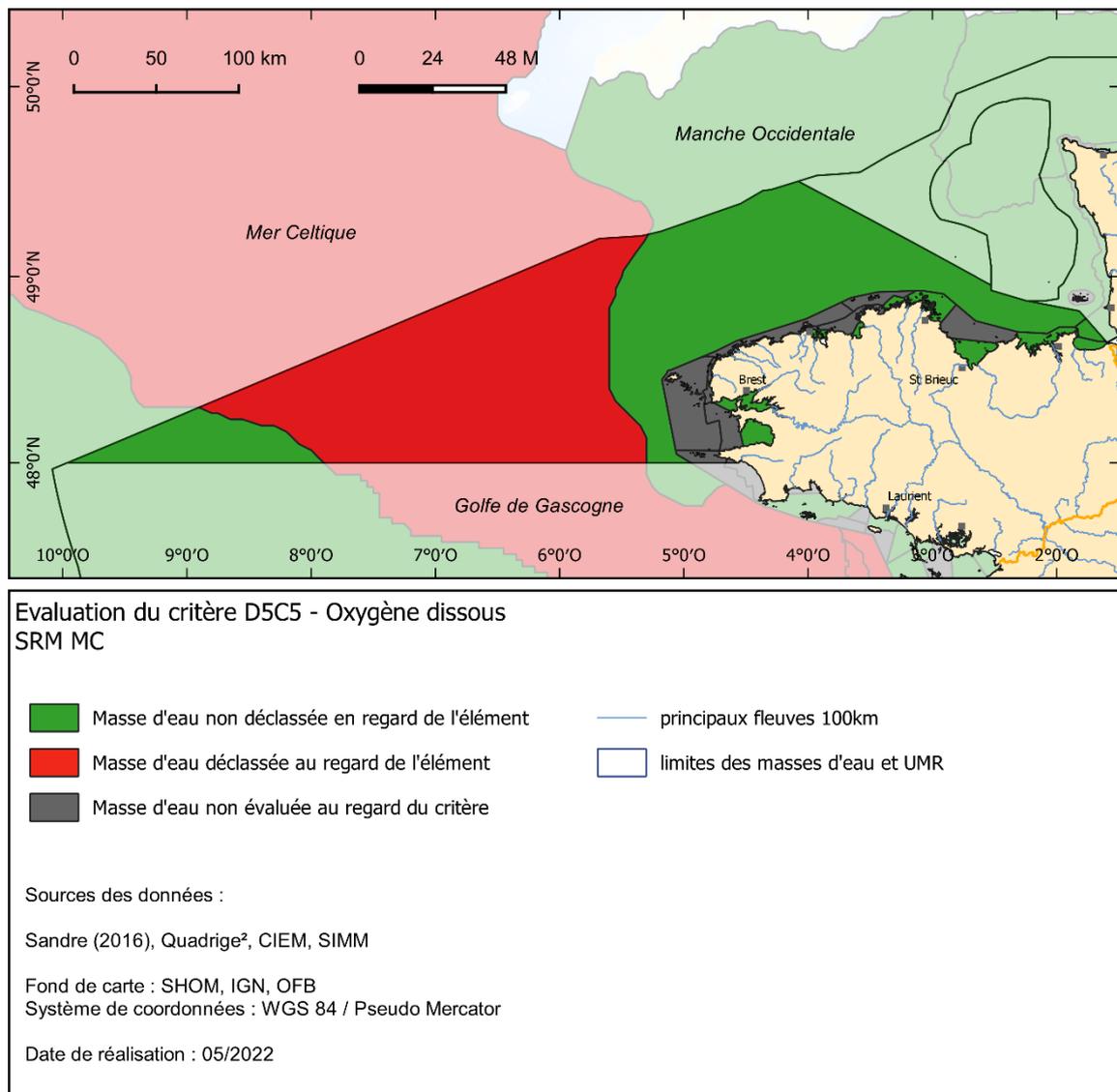


Figure 51. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Rappel : Les résultats au large concernant l'oxygène au fond sont à prendre avec précaution⁷⁸ et doivent impérativement être validés par un avis d'expert en s'appuyant sur les données supports haute fréquence et CTD des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

- Proposition (validée le 22/09/2022 par le comité local AELB¹¹⁵) de classement des UGE au large de la SRM MC selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

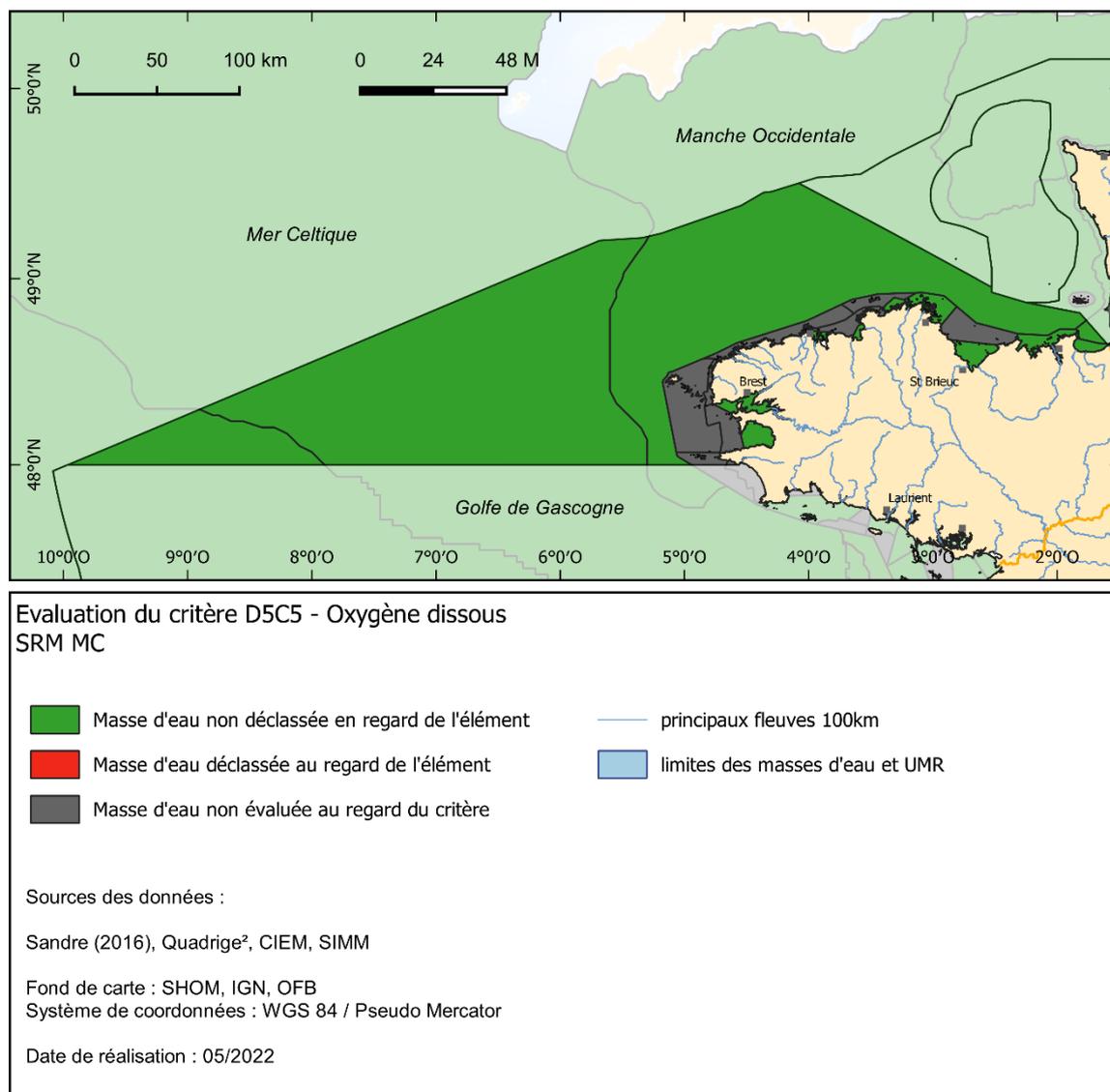


Figure 52. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Mer Celtique selon un avis d'expert basée sur les données *in situ* des campagnes halieutiques. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Tableau 58. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non dégradé, dégradé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques.

		Non dégradé	Dégradé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	9	0	9
	superficie (km ²)	1 688	0	3 496
	%	33	0	67
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km ²)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	40 336	0	3 496
	%	92	0	8

L'expertise basée sur les profils CTD des campagnes halieutiques montre que la zone large de la SRM MC n'est pas déclassée au regard de l'élément oxygène dissous au fond (Figure 52 et Tableau 58).

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones de la concentration en oxygène au fond aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM MC montre une absence de tendances significatives, hormis au point Lanvéoc large (MEC FRGC16) où la tendance est négative entre juin et septembre.

Tableau 59. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en oxygène dissous au fond (mg.l⁻¹) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C5 dans les MEC de la SRM MC. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement (p.value >0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance OXY	Tendance OXY estivale	Debut de la série
FRHC02	Champeaux	0	0	2006
FRGC01	Mont St Michel	0	0	2007
FRGC03	les Hébihens	0	0	2007
FRGC07	Loguivy	0	0	2007
FRGC10	Trébeurden	0	0	2007
FRGC11	St Pol large	0	0	2008
FRGC16	Lanvéoc large	0	-	2008
FRGC20	Kervel large	0	0	2008

5.3.5 D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques

Au sein de la SRM MC, les types d'échouages sont de types 1 et 2 (Tableau 20).

L'évaluation de l'état du critère D5C6 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, sept n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (2 727 km², 53 % de la zone côtière), six ne sont pas déclassées (1 220 km², 24 % de la zone côtière) et cinq sont déclassées (1 237 km², 24 % de la zone côtière) vis-à-vis du critère D5C6 (Figure 53 et Tableau 60). Ce phénomène d'échouage massif touche principalement les baies : Fond de baie de St Brieuc, baie de Lannion, baie de Douarnenez et Rance-Fresnay.

Tableau 60. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
nbre d'UGE	6	5	7
UMR Côte superficie (km ²)	1 220	1 237	2 727
%	24	24	53

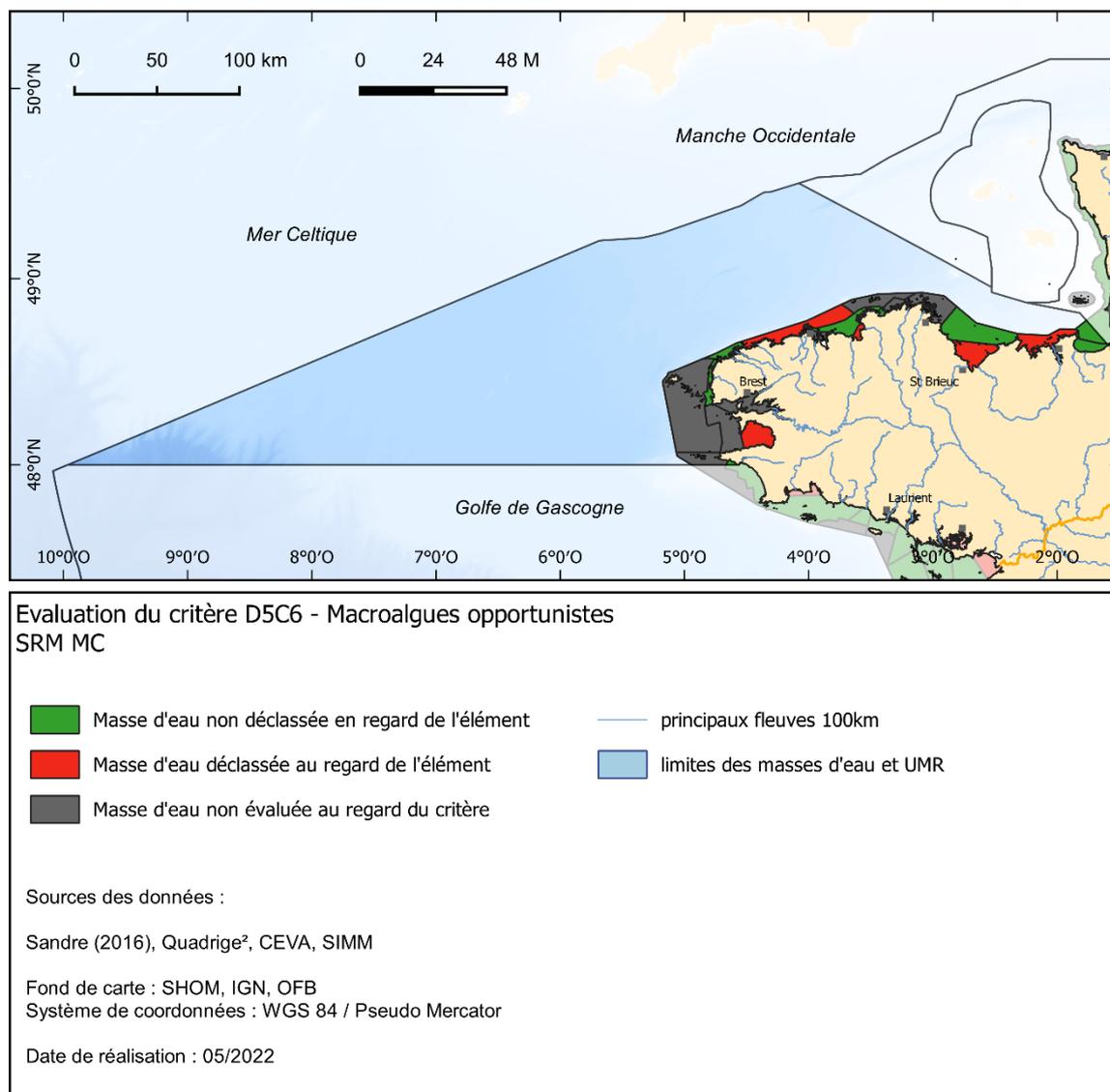


Figure 53. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Dire d'expert : il n'y a pas de résultats d'évaluation du D5C6 dans la MEC DCE FRGC11 (Baie de Morlaix) même si des observations existent. Selon les experts du CEVA s'appuyant sur ces observations, cette masse d'eau n'est pas significativement impactée par les échouages massifs d'ulves et peut donc être évaluée à dire d'expert en bon état. Des observations existent également pour les FRGC07 et FRGC16 mais elles s'arrêtent en 2012 ce qui explique qu'elles apparaissent comme étant non évaluées. Toutefois, leur état ayant été toujours bon et qu'il ne semble pas avoir évolué depuis, elles peuvent être reclassées en bon état à dire d'expert DCE.

- Proposition (validée le 22/09/2022 par le comité local AELB¹¹⁵) de classement de l'indicateur macroalgues opportunistes dans les MEC DCE de la SRM MC selon l'expertise locale.

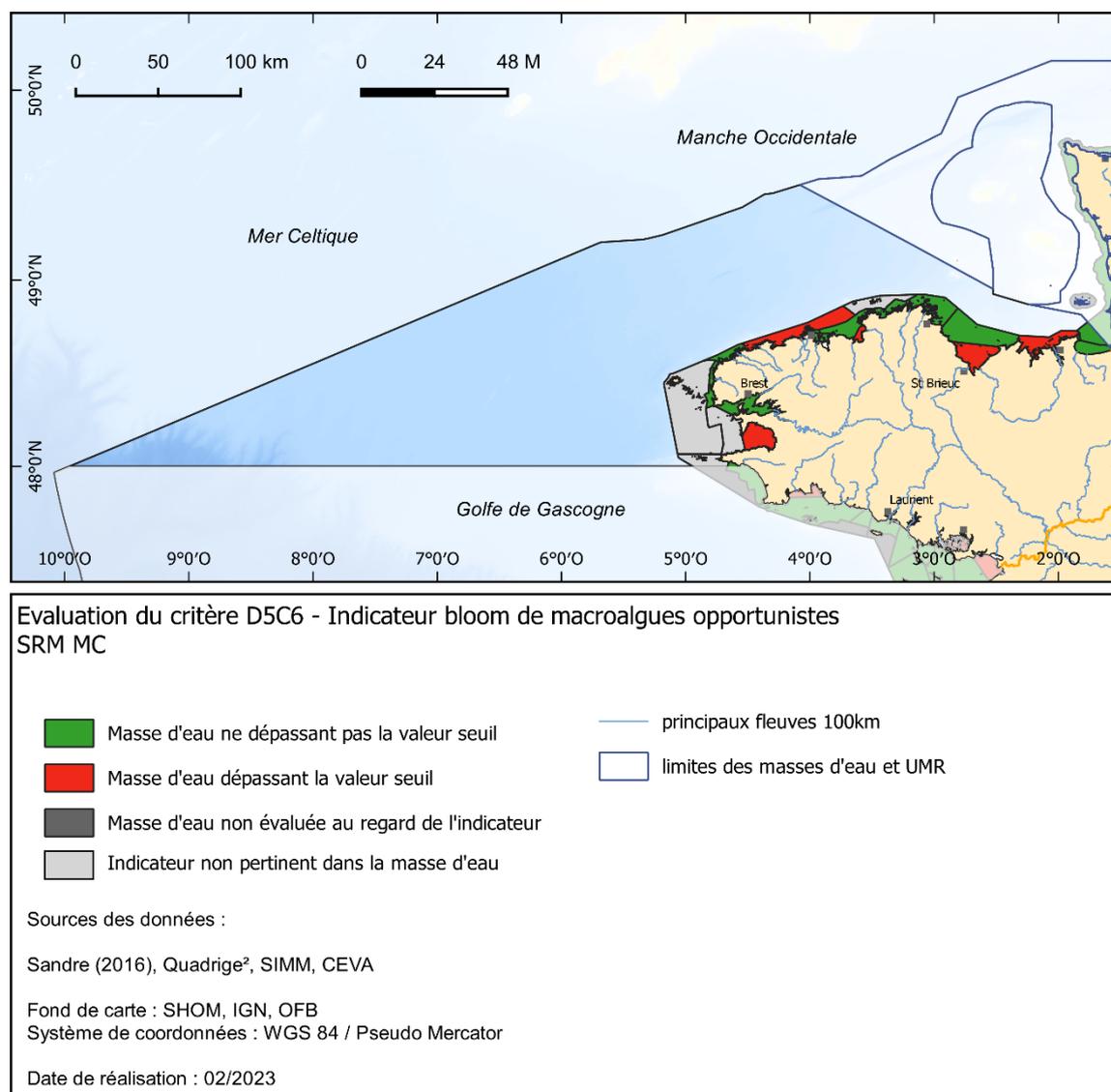


Figure 54. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Mer Celtique après prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 61. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM après prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent
nbre d'UGE	9	5	4
UMR Côte superficie (km ²)	1 856	1 237	2 091
%	36	24	40

5.3.6 D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques

5.3.6.1 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales

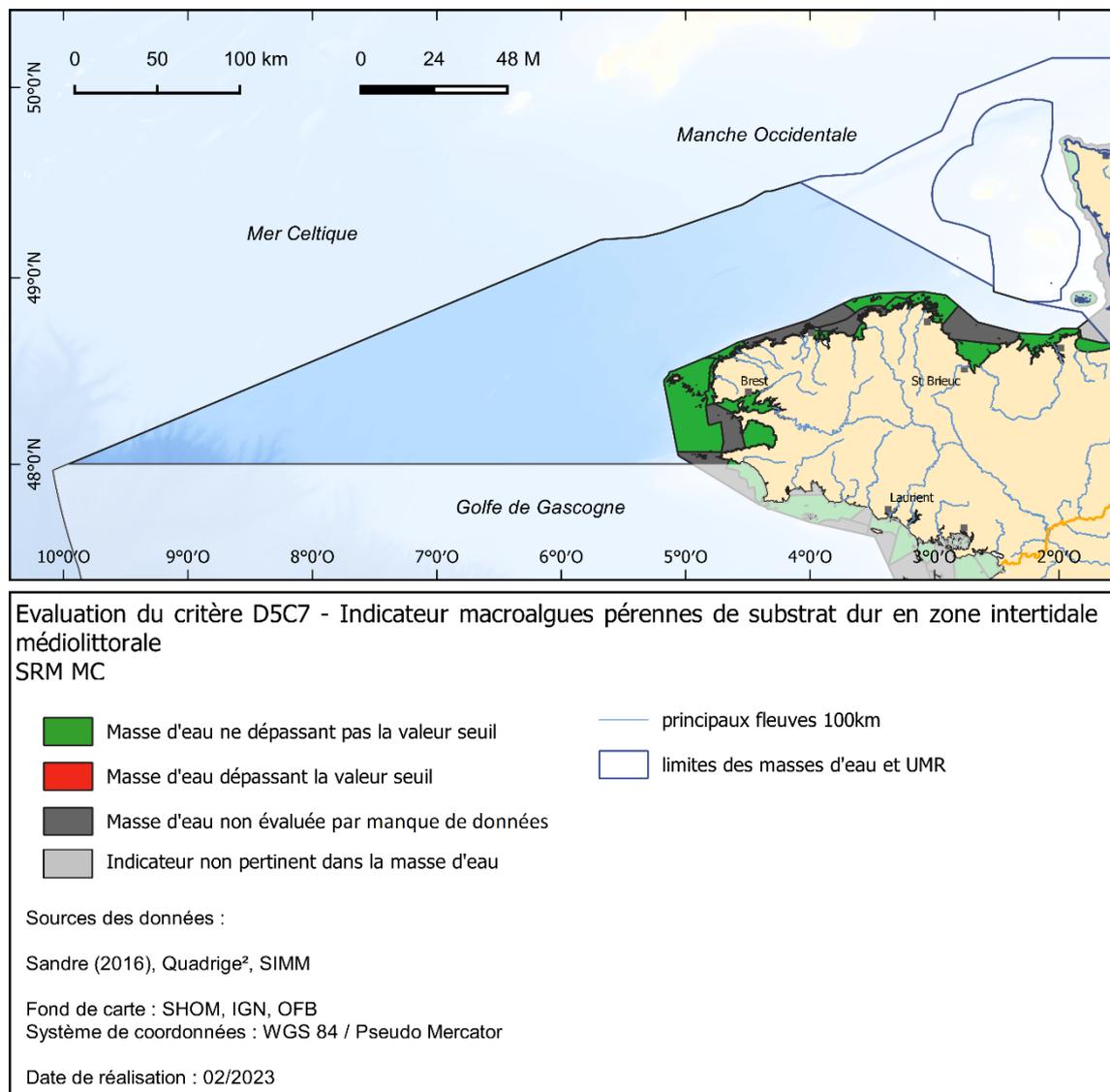


Figure 55. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Manche-Mer du Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 62. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	12	0	1	5
UMR Côte superficie (km ²)	3 303	0	123	1 759
%	64	0	2	34

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, six n'ont pas été évaluées par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 882 km², 36 % de la zone côtière) et douze ne sont pas déclassées (3 303 km², 64 % de la zone côtière) (Figure 55 et Tableau 62). Aucune MEC n'est déclassée au regard de cet élément dans la SRM MC.

5.3.6.2 Macroalgues pérennes de substrat en zones subtidales

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat en zones subtidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, sept n'ont pas été évaluées par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (2 008 km², 39 % de la zone côtière) et onze ne sont pas déclassées (3 176 km², 61 % de la zone côtière). Aucune MEC n'est déclassée au regard de cet élément dans la SRN MC (Figure 56 et Tableau 63).

Tableau 63. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
	nombre d'UGE	11	0	2	5
UMR Côte	superficie (km ²)	3 176	0	249	1759
	%	61	0	5	34

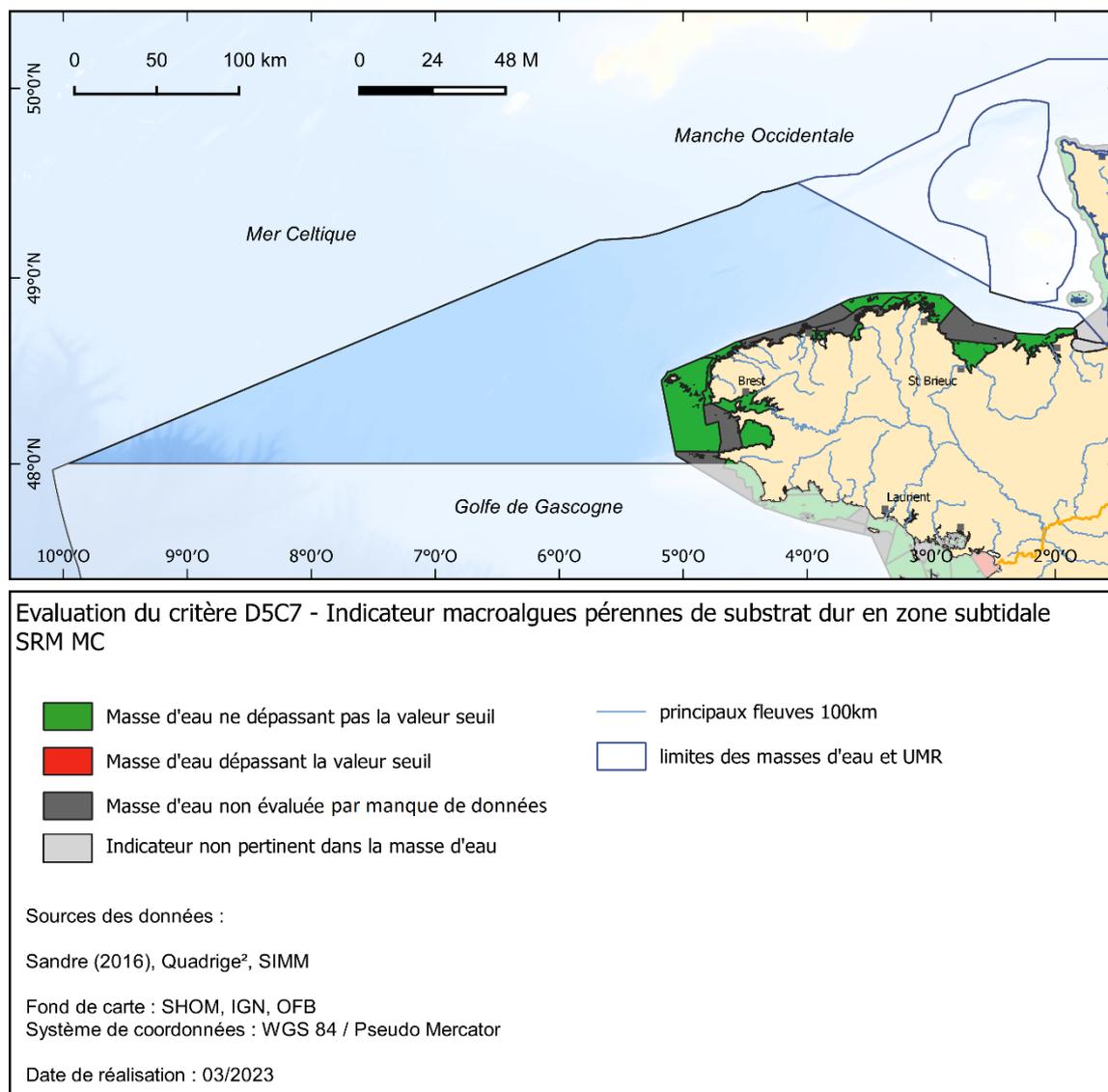


Figure 56. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

5.3.6.3 Herbiers de phanérogames

L'évaluation de l'état de l'élément herbiers de zostères subtidales et intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, onze n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (2 567 km², 50 % de la zone côtière), six ne sont pas déclassées (2 398 km², 46 % de la zone côtière) et une est déclassée vis-à-vis de cet élément (FRGC08, 219 km², 4 % de la zone côtière) (Figure 57 et Tableau 65).

Dire d'expert : la dégradation de la MECDCE FRGC08 est plutôt due à un problème d'hydrodynamisme ou de surestimation initiale de la surface d'herbier qu'à un problème d'eutrophisation. Il a ainsi été décidé lors du comité local Loire-Bretagne du 22/09/2022¹¹⁵ de reclasser cette MEC en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'indicateur Angiospermes.

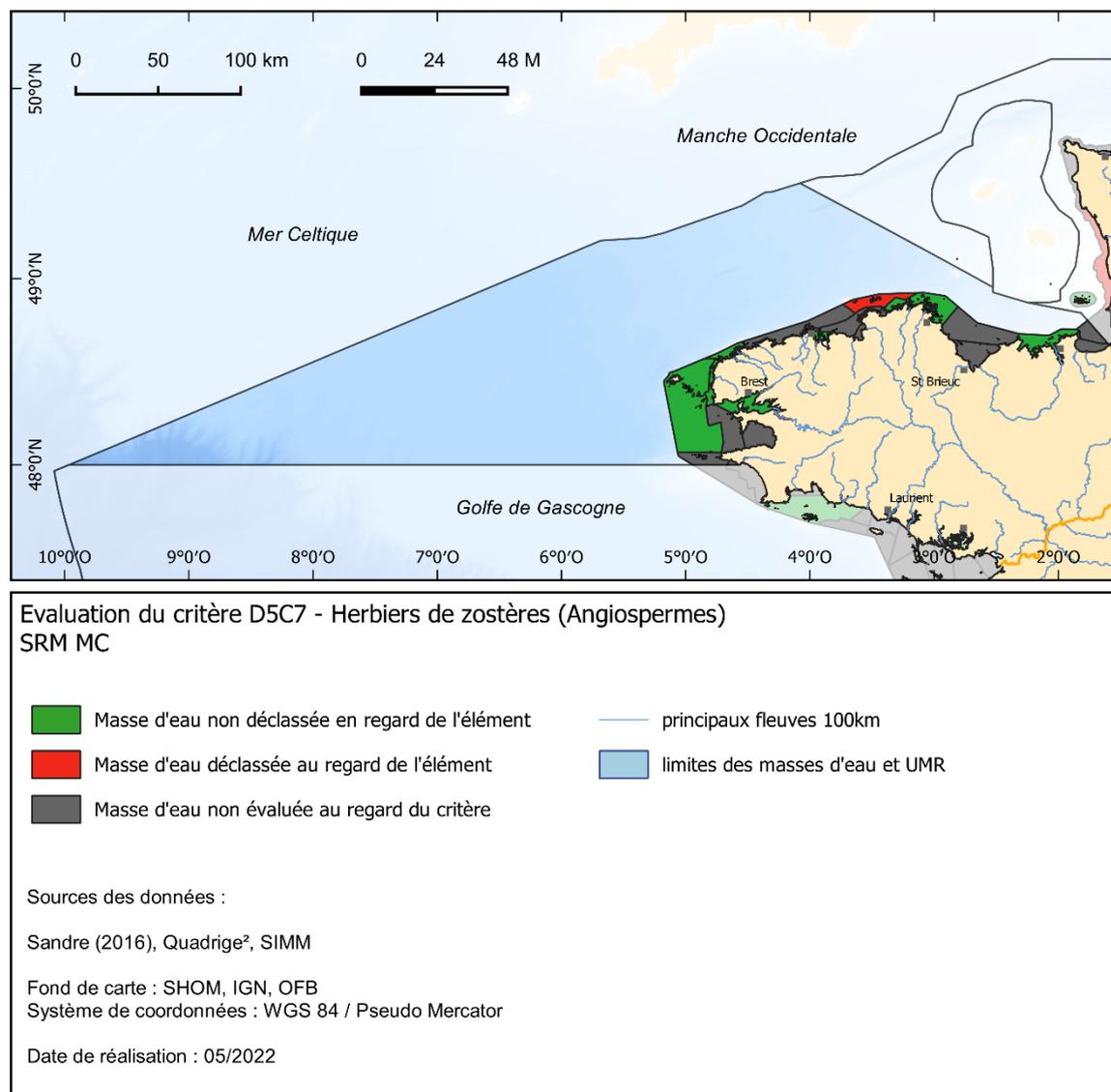


Figure 57. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 64. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non dégradé, dégradé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non dégradé	Dégradé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	6	1	11
	superficie (km ²)	2 398	219	2 567
	%	46	4	50

- Proposition (validée le 22/09/2022 par le comité local AELB¹¹⁵) de classement de l'indicateur Angiospermes dans les MEC DCE de la SRM MC selon l'expertise locale.

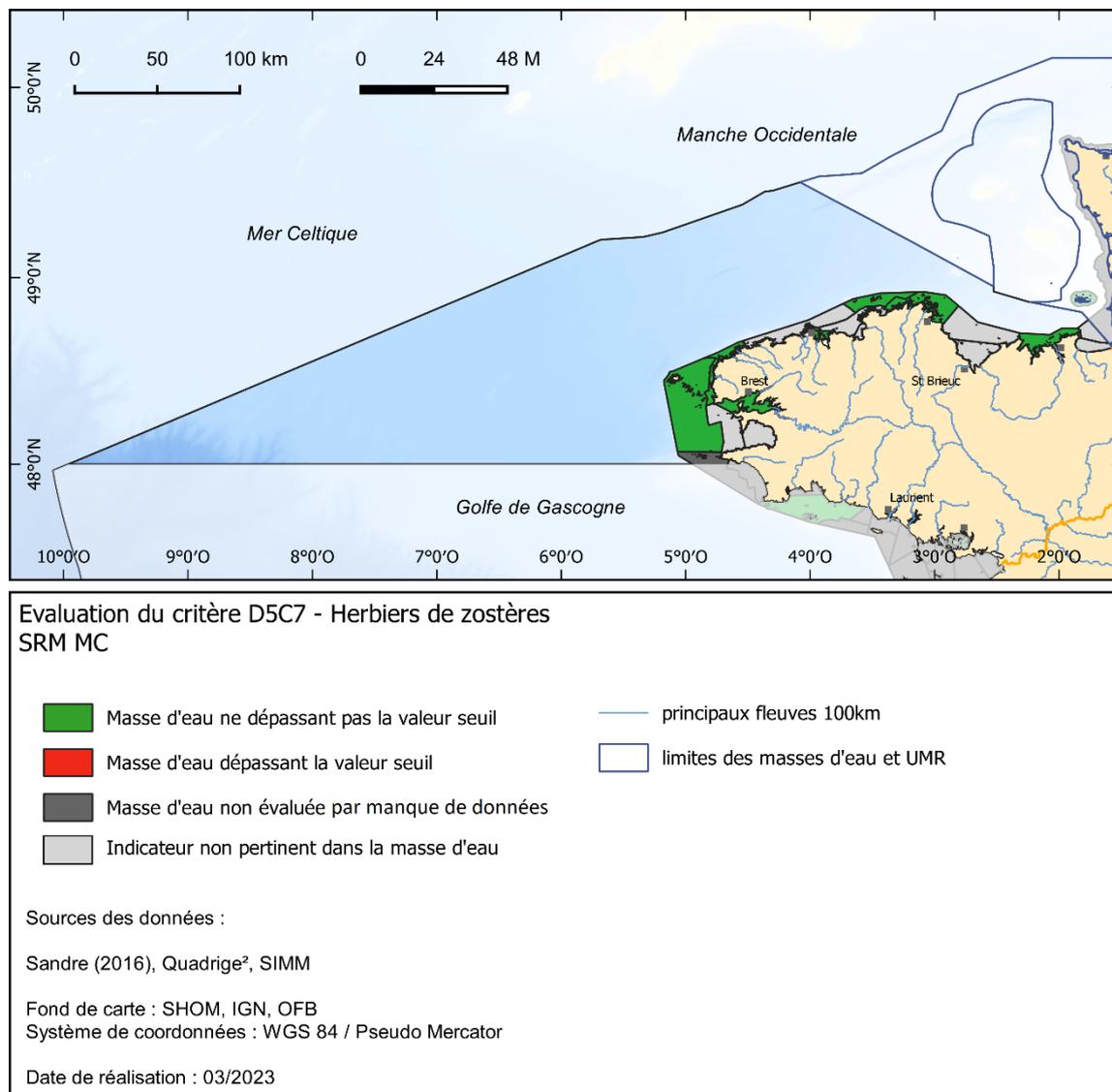


Figure 58. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Mer Celtique après prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 65. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM et en considérant l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	7	0	10	1
UMR Côte superficie (km ²)	2 617	0	2 389	178
%	50	0	46	3

5.3.6.4 Le critère D5C7

L'évaluation de l'état du critère D5C7 est le résultat de l'intégration par OAO de l'évaluation des trois précédents éléments avec prise en compte de l'expertise locale. Elle n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, six n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence des indicateurs (1 882 km², 36 % de la zone côtière), douze ne sont pas déclassées (3 302 km², 64 % de la zone côtière) et une est déclassée au vis-à-vis de ce critère mais pour des raisons autres que des pressions d'eutrophisation (Figure 59 et Tableau 65). Au finale, aucune MEC n'est déclassée au regard du critère D5C7.

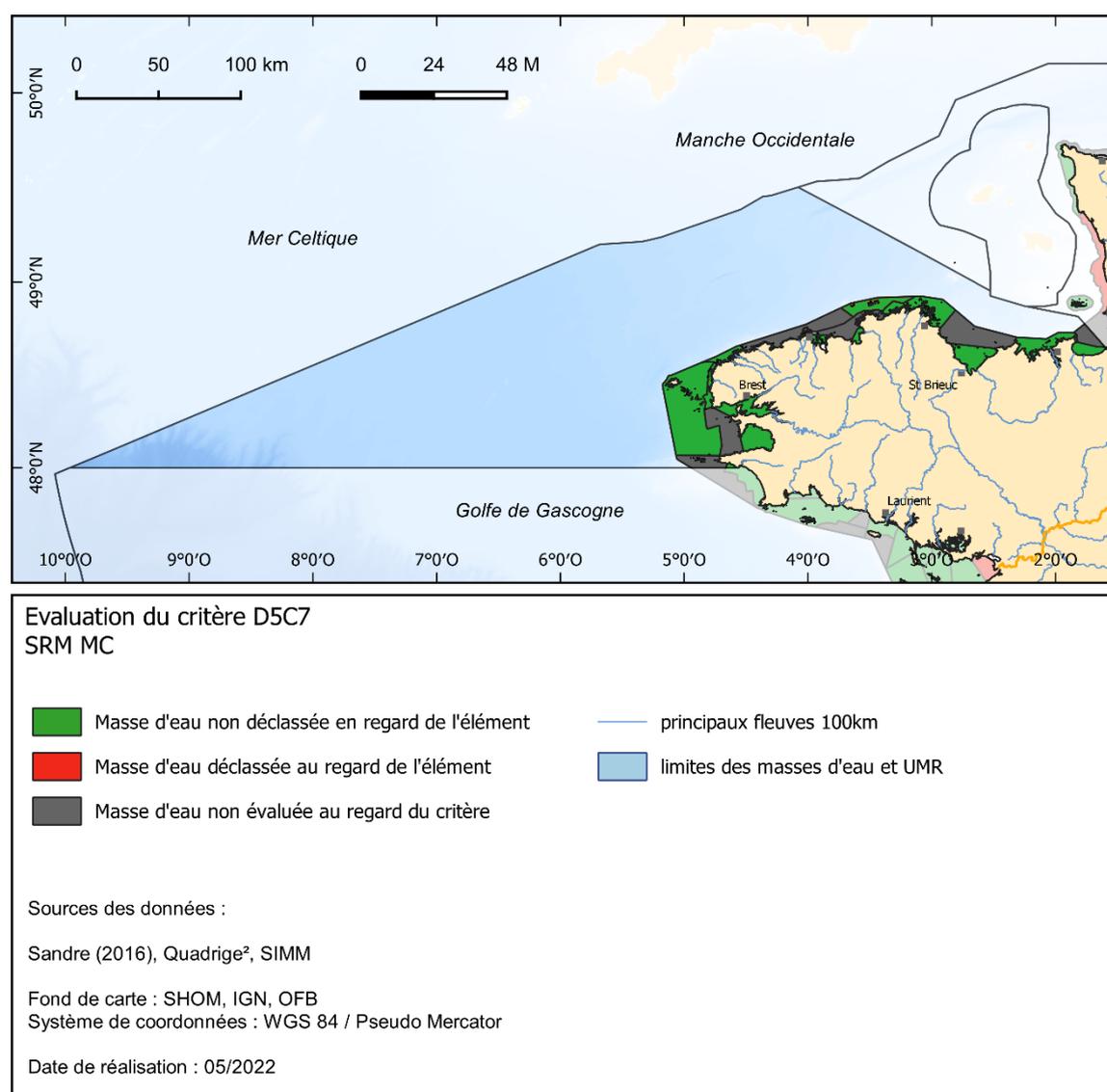


Figure 59. Évaluation du critère D5C7 dans la sous-région marine Mer Celtique après prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

Tableau 66. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C7 à l'issu de l'évaluation DCSMM après prise en compte de l'expertise locale.

		Bon	Mauvais	Non Evalué
	nbre d'UGE	12	0	6
UMR Côte	superficie (km ²)	3 302	0	1 882
	%	64	0	36

5.3.7 D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques

L'évaluation de l'état du critère D5C8 n'a été réalisée qu'à la côte puisque le calcul de l'indicateur M-AMBI est moins pertinent pour l'UMR large (pas de site de référence, étendues géographiques des paysages marins trop importantes). Sur les dix-huit MEC de la SRM MC, six n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données (1 978 km², 38 % de la zone côtière) et douze ne sont pas déclassées (3 206 km², 62 % de la zone côtière) (Figure 60 et Tableau 67). Aucune MEC n'est déclassée vis-à-vis de ce critère dans la SRM MC.

Tableau 67. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MC dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C8 à l'issu de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
	nbre d'UGE	12	0	6
UMR Côte	superficie (km ²)	3 206	0	1 978
	%	62	0	38

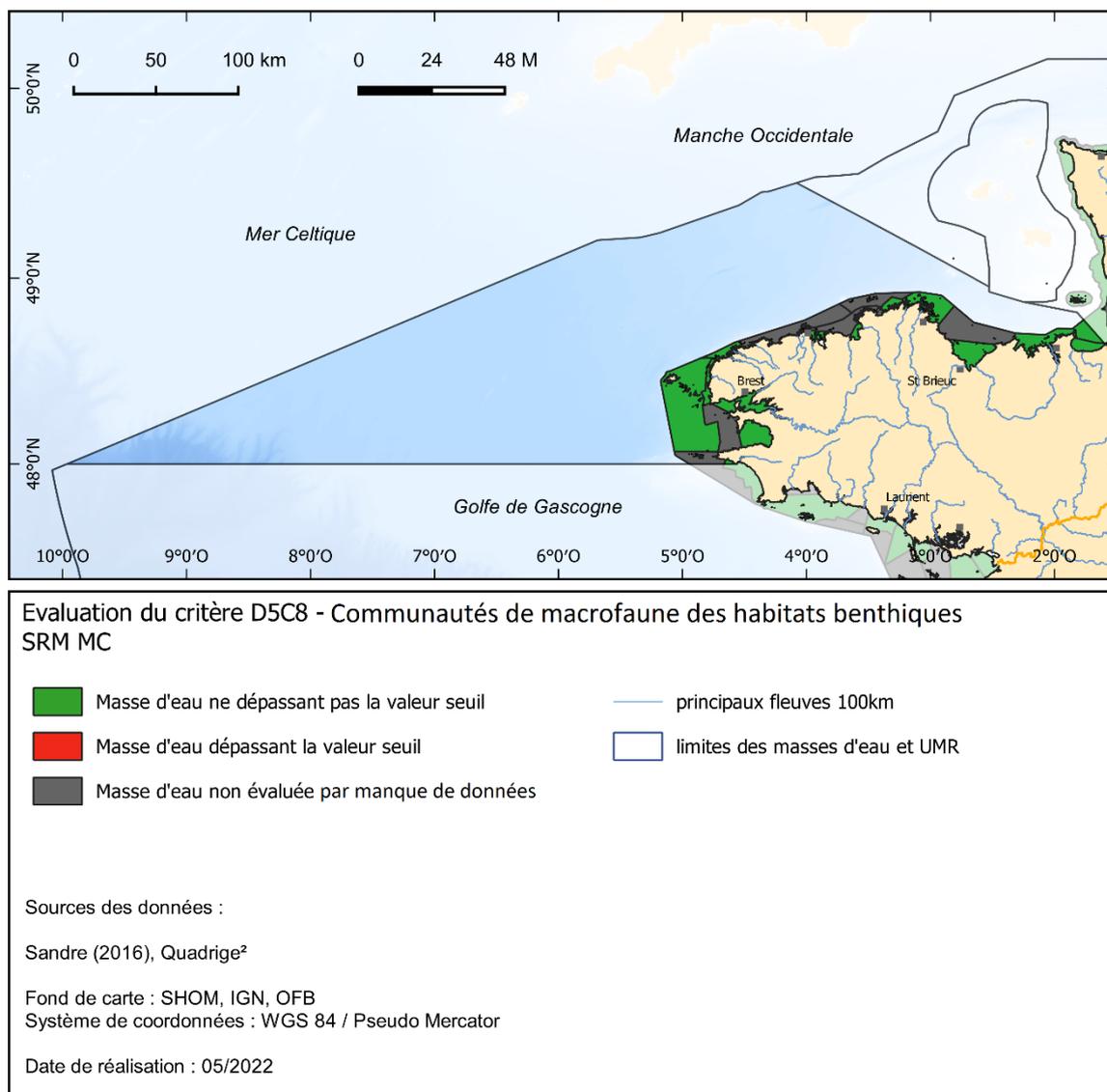


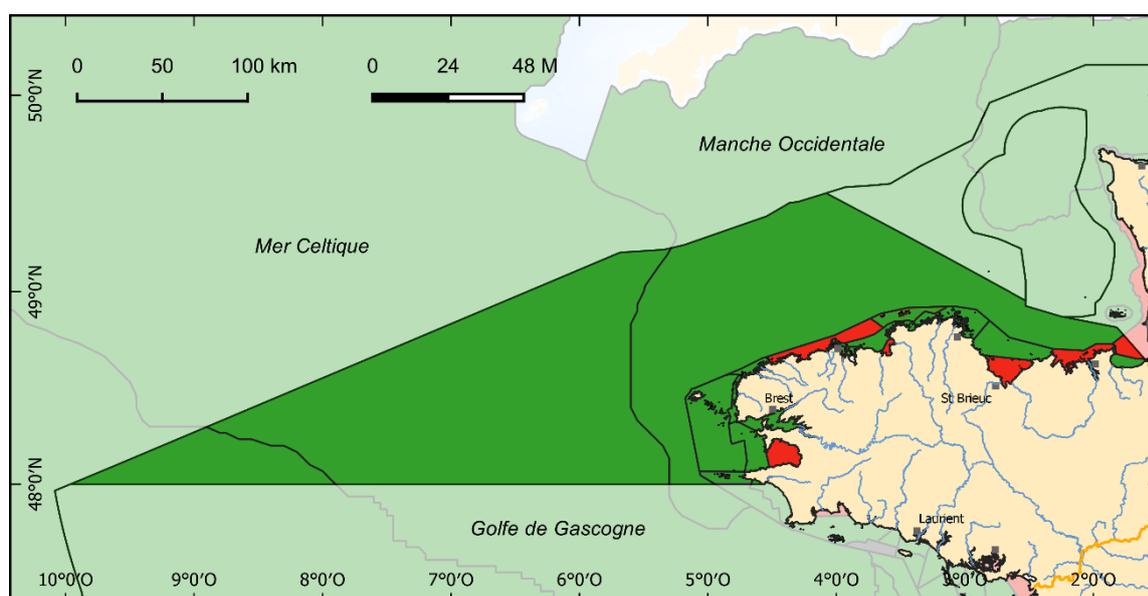
Figure 60. Évaluation du critère D5C8 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

5.3.8 Evaluation du BEE

L'évaluation de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 est obtenue en intégrant les résultats d'évaluation de chaque critère présenté dans le chapitre précédent et en prenant en compte le dire d'expert. Pour la zone côtière, l'intégration par la méthode OAO montre que six MEC DCE n'atteignent pas le BEE (1 360 km², soit 26 % de l'UMR côtière) (Figure 61 et Tableau 68). La cause principale étant la prolifération des macroalgues opportunistes dans les baies bretonnes (voir chapitre 5.3.5). Les douze autres MEC DCE atteignent le BEE (3 825 km², soit 74 % de l'UMR côtière de la SRM MC). Au large, la méthode d'intégration OSPAR n'a pas montré de paysage marin n'atteignant pas le BEE. A l'échelle de la SRM, 3 % de la superficie n'atteint pas le BEE.

Tableau 68. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR de la sous-région marine MC dans les différents états écologiques à l'issue de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert.

		BEE	Non BEE	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	12	6	0
	superficie (km ²)	3 825	1 360	0
	%	74	26	0
UMR Large	nbre d'UGE	3	0	0
	superficie (km ²)	38 648	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	42 473	1 360	0
	%	97	3	0



Evaluation du descripteur 5
SRM MC

- UGE atteignant le BEE
- UGE n'atteignant pas le BEE
- UGE non évaluée
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriges², CIEM, CEVA, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 61. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents. Ces résultats tiennent compte de l'expertise locale.

5.4 Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle

Avant toute comparaison des résultats des évaluations obtenues entre le second et le troisième cycle il convient de rappeler les évolutions méthodologiques qui peuvent être à l'origine de ces changements.

5.4.1 Evolution méthodologique à la côte

Au niveau côtier, la méthodologie et les sources de données restent globalement les mêmes que lors du second cycle et très proches de ce qui est appliqué pour la DCE.

On peut toutefois noter quelques changements :

- Le découpage des MEC entre deux SRM : au second cycle les MEC étaient intégrées à 100 % dans la SRM où elles présentaient le plus de superficie alors que pour le troisième cycle les MEC sont divisées entre les deux SRM. Pour la SRM MC, ce changement augmente la superficie de l'UMR côtière de 300 km² par rapport au 2^e cycle en ajoutant des parties des MEC FRHC02, FRGC24 et FRGC26. Ceci est plutôt négligeable en terme de superficie à l'échelle de la SRM tout en ajoutant trois MEC par rapport au 2^e cycle (à prendre en compte dans les comparaisons). L'impact de ce changement méthodologique peut donc être qualifié de relativement mineure.
- Le seuil utilisé pour l'indicateur NID33 du D5C1 est passé d'un seuil unique à 29 µmol.l⁻¹ au second cycle pour l'ensemble des MEC de la façade Atlantique- Manche-Mer du Nord (à cause du nombre limité de séries de données suffisamment longues à l'époque) à 2 seuils, 29 et 33 µmol.l⁻¹, au troisième cycle. Le Tableau 69 montre que ce changement de seuil a un impact assez important sur l'évaluation du D5C1 puisqu'à l'échelle de la SRM MC trois MEC auraient été déclassés avec le seuil unique, ce qui représente 625 km² (12 % de la superficie de l'UMR côte de la SRM MC).
- La méthode d'intégration des critères à l'échelle du descripteur; le passage d'une méthode d'intégration prenant en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation (pondération en fonction du niveau primaire ou secondaire du critère) à une méthode OOA plus directe tend à dégrader les résultats de l'évaluation¹¹⁶. Ainsi, deux MEC n'auraient pas été dégradées en intégrant les critères avec la méthode 2018 (Tableau 69). L'impact de ce changement est donc relativement important pour la SRM MC.
- La prise en compte de l'indicateur M-AMBI pour le D5C8, alors que ce critère n'avait pas été évalué au 2^e cycle. Cet indicateur n'étant déclassé dans aucune masse d'eau côtière de la SRM MC, son utilisation n'a pas eu d'impact par rapport à l'évaluation du second cycle.
- Une meilleure prise en compte du dire d'expert dans le processus d'évaluation (notamment avec la mise en place de comités locaux dont les compte-rendu sont relativement proche des « fiches experts » proposées initialement par les RT D5). Dans la SRM MC, l'intervention du dire d'expert a eu un impact sur l'indicateur angiosperme et donc sur le critère 7 et sur l'indicateur nutriments avec comme conséquence l'atteinte du BEE par deux MEC DCE qui auraient été déclassées dans le cas contraire (référence (4) dans le Tableau 69). Le dire d'expert a également permis d'évaluer des masses d'eau n'ayant pas ou pas suffisamment de données de suivi (références (3) du Tableau 69), même si cela n'a eu aucune conséquence sur le classement des masses d'eau en BEE ou non BEE. L'impact de ce changement sur l'évaluation peut être qualifié de modéré dans la SRM MC.

¹¹⁶ Des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante : OOA > OSPAR > 2018.

5.4.2 Evolution méthodologique au large

Les évolutions méthodologiques entre le second et le troisième cycle sont très nombreuses au large (mais les sources de données sont similaires). La COMP4 a fortement évolué par rapport à la COMP3 grâce aux travaux réalisés dans les groupes OSPAR, ICG-EUT, ICG-EMO :

- Les UGE sont passés des mailles aux paysages marins, ce changement pourrait avoir un impact assez important puisqu'il a tendance à lisser l'information du fait de la très grande superficie pris en compte. Toutefois, l'application des grilles 2018 au-dessus des paysages marin permet d'affiner l'évaluation COMP4 mais également de voir l'effet de ce passage d'échelle (Figure 62). Pour le paysages marin CWM (Figure 6), il y a une dégradation du BEE due au critère D5C2 à une échelle très locale qui ne représente que 25 km² et qui n'est pas visible à l'échelle du paysage marin. L'utilisation de ces paysages marin est compréhensible au regard de l'échelle d'évaluation OSPAR qui est le Nord Est Atlantique tout comme celle de la DCSMM qui est l'ensemble des ZEE des pays européens. Toutefois, en complément de ces résultats à large échelle, l'application des grilles est particulièrement intéressante pour observer des phénomènes beaucoup plus localisés et répondre aux questionnement/problématiques des gestionnaires locaux.
- Les seuils et les métriques ont été définis et harmonisés à l'échelle de la zone OSPAR. Ces métriques ne sont plus les mêmes que lors du second cycle (normalisation NID vs NID33, moyenne chlorophylle-*a* vs P90 chlorophylle-*a*, P5 oxygène vs P10 oxygène) mais ils sont associés à des seuils calculer pour ces métriques à l'échelle des paysages marin. Au final, l'impact de ces changements est difficile à estimer dans leur ensemble (comparer les résultats obtenus avec les seuils second cycle dans les paysages marins et les seuils troisième cycle dans les grilles seules n'aurait pas beaucoup de sens), mais à la vue des résultats COMP4 affinés (Figure 62), similaire aux résultats du second cycle, on peut émettre l'hypothèse qu'il est assez limité.

5.4.3 Evolution des résultats d'évaluation

5.4.3.1 A la côte

Au niveau côtier, l'état des critères D5C2 à D5C7 semble avoir assez peu évolué (Tableau 69), une MEC supplémentaire est déclassée au regard du D5C6 (FRGC03) et une a changé au regard du D5C7 (FRGC10 -> FRGC08 avant reclassement en bon état par dire d'expert, ce qui n'avait pas été fait au second cycle). L'élément NID du D5C1 s'est « artificiellement » amélioré avec l'utilisation d'un seuil moins déclassant.

A la vue des évolutions méthodologiques entre le 2^e et 3^e cycle (voir chapitre 5.4.1), une comparaison directe de l'évolution du bon état écologique entre les deux cycles est peu pertinente. Cette comparaison montre une dégradation du bon état écologique à l'échelle du descripteur 5 par rapport au cycle précédent, la SRM MC passant de quatre MEC (982 km² soit 20 % de l'UMR côtière de la SRM MC) n'atteignant pas le BEE à six MEC (dont une qui n'était pas prise en compte dans cette SRM au 2^e cycle) (1 360 km², soit 26 % de l'UMR côtière de la SRM MC) (Tableau 69). Toutefois, en extrapolant les résultats issus de l'évaluation du 2^e cycle au travers de la méthodologie du 3^e cycle (référence (5) dans le Tableau 69 : 2 seuils NID et intégration OAO, et en excluant le D5C7 par manque de dire d'expert au 2^e cycle), il est possible d'estimer une superficie n'atteignant pas le BEE de 1 276 km² au 2^e cycle (25 % de la superficie de l'UMR côte avec 7 MEC : HC02, GC01, GC05, GC10, GC11, GC12 et GC20). Cette valeur plus facilement comparable à celle du cycle 3, montre une dégradation de seulement 6 % de la superficie entre

les 2 cycles et le passage de deux MEC de non BEE à BEE (GC01 et GC11) et de deux MEC de BEE à non BEE (GC03 et GC11).

5.4.3.2 A large

Au large, l'état du descripteur 5 semble être stable depuis l'évaluation du second cycle puisque la totalité de l'UMR atteignait déjà le BEE (Tableau 70). L'utilisation de mailles superposées aux paysages marins ne change pas ce constat.

Au niveau des critères et/ou éléments on observe toutefois une évolution : le D5C5 s'est largement dégradé (Tableau 70) mais de façon artificielle puisque cela est dû à l'utilisation de seuils beaucoup plus dégradant (3 mg.l^{-1} au 2^e cycle vs 6 mg.l^{-1} au 3^e cycle) et de données modèle sous-estimant les concentrations en oxygène dissous dans la subdivision sud du Golfe de Gascogne (voir également la note sur les données oxygène du modèle ECO-MARS3D au chapitre 5.2.2). Ce dernier point est vérifiable lorsque l'on regarde les résultats à l'échelle des mailles qui ne montrent aucune surface dégradée dans la SRM MC. Il est ainsi tout à fait pertinent de considérer l'évaluation de ce critère à dire d'expert qui ne montre aucun déclassement au large (voir §5.3.4). Les autres critères sont restés non déclassés.

Tableau 70. Superficie en km² de l'UMR large déclassée ou n'atteignant pas le BEE dans la SRM MC au regard des différents critères et du descripteur 5 au 2^e cycle (I) et au 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (II) et des mailles (II-M).

	MC		
	I	II	II-M
D5C1_N	0	0	106
D5C1_P	0	0	0
D5C2	0	0	25
D5C4	0	0	0
D5C5	0	0*	0
D5	0	0	25

* 20 192 km² avant reclassement par expertise

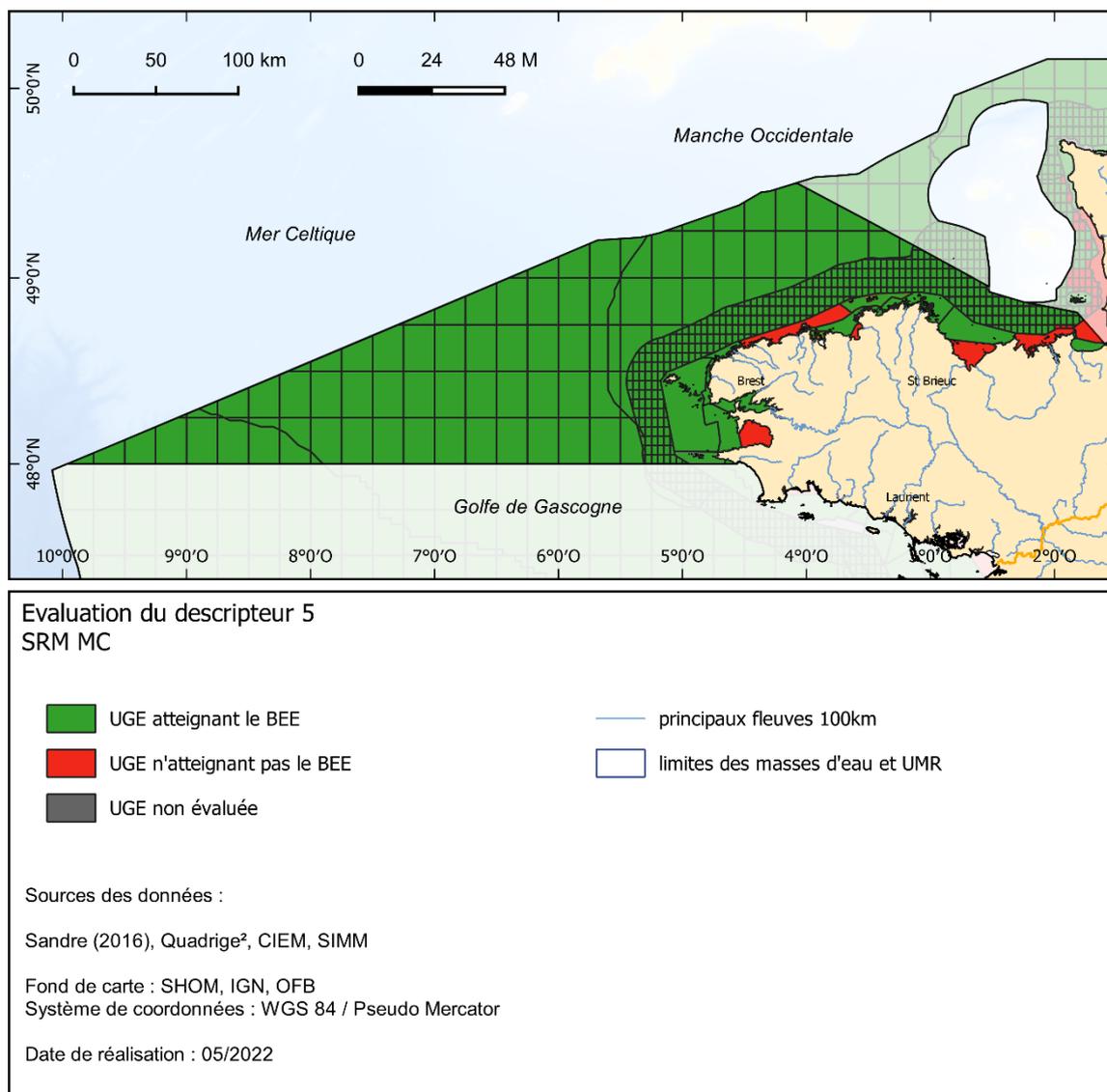


Figure 62. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Mer Celtique. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins OSPAR. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

5.5 Sources de pressions

5.5.1 Flux en nutriments des cours d'eau

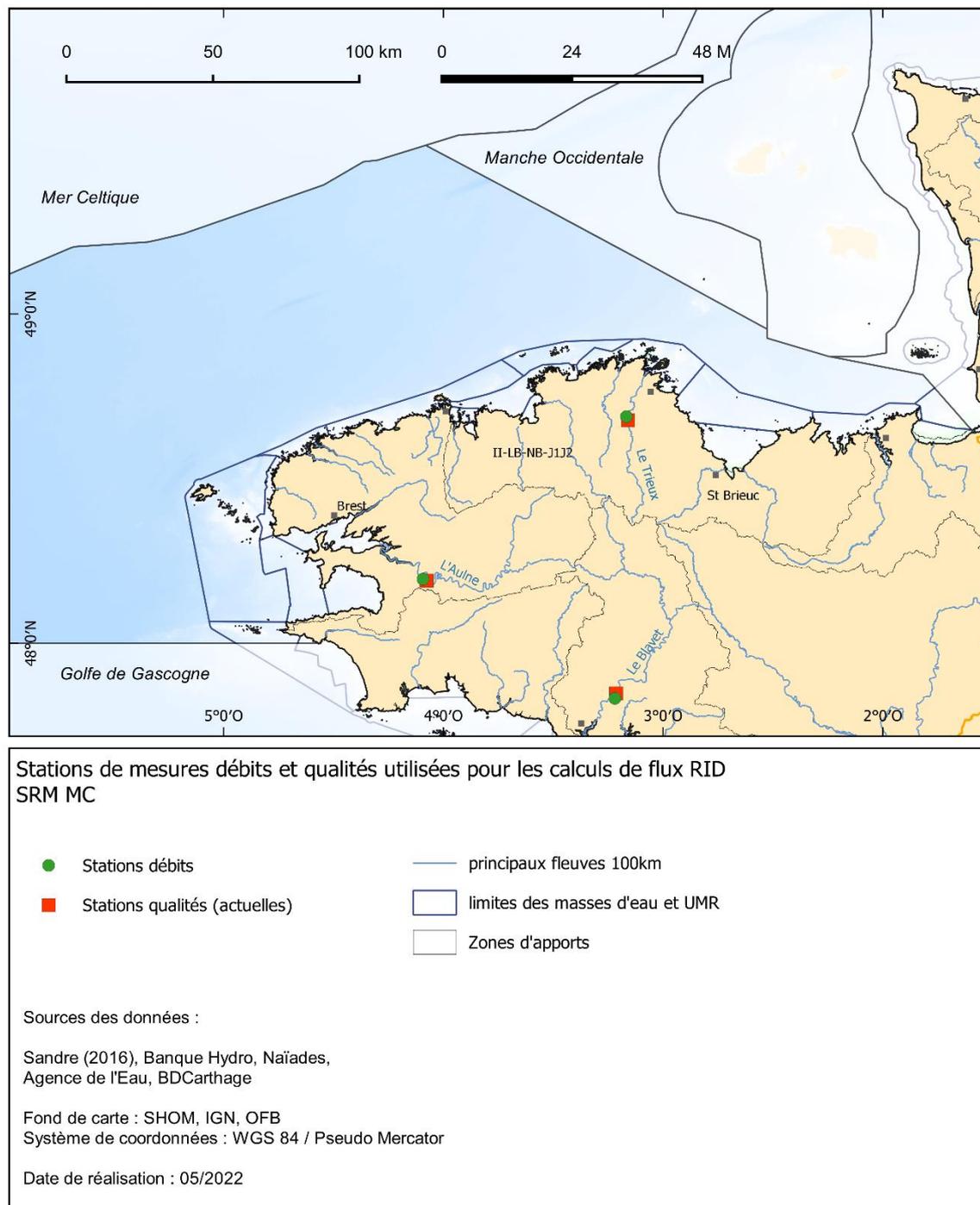


Figure 63. Carte des points de mesures de débit (ronds verts) et de concentration en nutriments (carrés rouges) de certains fleuves (nommés sur la carte) se déversant dans la SRM MC. Les zones d'apports drainés par ces cours d'eau sont délimités en gris (ne sont nommés que les zones d'apport diffus).

La principale source de pression à l'origine des processus d'eutrophisation en nutriments provient des cours d'eau se jetant dans la mer et drainant les nutriments en excès provenant des activités anthropiques présentes dans son secteur hydrographique tels que l'agriculture, les usages industriels et urbains, le traitement et l'élimination des déchets (tels que cités dans le tableau 2b de l'annexe III de la Décision 2017/845/EU).

Pour la SRM MC, l'évaluation des apports fluviaux est basée sur un découpage en 2 zones d'apports stable dans le temps (Figure 63). Ces zones ont été définies sur la base de critères hydrographiques à l'aide de la BD CARTHAGE®, afin qu'elles soient hydrologiquement indépendantes les unes des autres et homogènes.

Dans ces zones d'apport, ces flux de nutriments sont quantifiés à partir (i) de mesures de concentrations en nutriments effectuées sur deux stations « qualité » dans les cours d'eau (carrés rouges sur la Figure 63), de 6 à 24 fois par an par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) et bancarisées dans la base de données Naïades, et (ii) de mesures de débits journalières sur ces mêmes cours d'eau (points verts sur la Figure 63 : deux stations « débits ») effectuées par la DREAL entre 2010 et 2019 et bancarisées dans la base de données Hydro. Le calcul de flux est ensuite réalisé par le SDeS dans le cadre de la Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) d'OSPAR¹⁰⁴, via l'utilisation du logiciel de calcul de flux RTrend[®].

On distingue les rivières principales, cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; les cours d'eau secondaires, dits « tributaires » ; les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant. Les flux des zones d'apport diffus sont estimés à partir d'une zone présentant des caractéristiques d'occupation du sol comparables et pour laquelle les flux sont quantifiés.

Les données rapportées chaque année dans le cadre de l'étude RID sont évaluées et publiées par OSPAR dans des rapports annuels sur les données RID¹⁰⁵.

5.5.1.1 Apports terrestres en azote

A l'échelle de la SRM MC, les flux cumulés en nitrate fluctuent d'une année à l'autre (Figure 64) entre 14 kT pour les années 2011/2017 et 34 kT pour l'année 2014, les apports de l'Aulne variant entre 50 % et 60 % des apports totaux pour la SRM MC (Figure 64) dans laquelle seuls 2 zones d'apports font l'objet d'un suivi des flux dans le cadre du RID OSPAR.

Les flux en nitrate cumulés ne montrent toutefois pas de tendance significative sur la période observée (2010-2019) (Tableau 71).

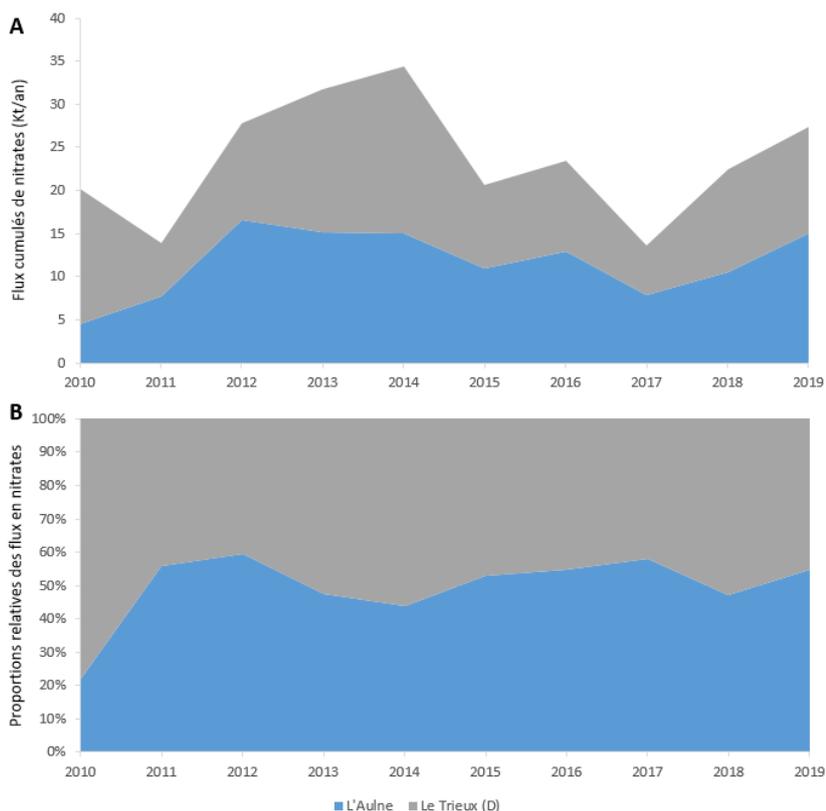


Figure 64. A. Évolution pluri-annuelle des flux en nitrate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM MC entre 2010 et 2019.

5.5.1.2 Apports en phosphate

Sur la période suivi, les flux de phosphate ne montrent pas de tendance significative (Tableau 71). Les apports de l'Aulne représentent environ 30 % des apports totaux (Figure 65) et les flux cumulés annuels varient autour de 0,1 kT/an hormis en 2019.

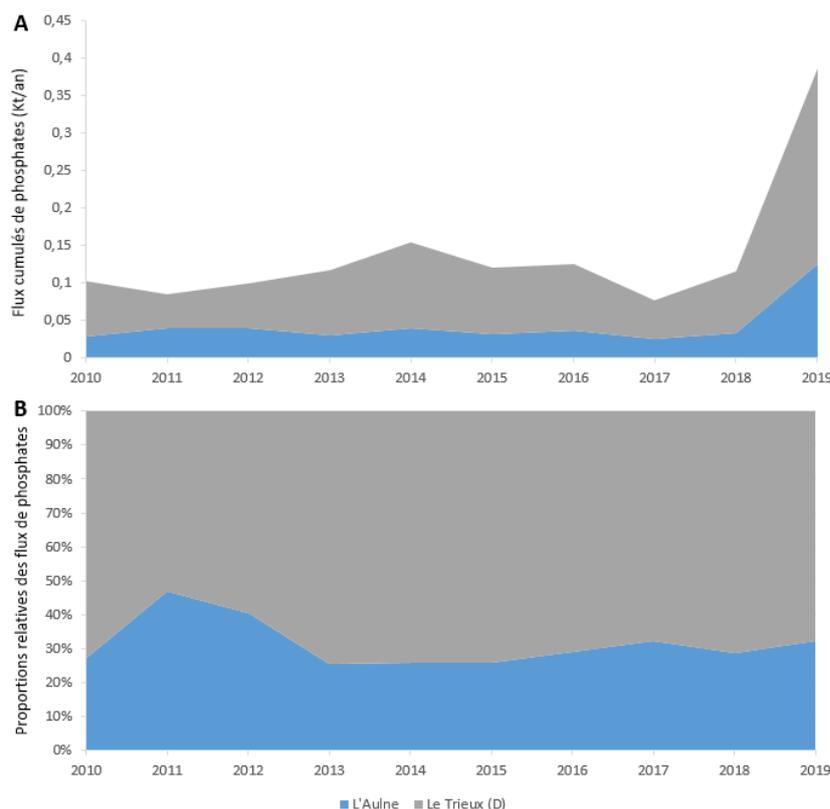


Figure 65. A. Évolution pluri-annuelle des flux en orthophosphate (kt/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en orthophosphate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM MC entre 2010 et 2019.

Tableau 71. Tendence temporelle monotone (test de MannKendall Saisonnier) des flux en nutriment sur 10 années de mesures (2010 à 2019) pour les cours d'eau se déversant dans la SRM MC (Région II et III OSPAR) et inclus dans la stratégie RID OSPAR; superficie des secteurs hydrographiques et caractéristiques des apports relatifs à ces cours d'eau (rivière principale = cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; tributaire = cours d'eau secondaire ; apports diffus = zone sans cours d'eau prépondérant). Les flèches vertes indiquent une tendance significative (p . value $<0,05$) à la baisse, les flèches rouges indiquent une tendance significative à l'augmentation et les flèches bleues indiquent l'absence de tendance significative. Les estimations de flux sont effectuées par le SDeS suivant le protocole OSPAR RID.

ID du cours d'eau	Nom du cours d'eau / du secteur	Bassin Versant	Superficie du secteur hydro. (km ²)	Caractéristique des apports	Tendances				
					Total N	NO3-N	NH4-N	Total P	PO4-P
II-LB-NB-J1J2	Le Trieux	Loire-Bretagne	4961	tributaire	→	→	→	→	→
II-LB-NB-Aulne	L'Aulne	Loire-Bretagne	4312	tributaire	→	→	→	→	→
Total			9273		→	→	→	→	→

5.5.1.3 Discussion autour des apports des cours d'eau

Les résultats obtenus à partir des deux zones d'apports et de la période prises en compte dans la SRM MC ne permettent pas de conclure à des tendances sur les flux de nutriments. Nous avons proposé d'augmenter le nombre de cours d'eau pris en compte dans les calculs de flux par le RID (déficit au niveau de la Bretagne par exemple). Ce travail est déjà engagé via une collaboration

OSPAR/RT DCSMM/Ministère et SDeS pour harmoniser la liste officielle des stations de mesure (débits et concentrations) utilisées dans ces calculs.

5.5.1.4 Évolution des flux à grande échelle temporelle

Les contributions sur cette thématique n'ayant pas significativement évoluées depuis l'évaluation 2^e cycle, ce reporter au chapitre 4.5.1.3 du rapport DCSMM D5 2018^{Erreur ! Signet non défini.}.

5.5.2 Apports terrestres diffus : les zones vulnérables

Dans le cadre de la protection des eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole (apports diffus), la 7^{ème} révision de la délimitation des zones vulnérables aux nitrates (eaux excédant ou pouvant excéder 50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité = norme de l'OMS, ce qui représente un seuil sanitaire pour l'homme et non pour l'environnement) est fondée sur les résultats des mesures effectuées dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Les préfets coordonnateurs de bassin ont arrêté en 2021 la mise à jour de la délimitation des zones vulnérables (Figure 66). La totalité des zones de drainages se déversant dans la SRM MC sont classées zones vulnérables aux nitrates. Il est ainsi surprenant de ne pas voire plus de MEC dégradés au regard du critère D5C1, toutefois le seuil de classement en zones vulnérable n'est pas un seuil écologique ce qui crée un décalage entre la classification des zones terrestres en zones vulnérables aux nitrates et la classification des MEC par le D5C1 dans la cadre de la DCSMM. Cette directive agit ainsi comme un levier potentiel pour mettre en place des mesures visant à diminuer les apports en nitrate d'origine agricole dans les cours d'eau. Toutefois, les objectifs visés par cette directive ne semblent pas suffisant au regard des problèmes d'eutrophisation en mer (50mg.l⁻¹ à 0 de salinité alors que Perrot et al. 2014¹¹⁰ concluaient à des concentrations autour de 10mg.l⁻¹ pour limiter les phénomènes d'eutrophisation (échouage d'Ulve en Bretagne dans le cas de cette étude).

Note : La Directive "Nitrates" (91/676/CEE) a pour objectif de préserver la ressource en eau et les milieux aquatiques de la pollution par les nitrates d'origine agricole. Elle prévoit une surveillance tous les 4 ans des eaux superficielles et souterraines. Les résultats de cette campagne de surveillance déterminent une analyse et une révision éventuelle de la délimitation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole. Dans ces zones, des programmes d'action spécifiques sont mis en place pour réduire les apports de nitrates dans les eaux. Le 6^{ème} programmes d'action régional a été engagé au cours de l'année 2018 pour la bassin Loire Bretagne.

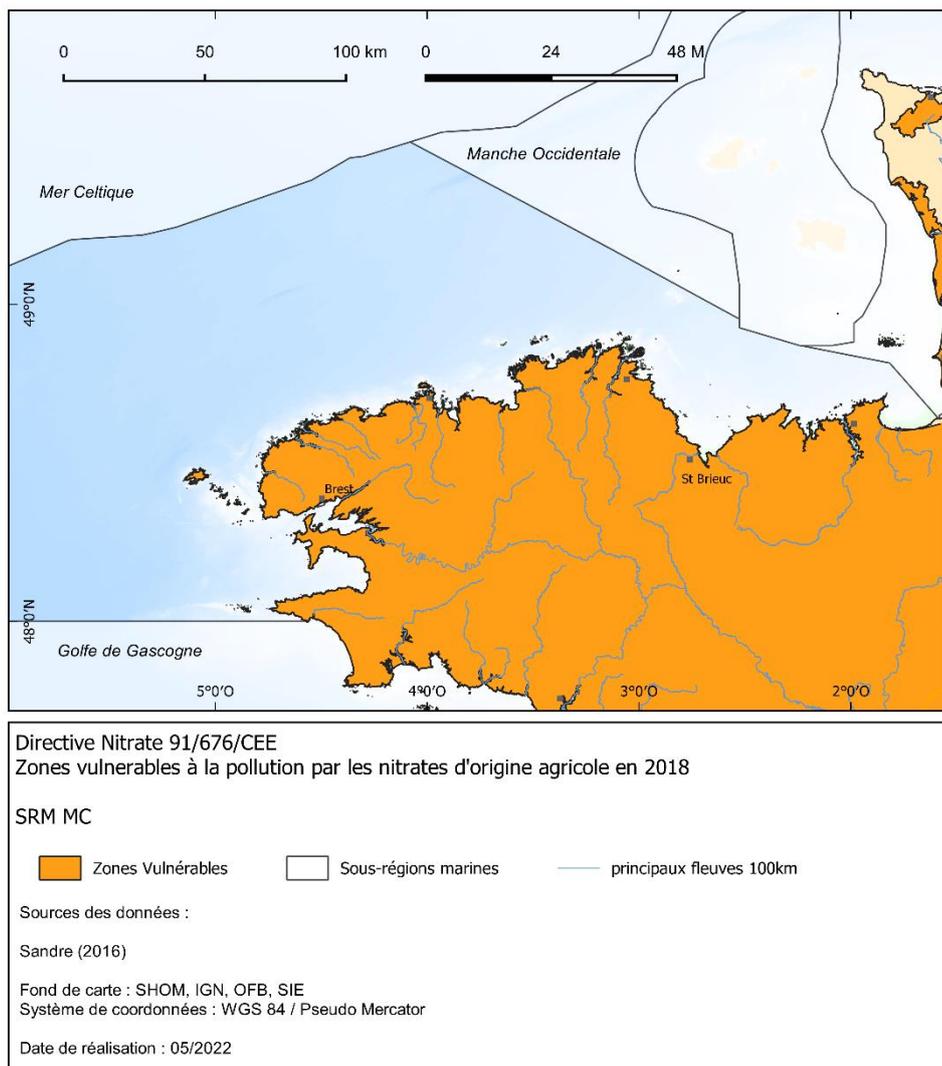


Figure 66. Localisation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole telles que définies par la directive "Nitrates" (91/676/CEE).

5.5.3 Apports terrestres ponctuels : les zones sensibles

L'article R211-94 du code de l'environnement, transposant dans le droit français l'article 5 et l'annexe II de la directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EEC UWWT) définit les zones hydrographiques particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles pour lesquelles il est établi qu'elles sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures ne sont pas prises ; et dans lesquelles les rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances doivent, s'ils sont cause de ce déséquilibre, doivent être réduits. Les seuils réglementaire en sortie de stations de traitement des eaux usées (STEU) sont données dans le Tableau 50, ces seuils sont compatible avec ceux présentés dans Perrot et al. 2014¹¹⁰ pour limiter les problèmes d'eutrophisation en mer (prolifération d'algues opportuniste dans le cas de cette étude).

En 2019, la France compte dans sa base de données 21 573 agglomérations d'assainissement comprenant 22 002 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents-habitants (Eh) pour une capacité épuratoire de l'ensemble

des STEU de 105 millions d'Eh. Les agglomérations de 2000 Eh et plus étaient au nombre de 3 812 pour 3 962 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 75 millions d'Eh.

Dans la SRM MC, toutes les STEU doivent être aux normes exigées par la directive en 2017 (Figure 67). En 2020, sur les 323 STEU de Bretagne, 4 ne sont pas encore conformes en terme de performance¹¹⁷.

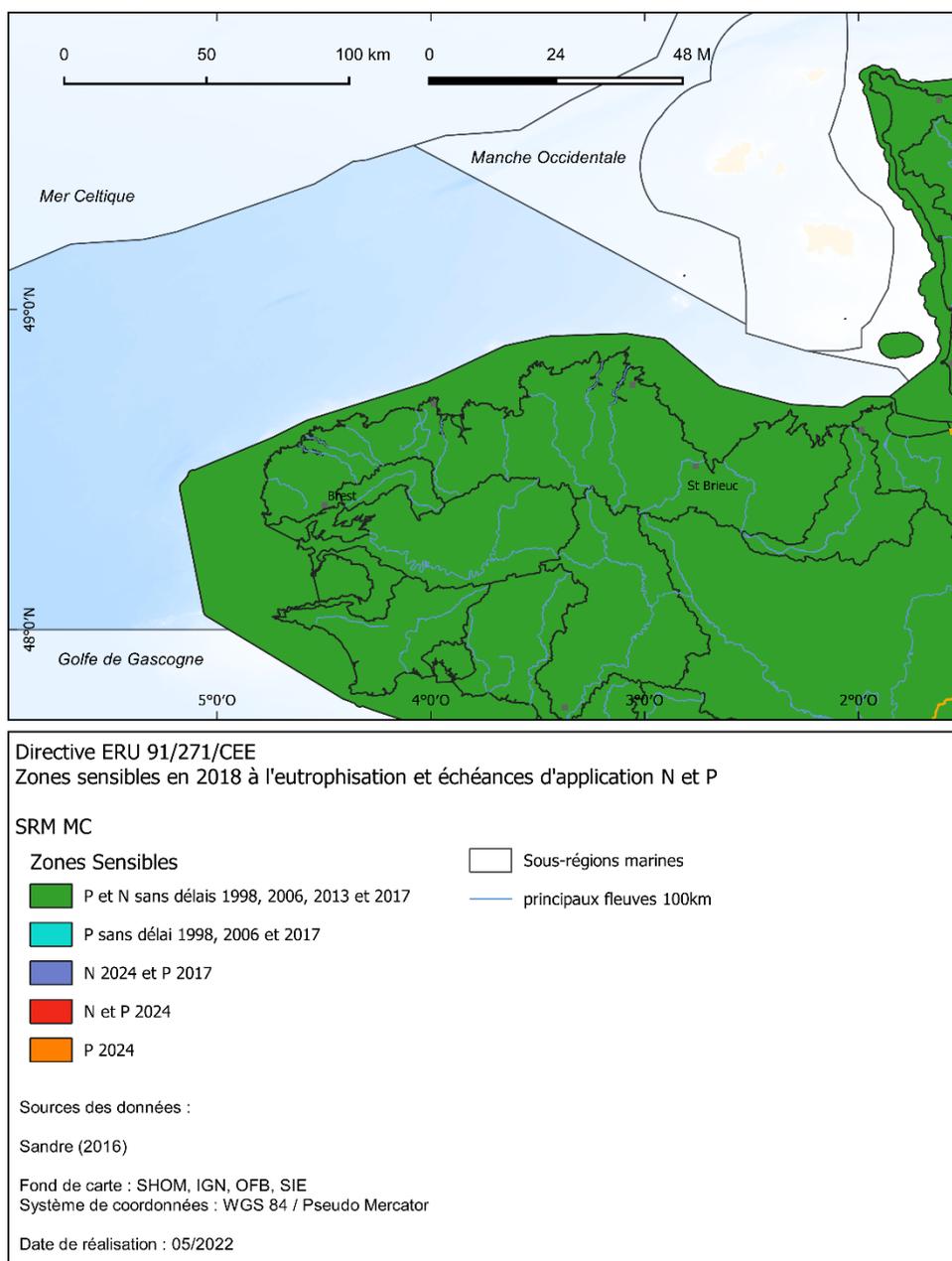


Figure 67. Localisation des zones sensibles à l'eutrophisation selon la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/EEC). Les différentes échéances pour la mise en conformité des stations de traitement des eaux usées des agglomérations de plus de 10 000 équivalent habitant (Eh) se trouvant dans les régions hydrographiques de la SRM MC sont également renseignées.

¹¹⁷ <https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/statsReg>

5.5.4 Apports atmosphériques

Les flux d'azote issus de retombées atmosphériques sont calculés à partir des données d'émission couplées avec un modèle de transport chimique atmosphérique. Les données d'émission sont issues du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), programme coopératif de surveillance continue et d'évaluation de la transmission des polluants atmosphériques à longue distance en Europe, mis en place suite à la convention sur la pollution atmosphérique en 1979. De plus amples informations sur le fonctionnement du programme EMEP peuvent être trouvées sur la page web du programme : http://emep.int/emep_overview.html.

Les résultats issus des analyses d'EMEP font l'objet d'un rapportage à OSPAR par cycle d'évaluation, rapport à partir duquel les Etats Membres peuvent rapporter les données d'émission atmosphérique dans leur sous-région marine. Toutefois, le calendrier de rapportage OSPAR (QSR prévu en 2023) n'étant pas aligné sur celui du rapportage DCSMM Français (qui doit intégrer le Document Stratégique de Façade et doit donc être rendu en 2022), le rapportage EMEP n'est donc pas disponible au moment de l'écriture du rapport DCSMM D5 3^e cycle.

Une présentation des résultats préliminaires d'EMEP au cours d'une session ICG-EUT OSPAR (OSPAR / INPUT & ICG-Eut, 26 Janvier 2022) a montré que les dépôts atmosphériques d'azote oxydé¹¹⁸ diminuent significativement depuis 1995 dans les régions II et III (Figure 9) alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 200 kTN.an⁻¹ dans la région II et autour de 70 kTN.an⁻¹ dans la région III (Figure 68).

A l'échelle de la ZEE Françaises de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord (le rapportage EMEP ne descend pas encore en dessous de cette échelle spatiale), les dépôts atmosphériques d'azote oxydé diminuent également significativement depuis 1995 alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 50 kTN.an⁻¹ (Figure 69).

La France est responsable de 10% de ces dépôts d'azote total à l'échelle de la région II et 12% à l'échelle de la région III (Figure 70) alors que ses émissions d'azote oxydé tendent à diminuer et ses émissions d'azote réduit restent stables (Figure 71).

¹¹⁸ Les sources d'émission d'azote atmosphérique peuvent être déterminées par la nature de la forme azotée, les formes d'azote réduit (NH₃) étant prépondérantes en agriculture et les formes d'azote oxydé (NO_x) étant issues des processus de combustion (transports et activités industrielles).

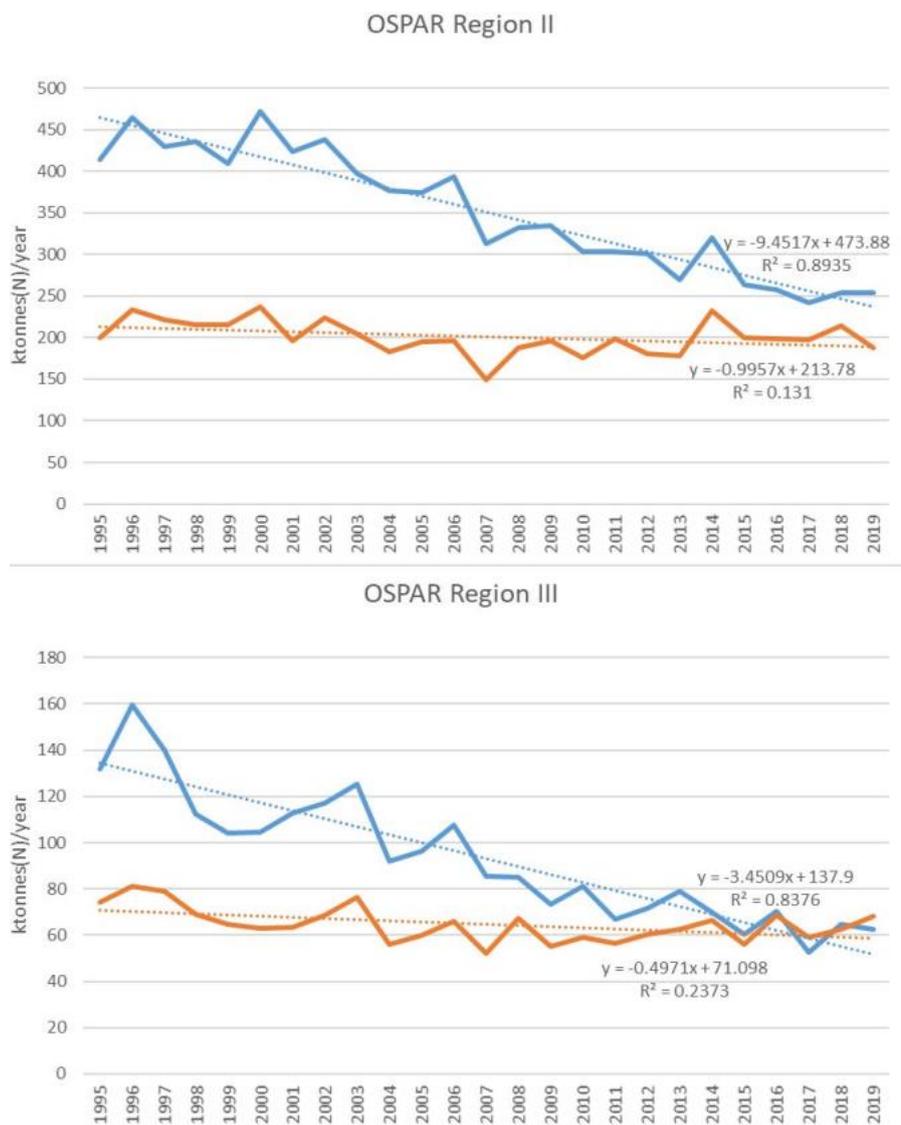


Figure 68. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NOx) en bleu, en kT à l'échelle de la région II et III OSPAR et tendance linéaire.

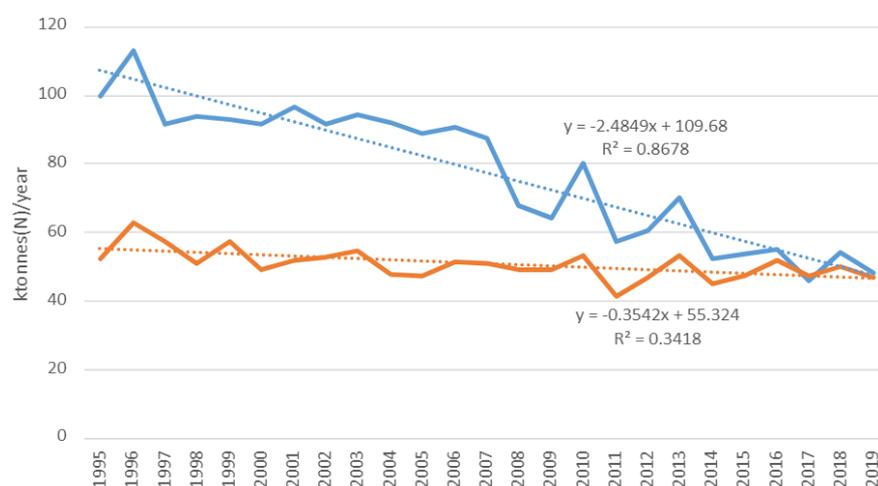


Figure 69. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NOx) en bleu, en kT à l'échelle de la ZEE Française (façade Atlantique-Manche-Mer du Nord) et tendance linéaire.

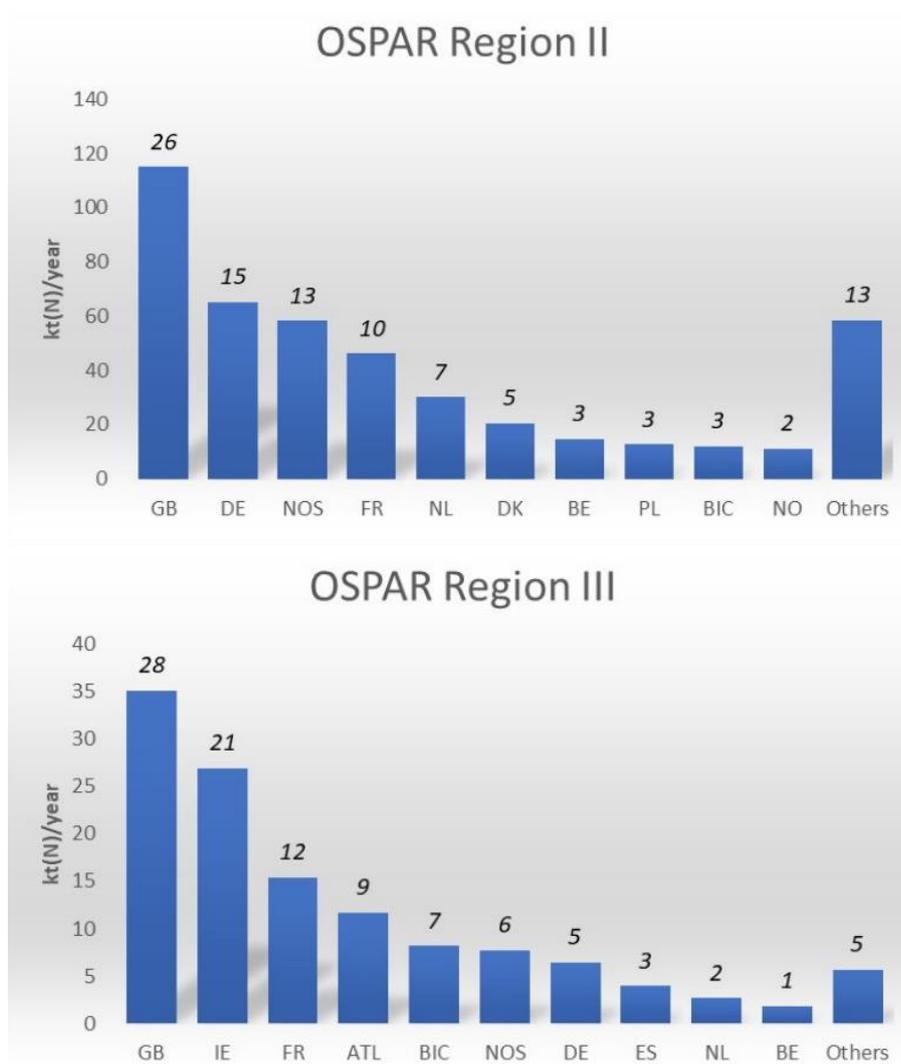


Figure 70. Contribution aux dépôts en azote total dans les régions II et III des différents pays qui les bordent, en kT. France : FR.

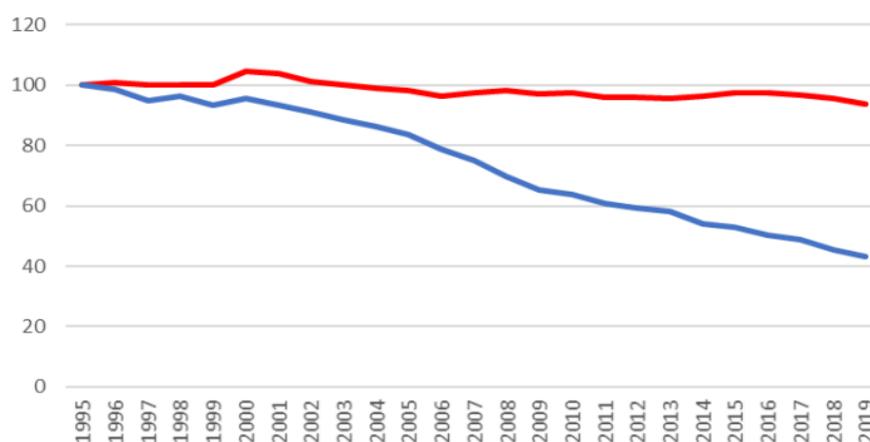


Figure 71. Emissions annuelles en azote total (kT) de la France. En bleu : azote oxydé, en rouge : azote réduit.

5.6 Discussion sur les résultats de la SRM MC

5.6.1 Bilan des résultats de l'évaluation

Par rapport à l'évaluation du second cycle qui était fortement basée sur des développements méthodologiques nationaux au niveau du large et des méthodes d'intégration, l'évaluation du bon état écologique au 3^e cycle se base sur des développements opérés au sein des groupes de travail OSPAR dans le cadre de la préparation de la COMP4. Si peu de différences sont à noter entre la méthodologie appliquée à la côte entre le 2^e et le 3^e cycle, les différences sont bien plus nombreuses pour le large puisque la COMP4 bénéficie de réflexions visant à harmoniser les méthodes à l'échelle OSPAR ce qui n'était pas le cas de la COMP3 (qui pour rappel n'avait pas été intégrée dans l'évaluation 2^e cycle). De même, depuis le second cycle des améliorations quant à la pérennisation des flux de données issue des images satellite et de la modélisation ont pu être mis en place, ce qui laisse à penser que ces outils numériques pourront également être la source de données des futures évaluations.

L'application des méthode DCE à la côte et OSPAR COMP4 au large nous a conduit à définir des zones où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se poursuivre. Ces zones déclassées, localisées à la côte dans des baies, sont le fruit des échouages d'algues opportunistes du genre *Ulva* et représentent 4 % de la superficie totale de la SRM MC. Il n'y a toutefois pas de relation constante entre ces proliférations en macroalgues et les concentrations en nutriments, le critère D5C1 ne semblant pas être systématiquement déclassant pour les MEC où ces algues prolifèrent.

La proximité de zones classées sensibles à l'azote selon la directive nitrate (91/676/CEE) pourrait expliquer la présence d'apports importants en nitrates (donc dû en partie à l'agriculture), même si on pourrait s'attendre à des diminutions de fait de la mise en place de mesures dans le cadre de cette directive (qui est plutôt à but sanitaire et non écologique). Les apports liés aux rejets urbains, même s'ils sont difficilement quantifiables, semblent un peu plus maîtrisés du fait de la mise en conformité des stations d'épuration en fonction de la taille des zones urbaines. Finalement, il semblerait que le lien entre apports en nutriments (particulièrement en nitrates) et développement des algues opportunistes ne soit pas directement visible avec l'évaluation DCSMM D5 (ni même à l'échelle DCE et paysages marins + mailles).

Si l'on compare avec les résultats obtenus à l'issu de l'évaluation DCSMM D5 précédente et en tenant compte de toutes les évolutions méthodologiques, l'état de la sous-région marine Mer Celtique ne semble pas avoir beaucoup évoluée entre 2010-2016 et 2015-2020.

5.6.2 Justifications de non-utilisation d'un critère

Les critères non évalués du descripteur 5 en SRM MMN sont le D5C3 (secondaire), le D5C1 "concentration en phosphore inorganique dissous dans la colonne d'eau" (primaire) à la côte, et le D5C7/D5C8 (secondaire) au large.

Pour le D5C3 et le D5C1, il n'a pas été possible de les utiliser à cause du manque de consensus sur la définition de seuils pertinents.

La non-utilisation des critères D5C6 et D5C7 au large est due à leur non pertinence. Les proliférations d'algues opportunistes ne s'expriment qu'au niveau côtier des eaux françaises à travers les phénomènes d'échouages. Les herbiers et macroalgues pérennes ne se développent pas sous une certaine profondeur (besoin de lumière), et la profondeur étant généralement

proportionnelle à l'éloignement de la côte, la plupart de ces herbiers et population de macroalgues sont majoritairement situés en zone côtière.

Enfin la non-utilisation du critère D5C8 au large est due à la plus faible pertinence de l'indicateur M-AMBI au large ainsi qu'au manque de données et donc de station de référence pour calculer l'indicateur.

5.6.3 Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales

Afin de mener à bien la 3^e évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises du large, l'ensemble des méthodes développées dans la cadre de la COMP4 d'OSPAR a été utilisé. Toutefois, à la vue du calendrier imposé pour le rendu des évaluations françaises qui est en avance d'un an par rapport à celui des autres état membre d'OSPAR (voir chapitre 3.5.3.2), des changements méthodologiques (surement mineur) risque encore d'être apporté à la COMP4 avant le rendu du QSR OSPAR en 2023. Ainsi, si des différences apparaissent entre l'évaluation DCSMM françaises 3^e cycle et le QSR OSPAR 2023, bien que la méthodologie OSPAR COMP4 a été appliquée dans les 2 cas, il faudra prendre en compte la préciosité du rendu de l'évaluation française.

5.7 Conclusions sur les résultats de la SRM MC

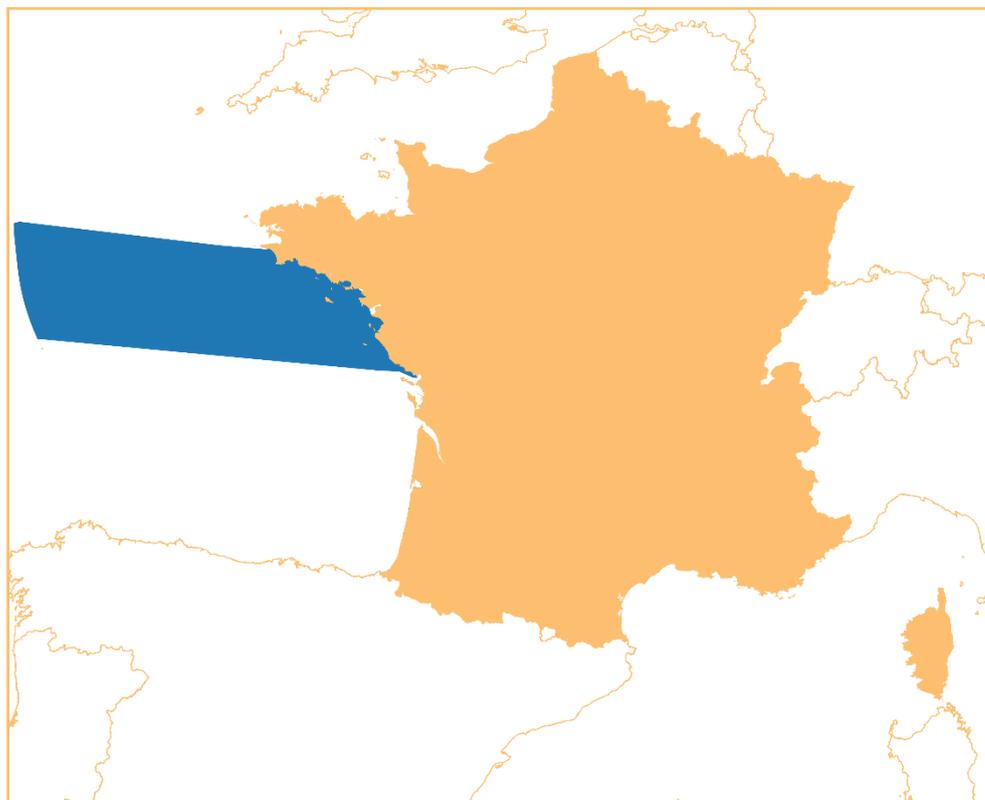
Les efforts entrepris pour répondre le plus étroitement possible aux exigences de la DCSMM en termes d'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont conduit à une amélioration de la pertinence écologique de l'évaluation comparativement à l'évaluation 2018. Cela nous a conduit à définir des zones précises où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se concentrer. Ces zones, situées dans des baies, représentent 4 % de la superficie de la SRM MC.

Si l'évaluation 3^e cycle à fortement gagnée en cohérence avec la DCE et OSPAR par rapport au 2^e cycle, elle en a perdu une certaine harmonisation entre la côte et le large. Cette harmonisation côte-large, tout en intégrant les spécificités des directives et conventions serait peut-être le prochain challenge de l'évaluation 4^e cycle.

Messages clefs :

- Fruit d'une évaluation harmonisée via des collaborations aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle européenne (OSPAR)
- 3 % de la superficie de la SRM MC en Non BEE pour le descripteur 5, uniquement en zone côtière
- Fortes avancées méthodologiques au niveau de l'évaluation au large dues à OSPAR ce qui rend l'évaluation plus robuste mais également plus difficile à comparer avec les résultats du 2^e cycle.
- Besoin d'améliorer la cohérence de l'évaluation côte-large.

6 Évaluation du descripteur 5 pour les SRM GdG Nord



6.1 Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Nord

Les éléments qui ont été utilisés pour effectuer l'évaluation du descripteur 5 sont ceux pour lesquels des données ont été identifiées en qualité et quantité suffisante et pour lesquels un seuil a pu être déterminé. Pour la SRM Golfe de Gascogne Nord, ces éléments ont été listés dans le chapitre 3.3.11 ; ce sont :

- la concentration en NID (azote inorganique dissous),
- la concentration en PID (phosphate inorganique dissous) pour le large (pas de seuil pour la côte),
- la concentration en chlorophylle-*a*,
- la transparence de l'eau (en NTU),
- la concentration en oxygène dissous au fond,
- les échouages de macroalgues opportunistes à la côte (non pertinent au large),
- les herbiers et macroalgues pérennes à la côte (non pertinent au large),
- la macrofaune benthique à la côte (pas d'indicateur adapté au large)

Tous les critères primaires du D5 sont ainsi évalués dans l'ensemble de la SRM GdG Nord.

Le critère secondaire "algues nuisibles" (D5C3) ne sera pas présenté du fait d'un manque de consensus sur l'établissement de seuils adaptés à chaque groupe d'espèce nuisible et du manque de lien avéré entre eutrophisation et efflorescence de HAB (voir chapitre 3.3.4).

6.2 Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Nord

6.2.1 Réseaux côtiers

Les données NID (nitrate + nitrite + ammonium : D5C1), chlorophylle-a (D5C2), turbidité (D5C4) et oxygène (D5C5) utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées par le biais du réseau REPHY (Figure 72) aux périodes et fréquences présentées dans le Tableau 23. Certains points du réseau REPHY sont labellisés dans le réseau SNO PHYTOBS de l'IR-ILLICO⁹³. Pour la SRM GdG Nord, ces points REPHY labellisés sont, du nord au sud, Concarneau Large, Men er Roué et Ouest Loscolo. Les données spécifiques aux réseaux REPHY³³ et SNO PHYTOBS⁹⁴ font l'objet d'un DOI.

Une analyse des évolutions temporelles à long terme a été effectuée sur ces points PHYTOBS en ce qui concerne le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (données « HPLC » exclues) pour rendre compte de son évolution avant et pendant la période d'évaluation. Cette analyse a été faite *via* un test non paramétrique Mann-Kendall saisonnier^{87,88} associé à un lissage LOESS⁹⁵ pour observer plus finement les cassures de tendance dans les séries temporelles. Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R. Une analyse de tendance temporelle monotone a été appliquée aux données alimentant les critères primaires sur les autres points REPHY non labellisés.

Les données mesurées dans le cadre de ces réseaux sont stockées dans la base Quadrigé² d'où elles sont directement extraites pour alimenter le calcul des indicateurs DCSMM *via* des scripts développés par le service VIGIES de l'Ifremer. D'autres sources de données existent (SOMLIT, RESOMAR, SISMER, CORIOLIS) et ont été rendues disponibles pour l'évaluation. Ces données n'ont toutefois pas été utilisées pour le calcul des indicateurs, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 directives. Les données ont été extraites sur la période 2015 - 2020 pour le calcul des indicateurs.

A noter que l'année 2020 a été marquée par la pandémie mondiale de SARS-COV2 (COVID19) et par le confinement sanitaire qui a été mis en place de mi-mars à mi-mai 2020. Ce confinement a eu pour conséquence l'annulation d'un certain nombre de sorties terrains pendant cette période, ce qui correspond à un manque de 1 à 3 données mensuelles pour le calcul des indicateurs. Cette période correspondant au maximum de production du phytoplancton, un impact est possible sur l'évaluation des critères D5C2 et D5C4. Ce manque de données n'a toutefois pas empêché de remplir les conditions numériques de calcul des différents indicateurs tels que défini dans le paragraphe 3.3.

Concernant le D5C6, les données de superficie d'algues opportunistes échouées sont obtenues par survols aériens. La zone survolée couvre tout le littoral de la SRM GdG Nord (Figure 73). Les données utilisées pour les calculs de l'indicateur sont celles mesurées sur la période 2015 – 2020 (cycle DCE de 6 ans). Toutes les données utilisées actuellement pour calculer l'indice d'algues opportunistes DCE proviennent de la géodatabase du CEVA et sont également intégrées à Quadrigé². Aucune autre source de données n'a pour l'instant été identifiée comme pertinente pour renseigner cet indicateur.

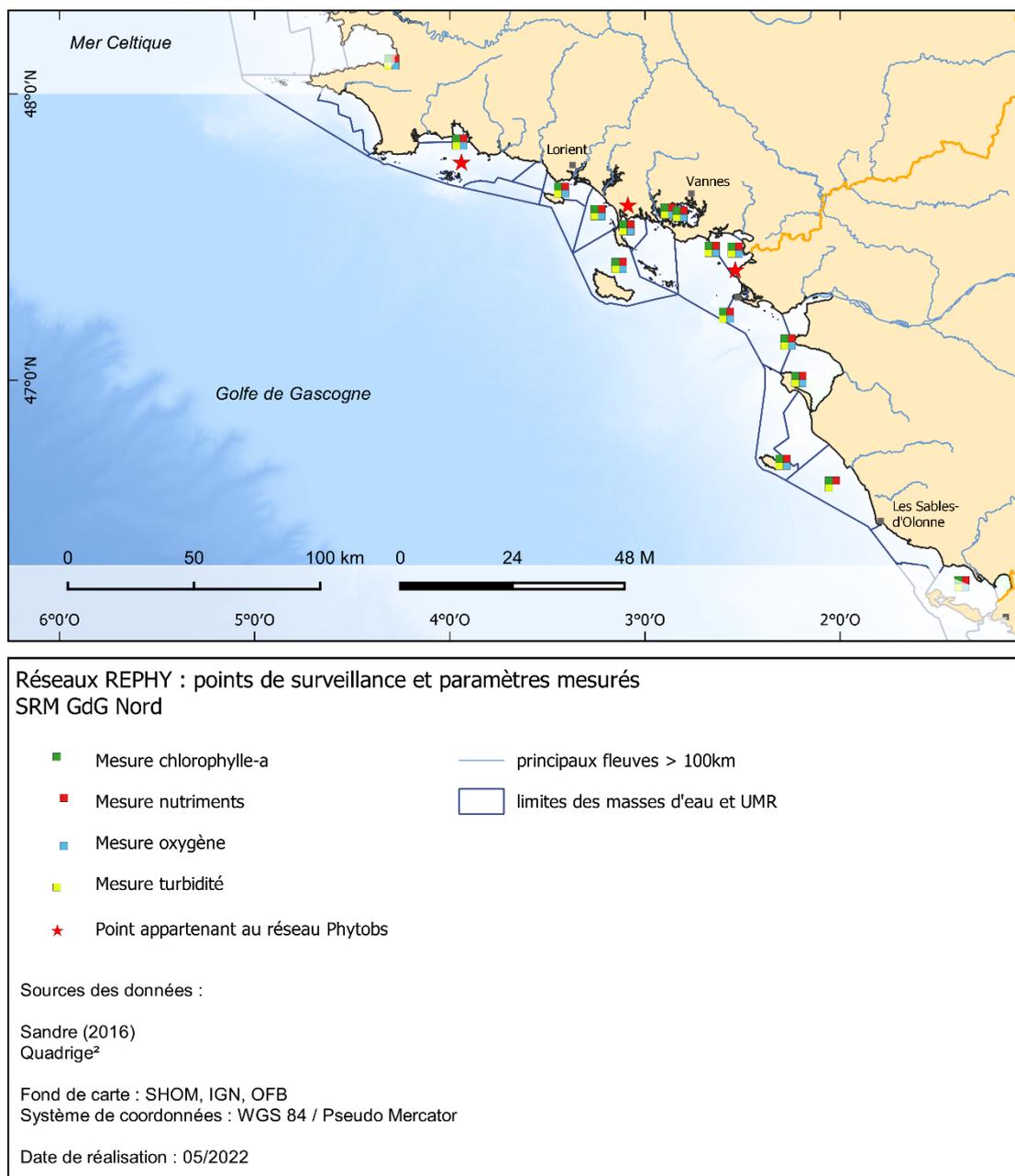


Figure 72. Points du réseau REPHY de la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord pour lesquels la quantité et la qualité des données est suffisante pour effectuer l'évaluation des critères D5C1, D5C2, D5C4 et D5C5 à la côte. Les étoiles rouges représentent les points labellisés PHYTOBS (IR-ILICO) pour lesquels les tendances temporelles du paramètre chlorophylle-*a* ont été analysées.

Toutes les données utilisées actuellement pour calculer les indices basés sur les communautés de macroalgues et herbiers pérennes (D5C7) et sur la macrofaune benthique (D5C8) dans le cadre de la DCE proviennent de la surveillance REBENT-DCE (Figure 74). Les données n'ont été qu'en partie bancarisées dans Quadrige², et le calcul des métriques et des indicateurs est effectué par les responsables de réseaux ; les résultats de ces évaluations sont ensuite centralisés pour les besoins de la DCSMM. La base de données RESOMAR Benthos a également été identifiée comme source potentielle de données. Toutefois, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 évaluations.



Figure 73. Linière survolé pour déterminer les zones d'échouage de macroalgues opportunistes et leur superficie. Sources : CEVA¹¹⁴.

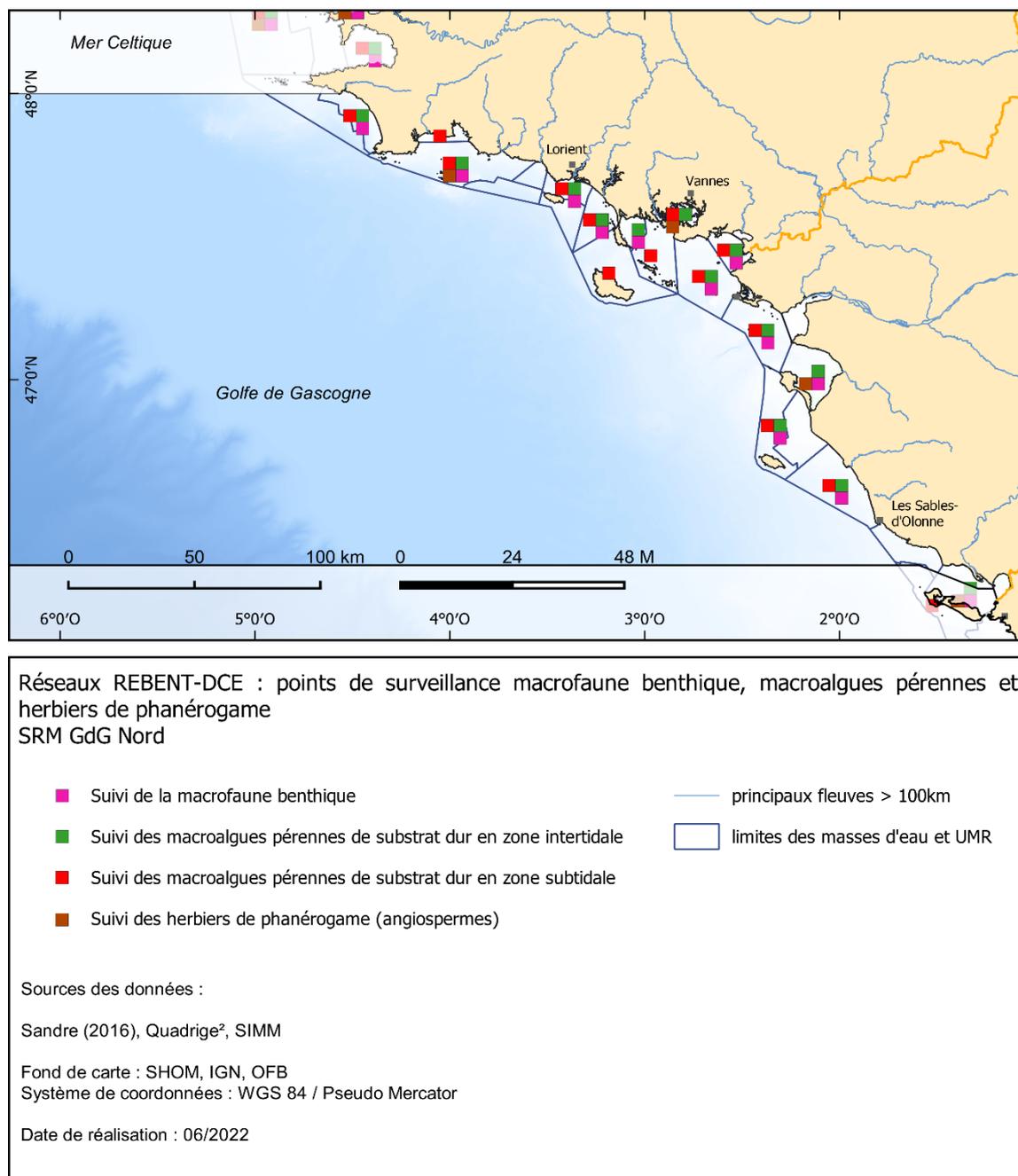


Figure 74. Répartition des suivis REBENT-DCE dans les masses d'eau côtières DCE de la SRM GdG Nord. Il peut y avoir plusieurs points de surveillance pour un même type de suivi par MEC.

6.2.2 Données au large

Au large de la SRM GdG Nord, il n'y a pas de données *in situ* considérées pour l'évaluation du descripteur 5 au 3^e cycle (3.3).

Les données de concentration en oxygène et nutriments proviennent du modèle hydrodynamique ECO-MARS3D qui fournit des données journalières pour la période 2015-2020. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM GdG Nord, cela représente 722 fichiers rasters pour les nutriments (novembre-février) et 732 pour l'oxygène (juin à septembre) contenant chacun 4 167

données pour un total de ~ 3 000 000 données pour chaque nutriment et l'oxygène et pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

Rappel : le modèle ECO-MARS3D sous-évalue la concentration en oxygène de fond au sud de la Loire⁷⁸, les résultats sont donc à prendre avec précaution. Ceci conjointement avec l'augmentation du niveau des seuils oxygène développés par OSPAR dans les paysages marins par rapports au 2^e cycle, les paysages marins en GdG risquent d'être artificiellement dégradés. L'utilisation du dire d'expert basé sur les données supports (voir chapitre 11.1.2) pour reclasser les paysages marins au large de la SRM GdG sera sûrement nécessaire.

Les données de concentration en chlorophylle-a et de turbidité sont également issues des produits dérivés des images satellites journalières. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM GdG Nord, cela représente 1 284 fichiers rasters (mars-septembre) contenant chacun ~43 000 pixels (pixels mesurés + couverture nuageuse) (image « ARGANS ») pour un total de ~ 32 000 000 données exploitables (en excluant les pixels perdus par la couverture nuageuse) pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

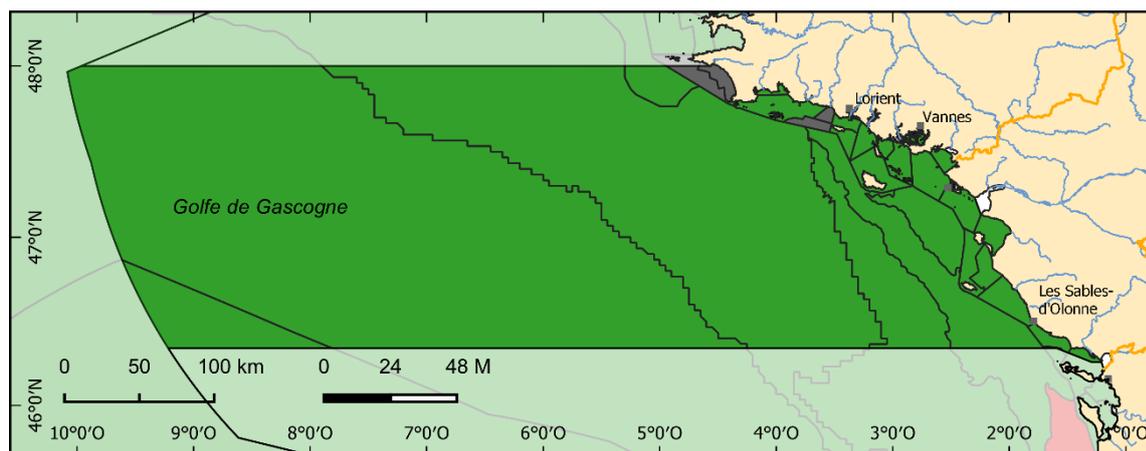
6.3 Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM GdG Nord

Les résultats de l'évaluation seront d'abord présentés sous forme de synthèses cartographiques et commentés par critère puis pour le descripteur 5 dans son ensemble.

6.3.1 D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau

6.3.1.1 Azote

Cette évaluation a été réalisée à partir de 290 données de concentration en NID pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.



Evaluation du critère D5C1 - Azote inorganique dissous (NID) SRM GdG Nord

- Masse d'eau non dégradée en regard de l'élément
- Masse d'eau dégradée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 75. Évaluation du critère D5C1 (élément NID) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Sur les vingt-trois MEC DCE de la SRM GdG Nord, dix-neuf ont été évaluées au regard de l'élément NID du critère D5C1 et aucune n'est dégradé (5 274 km², soit 87 % de l'UMR côte de la SRM) (Figure 75 et Tableau 72) et quatre n'ont pas été évaluées par manque de suivi (765 km², soit 1 % de la SRM).

Les indices confiance NID de toutes les UGE à la côte montrent une probabilité proche de 100% d'être effectivement non dégradés (plus faibles indice à 90% pour les FRGC52 et 53).

Toutes les UGE au large ont été évaluées au regard de l'élément NID du critère D5C1 et aucune n'est dégradée.

Au large, tous les indices de confiances sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, sauf l'indice spatiale SC « faible » à « moyen » dans les paysages marins ASS, ATL et NOAA1 (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D (Figure 10).

Tableau 72. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément NID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	19	0	4
	superficie (km ²)	5 274	0	765
	%	87	0	13
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	94 291	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	99 565	0	765
	%	99	0	1

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM GdG Nord ne montre aucune tendance significative des concentrations en NID (Tableau 73).

Tableau 73. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en NID ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement de l'élément NID du critère D5C1 dans les MEC de la SRM GdG Nord. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et - une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement (p.value >0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance	Tendance NID	Debut de la série
		NID	hivernal	
FRGC28	Concarneau large	0	0	2007
FRGC34	Lorient 16	0	0	2008
FRGC35	Etel - Pierres noires	0	0	2008
FRGC42	Taillefer	0	0	2008
FRGC36	Men er Roue	0	0	2006
FRGC39	Creizic	0	0	2008
FRGC45	Nord Dumet	0	0	2008
FRGC44	Ouest Loscolo	0	0	2006
FRGC46	Pointe St Gildas large	0	0	2007
FRGC48	Bois de la Chaise large	0	0	2007
FRGC47	Ile d'Yeu est	0	0	2007
FRGC50	Large pointe grosse terre	0	0	2008
FRGC53	Filière w	0	0	2007

6.3.1.2 Phosphate

Les PID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

La quantité de données utilisée pour réaliser cette évaluation au large est donnée dans le Tableau 26.

Sur les sept UGE au large, une seule n'a pas été évaluée (NAAO1, par manque de seuil), les six autres n'ont pas été déclassées au regard de l'élément PID du critère D5C1 (Figure 76 et

Tableau 74). Tous les indices de confiances sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, sauf l'indice spatiale SC « faible » à « moyen » dans les paysages marins ASS et ATL (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D.

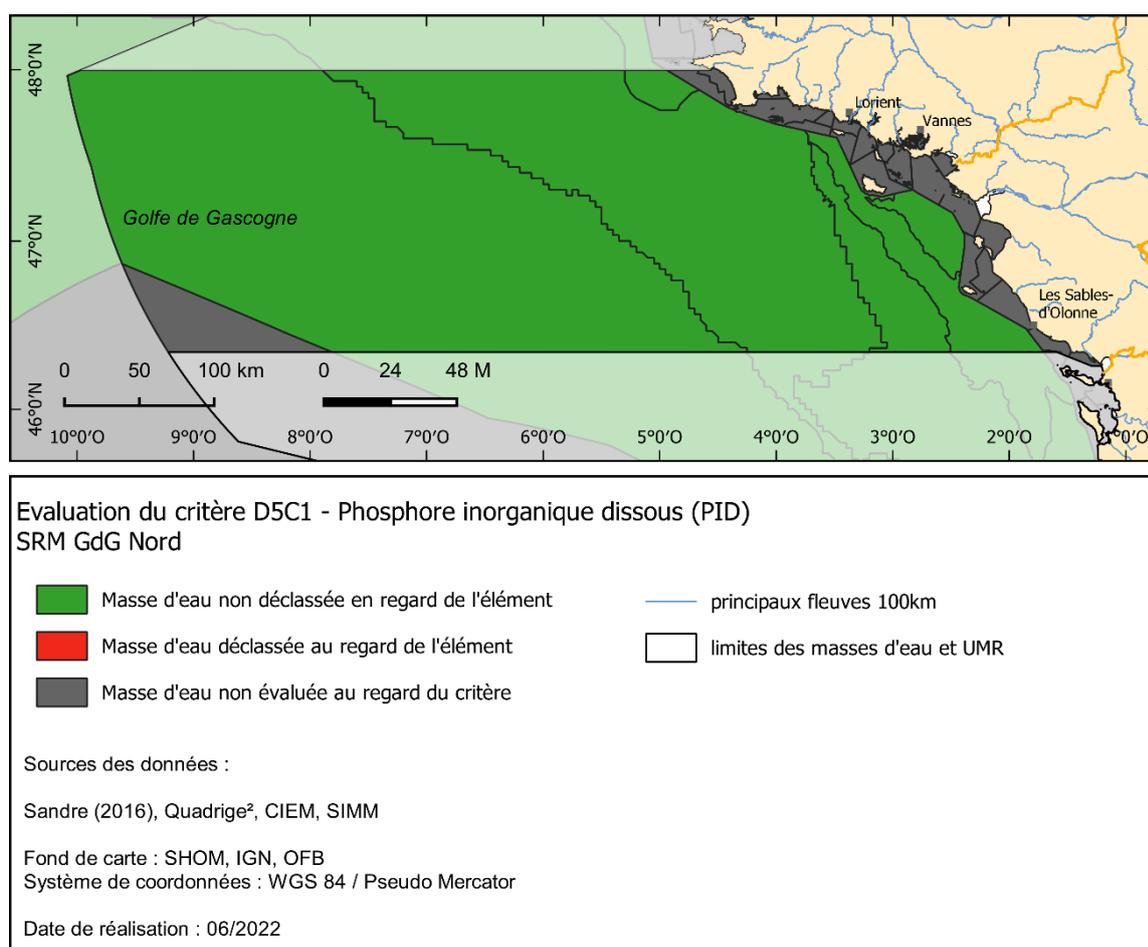


Figure 76. Évaluation du critère D5C1 (élément PID) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou d'indicateur.

Tableau 74. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément PID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	0	0	23
	superficie (km ²)	0	0	6 039
	%	0	0	100
UMR Large	nbre d'UGE	6	0	1
	superficie (km ²)	91 075	0	3 216
	%	97	0	3
SRM	superficie (km ²)	91 075	0	9 255
	%	91	0	9

6.3.2 D5C2 : concentration en chlorophylle-a dans la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 580 données de concentration en chlorophylle-a pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

Dans la SRM MC, neuf MEC DCE (GC24, GC28, GC32, GC33, GC37, GC38, GC49, GC51 et GC52) n'ont pas pu être évaluées directement par manque de suivi REPHY, le calcul de l'indicateur « concentration en chlorophylle-a dans la colonne d'eau » a été fait à partir de données de concentrations en chlorophylle-a issues de l'analyse des images satellite. Le classement à dire d'expert de ces masses d'eau s'appuie sur le résultat de ces calculs.

Ainsi, à la côte, seule une MEC DCE, la FRGC44 (Baie de Vilaine), est déclassée vis-à-vis de du critère D5C2 (153 km², soit 3 % de l'UMR côte) (Figure 77 et Tableau 75). Vingt-et-une MEC n'ont pas été déclassées (5 814 km², soit 96 % de l'UMR côte) et une seule n'a pas été évaluée pour le critère D5C2 (GC29 Baie de Concarneau, 73 km², soit 1 % de l'UMR côte) par manque de suivi et de précision des données satellites, l'enjeu de l'indicateur chlorophylle-a est toutefois faible dans cette MEC.

Les indices de confiance montrent une probabilité de classement proche de 100 %, sauf pour les FRGC44 et FRGC45 qui ont une probabilité de 52 % et 88 % d'être respectivement déclassée et non déclassée.

Tableau 75. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C2 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	21	1	1
	superficie (km ²)	5 814	153	73
	%	96	3	1
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	94 291	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	100 105	153	73
	%	100	0	0

Au large, les sept UGE ont toutes été évaluée et aucune n'est déclassée au regard du critère D5C2 (Figure 77 et Tableau 75). Les indices de confiance spatio-temporelles sont tous « élevés » quel que soit le paysage marin grâce à l'utilisation des données issues des images satellite, hormis

l'indice spatial SC dans le paysage marin NAAO1 (Figure 6) qui est « moyen » à cause de l'emprise spatiale des rasters utilisés pour alimenter l'évaluation du D5C2.

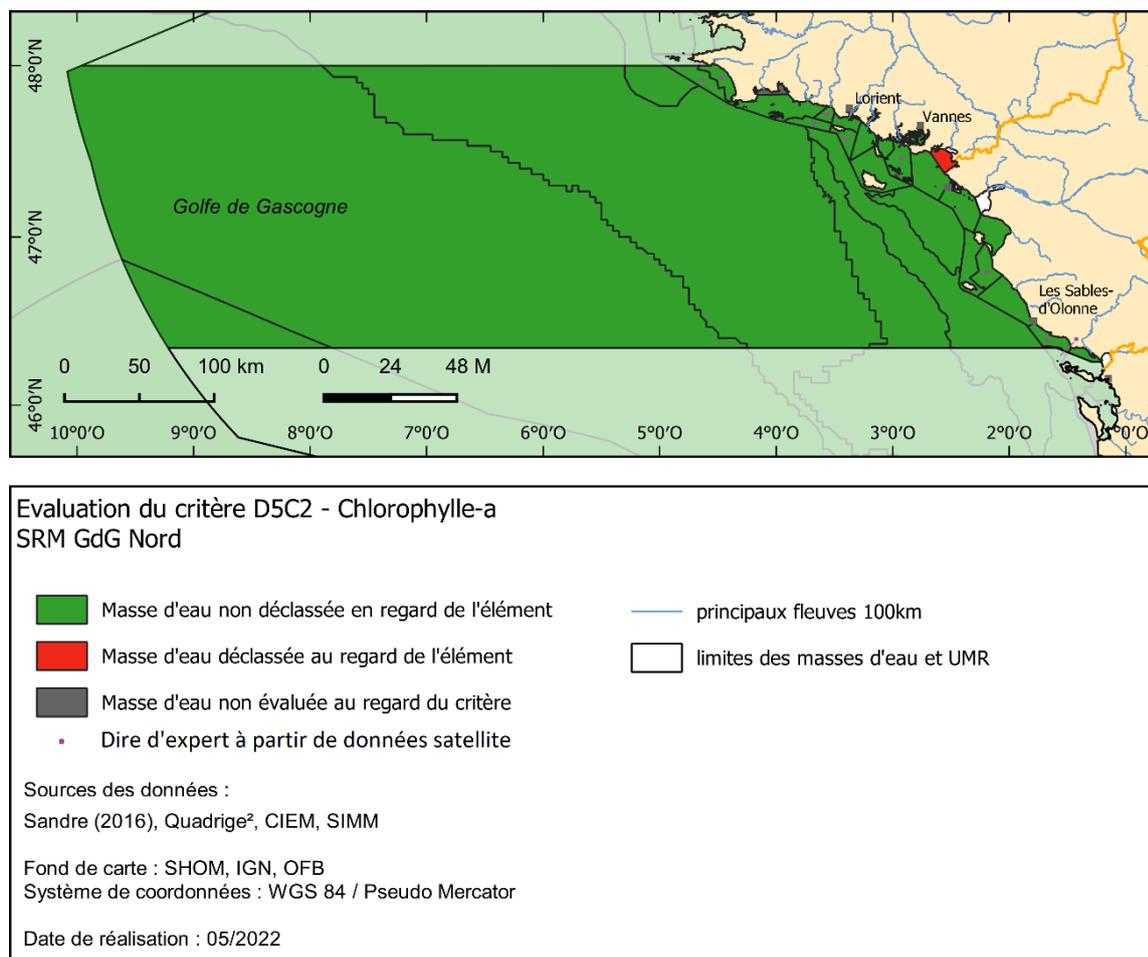


Figure 77. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi. Ces résultats tiennent compte du dire d'expert (points violets).

- Analyse de tendance à long terme

La série temporelle de concentration en chlorophylle-*a* de Concarneau montre une augmentation significative entre le début de la série en 2004 et 2010 (Figure 78). La tendance s'inverse significativement jusqu'en 2015 puis reste stable jusqu'à nos jours. Au point Men er Roue, la tendance montre une diminution significative monotone de la concentration en chlorophylle-*a* depuis le début de la série, en 2006, jusqu'à nos jours. Au point Ouest Loscolo, la tendance diminue significativement depuis le début de la série en 2006 jusqu'en 2012 puis reste stable jusqu'à nos jours.

Les valeurs maximales de concentration en chlorophylle-*a* sont couramment mesurées autour de 6-8 $\mu\text{g.l}^{-1}$ aux points Concarneau large et Men er Roue. Elles sont autour de 30 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à Ouest Loscolo entre 2006 et 2009 puis entre 15 et 20 $\mu\text{g.l}^{-1}$ jusqu'à la fin de la série (Figure 78).

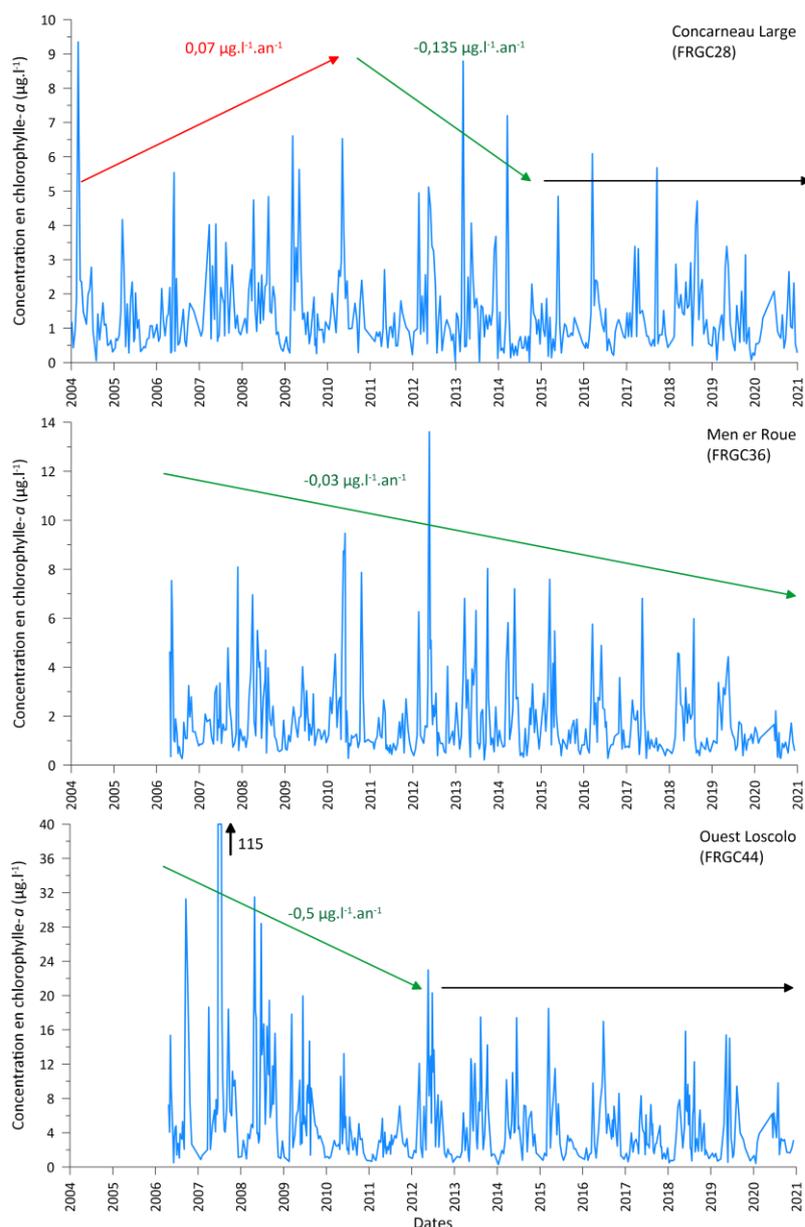


Figure 78. Variations saisonnières et pluri-annuelles de la concentration en chlorophylle-*a* (µg.l⁻¹) sur les 3 points du réseau REPHY de la SRM GdG Nord labellisés PHYTOBS. Les flèches et données en rouge montrent les tendances significatives à la hausse, les flèches et données en vert montrent les tendances significatives à la baisse et les flèches noires l'absence de tendance significative (test Mann-Kendal saisonnier significatif pour p.value > 0,05).

L'analyse de la tendance temporelle monotone sur les autres points REPHY montre globalement une absence de tendance significative et/ou des tendances significatives à la baisse des concentrations en chlorophylle-*a* (Tableau 33). Cette tendance à la baisse des concentrations en chlorophylle-*a* est un phénomène qui a été observé au cours de ces 20 dernières années (1998 à 2017) à l'échelle de la Manche Est et du Nord du Golfe de Gascogne⁹⁷.

Tableau 76. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en chlorophylle-*a* (µg.l⁻¹) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C2 dans les MEC de la SRM GdG Nord. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et - une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement (p.value > 0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance CHLA	Tendance CHLA période prod.	Debut de la série
FRGC28	Concarneau large	0	0	2004
FRGC34	Lorient 16	0	0	2007
FRGC35	Etel - Pierres noires	-	-	2007
FRGC36	Men er Roue	-	-	2006
FRGC39	Creizic	-	-	2007
FRGC42	Taillefer	0	0	2007
FRGC44	Ouest Loscolo	-	-	2006
FRGC45	Nord Dumet	0	0	2008
FRGC46	Pointe St Gildas large	0	0	2007
FRGC47	Ile d'Yeu est	0	0	2007
FRGC48	Bois de la Chaise large	0	0	2007
FRGC50	Large pointe grosse terre	0	0	2007
FRGC53	Filière w	-	0	1993

6.3.3 D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)

Cette évaluation a été réalisée à partir de 588 données de turbidité pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

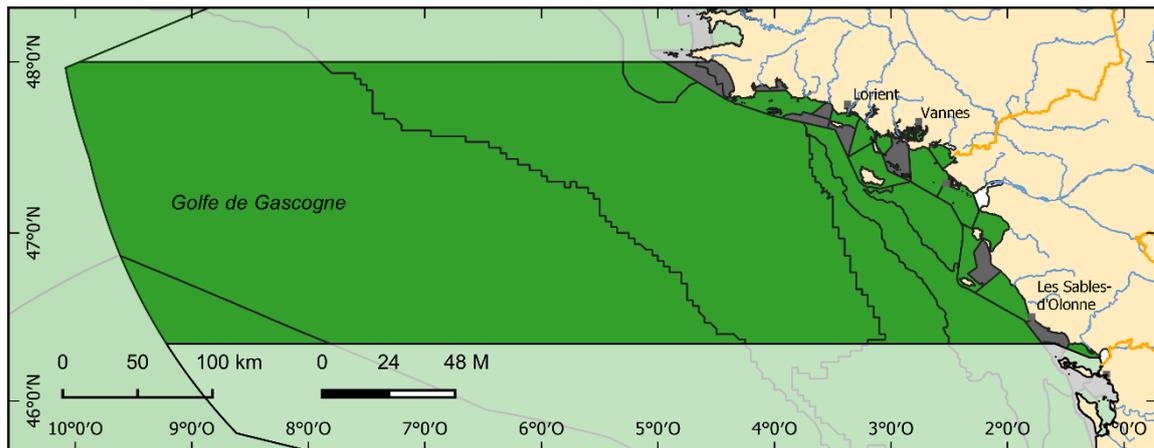
Aucune UGE côte ou large de la sous-région marine GdG Nord n'est déclassé au regard du critère D5C4 (Figure 79 et Tableau 77). Les sept UGE au large ont toutes été évaluées ainsi que treize UGE à la côte (4 159 km², soit 69 % de l'UMR côte de la SRM). A l'échelle de la SRM, dix UGE côtières n'ont pas été évaluées par manque de données (1 880 km², soit 2 % de la SRM).

Les indices confiance des toutes les UGE à la côte montrent une probabilité de 100 % d'être effectivement non déclassées.

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de la turbidité (Figure 21 et Tableau 38). L'évaluation de cet élément n'étant basé que sur des données satellite, les indices de confiance TC, SC et C sont « élevés » sauf pour les paysages marins et ATL et NOAA1 (Figure 6) où l'indice spatiale SC est « moyen » à cause de l'emprise spatiale des rasters utilisés pour alimenter l'évaluation du D5C4.

Tableau 77. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C4 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	13	0	10
	superficie (km ²)	4 159	0	1 880
	%	69	0	31
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	94 291	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	98 450	0	1 880
	%	98	0	2



Evaluation du critère D5C4 - Transparence SRM GdG Nord

- Masse d'eau non dégradée en regard de l'élément
- Masse d'eau dégradée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 79. Évaluation du critère D5C4 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données.

6.3.4 D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 283 données de concentration en oxygène au fond pour la côte (après filtrations). Pour le large, voir le Tableau 26.

A la côte, sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, douze ne sont pas dégradées au regard du critère D5C5 (3 631 km², soit 60 % de l'UMR côte) et onze n'ont pas été évaluées (2 408 km², soit 40 % de l'UMR côte) par manque de données. Aucune MED DCE n'est dégradée au regard du critère D5C5 dans la SRM GdG Nord.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

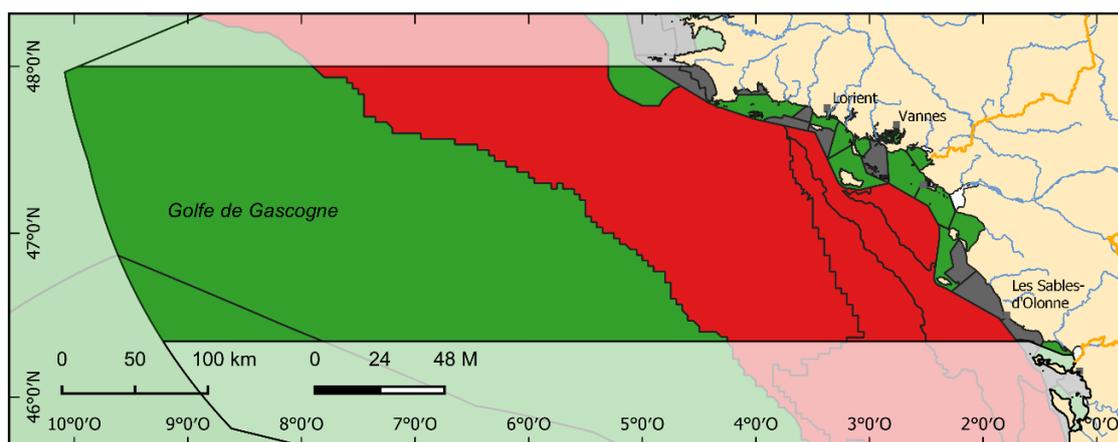
Au large, les 7 UGE ont été évaluées. Quatre paysages marins sont dégradés vis-à-vis du D5C5 (ASS, GBSW, GBCW et LPM (Figure 6), 38 979 km², soit 41 % de l'UMR large) et trois ne sont pas dégradées (55 312 km², soit 59 % de l'UMR large). Les indices de confiance spatio-temporelle (voir chapitre 3.3.2.6) sont tous « élevés » grâce à l'utilisation des données de modélisation sauf l'indice

spatiale SC qui est « faible » à « moyen » dans les paysages marins ASS, ATL et NAAO1 (Figure 6) à cause de l’emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D.

S’il n’y a pas de valeur d’indice de confiance concernant la qualité des données oxygène du modèle, celle-ci peuvent être qualifiées de « moyenne » pour les paysages marins ASS, GBSW, GBCW et LPM à dire d’expert.

Tableau 78. Nombre d’UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l’UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l’issu de l’évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	12	0	11
	superficie (km ²)	3 631	0	2 408
	%	60	0	40
UMR Large	nbre d'UGE	3	4	0
	superficie (km ²)	55 312	38 979	0
	%	59	41	0
SRM	superficie (km ²)	58 943	38 979	2 408
	%	59	39	2



Evaluation du critère D5C5 - Oxygène dissous
SRM GdG Nord

- Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément
- Masse d'eau déclassée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 80. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n’est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n’y a pas d’évaluation par manque de données.

Rappel : les résultats au large concernant l'oxygène au fond sont à prendre avec précaution⁷⁸ est doivent impérativement être validés par dire d'expert en s'appuyant sur les données supports haute fréquence et CTD des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

- Proposition (validée le 22/09/2022 par le comité local AELB¹¹⁵) de classement des UGE au large de la SRM GdG Nord selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

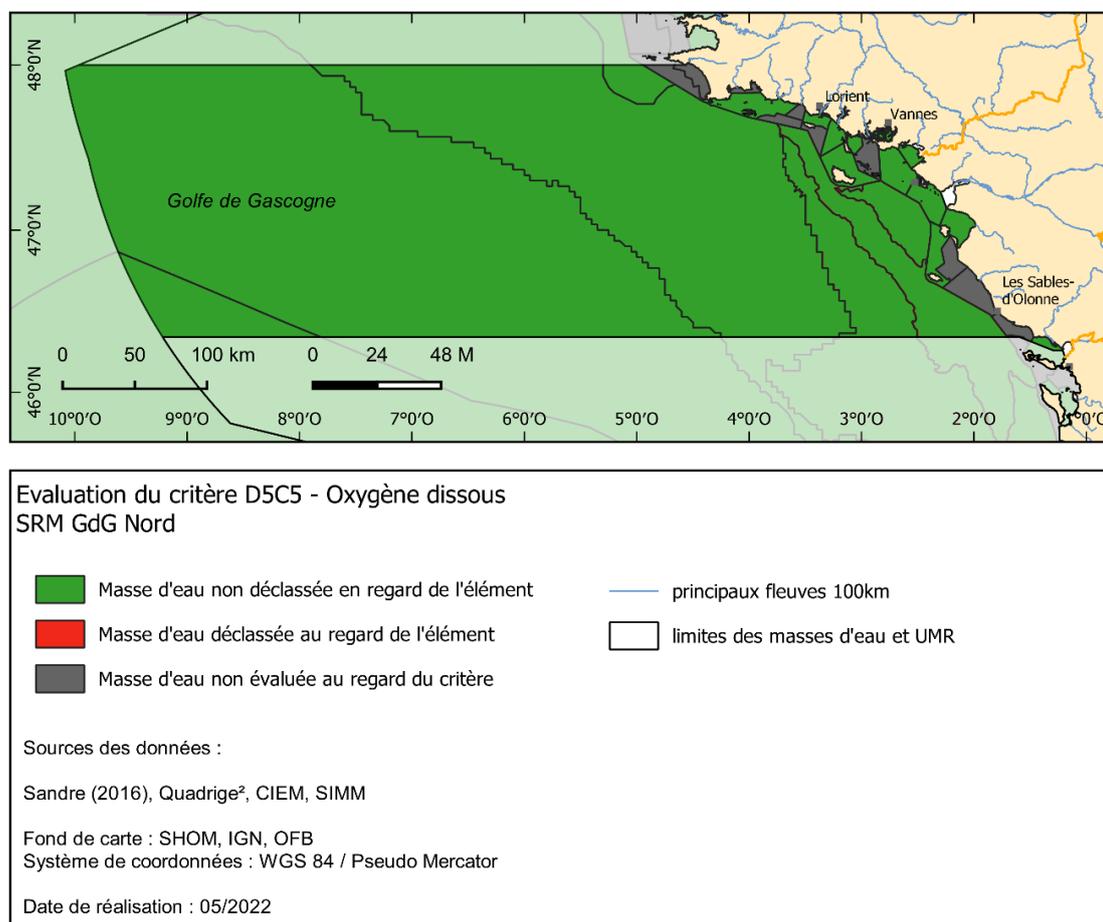


Figure 81. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord selon un avis d'expert basée sur les données *in situ* des campagnes halieutiques. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données.

Tableau 79. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques.

		Bon	Mauvais	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	12	0	11
	superficie (km ²)	3 631	0	2 408
	%	60	0	40
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	94 291	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	97 922	0	2 408
	%	98	0	2

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM GdG Nord montre une absence de tendances significatives des concentrations en oxygène dissous (Tableau 80).

Tableau 80. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en oxygène dissous au fond (mg.l^{-1}) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C5 dans les MEC de la SRM GdG Nord. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance OXY	Tendance OXY estivale	Debut de la série
FRGC28	Concarneau large	0	-	2008
FRGC34	Lorient 16	0	0	2007
FRGC35	Etel - Pierres noires	0	0	2007
FRGC42	Taillefer	0	0	2007
FRGC36	Men er Roue	0	0	2007
FRGC39	Creizic	0	0	2007
FRGC45	Nord Dumet	0	0	2008
FRGC44	Ouest Loscolo	0	0	2007
FRGC46	Pointe St Gildas large	0	0	2007
FRGC48	Bois de la Chaise large	0	0	2007
FRGC47	Ile d'Yeu est	0	0	2013
FRGC53	Filière w	0	0	2007

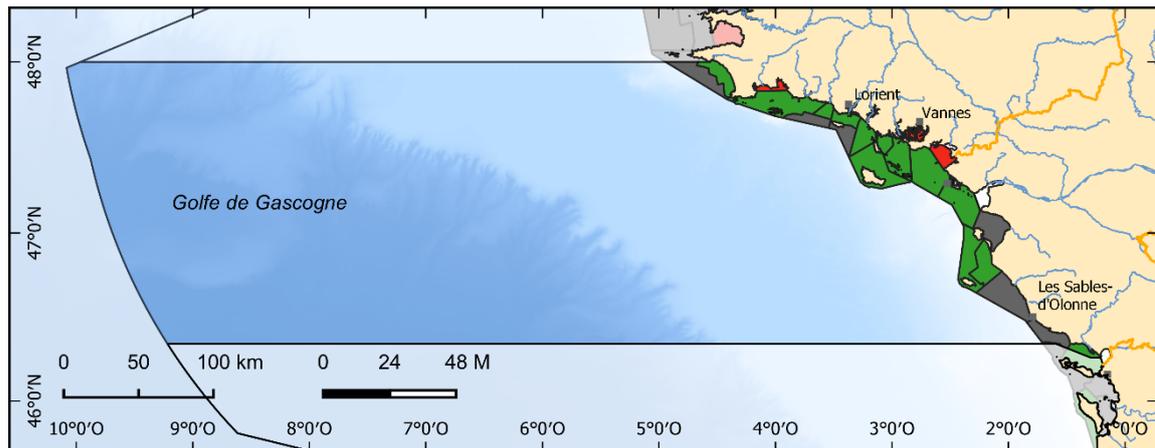
6.3.5 D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques

Au sein de la SRM GdG Nord, les types d'échouages sont de types 1, 2 et 3 (Tableau 20).

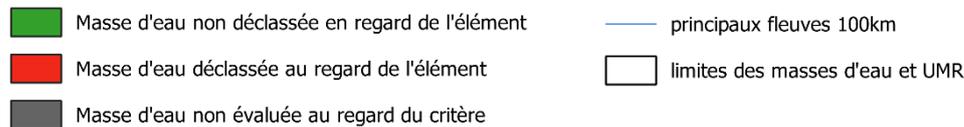
L'évaluation de l'état du critère D5C6 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, sept n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 723 km^2 , 29 % de la zone côtière de la SRM), trois sont déclassées (GC29, GC39 et GC44, 329 km^2 , 5 % de la zone côtière de la SRM) et treize ne sont pas déclassées (3 987 km^2 , 66 % de la zone côtière) vis-à-vis du critère D5C6 (Figure 82 et Tableau 81).

Tableau 81. Nombre d'UGE, surface (km^2) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
nbre d'UGE	13	3	7
UMR Côte superficie (km^2)	3 987	329	1 723
%	66	5	29



Evaluation du critère D5C6 - Macroalgues opportunistes
SRM GdG Nord



Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CEVA, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

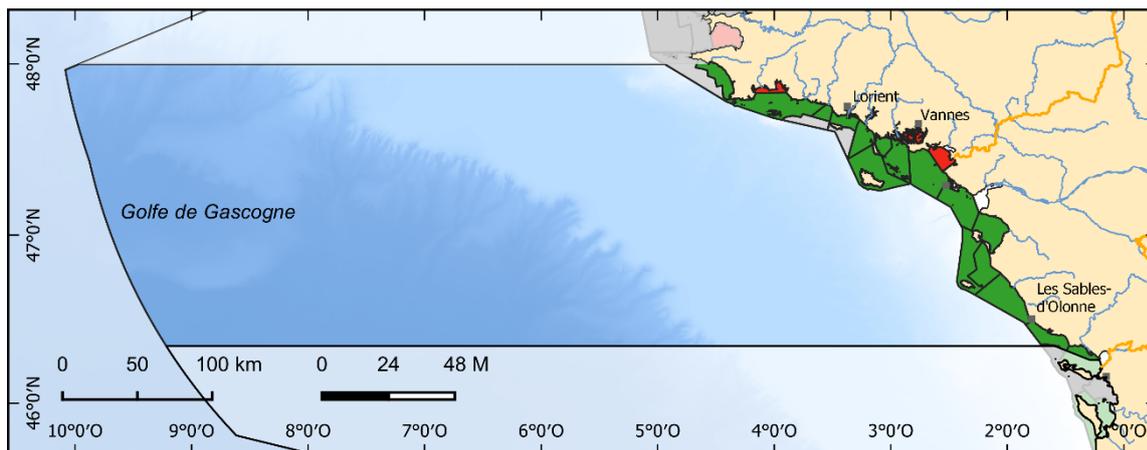
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

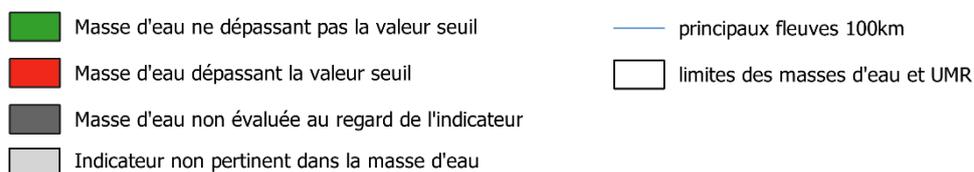
Figure 82. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Dire d'expert : Des observations existent pour les FRGC48, FRGC50 et FRGC51 mais elles s'arrêtent en 2012 ce qui explique qu'elles apparaissent comme étant non évaluées. Toutefois leur état ayant été bon lors des évaluations précédentes, elles peuvent être reclassées en bon état à dire d'expert DCE.

- Proposition de classement de l'indicateur macroalgues opportunistes dans les MEC DCE de la SRM Gdg Nord selon l'expertise locale.



**Evaluation du critère D5C6 - Indicateur bloom de macroalgues opportunistes
SRM GdG Nord**



Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM, CEVA

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 02/2023

Figure 83. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord après prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de pertinence de l'indicateur.

Tableau 82. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM Nord après prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent
nbre d'UGE	16	3	4
UMR Côte superficie (km ²)	5 080	329	630
%	84	5	10,4

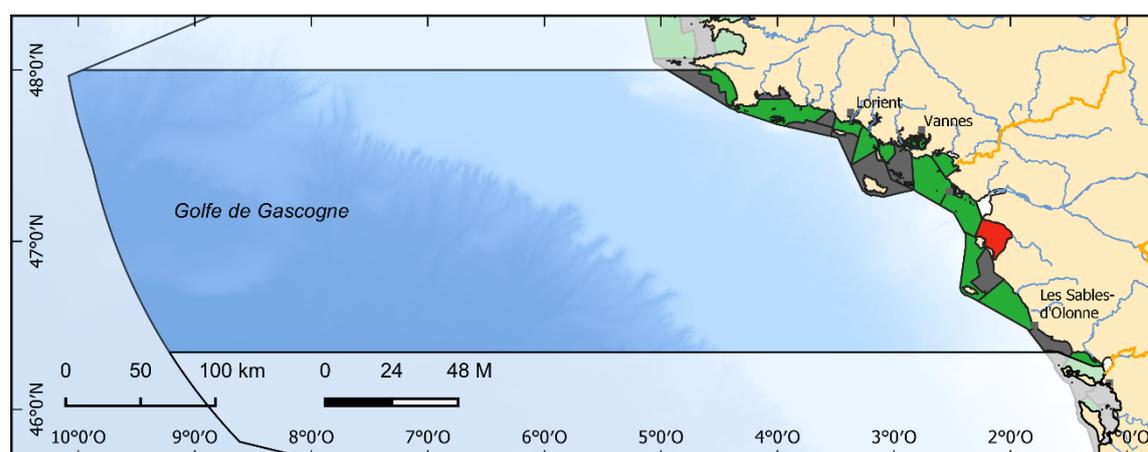
6.3.6 D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques

6.3.6.1 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, dix n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (2 151 km², 36 % de la zone côtière de la SRM) et douze ne sont pas déclassées (3 552 km², 59 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 84 et Tableau 83). Une seule MEC, la FRGC48 (Baie de Bourgneuf), est déclassée au regard de cet élément dans la SRM GdG Nord (336 km², soit 6 % de l'UMR côte de la SRM).

Tableau 83. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
nbre d'UGE	12	1	10
UMR Côte superficie (km ²)	3 552	336	2 151
%	59	6	36



Evaluation du critère D5C7 - Macroalgues pérennes en zones intertidales (CCO)
SRM GdG Nord

- Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément
- Masse d'eau déclassée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

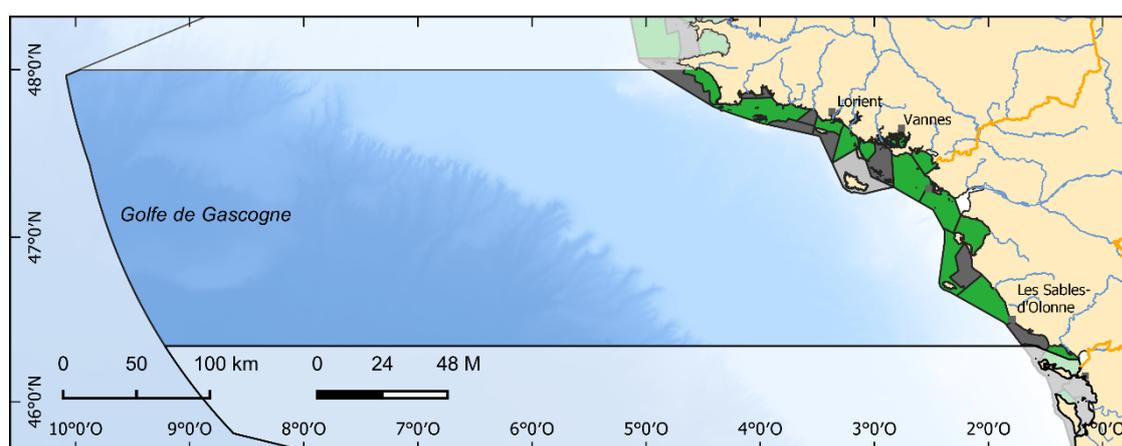
Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

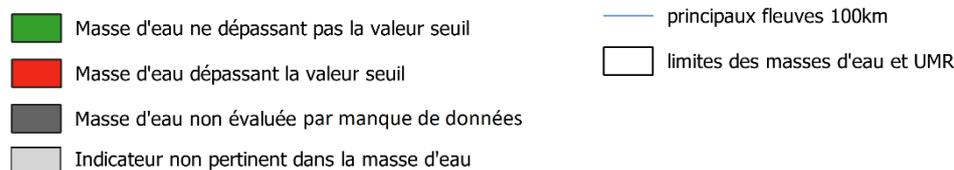
Date de réalisation : 05/2022

Figure 84. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Dire d'expert : Sur la Baie de Bourgneuf (MEC FRGC48), l'état moyen des macroalgues intertidales résulte d'une défaillance de la station de suivi qui n'avait pas toutes les ceintures algales requises (disparues au cours du temps). Un site alternatif a donc été recherché pour évaluer les ceintures de haut niveau. La station est maintenant composée de deux sites différents : un site pour les ceintures algales de bas niveau et un site pour les ceintures de haut niveau. Les suivis y ont été réalisés depuis 2020, et les résultats 2020 et 2021 sont disponibles. Ils donnent un état des eaux « bon » pour ce paramètre. Le comité local d'évaluation AELB du 22/09/2022¹¹⁵ préconise ainsi le reclassement de cette MEC en bon état vis-à-vis de cet indicateur.



Evaluation du critère D5C7 - Indicateur macroalgues pérennes de substrat dur en zone intertidale méditerranéenne
SRM GdG Nord



Sources des données :

Sandre (2016), Quadrigè², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 02/2023

Figure 85. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 84. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issue de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	13	0	1	9
UMR Côte superficie (km ²)	3 888	0	495	1 656
%	64	0	8	27

6.3.6.2 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, neuf n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (1 776 km², 29 % de la zone côtière), douze ne sont pas déclassées (4 100 km², 68 % de la zone côtière) et deux sont déclassées vis-à-vis de cet élément (164 km² dont 11 km² de la FRGC52 et 153 km² de la FRGC44, 3 % de la zone côtière) (Figure 86 et Tableau 85).

Dire d'expert : la dégradation de la FRGC52 est due au positionnement de cette masse d'eau côtière en limite sud de répartition des macroalgues (eaux trop chaudes pour la laminaire *Laminaria borealis*), et donc à une variabilité inter-annuelle naturelle. Elle a été écartée du RCS car non représentative, mais elle est maintenue en raison de son intérêt scientifique. Les comités locaux d'évaluation AELB et AEAG du 22/09/2022¹¹⁵ et 28/09/2022¹¹⁹ respectivement l'ont ainsi reclassé en non évaluée vis-à-vis de l'eutrophisation.

Tableau 85. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	12	2	9
	superficie (km ²)	4 100	164	1 776
	%	68	3	29

¹¹⁹ Lamouroux Méлина, Coupe Elodie (2022). Compte rendu du comité local DCE-DCSMM Adour-Garonne. Consolidation de l'état des eaux pour le descripteur D5 Eutrophisation. <https://doi.org/10.13155/93602>

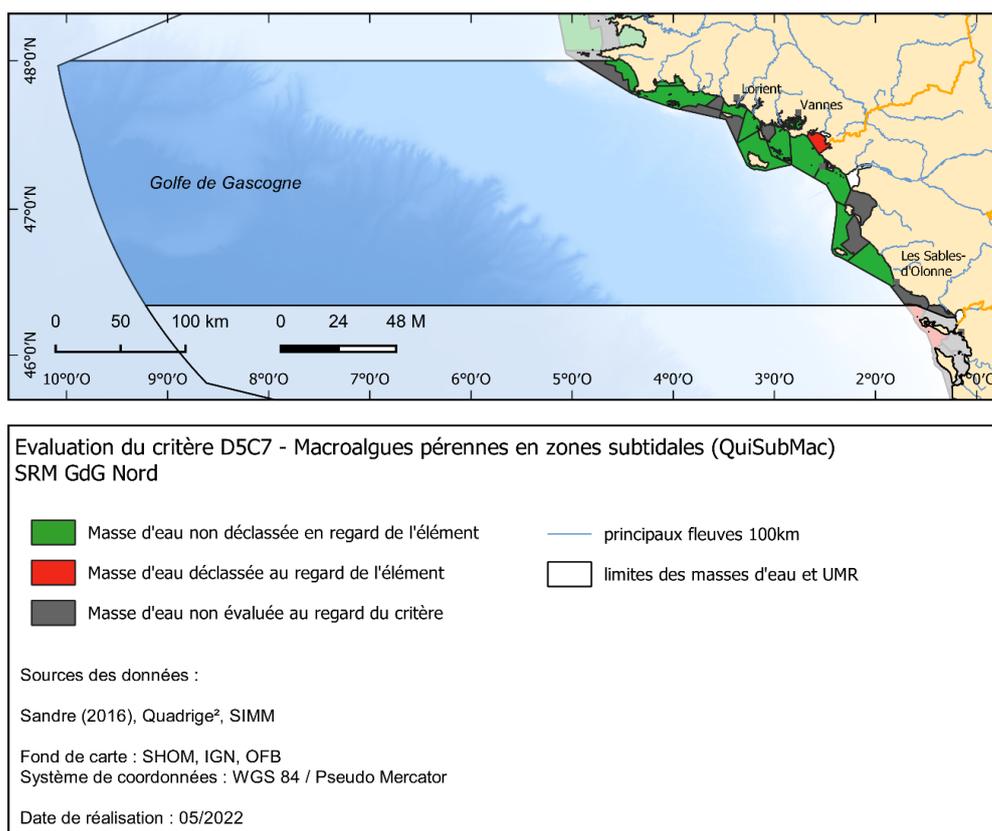
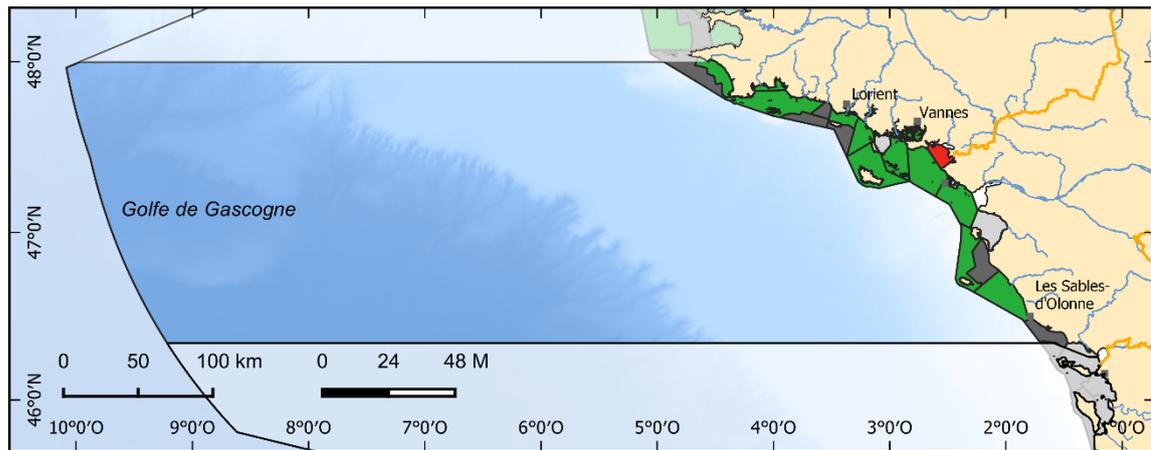


Figure 86. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

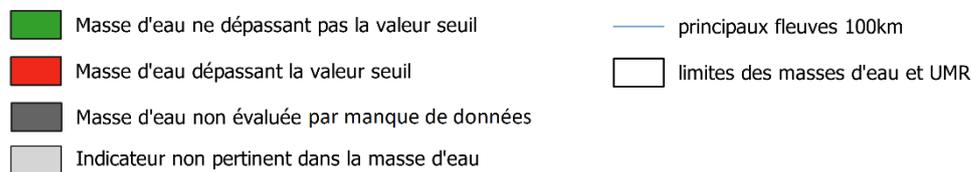
- Proposition (validée le 22/09/2022 par le comité local AELB¹¹⁵) de classement de l'indicateur Macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales dans les MEC DCE de la SRM GdG Nord selon l'expertise locale.

Tableau 86. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issue de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
	nbre d'UGE	12	1	4	6
UMR Côte	superficie (km ²)	4 100	153	550	1237
	%	68	3	9	20



Evaluation du critère D5C7 - Indicateur macroalgues pérennes de substrat dur en zone subtidale SRM GdG Nord



Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 03/2023

Figure 87. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation parce que l'élément a été jugé non pertinent ou par manque de données.

6.3.6.3 Herbiers de phanérogames

L'évaluation de l'état de l'élément herbiers de zostères subtidales et intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, dix-neuf n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence de l'indicateur (4 874 km², 81 % de la zone côtière) et quatre ne sont pas déclassées (1 165 km², 19 % de la zone côtière). Aucune MEC n'est déclassée au vis-à-vis de cet élément (Figure 88 et Tableau 87).

Tableau 87. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidales et intertidales à l'issue de l'évaluation DCSSM.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	4	0	10	9
UMR Côte superficie (km ²)	1 165	0	3 218	1 656
%	19	0	53	27

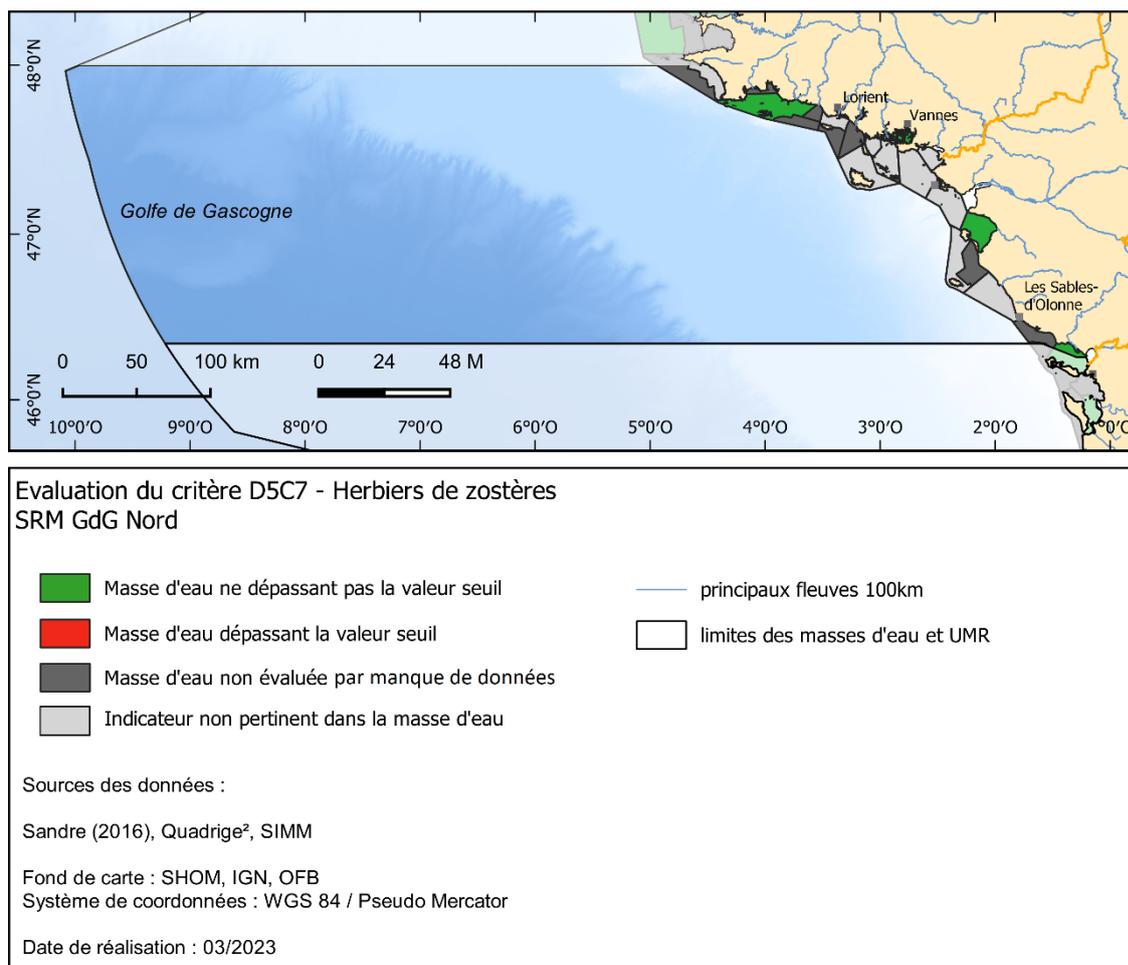


Figure 88. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

6.3.6.4 Le critère D5C7

L'évaluation de l'état du critère D5C7 est le résultat de l'intégration par OAO de l'évaluation des trois précédents éléments avec prise en compte e l'expertise locale. Elle n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, sept n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données ou de pertinence des indicateurs vis-à-vis de l'eutrophisation (1 248 km², 21 % de la zone côtière de la SRM), quinze ne sont pas déclassées (4 638 km², 77 % de la zone côtière de la SRM) et une est déclassées vis-à-vis de ce critère (la FRGC44 soit 153 km², 37 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 89 et Tableau 88).

Tableau 88. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C7 à l'issue de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

		Bon	Mauvais	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	15	1	7
	superficie (km ²)	4 638	153	1 248
	%	77	3	21

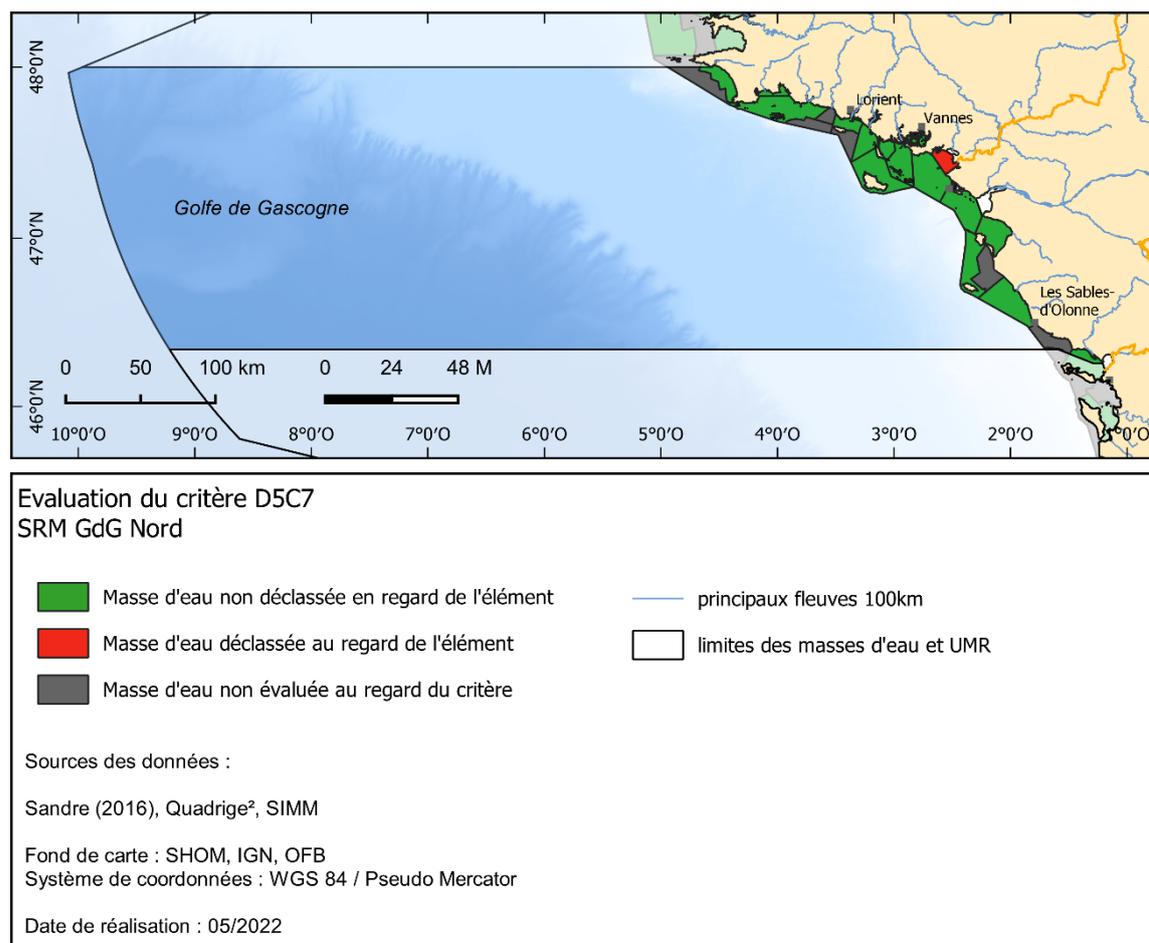


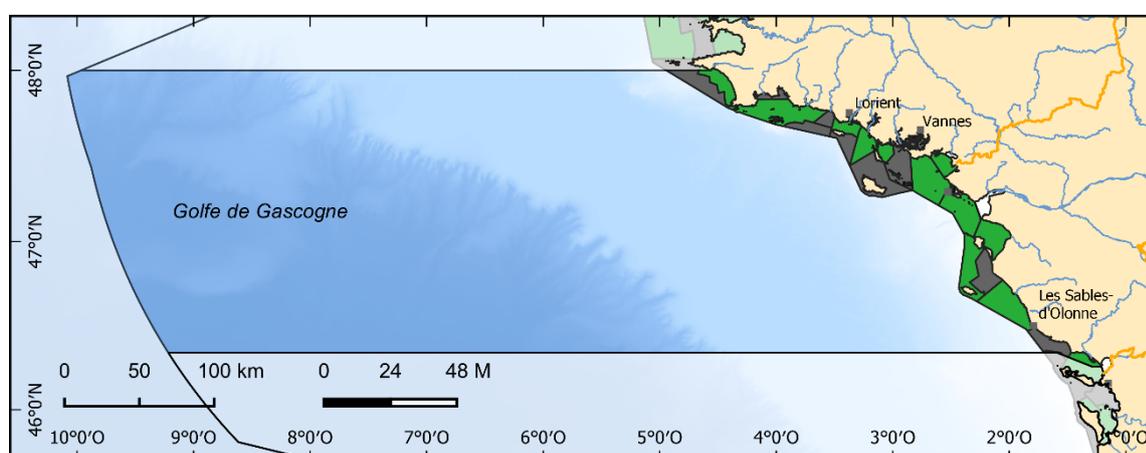
Figure 89. Évaluation du critère D5C7 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

6.3.7 D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques

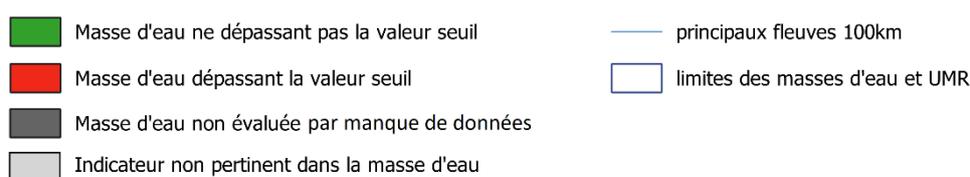
L'évaluation de l'état du critère D5C8 n'a été réalisée qu'à la côte puisque le calcul de l'indicateur M-AMBI est moins pertinent pour l'UMR large (pas de site de référence, étendues géographiques des paysages marins trop importantes). Sur les vingt-trois MEC de la SRM GdG Nord, onze n'ont pas été évaluées numériquement par manque de données (2 255 km², 37 % de la zone côtière de la SRM) et douze ne sont pas déclassées (3 784 km², 63 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 90 et Tableau 89). Aucune MEC n'est déclassée vis-à-vis de ce critère dans la SRM GdG Nord.

Tableau 89. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C8 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
nbre d'UGE	12	0	11
UMR Côte superficie (km ²)	3 784	0	2 255
%	63	0	37



Evaluation du critère D5C8 - Communautés de macrofaune des habitats benthiques
SRM GdG Nord



Sources des données :

Sandre (2016), Quadriges²

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 90. Évaluation du critère D5C8 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

6.3.8 Evaluation du BEE

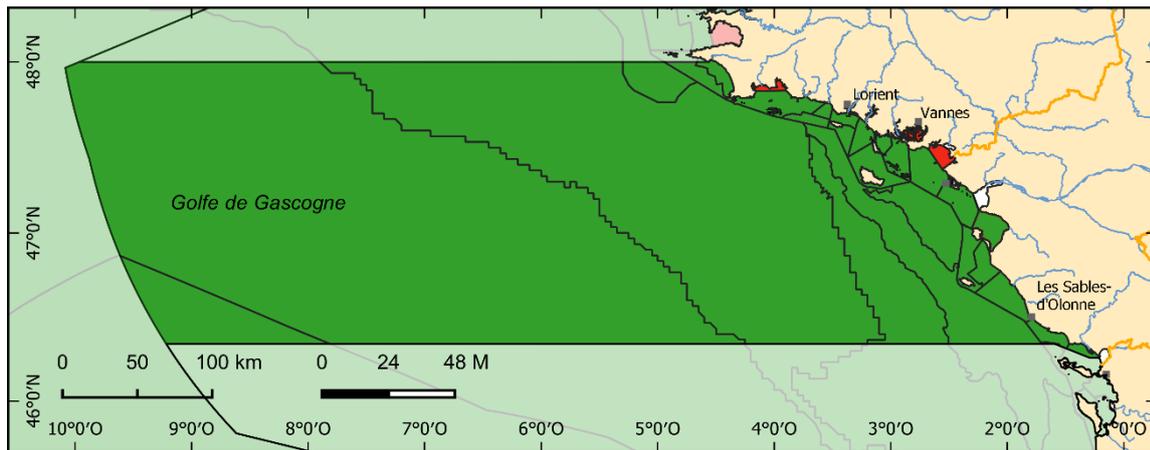
L'évaluation de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 est obtenue en intégrant les résultats d'évaluation de chaque critère, après dire d'expert, présenté dans le chapitre précédent. Pour la zone côtière, l'intégration par la méthode OOAo montre que trois MEC DCE n'atteignent pas le BEE (329 km², soit 5 % de l'UMR côtière de la SRM GdG Nord) (Tableau 90), ces MEC sont situées dans des baies : baie de Vilaine, baie de Concarneau et golfe du Morbihan (Figure 91). Les vingt autres MEC DCE atteignent le BEE (5 710 km², soit 95 % de l'UMR côtière). Au large la méthode d'intégration OSPAR montre que les 7 paysages marins atteignent le BEE. A l'échelle de la SRM, moins de 1 % de la superficie n'atteint pas le BEE.

Tableau 90. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR de la sous-région marine GdG Nord dans les différents états écologiques à l'issue de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5 avec prise en compte de l'expertise locale.

		BEE	Non BEE	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	20	3	0
	superficie (km ²)	5 710	329	0
	%	95	5	0
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	94 291	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	100 001	329	0
	%	100	0,3	0

La confiance dans les résultats de l'évaluation du BEE est élevée à la côte ; aucun critère déclassant à lui seule une masse d'eau (via l'intégration OOAo) possède un indice de confiance faible (Tableau 91). Il faut également prendre en compte le nombre de critère considéré pour évaluer le BEE qui est très variable en fonction de la MEC : d'un seul critère pour la FRGC33 à sept critères (sur sept) pour la FRGC44. Plus une MEC sera évaluée avec un nombre important de critères (et surtout les primaires), plus son évaluation sera robuste.

Au large, la confiance C est également « élevée » dans tous les paysages marins grâce à l'utilisation des données satellite et de modélisation.



**Evaluation du descripteur 5
SRM GdG Nord**

- | | |
|---|--|
| UGE atteignant le BEE | principaux fleuves 100km |
| UGE n'atteignant pas le BEE | limites des masses d'eau et UMR |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², CIEM, CEVA, SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 91. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE et en rouge où il n'atteint pas le BEE.

6.4 Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle

Avant toute comparaison des résultats des évaluations obtenues entre le second et le troisième cycle il convient de rappeler les évolutions méthodologiques qui peuvent être à l'origine de ces changements.

6.4.1 Evolution méthodologique à la côte

Au niveau côtier, la méthodologie et les sources de données restent globalement les mêmes que lors du second cycle et très proches de ce qui est appliqué pour la DCE.

On peut toutefois noter quelques changements :

- Le découpage des MEC entre deux SRM : au second cycle les MEC étaient intégrées à 100% dans la SRM où elles présentaient le plus de superficie alors que pour le troisième cycle les MEC sont divisées entre les deux SRM. Pour la SRM GdG Nord, ce changement réduit la superficie de l'UMR côtière de 189 km² en supprimant une partie des MEC FRGC24 et FRGC26. Ceci est plutôt négligeable en terme de superficie à l'échelle de la SRM et n'ajoute pas de MEC par rapport au 2^e cycle. L'impact de ce changement méthodologique peut donc être qualifié de mineur.
- Le seuil utilisé pour l'indicateur NID33 du D5C1 est passé d'un seuil unique à 29 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ au second cycle pour l'ensemble des MEC de la façade Atlantique-Manche-mer du Nord (à cause du nombre limité de séries de données suffisamment longues à l'époque) à 2 seuils, 29 et 33 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, au troisième cycle. Le Tableau 91 montre que ce changement de seuil a un impact sur l'évaluation du D5C1 puisqu'à l'échelle de la SRM GdG Nord 2 MEC auraient été déclassées avec le seuil unique, ce qui représente 110 km² (2 % de la superficie de l'UMR côte). L'impact de ce changement méthodologique peut donc être qualifié de modéré pour la SRM GdG Nord.
- La méthode d'intégration des critères à l'échelle du descripteur; le passage d'une méthode d'intégration prenant en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation (pondération en fonction du niveau primaire ou secondaire du critère) à une méthode OAO plus direct tend à dégrader les résultats de l'évaluation¹²⁰. Ainsi, deux MEC auraient atteint le BEE en intégrant les critères avec la méthode 2018 (Tableau 91). Pour la SRM GdG Nord ce changement n'a eu aucun impact sur l'évaluation (Tableau 91).
- La prise en compte de l'indicateur M-AMBI pour le D5C8, alors que ce critère n'avait pas été évalué au 2^e cycle. Cet indicateur n'étant déclassé dans aucune masse d'eau côtière de la SRM GdG Nord, son utilisation n'a pas eu d'impact par rapport à l'évaluation du second cycle.
- Une meilleure prise en compte du dire d'expert dans le processus d'évaluation (notamment avec la mise en place de comités locaux dont les compte-rendu sont relativement proche des « fiches experts » proposées initialement par les RT D5). Dans la SRM GdG Nord, l'intervention du dire d'expert a eu un impact sur les indicateurs du critère 7 avec comme conséquence l'atteinte du BEE par deux MEC DCE qui aurait été déclassé dans le cas contraire (références (4) du Tableau 91). Le dire d'expert a également permis d'évaluer des masses d'eau n'ayant pas ou pas suffisamment de données de suivi (références (3) du Tableau 91), même si cela n'a eu aucune conséquence sur le classement des masses d'eau en BEE ou non BEE. L'impact de ce changement sur l'évaluation peut être qualifié de modéré dans la SRM GdG Nord.

¹²⁰ Des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante : OAO > OSPAR > 2018.

6.4.2 Evolution méthodologique au large

Les évolutions méthodologiques entre le second et le troisième cycle sont très nombreuses au large (les sources de données sont similaires). La COMP4 a fortement évolué par rapport à la COMP3 grâce aux travaux réalisés dans les groupes OSPAR, ICG-EUT, ICG-EMO :

- Les UGE sont passés des mailles aux paysages marins : ce changement pourrait avoir un impact assez important puisqu'il a tendance à lisser l'information du fait de la très grande superficie pris en compte. Toutefois, l'application des grilles 2018 au-dessus des paysages marin permet d'affiner l'évaluation COMP4 mais également de voir l'effet de ce passage d'échelle (Figure 92). Pour le paysages marin ASS (Figure 6), il n'y qu'une dégradation du BEE due au critère D5C2 à une échelle très locale et qui ne représente que 14 km². L'utilisation de ces paysages marin est compréhensible au regard de l'échelle d'évaluation OSPAR qui est le Nord Est de l'Atlantique (incluant la Manche et la Mer du Nord) tout comme celle de la DCSMM qui est l'ensemble des ZEE des pays européens. Toutefois, en complément de ces résultats à large échelle, l'application des grilles est particulièrement intéressante pour observer des phénomènes beaucoup plus localisés et répondre aux questionnement/problématiques des gestionnaires locaux ; le détail des résultats par critère au travers de ces mailles est donné en annexe 14.2.
- Les seuils et les métriques ont été définis et harmonisés à l'échelle de la zone OSPAR. Ces métriques ne sont plus les mêmes que lors du second cycle (normalisation NID vs NID33, moyenne chlorophylle-*a* vs P90 chlorophylle-*a*, P5 oxygène vs P10 oxygène) mais ils sont associés à des seuils calculer pour ces métriques à l'échelle des paysages marin. Au final, l'impact de ces changements est difficile à estimer dans leur ensemble (comparer les résultats obtenus avec les seuils second cycle dans les paysages marins et les seuils troisième cycle dans les grilles seules n'aurait pas beaucoup de sens), mais à la vue des résultats COMP4 affinés (Figure 92), assez proches des résultats du second cycle, on peut émettre l'hypothèse qu'il est assez limité (sauf pour l'oxygène, voir commentaires précédents).
- La méthode d'intégration a également évolué passant d'une méthode pondérée par le niveau primaire ou secondaire du critère en 2018 à une intégration mélangeant moyenne par catégorie et OOA en excluant les nutriments. L'impact de ce changement peut être important sur la classification du descripteur¹⁰¹.

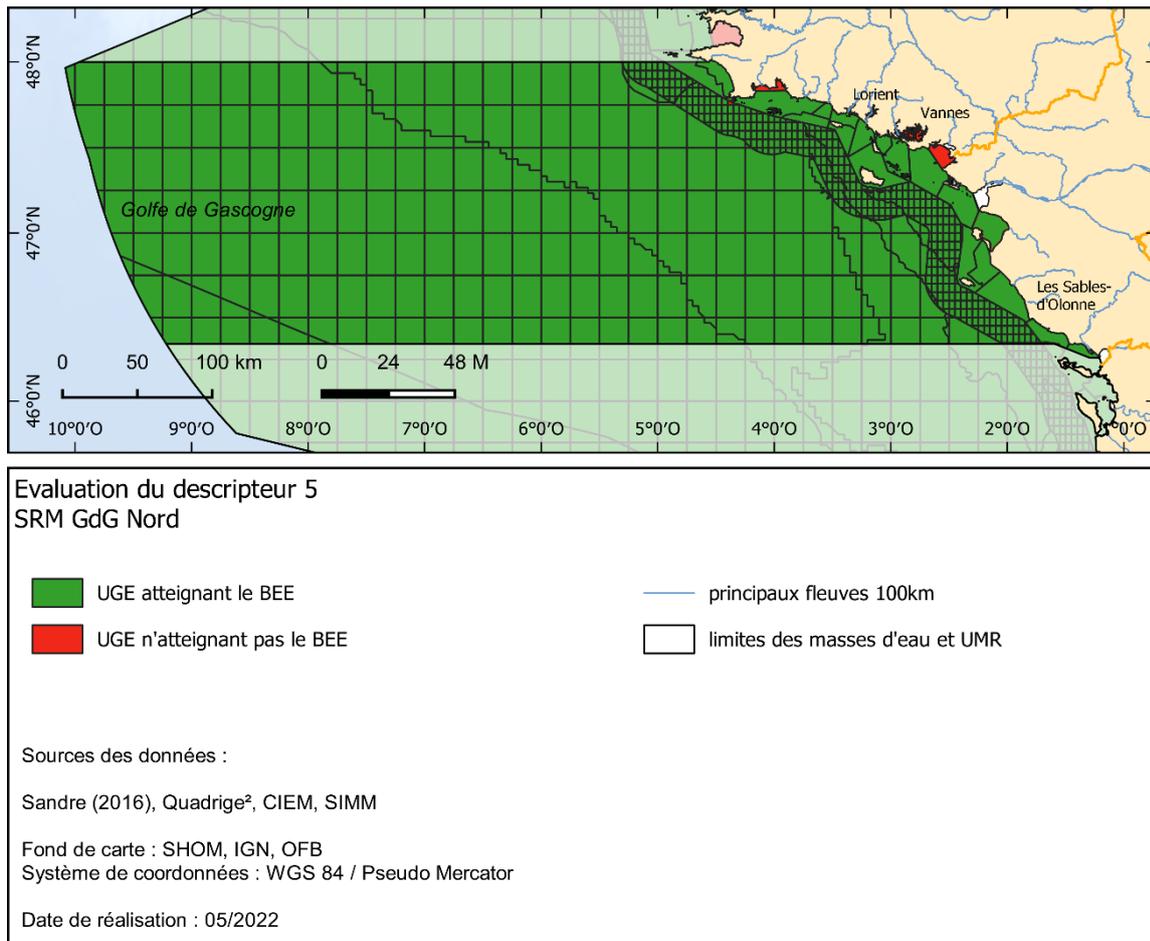


Figure 92. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE et en rouge où il n'atteint pas le BEE. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins OSPAR. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

6.4.3 Evolution des résultats d'évaluation

6.4.3.1 A la côte

Au niveau côtier, l'état de l'ensemble des critères D5C2 à D5C5 semble avoir assez peu évolué (Tableau 91). Une MEC supplémentaire est déclassée au regard du D5C6 (FRGC44) et une autre est maintenant classée en bon état (la FRGC32). Les classements au regard du D5C7 sont plus difficiles à comparer entre les 2 cycles car ils n'intégraient pas le dire d'expert au 2^e cycle. L'élément NID du critère D5C1 s'est « artificiellement » amélioré avec l'utilisation d'un seuil moins déclassant (FRGC53).

A la vue des évolutions méthodologiques entre le 2^e et 3^e cycle (voir chapitre 6.4.1), une comparaison directe de l'évolution du bon état écologique entre les deux cycles est peu pertinente. Cette comparaison montre une stabilité globale du bon état écologique par rapport au cycle précédent, la SRM GdG Nord restant à trois MEC déclassées et les superficies passant de 261 km² (soit 4 % de l'UMR côtière de la SRM) à 329 km² (soit 5 % de l'UMR côtière de la SRM) (Tableau 91). Toutefois, en extrapolant les résultats issus de l'évaluation du 2^e cycle au travers de la méthodologie du 3^e cycle (référence (5) dans le Tableau 91 : 2 seuils NID et intégration OAO, et en excluant le D5C7 par manque de dire d'expert au 2^e cycle), il est possible d'estimer une

superficie n'atteignant pas le BEE de 413 km² au 2^e cycle (7 % de la superficie de l'UMR côte, 4 MEC). Cette valeur plus facilement comparable à celle du cycle 3, montre une très légère amélioration entre les 2 cycles avec le passage d'une MEC de non BEE à BEE (GC32).

6.4.3.2 A large

Au large, l'état du descripteur 5 semble être stable depuis l'évaluation du second cycle puisque la quasi-totalité de l'UMR (plus de 99 %) atteignait déjà le BEE. L'utilisation de mailles superposées aux paysages marins ne change pas ce constat (Tableau 92).

Au niveau des critères et/ou éléments on observe toutefois des évolutions (Tableau 92) ; le D5C5 s'est largement dégradé (passage de 0 km² à 38 979 km²) mais cela est dû à l'utilisation d'un seuil beaucoup plus dégradant (3 mg.l⁻¹ au 2^e cycle vs 6 mg.l⁻¹ au 3^e cycle), des essais de calcul des métriques selon les méthodes utilisées au 2^e cycle (seuils, UGE) sur les données 2015-2020 ne montrent pas de dégradation dans cette zone (annexe 14.7) et une expertise basée sur les profils CTD mesurées lors des campagnes halieutiques ne montre pas non plus de valeurs sous le seuil OSPAR (voir §11.1.2) ; il est ainsi tout à fait pertinent de considérer l'évaluation de ce critère à dire d'expert qui ne montre aucun déclassement au large. Pour l'élément NID du D5C1 si l'état semble s'améliorer en regardant les résultats du 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (passage de 764 km² pour l'ensemble du GdG à 0 km² pour la SRM GdG Nord), il semble plutôt se dégrader en regardant à l'échelle des mailles superposées (1 432 km²). Une amélioration est observée concernant l'élément PID du D5C1. Il n'y a pas ou peu d'évolution concernant les critères D5C2 et D5C4.

Tableau 92. Superficie en km² de l'UMR large déclassée ou n'atteignant pas le BEE dans la SRM GdG Nord au regard des différents critères et du descripteur 5 au 2^e cycle (I) et au 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (II) et des mailles (II-M).

	GdG Nord		
	I	II	II-M
D5C1_N	764*	0	1 432
D5C1_P	2164*	0	0
D5C2	117*	0	14
D5C4	0	0	0
D5C5	0	38 979	26 693
D5	287*	0	14

* surface pour GdG Nord et Sud

6.5 Sources de pressions

6.5.1 Flux en nutriments des cours d'eau

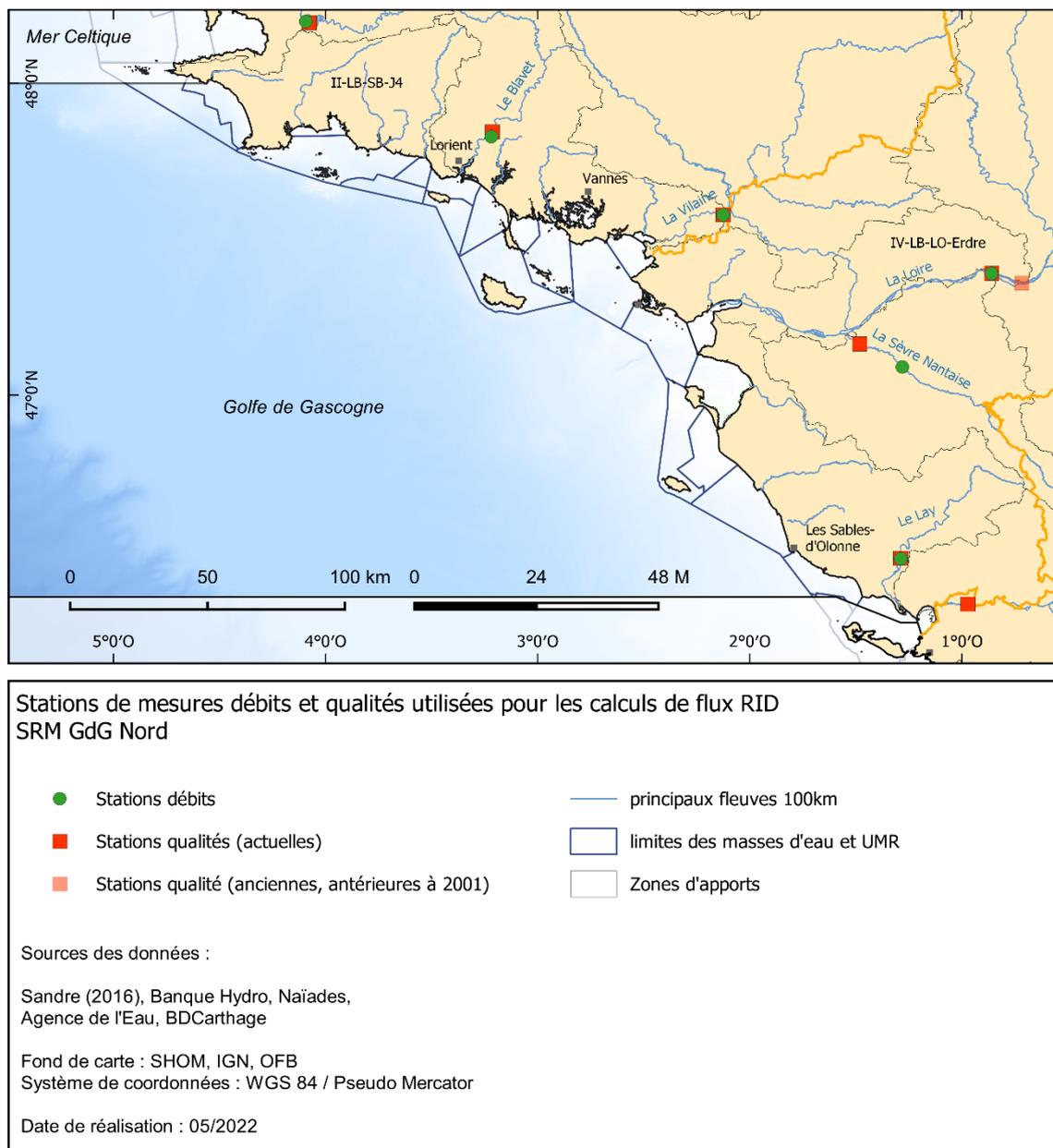


Figure 93. Carte des points de mesures de débit (ronds verts) et de concentration en nutriments (carrés rouges) de certains fleuves (nommés sur la carte) se déversant dans la SRM GdG Nord. Les zones d'apports drainés par ces cours d'eau sont délimités en gris (ne sont nommés que les zones d'apport diffus).

La principale source de pression à l'origine des processus d'eutrophisation en nutriments provient des cours d'eau se jetant dans la mer et drainant les nutriments en excès provenant des activités anthropiques présentes dans son secteur hydrographique tels que l'agriculture, les usages industriels et urbains, le traitement et l'élimination des déchets (tels que cités dans le tableau 2b de l'annexe III de la Décision 2017/845/EU).

Pour la SRM GdG Nord, l'évaluation des apports fluviaux est basée sur un découpage en 7 zones d'apports stable dans le temps (Figure 93). Ces zones ont été définies sur la base de critères hydrographiques à l'aide de la BD CARTHAGE®, afin qu'elles soient hydrologiquement indépendantes les unes des autres et homogènes.

Dans ces zones d'apport, les flux de nutriments sont quantifiés à partir (i) de mesures de concentrations en nutriments effectuées sur cinq stations « qualité » dans les cours d'eau (carrés rouges sur la Figure 93), de 6 à 24 fois par an par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) et bancarisées dans la base de données Naiades¹⁰², et (ii) de mesures de débits journalières sur ces mêmes cours d'eau (points verts sur la Figure 93 : cinq stations « débits ») effectuées par la DREAL entre 1990 et 2019 et bancarisées dans la base de données Hydro¹⁰³. Le calcul de flux est ensuite réalisé par le SDeS dans le cadre de la Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) d'OSPAR¹⁰⁴, via l'utilisation du logiciel de calcul de flux RTrend®.

On distingue les rivières principales, cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; les cours d'eau secondaires, dits « tributaires » ; les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant. Les flux des zones d'apport diffus et des cours d'eau non suivis sont estimés à partir d'une zone présentant des caractéristiques d'occupation du sol comparables et pour laquelle les flux sont quantifiés.

Les données rapportées chaque année dans le cadre de l'étude RID sont évaluées et publiées par OSPAR dans des rapports annuels sur les données RID¹⁰⁵.

6.5.1.1 Apports en azote

A l'échelle de la SRM GdG Nord, les flux cumulés en nitrate fluctuent fortement d'une année à l'autre entre 60 kT pour l'année 2017 et 315 kT pour l'année 1994, la Loire contribuant à plus de 60 % des apports dans la SRM (Figure 94). Les tests non paramétriques Man-Kendall saisonnier effectués sur les séries temporelles de flux cumulés en nitrate à l'échelle de la SRM ne montrent pas de tendance significative (1990-2019) (Tableau 93).

Néanmoins, des disparités existent selon le cours d'eau considéré. Les flux en nitrate ne montrent pas de tendance significative quel que soit le cours d'eau (Tableau 93). Les flux en ammonium augmentent significativement uniquement dans le Lay, diminuent dans la Loire et le Blavet et restent stables dans la Vilaine. Concernant les flux d'azote total, ceux-ci augmentent significativement dans le Blavet et à l'échelle de la SRM.

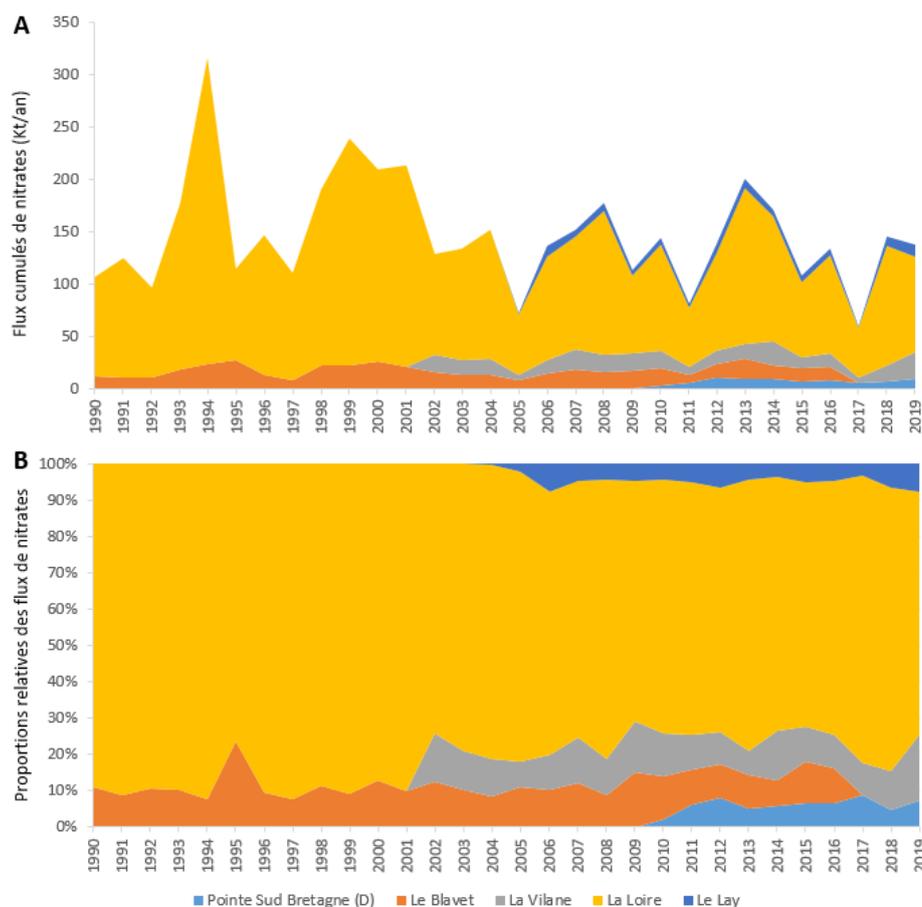


Figure 94. A. Évolution pluri-annuelle des flux en nitrate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM GdG Nord entre 1990 et 2019. Les flux de la Loire sont calculés à partir des données mesurées sur la Loire, la Sèvre Nantaise et l'Erdre (diffus).

6.5.1.2 Apports en phosphate

Les flux cumulés en orthophosphate montrent une diminution significative à l'échelle de la SRM GdG Nord avec des valeurs pouvant dépasser 4 kT/an dans les années 90 pour arriver à des valeurs inférieures à 2 kT/an après 2005 (Figure 95 et Tableau 93). La Loire reste le plus gros contributeur de la SRM avec plus de 80 % des flux en orthophosphate (Figure 95) et c'est le seul cours d'eau montrant une tendance significative à la baisse (Tableau 93).

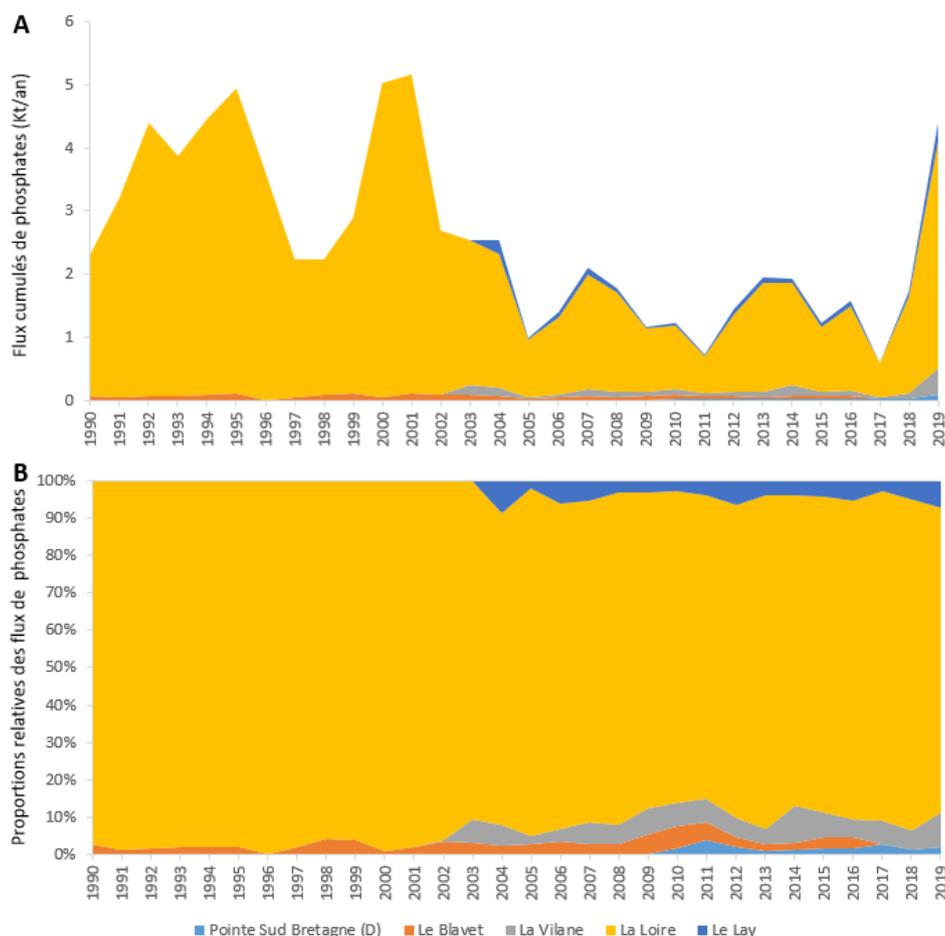


Figure 95. A. Évolution pluri-annuelle des flux en orthophosphate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en orthophosphate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM GdG Nord entre 1990 et 2019. Les flux de la Loire sont calculés à partir des données mesurées sur la Loire, la Sèvre Nantaise et l'Erdre (diffus).

6.5.1.3 Discussion autour des apports des cours d'eau

Ces résultats montrent que les mesures de réduction des phosphates mises en place dans les années 90 ont très bien fonctionnées. Ils montrent également que des efforts restent à faire sur les apports en azote. Des travaux avaient été menés dans le cadre du chantier Objectif Environnementaux du second cycle de la DCSMM afin d'estimer le pourcentage d'abattement qu'il faudrait appliquer aux concentrations en nutriments dans ces cours d'eau pour aboutir à une diminution du phénomène d'eutrophisation en mer¹⁰⁶. Ce travail, fait en collaboration avec Actimar via des outils de modélisation, prenait en compte la biodisponibilité des nutriments par le phytoplancton, les concentrations en chlorophylle-*a* en mer compatible avec un bon état écologique, l'advection des nutriments en mer mais également le « coût » relatif aux abattements proportionnellement à la surface des bassins versants.

Cette relation coût/diminution des apports est justement approfondie dans le projet NUTS-STEauRY financé par l'OFB. Ce projet, porté par Sorbonne Université, vise à coupler différents modèles depuis l'utilisation des sols (modèle GRAFS), les flux dans les cours d'eau (RIVERSTRAHLER¹⁰⁷) et les échanges au niveau des estuaires (modèle C-GEM¹⁰⁸) sans toutefois

faire de couplage avec un modèle « marin » comme ECO-MARS3D. Ce projet prend ainsi en compte une partie du continuum terre-mer pour fournir différents scénarios de l'état trophique des cours d'eau en fonction de l'utilisation des sols et de potentiels changement dans leur utilisation/gestion (intensification de l'agriculture, pas de changement, changement de comportement alimentaire lié à un changement des pratiques agricoles, etc.) La fin de ce projet débuté en 2020 est prévue pour mi-2023 ; les résultats, conclusions ainsi que les suites éventuelles à donner ne sont donc pas considérés dans le présent rapport.

En parallèle de ces différentes approches, notre analyse des méthodes utilisées pour calculer les flux dans ces études (abattement ECO-MARS3D, NUTS-STeauRY, RID, et autres) ont mis en avant une forte variabilité dans la manière de calculer les flux ainsi que dans la localisation des stations de mesures utilisées pour alimenter ces calculs. Cette problématique a été intégrée dans le projet JERICO-S3, dont l'un des objectifs vise à harmoniser l'estimation des calculs de flux à échelle européenne (ce qui devra commencer à l'échelle nationale). Nous avons également proposé d'augmenter le nombre de cours d'eau pris en compte dans les calculs de flux par le RID (déficit au niveau de la Bretagne par exemple). Ces travaux sont déjà engagés via une collaboration OSPAR/RT DCSMM /Ministère et SDeS pour harmoniser la liste officielle des stations de mesure (débits et concentrations) utilisées dans ces calculs.

Tableau 93. Tendances temporelle monotone (test de MannKendall Saisonnier) des flux en nutriment sur 30 années de mesures (1990 à 2019) pour les cours d'eau se déversant dans la SRM GdG Nord (Région IV OSPAR) et inclus dans la stratégie RID OSPAR; superficie des secteurs hydrographiques et caractéristiques des apports relatifs à ces cours d'eau (rivière principale = cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; tributaire = cours d'eau secondaire ; apports diffus = zone sans cours d'eau prépondérant). Les flèches vertes indiquent une tendance significative (p. valeur <0,05) à la baisse, les flèches rouges indiquent une tendance significative à l'augmentation et les flèches bleues indiquent l'absence de tendance significative. Les estimations de flux sont effectuées par le SDeS suivant le protocole OSPAR RID.

ID du cours d'eau	Nom du cours d'eau / du secteur	Bassin Versant	Superficie du secteur hydro. (km²)	Caractéristique des apports	Tendances				
					Total N	NO3-N	NH4-N	Total P	PO4-P
*	La Loire	Loire-Bretagne	118478	Rivière principale +	→	→	→	→	→
IV-LB-SB-Blavet	Le Blavet	Loire-Bretagne	4649	tributaire	→	→	→	→	→
IV-LB-SB-J4	L'Aulne	Loire-Bretagne	2868	apport diffus	→	→	→	→	→
IV-LB-SB-VILAINE	La Vilaine	Loire-Bretagne	10144	tributaire	→	→	→	→	→
IV-LB-SL-Lay	Le Lay	Loire-Bretagne	4522	tributaire	→	→	→	→	→
Total			140660		→	→	→	→	→

* IV-LB-LO-Erdre (diffus) + IV-LB-LO-LOIRE + IV-LB-LO-Sevre-Nantaise

6.5.1.4 Évolution des flux à grande échelle temporelle

Les connaissances sur cette thématique n'ayant pas significativement augmentées depuis l'évaluation 2^e cycle, ce reporter au chapitre 4.5.1.3 du rapport DCSMM D5 2018^{Erreur ! Signet non défini.}.

6.5.2 Apports terrestres diffus : zones vulnérables

Dans le cadre de la protection des eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole (apports diffus), la 7^{ème} révision de la délimitation des zones vulnérables aux nitrates (eaux excédant ou pouvant excéder 50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité = norme de l'OMS, ce qui représente un seuil sanitaire pour l'homme et non pour l'environnement) est fondée sur les résultats des mesures effectuées dans les eaux souterraines et les eaux de

surface. Les préfets coordonnateurs de bassin ont arrêté en 2021 la mise à jour de la délimitation des zones vulnérables (Figure 96). La totalité des zones de drainages se déversant dans la SRM GdG Nord sont classées zones vulnérables aux nitrates. Il est ainsi surprenant de ne pas voir plus de MEC dégradés au regard du critère D5C1, toutefois le seuil de classement en zones vulnérable n'est pas un seuil écologique ce qui crée un décalage entre la classification des zones terrestres en zones vulnérables aux nitrates et la classification des MEC par le D5C1 dans la cadre de la DCSMM. Cette directive agit ainsi comme un levier potentiel pour mettre en place des mesures visant à diminuer les apports en nitrate d'origine agricole dans les cours d'eau. Toutefois, les objectifs visés par cette directive ne semblent pas suffisant au regard des problèmes d'eutrophisation en mer (50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité alors que Perrot et al. 2014¹¹⁰ concluaient à des concentrations autour de 10 mg.l⁻¹ pour limiter les phénomènes d'eutrophisation (échouage d'Ulve en Bretagne dans le cas de cette étude).

Note : La Directive "Nitrates" (91/676/CEE) a pour objectif de préserver la ressource en eau et les milieux aquatiques de la pollution par les nitrates d'origine agricole. Elle prévoit une surveillance tous les 4 ans des eaux superficielles et souterraines. Les résultats de cette campagne de surveillance déterminent une analyse et une révision éventuelle de la délimitation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole. Dans ces zones, des programmes d'action spécifiques sont mis en place pour réduire les apports de nitrates dans les eaux. Le 6^{ème} programmes d'action régional a été engagé au cours de l'année 2018 pour le bassin Loire Bretagne.

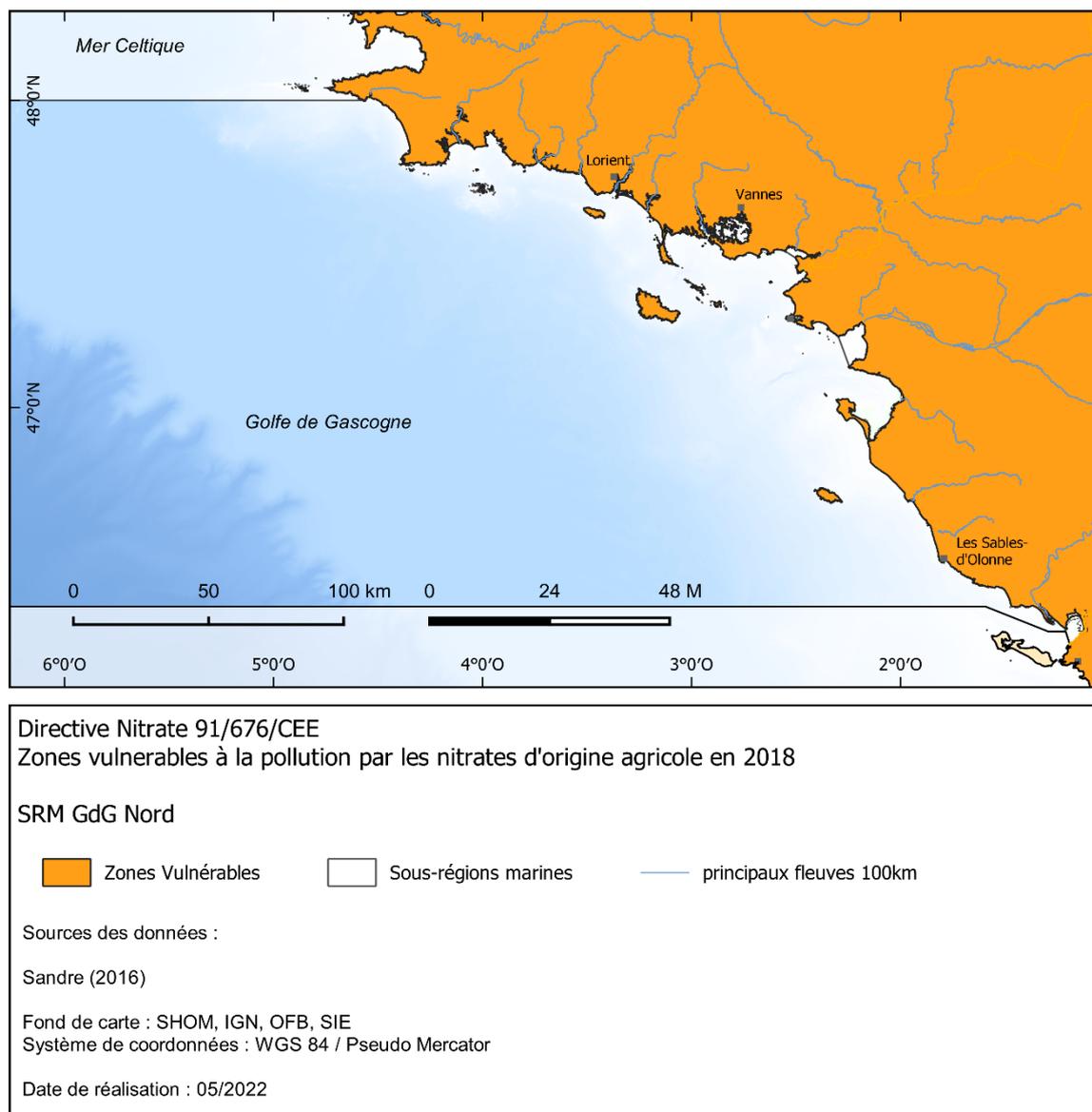


Figure 96. Localisation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole telles que définies par la directive "Nitrates" (91/676/CEE).

6.5.3 Apports terrestres ponctuels : zones sensibles

L'article R211-94 du code de l'environnement, transposant dans le droit français l'article 5 et l'annexe II de la directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EEC UWWT) définit les zones hydrographiques particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles pour lesquelles il est établi qu'elles sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures ne sont pas prises ; et dans lesquelles les rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances doivent, s'ils sont cause de ce déséquilibre, doivent être réduits. Les seuils réglementaire en sortie de stations de traitement des eaux usées (STEU) sont données dans le Tableau 94, ces seuils sont compatible avec ceux présentés dans Perrot et al. 2014¹¹⁰ pour limiter les problèmes d'eutrophisation en mer (prolifération d'algues opportuniste dans le cas de cette étude).

Tableau 94. Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation. En fonction des conditions locales, on appliquera un seul paramètre ou les deux. La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction seront appliqués. Repris de la Directive 98/15/CE, portant modification de la directive 91/271/CEE.

Paramètres	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Méthode de mesure de référence
Phosphore total	2 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l (EH de plus de 100 000)	80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire
Azote total ⁽²⁾	15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) ⁽³⁾ 10 mg/l (EH de plus de 100 000) ⁽³⁾	70-80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire

(1) Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

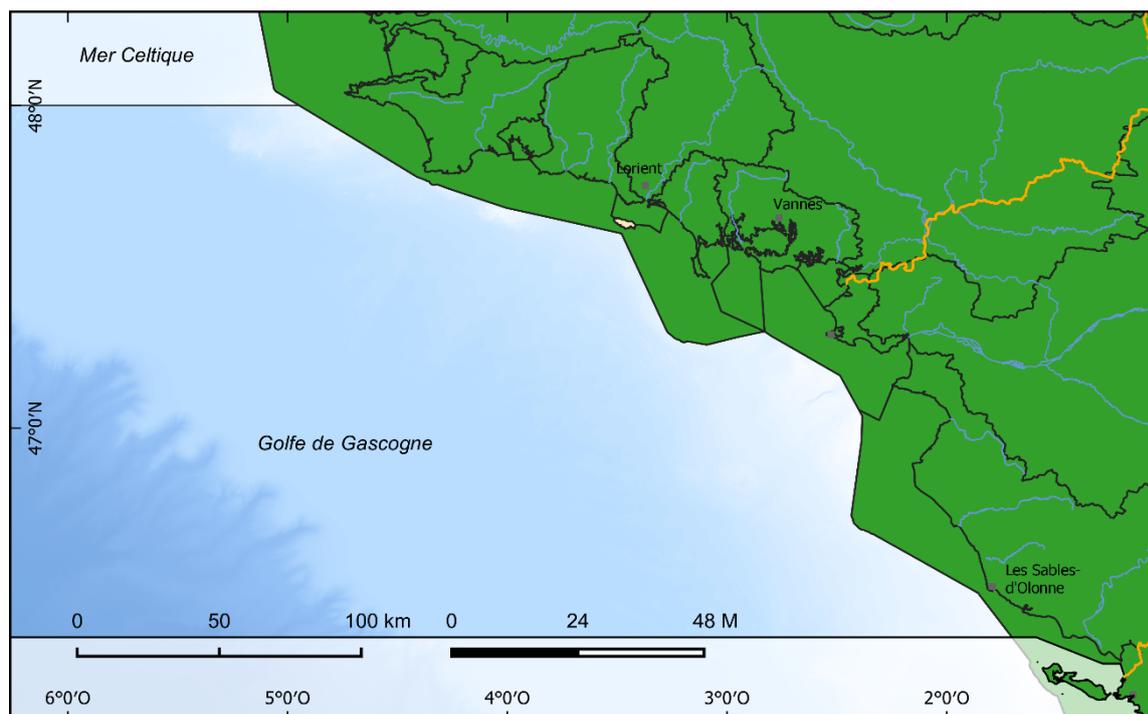
(2) Azote total signifie le total de l'azote dosé selon la méthode de Kjeldahl (azote organique et ammoniacal), de l'azote contenu dans les nitrates et de l'azote contenu dans les nitrites.

(3) Ces valeurs de la concentration sont des moyennes annuelles, selon l'annexe I, point D 4 c). Toutefois, les exigences pour l'azote peuvent être vérifiées en utilisant des moyennes journalières quand il est prouvé, conformément à l'annexe I, point D 1, que le même niveau de la protection est obtenu. Dans ce cas, la moyenne journalière ne peut pas dépasser 20 mg/l d'azote total pour tous les échantillons, quand la température de l'effluent dans le réacteur biologique est supérieur ou égale à 12 °C. La condition concernant la température pourrait être remplacée par une limitation du temps de fonctionnement tenant compte des conditions climatiques régionales.»

En 2019, la France compte dans sa base de données 21 573 agglomérations d'assainissement comprenant 22 002 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents-habitants (Eh) pour une capacité épuratoire de l'ensemble des STEU de 105 millions d'Eh. Les agglomérations de 2000 Eh et plus étaient au nombre de 3 812 pour 3 962 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 75 millions d'Eh.

Dans la SRM GdG Nord, toutes les STEU doivent être aux normes exigées par la directive en 2017 (Figure 97Figure 38). En 2020, sur les 643 STEU de la Bretagne et des Pays de la Loire, 79 ne sont pas encore conformes en terme de performance¹²¹.

¹²¹ <https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/statsReg>



Directive ERU 91/271/CEE

Zones sensibles en 2018 à l'eutrophisation et échéances d'application N et P

SRM GdG Nord

Zones Sensibles

 P et N sans délais 1998, 2006, 2013 et 2017

 P sans délai 1998, 2006 et 2017

 N 2024 et P 2017

 N et P 2024

 P 2024

 Sous-régions marines

 principaux fleuves 100km

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB, SIE

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 97. Localisation des zones sensibles à l'eutrophisation selon la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/EEC). Les différentes échéances pour la mise en conformité des stations de traitement des eaux usées des agglomérations de plus de 10 000 équivalent habitant (Eh) se trouvant dans les régions hydrographiques de la SRM GdG Nord sont également renseignées.

6.5.4 Apports atmosphériques

Les flux d'azote issus de retombées atmosphériques sont calculés à partir des données d'émission couplées avec un modèle de transport chimique atmosphérique. Les données d'émission sont issues du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), programme coopératif de surveillance continue et d'évaluation de la transmission des polluants atmosphériques à longue distance en Europe, mis en place suite à la convention sur la pollution atmosphérique en 1979. De plus amples informations sur le fonctionnement du programme EMEP peuvent être trouvées sur la page web du programme : http://emep.int/emep_overview.html.

Les résultats issus des analyses d'EMEP font l'objet d'un rapportage à OSPAR par cycle d'évaluation, rapport à partir duquel les Etats Membres peuvent rapporter les données d'émission atmosphérique dans leur sous-région marine. Toutefois, le calendrier de rapportage OSPAR (QSR prévu en 2023) n'étant pas aligné sur celui du rapportage DCSMM Français (qui doit intégrer le Document Stratégique de Façade et doit donc être rendu en 2022), le rapportage EMEP n'est donc pas disponible au moment de l'écriture du rapport DCSMM D5 3^e cycle.

Une présentation des résultats préliminaires d'EMEP au cours d'une session ICG-EUT OSPAR (OSPAR / INPUT & ICG-Eut, 26 Janvier 2022) a montré que les dépôts atmosphériques d'azote oxydé¹²² diminuent significativement depuis 1995 dans la région IV (Figure 9) alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 70 kTN.an⁻¹ dans la région IV (Figure 98).

A l'échelle de la ZEE Françaises de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord (le rapportage EMEP ne descend pas encore en dessous de cette échelle spatiale), les dépôts atmosphériques d'azote oxydé diminuent également significativement depuis 1995 alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 50 kTN.an⁻¹ (Figure 99).

La France est responsable de 21 % de ces dépôts d'azote total à l'échelle de la région IV (Figure 100) alors que ses émissions d'azote oxydé tendent à diminuer et ses émissions d'azote réduit restent stables (Figure 101).

¹²² Les sources d'émission d'azote atmosphérique peuvent être déterminées par la nature de la forme azotée, les formes d'azote réduit (NH₃) étant prépondérantes en agriculture et les formes d'azote oxydé (NO_x) étant issues des processus de combustion (transports et activités industrielles).

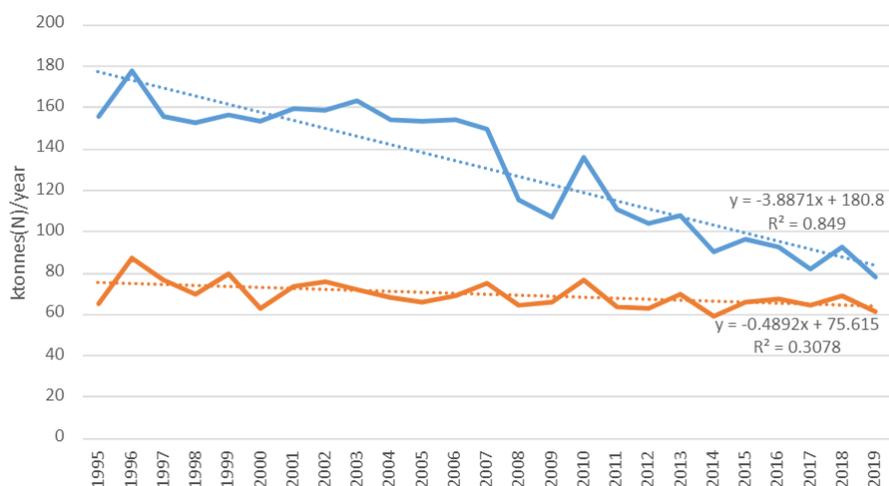


Figure 98. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NO_x) en bleu, en kT à l'échelle de la région IV OSPAR et tendance linéaire.

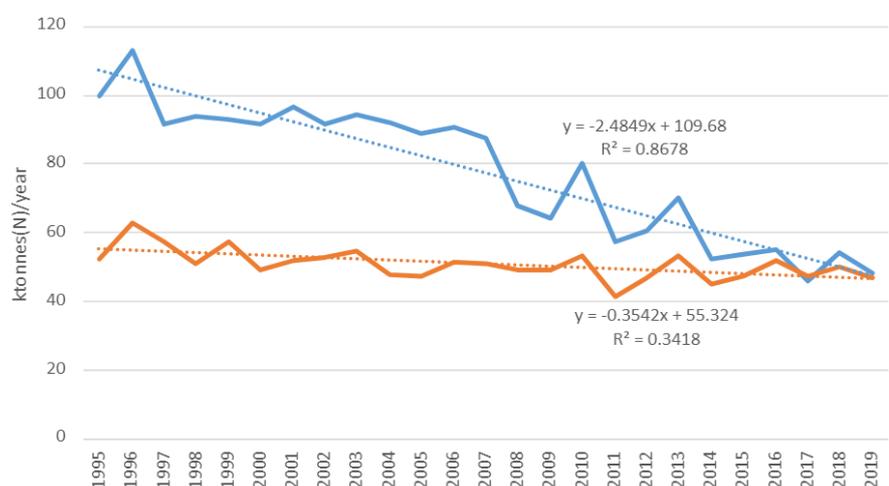


Figure 99. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NO_x) en bleu, en kT à l'échelle de la ZEE Française (façade Manche-Atlantique) et tendance linéaire.

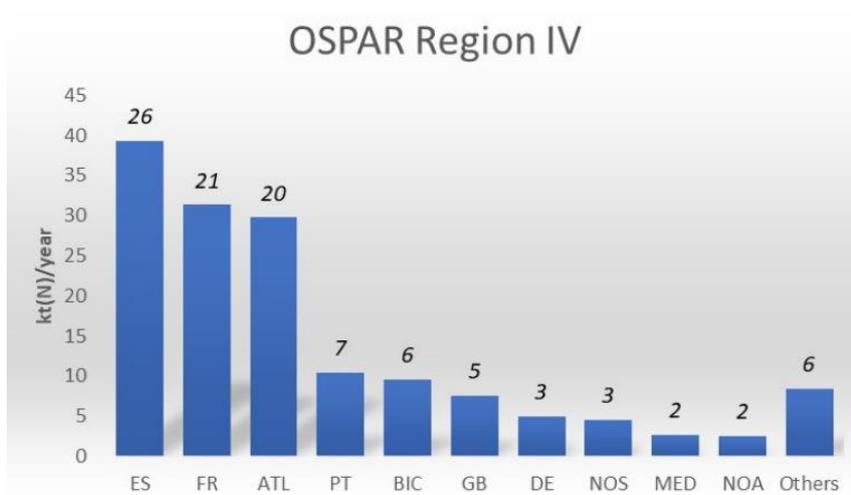


Figure 100. Contribution aux dépôts en azote total dans la région IV des différents pays qui la borde, en kT. France : FR.

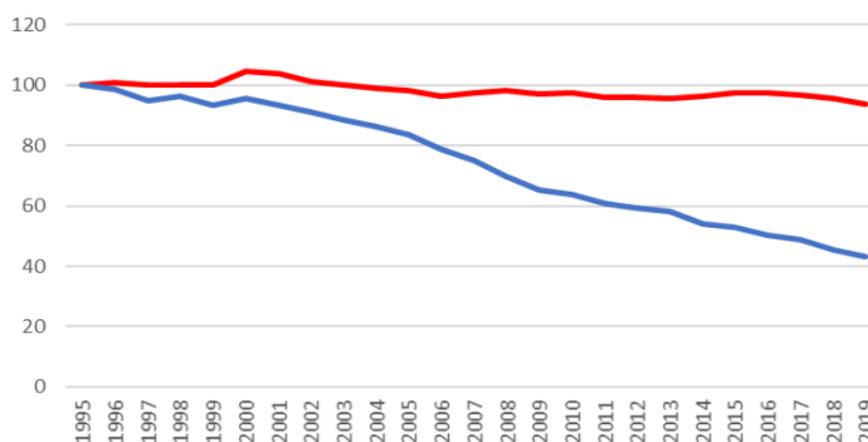


Figure 101. Emissions annuelles en azote total (KT) de la France. En bleu : azote oxydé, en rouge : azote réduit.

6.6 Discussion sur les résultats de la SRM GdG Nord

6.6.1 Bilan des résultats de l'évaluation

Par rapport à l'évaluation du second cycle qui était fortement basée sur des développements méthodologiques nationaux au niveau du large et des méthodes d'intégration, l'évaluation du bon état écologique au 3^e cycle se base sur des développements opérés au sein des groupes de travail OSPAR dans le cadre de la préparation de la COMP4. Si peu de différences sont à noter entre la méthodologie appliquée à la côte entre le 2^e et le 3^e cycle, les différences sont bien plus nombreuses pour le large puisque la COMP4 bénéficie de réflexions visant à harmoniser les méthodes à l'échelle OSPAR ce qui n'était pas le cas de la COMP3 (qui pour rappel n'avait pas été intégrée dans l'évaluation 2^e cycle). De même, depuis le second cycle des améliorations quant à la pérennisation des flux de données issue des images satellite et de la modélisation ont pu être mis en place, ce qui laisse à penser que ces outils numériques pourront également être la source de données des futures évaluations.

L'application des méthode DCE à la côte et OSPAR COMP4 au large nous a conduit à définir des zones où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se poursuivre. Ces zones, localisées à la côte dans des masses d'eau « encaissées » représentent 1 % de la superficie totale de la SRM GdG Nord. A la lecture des résultats par critère il apparaît que ces problèmes d'eutrophisation sont le fruit des échouages d'algues opportunistes du genre *Ulva* et à une dégradation des communautés de macroalgues.

La proximité de zones classées sensibles à l'azote selon la directive nitrate (91/676/CEE) pourrait expliquer la présence d'apport important en nitrates (donc dû en partie à l'agriculture) même si on pourrait s'attendre à de plus forte diminution de fait de la mise en place de mesures dans le cadre de cette directive (qui est plutôt à but sanitaire et non écologique). Les apports liés aux rejets urbains, même s'ils sont difficilement quantifiables, semblent un peu plus maîtrisés du fait de la mise en conformité des stations d'épuration en fonction de la taille des zones urbaines. Finalement, il semblerait que le lien entre apports en nutriments (particulièrement en nitrates) et développement des algues opportunistes ne soit pas directement visible avec l'évaluation DCSMM D5 (ni même à l'échelle DCE et paysages marins + mailles).

Si l'on compare avec les résultats obtenus à l'issu de l'évaluation DCSMM D5 précédente et en tenant compte de toutes les évolutions méthodologiques, l'état de la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord ne semble pas avoir beaucoup évoluée à la côte entre 2010-2016 et 2015-2020 mais montre une dégradation de l'élément NID du D5C1 et une amélioration de l'élément PID du D5C1 au large (uniquement visible par l'utilisation des mailles superposées aux paysages marins).

6.6.2 Justifications de non-utilisation d'un critère

Les critères non évalués du descripteur 5 en SRM GdG Nord sont le D5C3 (secondaire), le D5C1 "concentration en phosphore inorganique dissous dans la colonne d'eau" (primaire) à la côte, et le D5C7/D5C8 (secondaire) au large.

Pour le D5C3 et le D5C1, il n'a pas été possible de les utiliser à cause du manque de consensus sur la définition de seuils pertinents.

La non-utilisation des critères D5C6 et D5C7 au large est due à leur non pertinence. Les proliférations d'algues opportunistes ne s'expriment qu'au niveau côtier des eaux françaises à travers les phénomènes d'échouages. Les herbiers et macroalgues pérennes ne se développent pas sous une certaine profondeur (besoin de lumière), et la profondeur étant généralement proportionnelle à l'éloignement de la côte, la plupart de ces herbiers et population de macroalgues sont majoritairement situés en zone côtière.

Enfin la non-utilisation du critère D5C8 au large est due à la plus faible pertinence de l'indicateur M-AMBI au large ainsi qu'au manque de données et donc de station de référence pour calculer l'indicateur.

6.6.3 Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales

Afin de mener à bien la 3^e évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises du large, l'ensemble des méthodes développées dans la cadre de la COMP4 d'OSPAR a été utilisé. Toutefois, à la vue du calendrier imposé pour le rendu des évaluations françaises qui est en avance d'un an par rapport à celui des autres état membre d'OSPAR (voir chapitre 3.5.3.2), des changements méthodologiques (surement mineur) risque encore d'être apporté à la COMP4 avant le rendu du QSR OSPAR en 2023. Ainsi, si des différences apparaissent entre l'évaluation DCSMM françaises 3^e cycle et le QSR OSPAR 2023, bien que la méthodologie OSPAR COMP4 a été appliquée dans les 2 cas, il faudra prendre en compte la préciosité du rendu de l'évaluation française.

6.7 Conclusions sur les résultats de la SRM GdG Nord

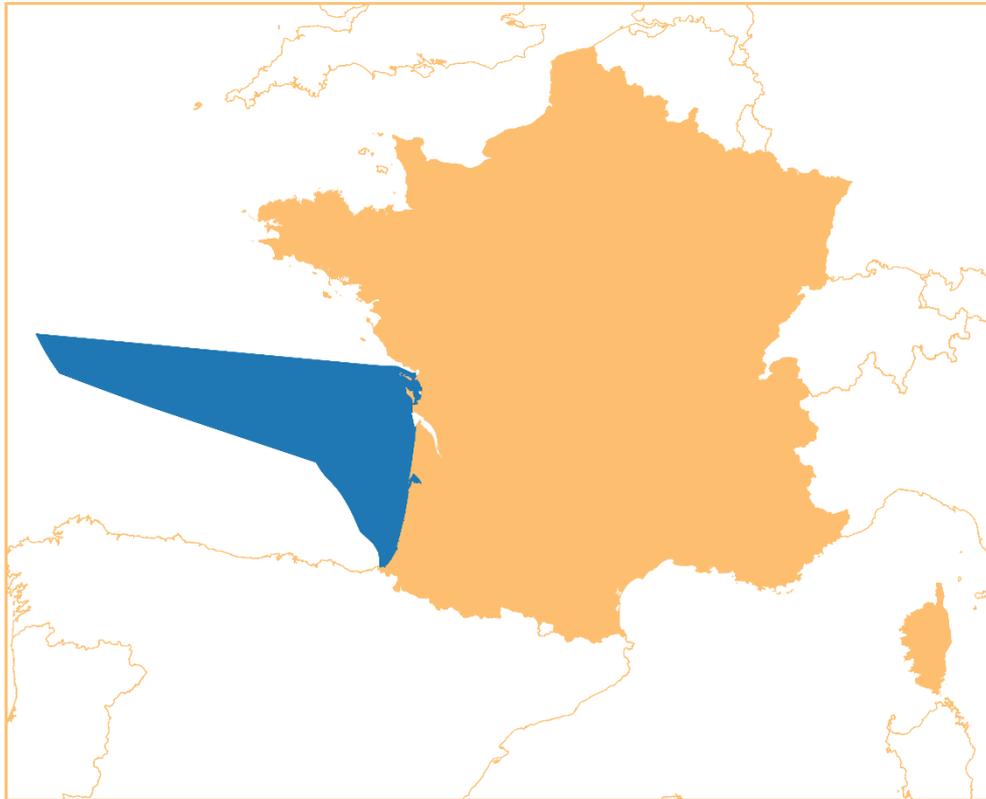
Les efforts entrepris pour répondre le plus étroitement possible aux exigences de la DCSMM en termes d'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont conduit à une amélioration de la pertinence écologique de l'évaluation comparativement à l'évaluation 2018. Cela nous a conduit à définir des zones précises où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se concentrer. Ces zones, situées dans des baies, représentent 1 % de la superficie de la SRM GdG Nord.

Si l'évaluation 3^e cycle à fortement gagnée en cohérence avec la DCE et OSPAR par rapport au 2^e cycle, elle en a perdu une certaine harmonisation entre la côte et le large. Cette harmonisation côte-large, tout en intégrant les spécificités des directives et conventions serait peut-être le prochain challenge de l'évaluation 4^e cycle.

Messages clefs :

- Fruit d'une évaluation harmonisée via des collaborations aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle européenne (OSPAR)
- moins de 1 % de la superficie de la SRM GdG Nord en Non BEE pour le descripteur 5, uniquement en zone côtière
- Fortes avancées méthodologiques au niveau de l'évaluation au large dues à OSPAR ce qui rend l'évaluation plus robuste mais également plus difficile à comparer avec les résultats du 2^e cycle.
- Besoin d'améliorer la cohérence de l'évaluation côte-large.

7 Évaluation du descripteur 5 pour les SRM GdG Sud



7.1 Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Sud

Les éléments qui ont été utilisés pour effectuer l'évaluation du descripteur 5 sont ceux pour lesquels des données ont été identifiées en qualité et quantité suffisante et pour lesquels un seuil a pu être déterminé. Pour la SRM Golfe de Gascogne Sud, ces éléments ont été listés dans le chapitre 3.3.11 ; ce sont :

- la concentration en NID (azote inorganique dissous),
- la concentration en PID (phosphate inorganique dissous) pour le large (pas de seuil pour la côte),
- la concentration en chlorophylle-*a*,
- la transparence de l'eau (en NTU),
- la concentration en oxygène dissous au fond,
- les échouages de macroalgues opportunistes à la côte (non pertinent au large),
- les herbiers et macroalgues pérennes à la côte (non pertinent au large),
- la macrofaune benthique à la côte (pas d'indicateur adapté au large)

Tous les critères primaires du D5 sont ainsi évalués dans l'ensemble de la SRM GdG Sud.

Le critère secondaire "algues nuisibles" (D5C3) ne sera pas présenté du fait d'un manque de consensus sur l'établissement de seuils adaptés à chaque groupe d'espèce nuisible et du manque de lien avéré entre eutrophisation et efflorescence de HAB (voir chapitre 3.3.4).

7.2 Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM GdG Sud

7.2.1 Réseaux côtiers

Les données NID (nitrate + nitrite + ammonium : D5C1), chlorophylle-*a* (D5C2), turbidité (D5C4) et oxygène (D5C5) utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées par le biais du réseau REPHY (Figure 103) aux périodes et fréquences présentées dans le Tableau 23 dont certains points font partie du réseau régional ARCHYD (Bassin d'Arcachon). Certains points du réseau REPHY sont labellisés dans le réseau SNO PHYTOBS de l'IR-ILICO⁹³. Pour la SRM GdG Sud, ces points sont, du nord au sud, Auger et Teychan Bis. Les données spécifiques aux réseaux REPHY³³ et SNO PHYTOBS⁹⁴ font l'objet d'un DOI.

Une analyse des évolutions temporelles à long terme a été effectuée sur ces points PHYTOBS en ce qui concerne le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (données « HPLC » exclues) pour rendre compte de son évolution avant et pendant la période d'évaluation. Cette analyse a été faite *via* un test non paramétrique Mann-Kendall saisonnier^{87,88} associé à un lissage LOESS⁹⁵ pour observer plus finement les cassures de tendance dans les séries temporelles. Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R. Une analyse de tendance temporelle monotone a été appliquée aux données alimentant les critères primaires sur les autres points REPHY non labellisés.

Les données mesurées dans le cadre de ces réseaux sont stockées dans la base Quadrigé² d'où elles sont directement extraites pour alimenter le calcul des indicateurs DCSMM *via* des scripts développés par le service VIGIES de l'Ifremer. D'autres sources de données existent (SOMLIT, RESOMAR, SISMER, CORIOLIS) et ont été rendues disponibles pour l'évaluation. Ces données n'ont toutefois pas été utilisées pour le calcul des indicateurs, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 directives. Les données ont été extraites sur la période 2015 - 2020 pour le calcul des indicateurs.

A noter que l'année 2020 a été marquée par la pandémie mondiale de SARS-COV2 (COVID19) et par le confinement sanitaire qui a été mis en place de mi-mars à mi-mai 2020. Ce confinement a eu pour conséquence l'annulation d'un certain nombre de sorties terrains pendant cette période, ce qui correspond à un manque de 1 à 3 données mensuelles pour le calcul des indicateurs. Cette période correspondant au maximum de production du phytoplancton, un impact est possible sur l'évaluation des critères D5C2 et D5C4. Ce manque de données n'a toutefois pas empêché de remplir les conditions numériques de calcul des différents indicateurs tels que définis dans le paragraphe 3.3.

Concernant le D5C6, les données de superficie d'algues opportunistes échouées sont obtenues par survols aériens. La zone survolée part de la limite avec la SRM GdG Nord et s'arrête au niveau du sud de l'île d'Oléron (Figure 102). Les données utilisées pour les calculs de l'indicateur sont celles mesurées sur la période 2015 – 2020 (cycle DCE de 6 ans). Toutes les données utilisées actuellement pour calculer l'indice d'algues opportunistes DCE proviennent de la géodatabase du CEVA et sont également intégrées à Quadrigé². Toutefois depuis 2010, l'UMR 5805 EPOC (Université de Bordeaux) a été chargée par l'Ifremer et l'Agence de l'Eau Adour-Garonne de réaliser la surveillance du paramètre « prolifération des macroalgues opportunistes » pour la Masse d'Eau côtière « Lac d'Hossegor » (FRFC09)¹²³. Les résultats qui seront donnés pour cette

¹²³ Landreau Antoine, Maneux Eric, Humbert Suzie, Romero Alicia, Gouillieux Benoit, Latry Lise, Bujan Vaea, Blanchet Hugues, Bujan Stéphane, Devaux Ludovic (2021). Contrôle de surveillance 2020. Évaluation de l'amplitude des

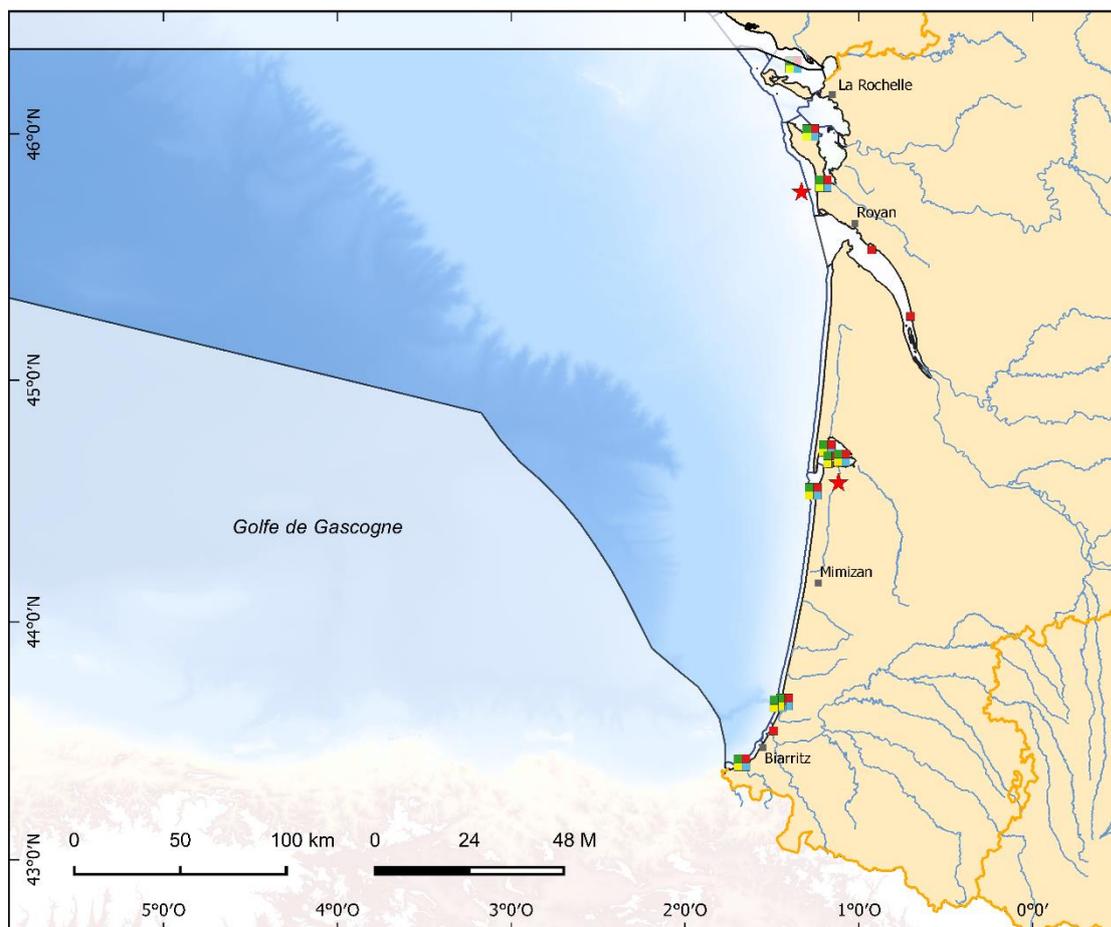
MEC proviennent donc de ce suivi spécifique, le classement étant réalisé à partir des métriques développées par le CEVA adaptées aux spécificités de cette MEC.

Toutes les données utilisées actuellement pour calculer les indices basés sur les communautés de macroalgues et herbiers pérennes (D5C7) et sur la macrofaune benthique (D5C8) dans le cadre de la DCE proviennent de la surveillance REBENT-DCE (Figure 104). Les données n'ont été qu'en partie bancarisées dans Quadrige², et le calcul des métriques et des indicateurs est effectué par les responsables de réseaux ; les résultats de ces évaluations sont ensuite centralisés pour les besoins de la DCSMM. La base de données RESOMAR Benthos a également été identifiée comme source potentielle de données. Toutefois, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 évaluations.

blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor ». Rapport final GEO-Transfert/ADERA.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00730/84188/>



Figure 102. Linéaire survolé pour déterminer les zones d'échouage de macroalgues opportunistes et leur superficie. Sources : CEVA¹¹⁴.



Réseaux REPHY : points de surveillance et paramètres mesurés
SRM GdG Sud

- Mesure chlorophylle-a
- Mesure nutriments
- Mesure oxygène
- Mesure turbidité
- ★ Point appartenant au réseau Phytobs
- principaux fleuves > 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

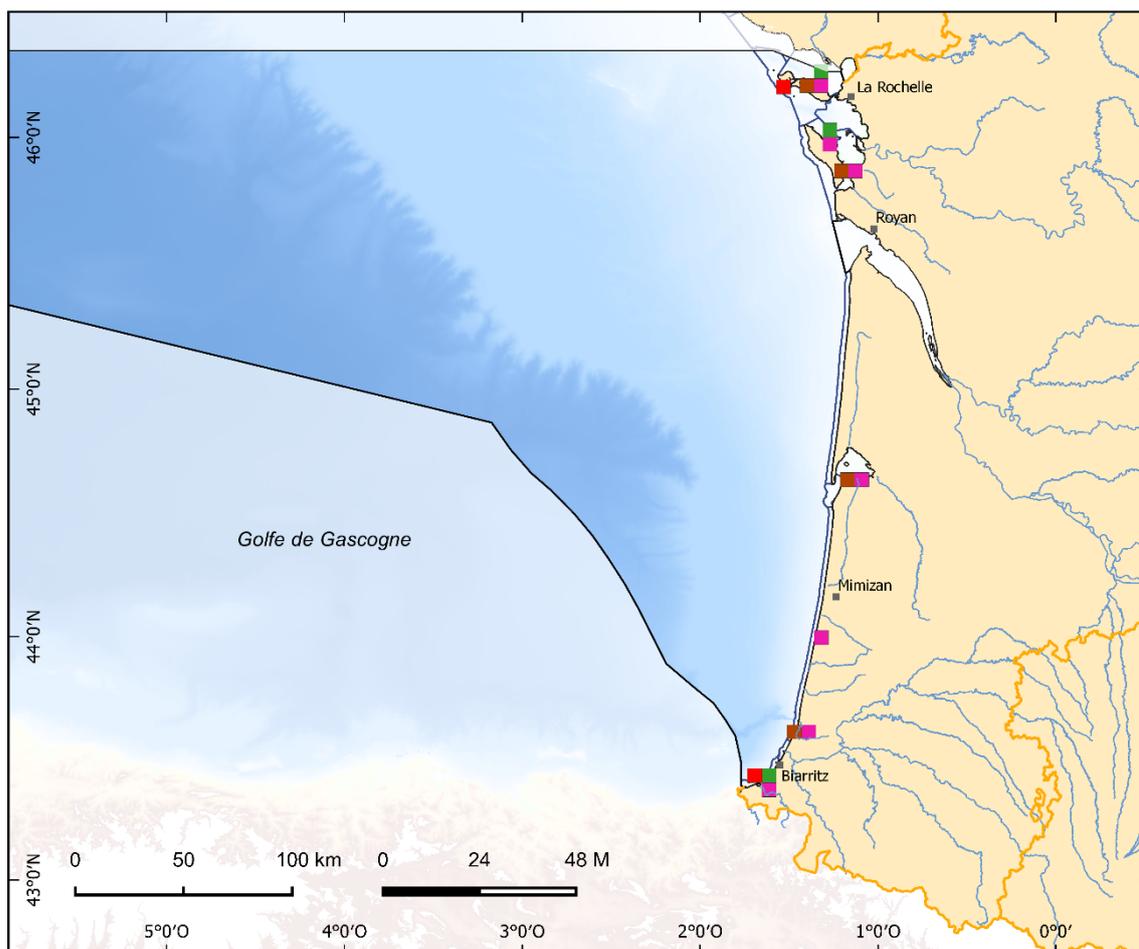
Sandre (2016), Quadrige²

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 103. Points du réseau REPHY et des réseaux régionaux de la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud pour lesquels la quantité et la qualité des données est suffisante pour effectuer l'évaluation des critères D5C1, D5C2, D5C4 et D5C5 à la côte. Les étoiles rouges représentent les points labellisés PHYTOBS (IR-ILICO) pour lesquels les tendances temporelles du paramètre chlorophylle-*a* ont été analysées.



Réseaux REBENT-DCE : points de surveillance macrofaune benthique, macroalgues pérennes et herbiers de phanérogame
SRM GdG Sud

- Suivi de la macrofaune benthique
- Suivi des macroalgues pérennes de substrat dur en zone intertidale
- Suivi des macroalgues pérennes de substrat dur en zone subtidale
- Suivi des herbiers de phanérogame (angiospermes)
- principaux fleuves > 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 06/2022

Figure 104. Répartition des suivis REBENT-DCE dans les masses d'eau côtières DCE de la SRM GdG Sud. Il peut y avoir plusieurs points de surveillance pour un même type de suivi par MEC.

7.2.2 Données au large

Au large de la SRM GdG Sud il n'y a pas de données *in situ* considérées pour l'évaluation du descripteur 5 au 3^e cycle (3.3).

Les données de concentration en nutriments et en oxygène de fond proviennent du modèle hydrodynamique ECO-MARS3D qui fournit des données journalières pour la période 2015-2020. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM GdG Sud, cela représente 722 fichiers rasters pour les nutriments (novembre-février) et 732 pour l'oxygène (juin à septembre) contenant chacun 4 724 données pour un total de ~ 3 400 000 données pour chaque nutriment et l'oxygène et pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

Rappel : le modèle ECO-MARS3D sous-évalue la concentration en oxygène de fond au sud de la Loire⁷⁸, les résultats sont donc à prendre avec précaution. Conjointement avec l'augmentation du niveau des seuils oxygène développés par OSPAR dans les paysages marins par rapports au 2^e cycle, les paysages marins en GdG risquent d'être artificiellement dégradés. L'utilisation du dire d'expert basé sur les données supports (voir chapitre 11.1.2) pour reclasser les paysages marins au large de la SRM GdG sera sûrement nécessaire.

Les données de concentration en chlorophylle-*a* et de turbidité sont issues des produits dérivés des images satellites journalières. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM GdG Sud, cela représente 1 284 fichiers rasters (mars-septembre) contenant chacun ~66 000 pixels (pixels mesurés + couverture nuageuse) (image « ARGANS ») pour un total de ~ 32 000 000 données exploitables (en excluant les pixels perdus par la couverture nuageuse) pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 26.

7.3 Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM GdG Sud

Les résultats de l'évaluation seront d'abord présentés sous forme de synthèses cartographiques et commentés par critère puis pour le descripteur 5 dans son ensemble.

7.3.1 D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau

7.3.1.1 Azote

Cette évaluation a été réalisée à partir de 182 données de concentration en NID pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

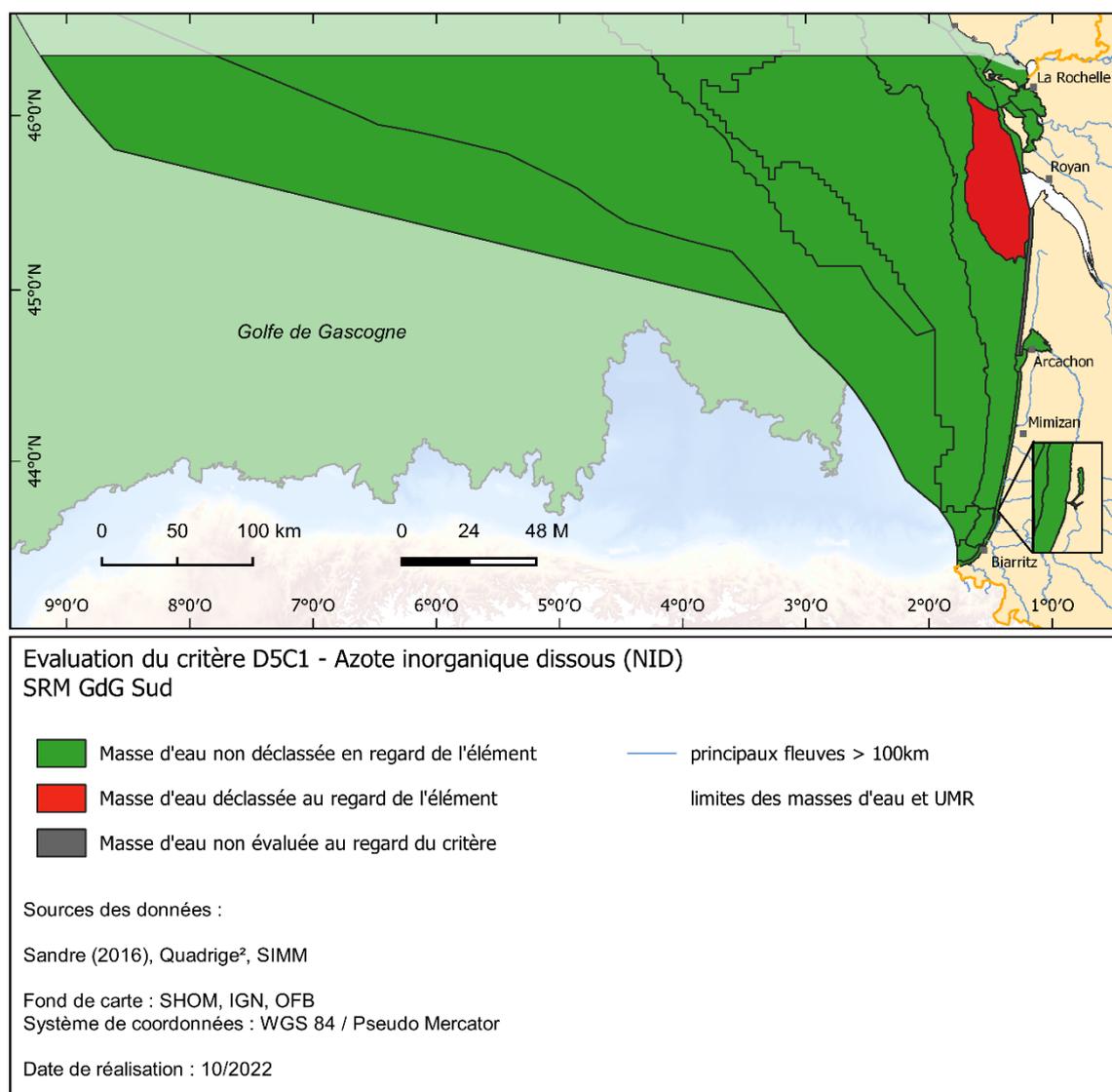


Figure 105. Évaluation du critère D5C1 (élément NID) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données.

A la côte, sur les quatorze MEC DCE de la SRM GdG Sud, aucune n'est déclassée au regard de l'élément NID. Treize ne sont pas déclassées (1 696 km², soit 89 % de l'UMR côte de la SRM) et une seule n'est pas évaluée par manque de données (FRFC05, 205 km², soit 11 % de l'UMR côte de la SRM) (Figure 105 et Tableau 95).

Les indices confiance NID de toutes les UGE à la côte montrent une probabilité proche de 100 % d'être effectivement non déclassés (plus faibles indice à 90 % pour les FRGC52 et 53).

Au large, les sept paysages marins ont pu être évalués vis-à-vis de l'élément NID et seul le paysage marin GDPM (panache estuaire de la Gironde, Figure 6) est déclassé (2 828 km², soit 3 % de l'UMR large de la SRM) (Figure 105 et Tableau 95). Tous les indices de confiances sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, sauf l'indice spatiale SC « faible » à « moyen » dans les paysages marins ASS, ATL et NOAA1 (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D (Figure 10).

Tableau 95. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément NID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	13	0	1
	superficie (km ²)	1 696	0	205
	%	89	0	11
UMR Large	nbre d'UGE	6	1	0
	superficie (km ²)	82 731	2 828	0
	%	97	3	0
SRM	superficie (km ²)	84 427	2 828	205
	%	97	3	0

Dire d'expert : l'évaluation de l'élément azote inorganique dissous dans la masse d'eau de transition adjacente au paysage marin GDPM, la FRFT09, avec la méthode DCE ne déclassé pas la MET ; le phénomène naturel de dilution de la côte vers le large tendrait à faire diminuer les concentrations en azote et donc à améliorer le classement au large. Le déclassé de ce paysage marin est ainsi sujet à caution en l'absence de données *in situ* hivernales dans le panache pour valider la valeur de la métrique. De plus, le classement en bon état du panache des estuaires de la Loire et de la Seine pourtant à l'exutoire de bassins versants possédant une activité agricole aussi voir plus importante que celui de la Gironde a conduit le comité local AEAG du 28/09/2022¹¹⁹ à proposer son reclassement en bon état. Ce reclassement ne sera toutefois pas appliqué dans le cadre du rapport scientifique mais sera pris en compte dans la fiche indicateur correspondante pour garder une harmonie avec le reste des expertises validées dans les comités locaux. Ce classement n'a pas d'effet direct sur l'état final du paysage marin vis-à-vis de l'eutrophisation.

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM GdG Sud ne montre globalement aucune tendance significative des concentrations en NID (Tableau 96), hormis une tendance positive pour les séries longues (30 ans) du bassin d'Arcachon.

Tableau 96. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en NID ($\mu\text{mol.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement de l'élément NID du critère D5C1 dans les MEC de la SRM GdG Sud. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance NID	Tendance NID hivernal	Debut de la série
FRGC53	Filière w	0	0	2007
FRFC01	Nord Saumonards	0	0	2007
FRFC02	Auger	0	0	2007
FRFT09	Gironde - PK 52 DCE	0	0	2007
FRFC07	Arcachon - Bouée 7	0	0	1994
FRFC06	Comprian (e)	+	+	1992
FRFC06	Teychan bis	0	0	2008
FRFC06	Jacquets	+	+	1992
FRFC08	Capbreton	0	0	2007
FRFC09	Hossegor	0	0	2007
FRFC11	Saint Jean de Luz	0	0	2006
FRFT07	Adour 2	0	0	2007

7.3.1.2 Phosphate

Les PID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

La quantité de donnée ayant été utilisée pour réaliser cette évaluation est donnée dans le Tableau 26.

Tableau 97. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km^2) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément PID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	0	0	14
	superficie (km^2)	0	0	1 901
	%	0	0	100
UMR Large	nbre d'UGE	6	0	1
	superficie (km^2)	61 948	0	23 611
	%	72	0	28
SRM	superficie (km^2)	61 948	0	25 512
	%	71	0	29

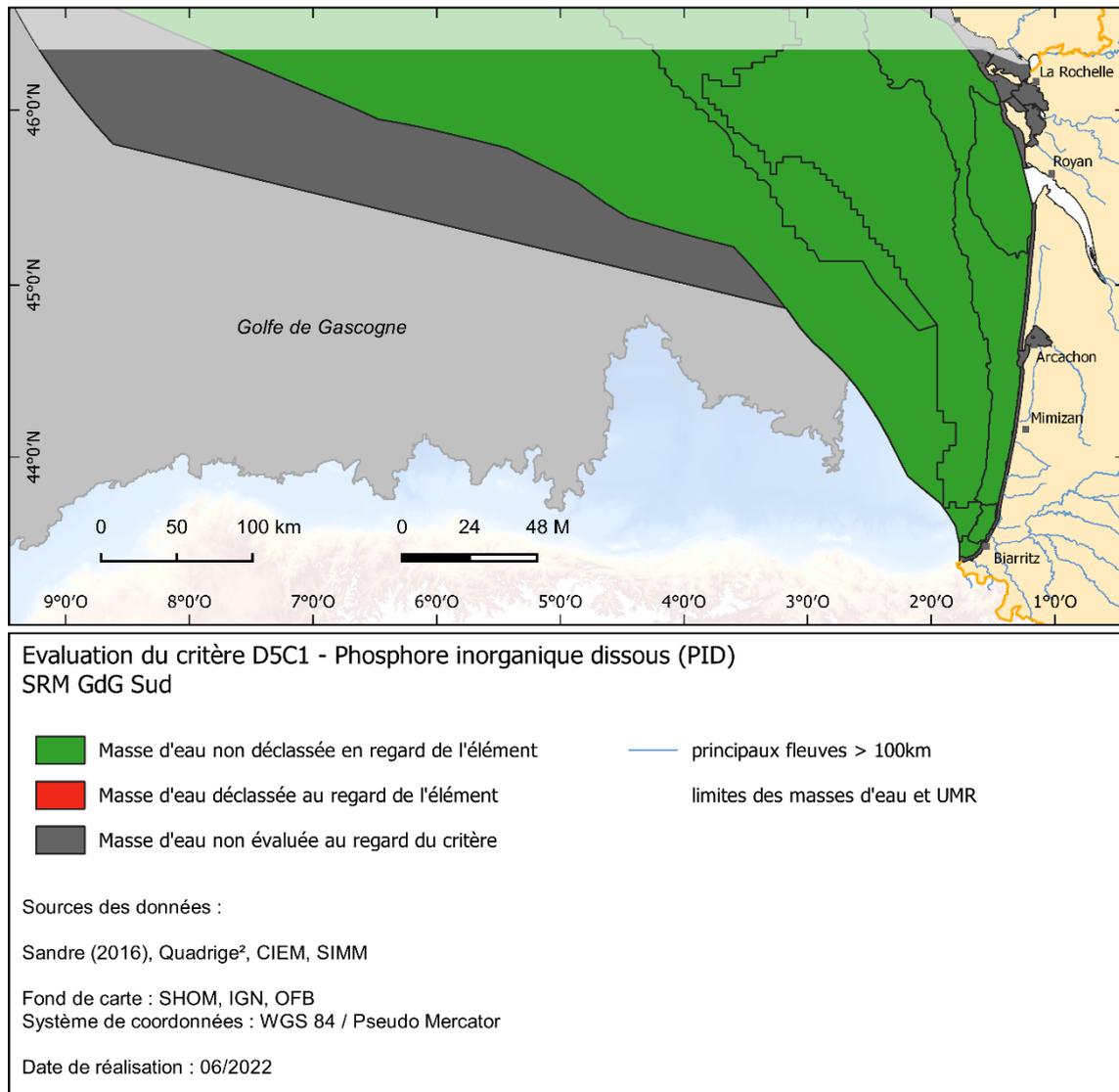


Figure 106. Évaluation du critère D5C1 (élément PID) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou par manque d'indicateur.

Sur les sept paysages marins de la SRM GdG Sud, un seul n'a pas été évalué (NAAO1, par manque de seuil), les six autres ne sont pas déclassés au regard de l'élément PID (Figure 106 et Tableau 97). Tous les indices de confiances sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle, sauf l'indice spatiale SC « faible » à « moyen » dans les paysages marins ASS et ATL (Figure 6) à cause de l'emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D (Figure 10).

7.3.2 D5C2 : concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 361 données de concentration en chlorophylle-*a* pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

Tableau 98. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C2 à l'issue de l'évaluation DCSMM. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	11	0	3
	superficie (km ²)	1 519	0	382
	%	80	0	20
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	85 559	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	87 078	0	382
	%	100	0	0

Dans la SRM MC, six MEC DCE (GC51, GC52, GC54, FC03, FC05 et FC10) n'ont pas pu être évaluées directement par manque de suivi REPHY. Pour les MEC GCXX, le calcul de l'indicateur « concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau » a été fait à partir de données de concentrations en chlorophylle-*a* issues de l'analyse des images satellite. Le classement à dire d'expert de ces masses d'eau s'appuie sur le résultat de ces calculs.

Ainsi, dans la zone côtière, parmi les quatorze MEC DCE onze ne sont pas déclassées vis-à-vis du critère D5C2 (1 519 km², soit 80 % de l'UMR côte de la SRM). Trois MEC DCE n'ont pas été évaluées par manque de suivi (382 km², soit 20 % de l'UMR côte) et aucune MEC DCE n'est déclassée vis-à-vis du critère D5C2 (Figure 107 et Tableau 98).

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'a été déclassé au regard du critère D5C2 (Figure 107 et Tableau 98). Les indices de confiance TC, SC et C sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite, hormis pour l'indice spatial SC dans le paysage marin NAAO1 (Figure 6) à cause de l'emprise géographique des rasters « ARGANS » utilisés pour l'évaluation (Figure 10).

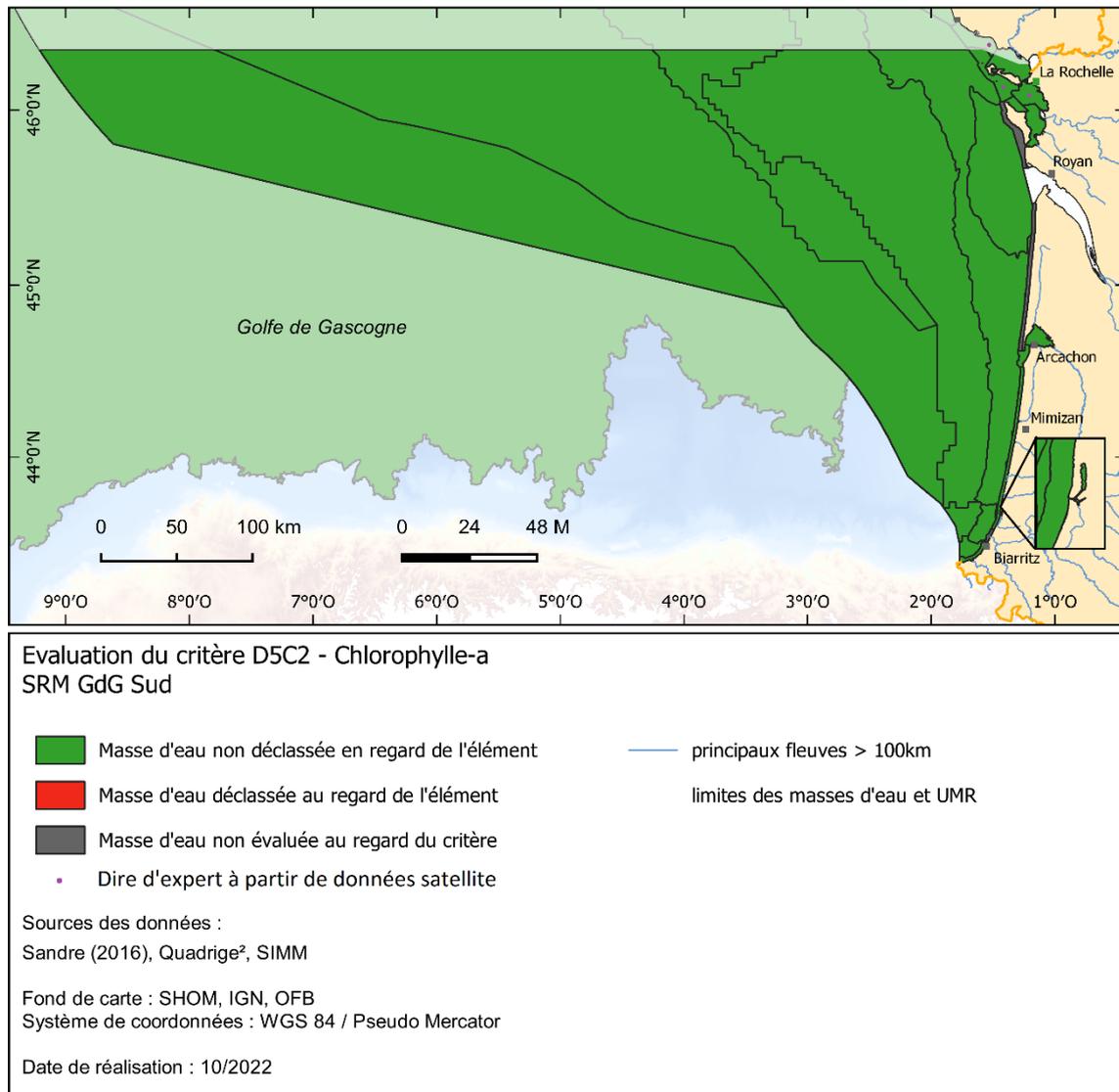


Figure 107. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi. Ces résultats prennent en compte le dire d'expert (points violets).

- Analyse de tendance à long terme

Les deux séries temporelles de concentration en chlorophylle-*a* aux points labellisés PHYTOBS de la GdG Sud montrent des patterns très différents. La série sur le point « Auger » est ancienne puisqu'elle remonte à 1995, elle montre une tendance significative à la baisse entre le début de la série et 2000, puis les concentrations ne montrent plus de tendance jusqu'à nos jours (Figure 108). La série au point « Teychan Bis » est beaucoup plus courte, elle commence en 2008 et ne présente pas de tendance significative. Les valeurs maximales mesurées sur le point « Auger » après 2000 sont entre 10 et 20 $\mu\text{g.l}^{-1}$, elles sont entre 6 et 8 $\mu\text{g.l}^{-1}$ au point « Teychan Bis ».

Les tendances temporelles monotones montrent des tendances significatives à la hausse sur les deux séries les plus longues du bassin d'Arcachon, des tendances significatives à la baisse sur trois autres points de la SRM (Filière w, Nord Saumonards et Capbreton) mais seulement en prenant en compte toutes les données. Les autres points ne montrent pas de tendance significatives.

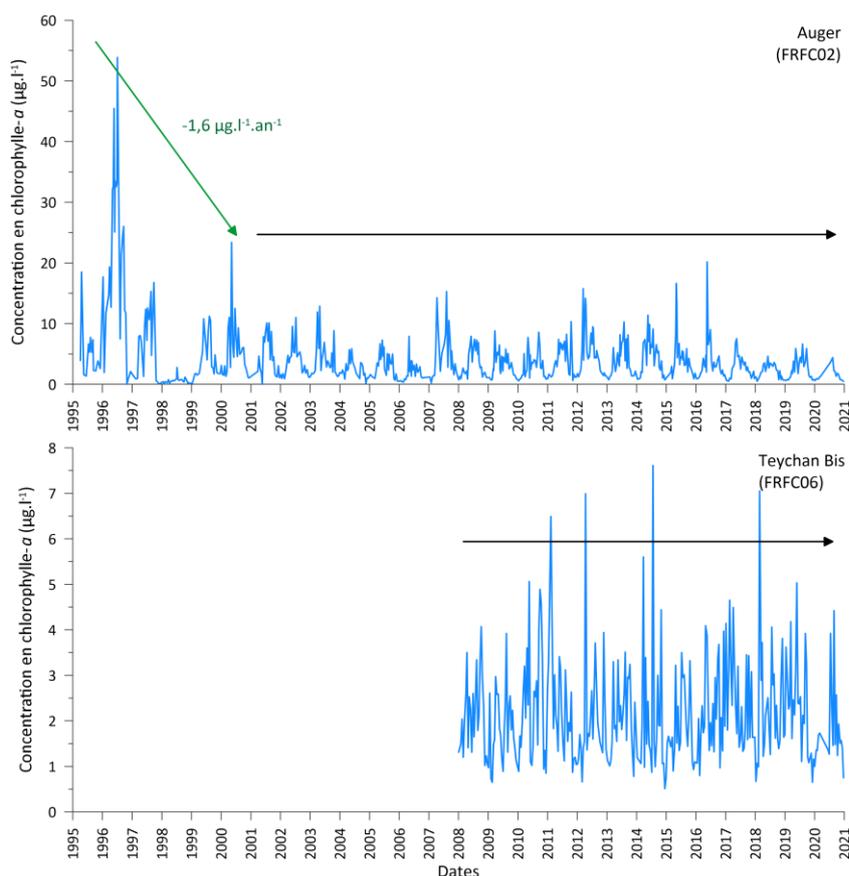


Figure 108. Variations saisonnières et pluri-annuelles de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) sur les 3 points du réseau REPHY de la SRM GdG Sud labellisés PHYTOBS. Les flèches et données en rouge montrent les tendances significatives à la hausse, les flèches et données en vert montrent les tendances significatives à la baisse et les flèches noires l'absence de tendance significative (test Mann-Kendal saisonnier significatif pour $p.\text{value} > 0,05$).

Tableau 99. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C2 dans les MEC de la SRM GdG Sud. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance CHLA	Tendance CHLA période prod.	Debut de la série
FRGC53	Filière w	-	0	1993
FRFC01	Nord Saumonards	-	0	2007
FRFC02	Auger	0	0	1995
FRFC06	Comprian (e)	+	+	1992
FRFC06	Jacquets	+	+	1992
FRFC06	Teychan bis	0	0	2008
FRFC07	Arcachon - Bouée 7	0	0	1994
FRFC08	Capbreton	-	0	2007
FRFC09	Hossegor	0	0	2007
FRFC11	Saint Jean de Luz	0	0	2007

7.3.3 D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)

Cette évaluation a été réalisée à partir de 368 données de turbidité pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

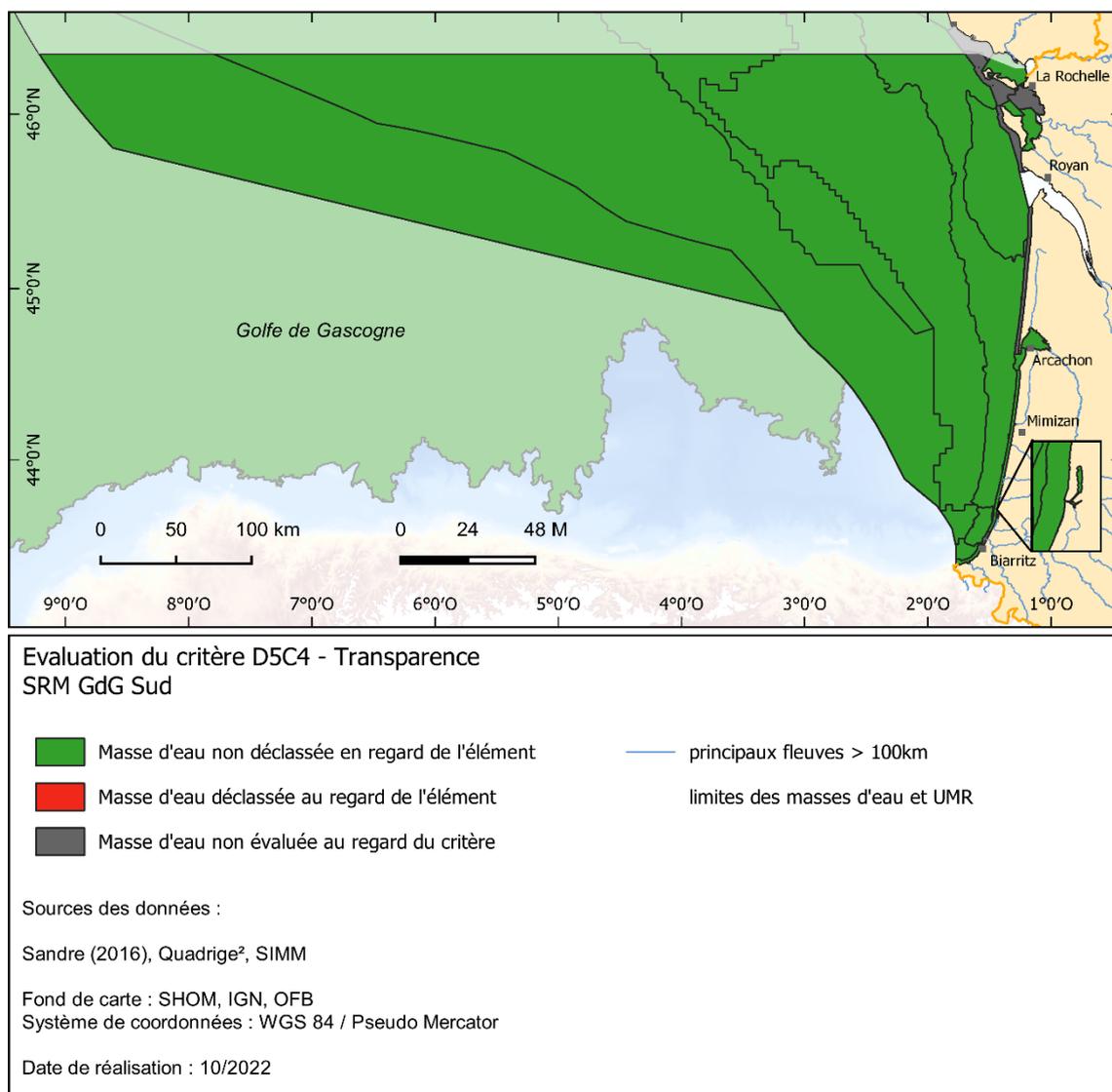


Figure 109. Évaluation du critère D5C4 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Parmi les quatorze MEC DCE de la zone côtière, huit ne sont pas déclassées vis-à-vis de la turbidité (986 km² de côte, soit 52 % de la zone côtière de la SRM). Six MEC n'ont pas été évaluées (916 km² de côte, soit 48 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 109 et Tableau 100). Aucune MEC n'est déclassée au regard de la turbidité.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance proche de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Tableau 100. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C4 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	8	0	6
	superficie (km ²)	986	0	916
	%	52	0	48
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	85 559	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	86 545	0	916
	%	99	0	1

Au large, tous les paysages marins OSPAR ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de la turbidité (Figure 109 et Tableau 100). L'évaluation de cet élément n'étant basé que sur des données satellite, les indices de confiance sont « élevés » sauf pour l'indice SC dans les paysages marins ATL et NOAA1 (Figure 6) où il est « moyen » (emprise spatiale des rasters utilisés, Figure 10).

7.3.4 D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 186 données de concentration en oxygène au fond pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 26.

Dans la zone côtière, huit MEC DCE ne sont pas déclassées vis-à-vis de l'oxygène au fond (986 km² de côte, soit 52 % de la zone côtière de la SRM), six MEC n'ont pas été évaluées (916 km² de côte, soit 48 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 110 et Tableau 101) et aucune MEC n'est déclassée vis-à-vis de l'oxygène au fond dans la SRM GdG Sud.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Tableau 101. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	8	0	6
	superficie (km ²)	986	0	916
	%	52	0	48
UMR Large	nbre d'UGE	3	4	0
	superficie (km ²)	53 077	32 482	0
	%	62	38	0
SRM	superficie (km ²)	54 063	32 482	916
	%	62	37	1

Au large, les sept paysages marins ont été évalués. Cinq paysages marins sont déclassés vis-à-vis du D5C5 (ASS, GBSW, GBCW, GDPM et ADPM (Figure 6), 32 482 km², soit 37% de l'UMR large de la SRM) et trois ne sont pas déclassés (53 077 km², soit 62 % de l'UMR large de la SRM). Les indices de confiance spatio-temporelle sont tous « élevés » grâce à l'utilisation des données de modélisation sauf l'indice spatiale SC qui est « moyen » dans les paysages marins ATL et NAAO1 à cause de l'emprise spatiale du modèle ECO-MARS3D.

S'il n'y a pas de valeur d'indice de confiance concernant la qualité des données oxygène du modèle, celle-ci peuvent être qualifiées de « moyenne » pour les paysages marins ASS, GBSW, GBCW, GDPM et ADPM à dire d'expert.

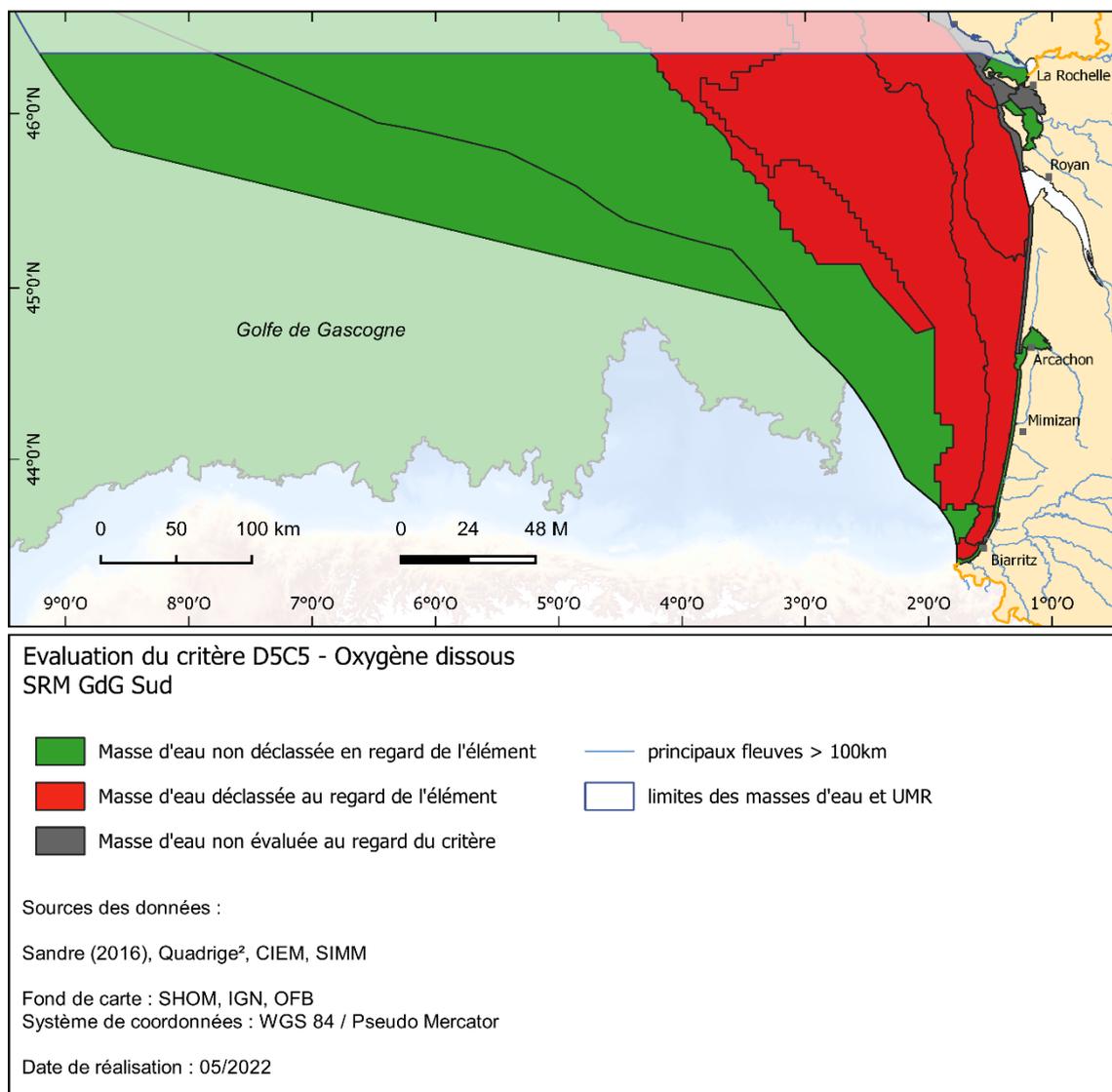


Figure 110. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Rappel : les résultats au large concernant l'oxygène au fond sont à prendre avec précaution⁷⁸ et doivent impérativement être validés par dire d'expert en s'appuyant sur les données supports haute fréquence et CTD des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

- Proposition (validée le 28/09/2022 par le comité local AEAG¹¹⁹) de classement des UGE au large de la SRM GdG Sud selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques (voir chapitre 11.1.2).

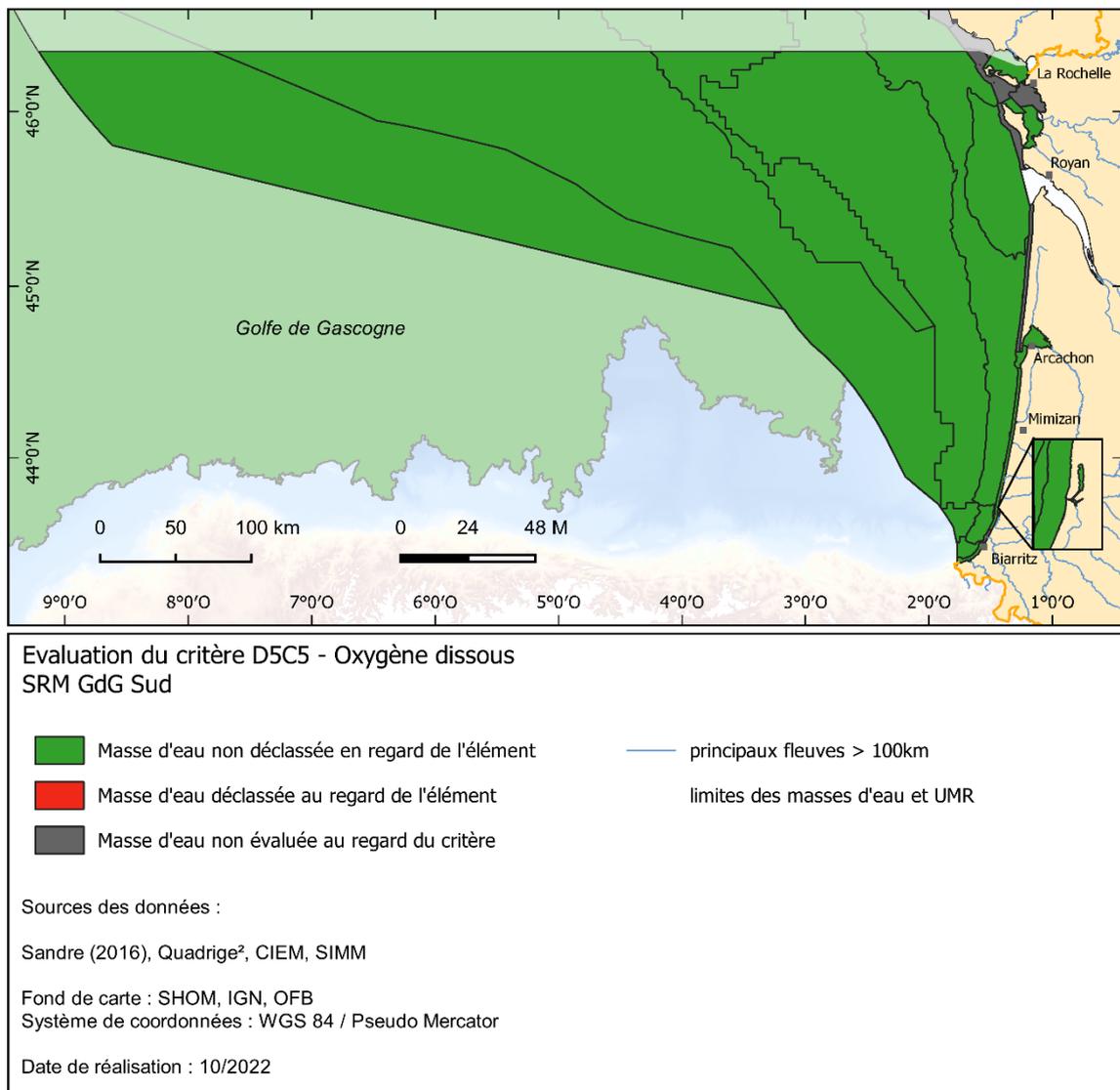


Figure 111. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud selon un avis d'expert basée sur les données *in situ* des campagnes halieutiques. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi.

Tableau 102. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM selon un avis d'expert basé sur les données *in situ* des campagnes halieutiques.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	8	0	6
	superficie (km ²)	986	0	916
	%	52	0	48
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	85 559	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	86 545	0	916
	%	99	0	1

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse des tendances monotones aux différents points REPHY répartis dans les MEC DCE de la SRM GdG Sud montre une absence de tendances significatives des concentrations en oxygène dissous (Tableau 103).

Tableau 103. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en oxygène dissous au fond (mg.l⁻¹) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C5 dans les MEC de la SRM MMN. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la basse respectivement (p.value >0,05).

MEC	Points REPHY	Tendance OXY	Tendance OXY estivale	Debut de la série
FRGC53	Filière w	0	0	2007
FRFC01	Nord Saumonards	0	0	2007
FRFC02	Auger	0	0	2007
FRFC07	Arcachon - Bouée 7	0	0	2007
FRFC06	Jacquets	0	0	2007
FRFC06	Comprian (e)	0	0	2007
FRFC08	Capbreton	0	0	2007
FRFC09	Hossegor	0	0	2007
FRFC11	Saint Jean de Luz	0	0	2007

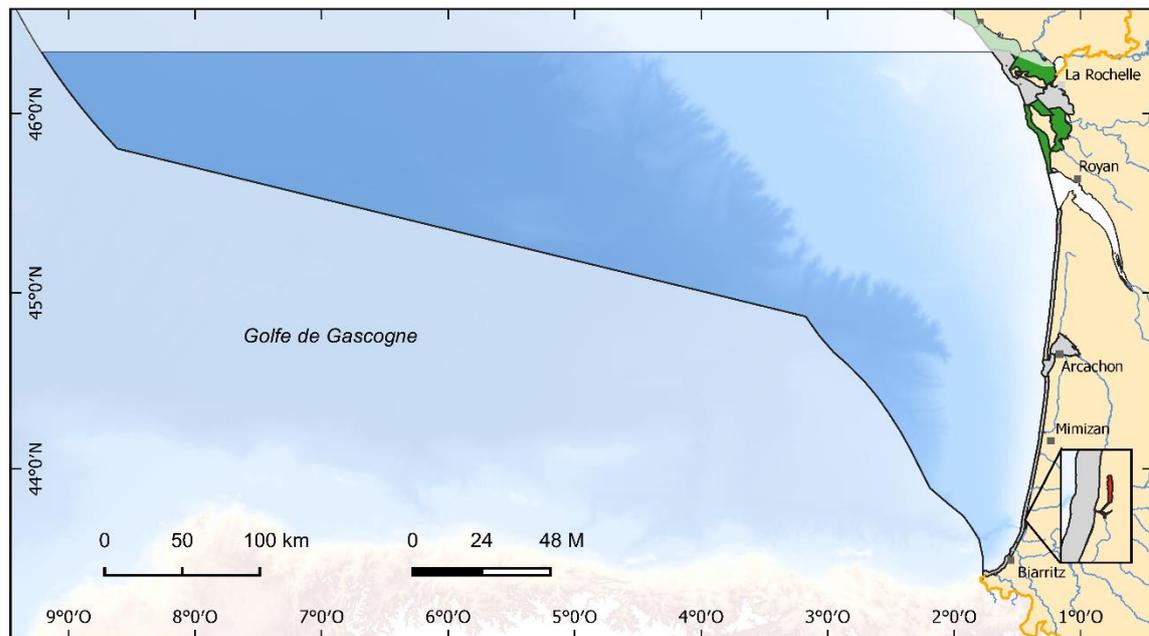
7.3.5 D5C6 : Algues macroscopiques opportunistes des habitats benthiques

Au sein de la SRM GdG Sud, les types d'échouages sont de types 1 et 2 (Tableau 20).

L'évaluation de l'état du critère D5C6 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, huit n'ont pas été évaluées par manque de pertinence de l'indicateur (1 238 km², 65 % de la zone côtière), une est déclassée (FRFC09, 1 km², <1 % de la zone côtière de la SRM) et cinq ne sont pas déclassées (662 km², 35 % de la zone côtière) vis-à-vis du critère D5C6 (Figure 112 et Tableau 104).

Tableau 104. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C6 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent
nbre d'UGE	5	1	8
UMR Côte superficie (km ²)	662	1	1 238
%	35	0,05	65



Evaluation du critère D5C6 - Indicateur bloom de macroalgues opportunistes
SRM GdG Sud

- Masse d'eau ne dépassant pas la valeur seuil
- Masse d'eau dépassant la valeur seuil
- Masse d'eau non évaluée au regard de l'indicateur
- Indicateur non pertinent dans la masse d'eau
- principaux fleuves > 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrigè, SIMM, CEVA

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 02/2023

Figure 112. Évaluation du critère D5C6 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris clair où il n'y a pas d'évaluation parce que l'élément a été jugé non pertinent.

7.3.6 D5C7 : Communautés de macrophytes (pérennes) des habitats benthiques

7.3.6.1 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones intertidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, onze n'ont pas été évaluées par manque de pertinence de l'indicateur ou par manque de données (1 558 km², 82 % de la zone côtière de la SRM) et trois ne sont pas déclassées (343 km², 18 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 149 et Tableau 105). Aucune MEC n'est déclassée au regard de cet élément dans la SRM GdG Sud.

Tableau 105. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
	nbre d'UGE	3	0	7	4
UMR Côte	superficie (km ²)	343	0	868	690
	%	18	0	46	36

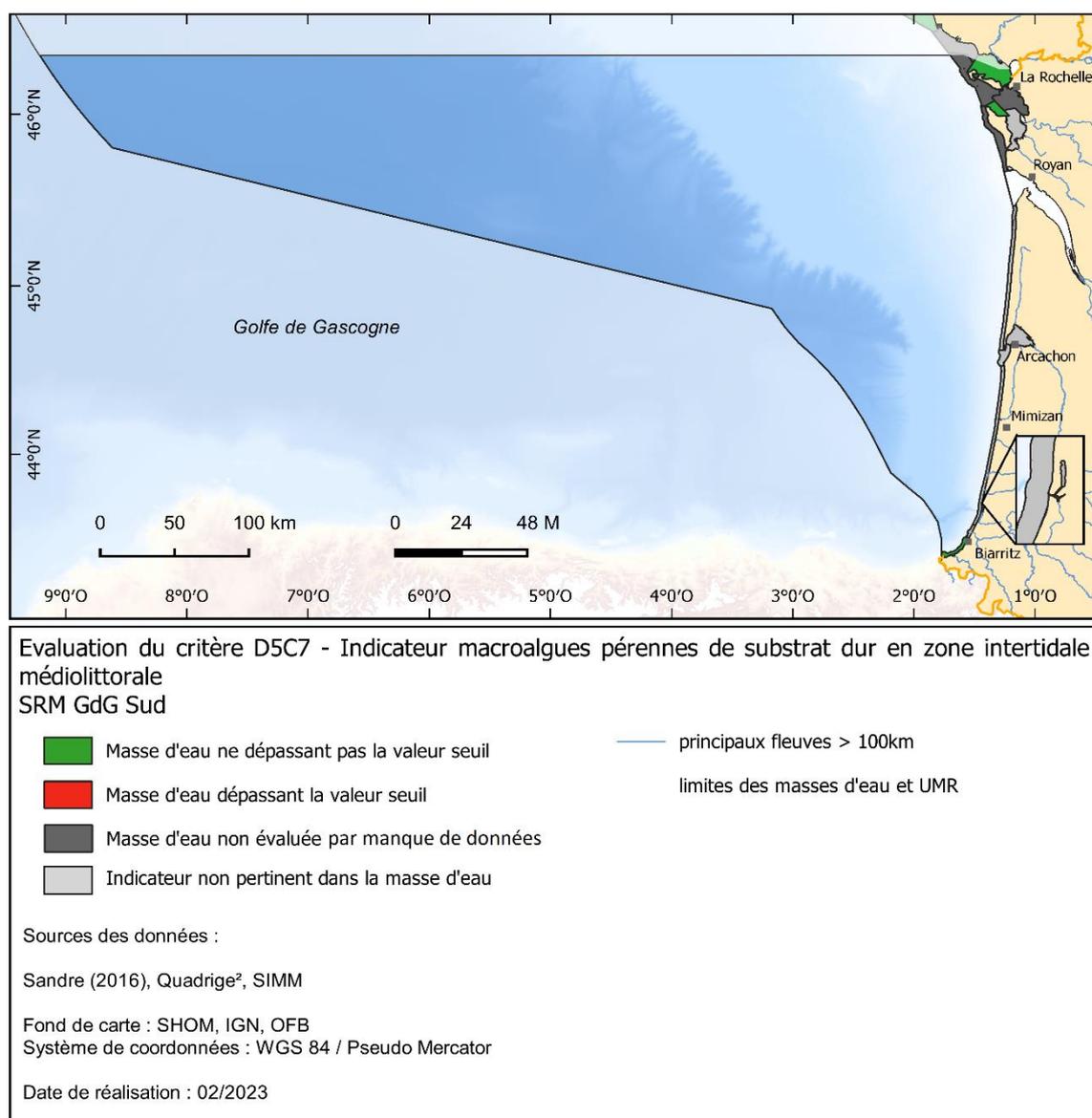


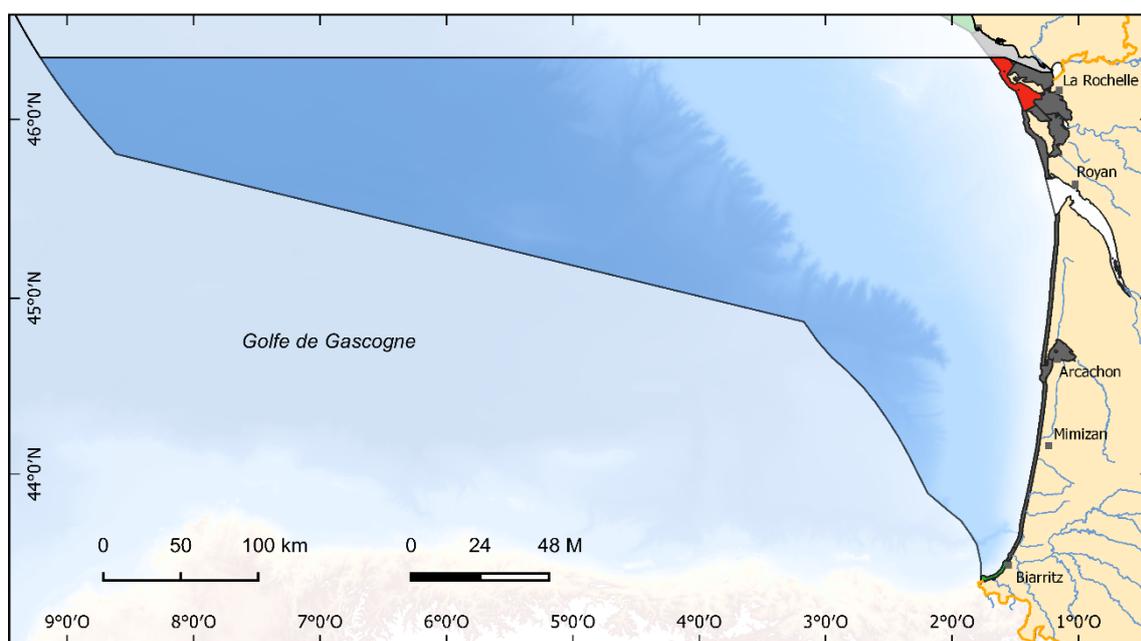
Figure 113. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone intertidale (indicateur CCO) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation parce que l'élément a été jugé non pertinent ou par manque de données.

7.3.6.2 Macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales

L'évaluation de l'état de l'élément macroalgues pérennes de substrat dur en zones subtidales du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, douze n'ont pas été évaluées numériquement par manque de suivi ou de pertinence de l'indicateur (1 655 km², 82 % de la zone côtière de la SRM), une MEC n'est pas déclassée (la FC11, 54 km², 3 % de la zone côtière de la SRM) et une MEC est déclassée au vis-à-vis de cet élément (la FRGC52, 304 km², soit 15 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 150 et Tableau 106).

Tableau 106. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	1	1	12
	superficie (km ²)	54	293	1 554
	%	3	15	82



Evaluation du critère D5C7 - Macroalgues pérennes en zones subtidales (QuiSubMac)
SRM GdG Sud

- Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément
- Masse d'eau déclassée au regard de l'élément
- Masse d'eau non évaluée au regard du critère
- principaux fleuves > 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

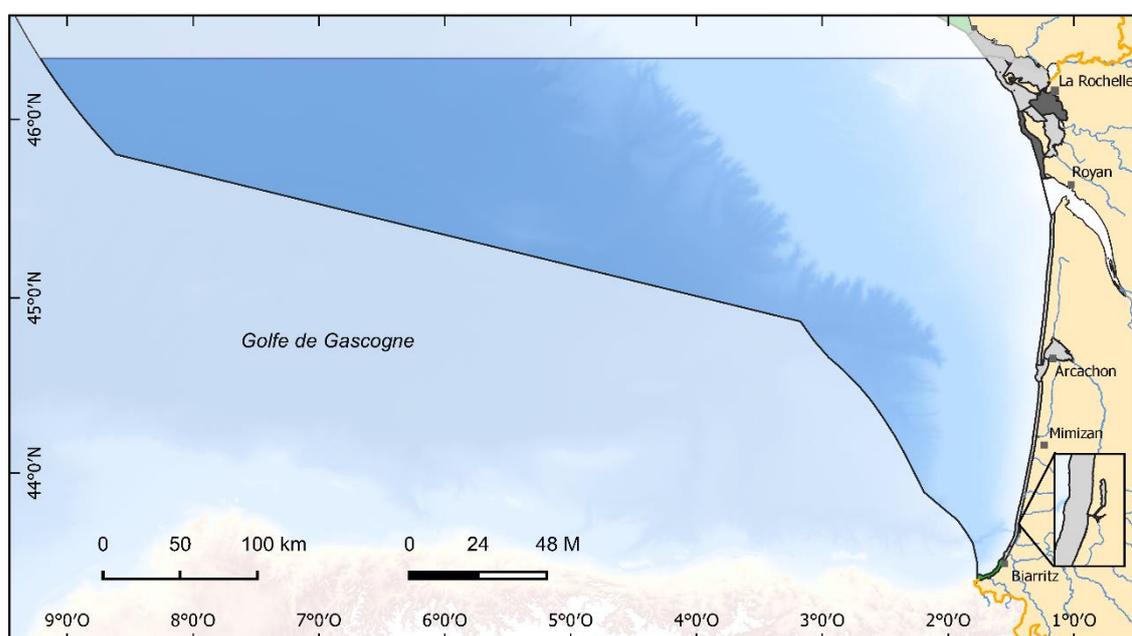
Date de réalisation : 05/2022

Figure 114. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Dire d'expert : pour la MEC FRGC52 ,voir les même commentaire dans la subdivision nord de la SRM Golfe de Gascogne, chapitre 6.3.6.2

Tableau 107. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales à l'issu de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	1	0	10	3
UMR Côte superficie (km ²)	54	0	1 450	397
%	3	0	76	21



Evaluation du critère D5C7 - Indicateur macroalgues pérennes de substrat dur en zone subtidale SRM GdG Sud

- Masse d'eau ne dépassant pas la valeur seuil
- Masse d'eau dépassant la valeur seuil
- Masse d'eau non évaluée par manque de données
- Indicateur non pertinent dans la masse d'eau
- principaux fleuves > 100km
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 03/2023

Figure 115. Évaluation de l'élément macroalgues pérennes en zone subtidales (indicateur QISubMac) dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

7.3.6.3 Herbiers de phanérogames

L'évaluation de l'état de l'élément herbiers de zostères subtidiaux et intertidaux du critère D5C7 n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, dix n'ont pas été évaluées numériquement par manque de suivi ou de pertinence de l'indicateur (1 317 km², 69 % de la zone côtière de la SRM) et trois ne sont pas déclassées (435 km², 23 % de la zone côtière de la SRM). Une seule MEC est déclassée au vis-à-vis de cet élément (la FRFC06, 148 km² soit 8 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 151 et Tableau 108).

Tableau 108. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidiaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	3	1	10
	superficie (km ²)	435	148	1 317
	%	23	8	69

Dire d'expert : la dégradation de l'indicateur Angiospermes dans le bassin d'Arcachon est due à un phénomène autre que l'eutrophisation. En effet, la forte diminution des surfaces occupées par les herbiers à zostères ces 20 dernières années dans le bassin d'Arcachon, semble être lié à une évolution des conditions hydrodynamique et hydro-sédimentaire¹²⁴. Ce phénomène de disparation des herbiers serait également à l'origine d'une diminution de la consommation d'azote¹²⁵ mais également d'un relargage d'azote dans le milieu et donc des tendances à la hausse en NID dans le bassin (voir chapitre 7.3.1.1). Le comité local AEAG du 28/09/2022¹¹⁹ a ainsi proposé de reclasser cette MEC en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation pour les angiospermes.

¹²⁴ Mathis Cognat. 2019. Rôles des facteurs environnementaux et des interactions biomorphodynamiques sur l'évolution spatio-temporelle des herbiers de zostères dans une lagune mésotidale. 306p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03372209>.

¹²⁵ A. Lheureux, V. David, Y. Del Amo, D. Soudant, I. Auby, F. Ganthy, H. Blanchet, M-A. Cordier, L. Costes, S. Ferreira, L. Mornet, A. Nowaczyk, M. Parra, F. D'Amico, L. Gouriou, C. Meteigner, H. Oger-Jeanneret, L. Rigouin, M. Rumebe, M-P. Tournaire, F. Trut, G. Trut et N. Savoye. 2022. Bi-decadal changes in nutrient concentrations and ratios in marine coastal ecosystems: The case of the Arcachon bay, France. *Progress in Oceanography*, 102740, 201.

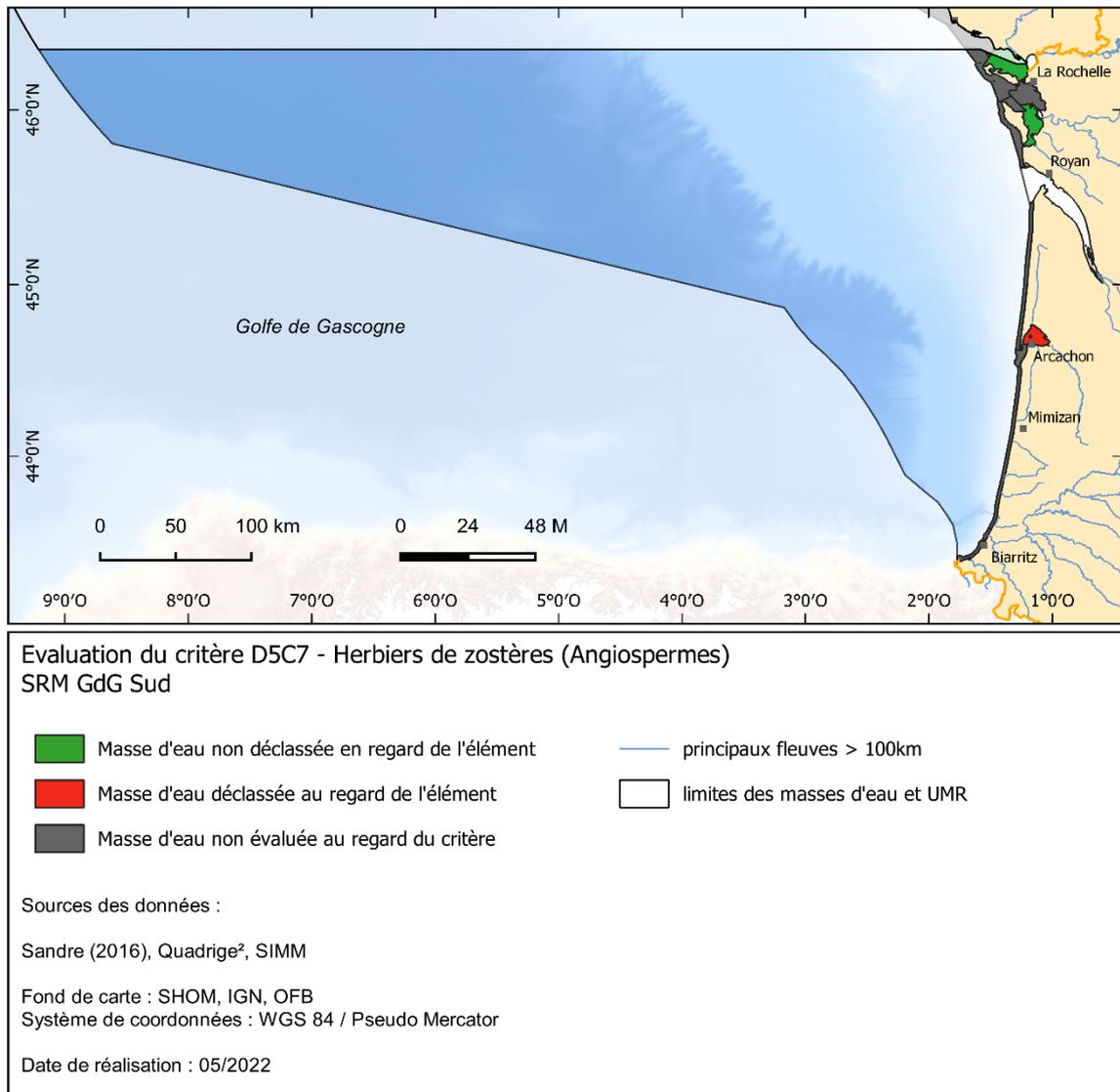


Figure 116. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

- Proposition (validée le 28/09/2022 par le comité local AEAG¹¹⁹) de classement de l'indicateur Angiospermes dans les MEC DCE de la SRM GdG Sud selon l'expertise locale.

Tableau 109. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux à l'issue de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-Atteint	Non pertinent	Pas de données
nbre d'UGE	4	0	7	3
UMR Côte superficie (km ²)	584	0	784	533
%	31	0	41	28

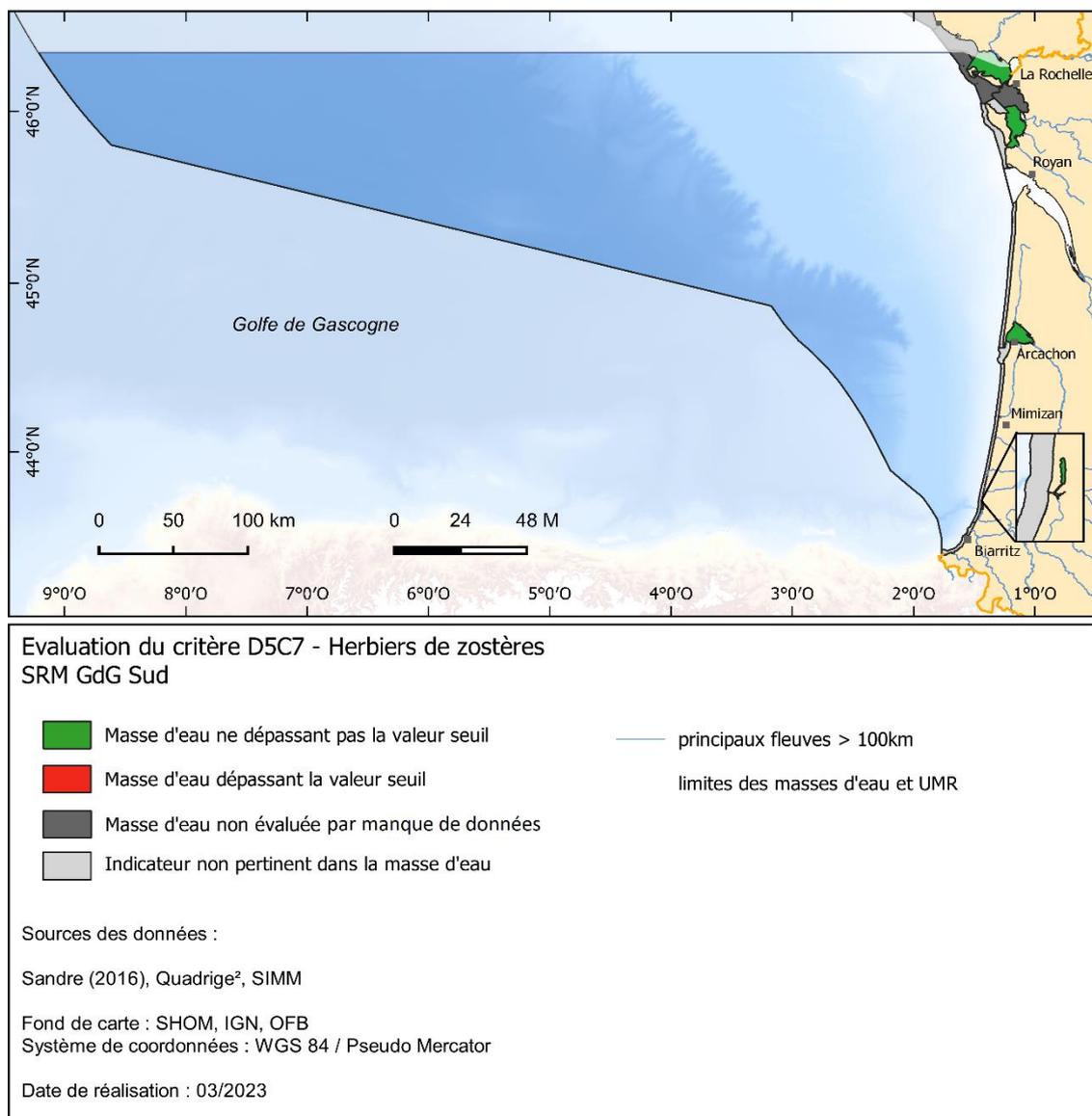


Figure 117. Évaluation de l'élément herbiers de zostères subtidaux et intertidaux (indicateur « Angiospermes ») dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

7.3.6.4 Le critère D5C7

L'évaluation de l'état du critère D5C7 est le résultat de l'intégration par OAO de l'évaluation des trois précédents éléments avec prise en compte l'expertise locale. Elle n'a été réalisée qu'à la côte puisqu'elle n'est pas pertinente pour l'UMR large. Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, huit n'ont pas été évaluées numériquement par manque de suivi ou de pertinence des indicateurs (1 198 km², soit 63 % de la zone côtière de la SRM) et six ne sont pas déclassées (703 km², soit 37 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 118 et Tableau 110).

Tableau 110. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Sud dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C7 à l'issu de l'évaluation DCSMM avec prise en compte de l'expertise locale.

	Atteint	Non-atteint	Non Evalué
nbre d'UGE	6	0	8
UMR Côte superficie (km ²)	703	0	1 198
%	37	0	63

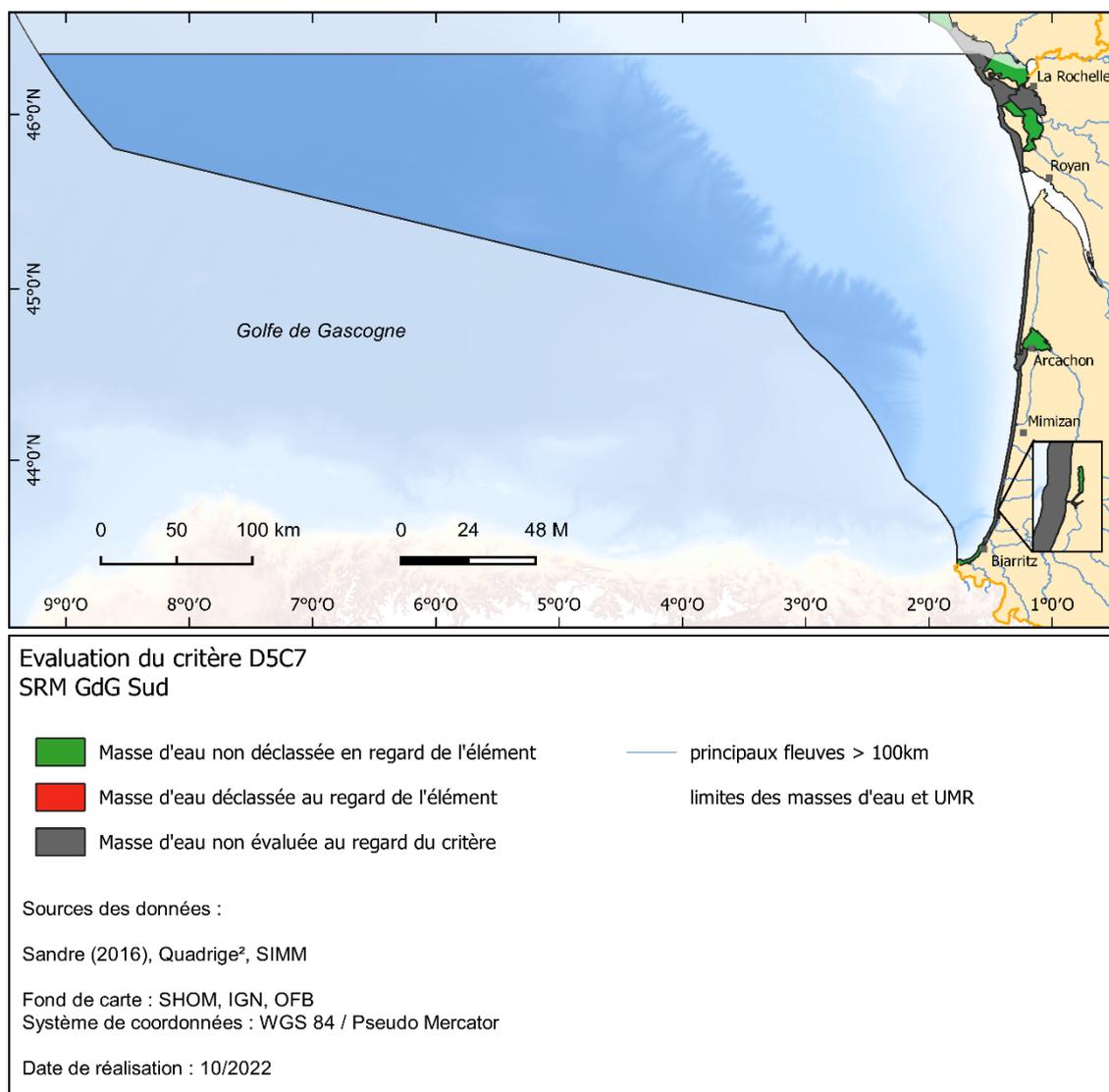


Figure 118. Évaluation du critère D5C7 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

7.3.7 D5C8 : Communauté de macrofaune des habitats benthiques

L'évaluation de l'état du critère D5C8 n'a été réalisée qu'à la côte puisque le calcul de l'indicateur M-AMBI est moins pertinent pour l'UMR large (pas de site de référence, étendues géographiques des paysages marins trop importantes). Sur les quatorze MEC de la SRM GdG Sud, sept n'ont pas été évaluées numériquement par manque de suivi ou de pertinence de l'indicateur (982 km², 52 % de la zone côtière de la SRM), six ne sont pas déclassées (918 km², 48 % de la zone côtière de la SRM) et une seule est déclassée vis-à-vis de ce critère (la FRFC09, 1 km², soit <1% de la zone côtière de la SRM) (Figure 119 et Tableau 111).

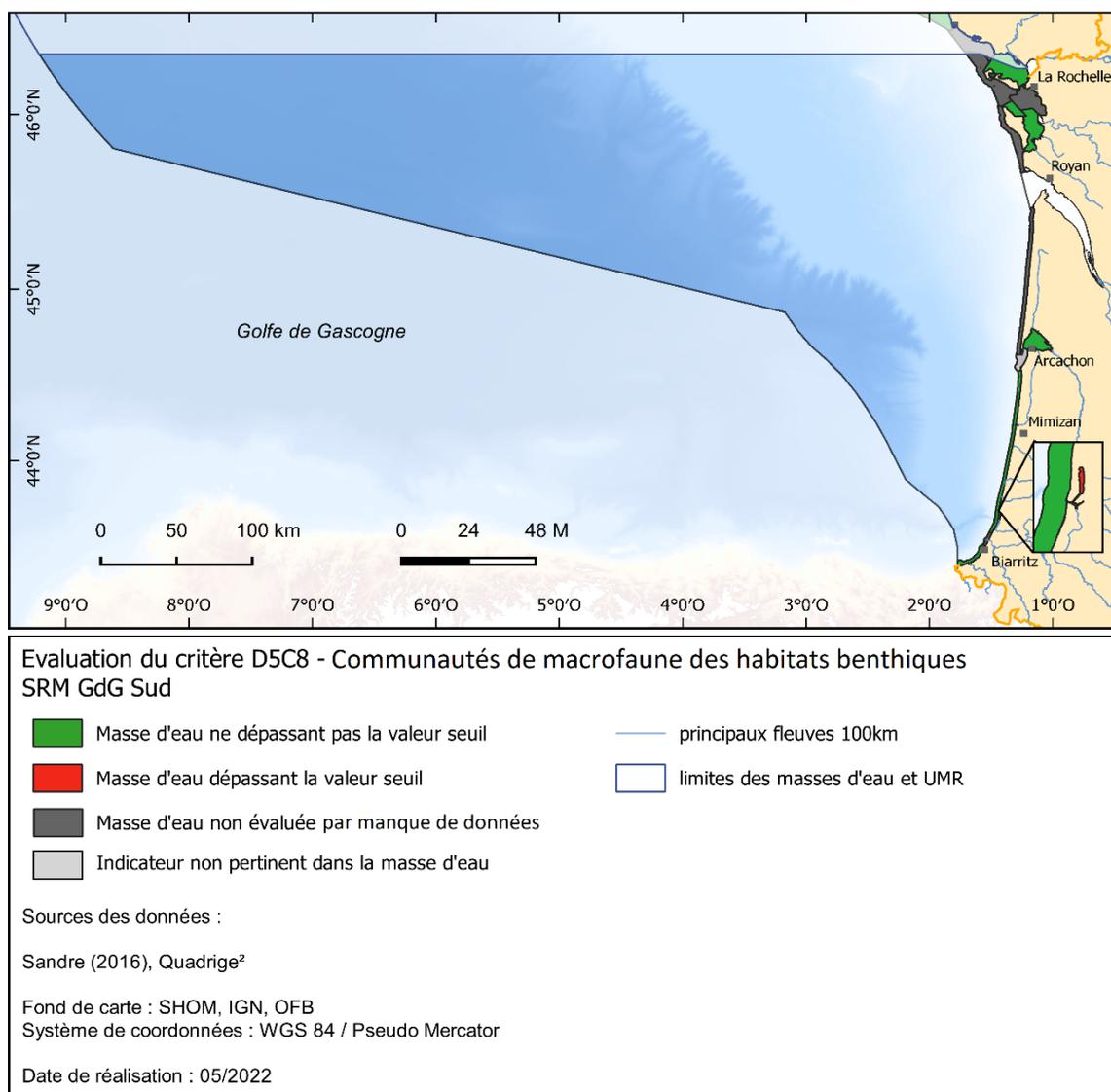


Figure 119. Évaluation du critère D5C8 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Nord. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que les éléments du critère ont été jugés non pertinents.

Tableau 111. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine GdG Nord dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C8 à l'issu de l'évaluation DCSMM.

		Atteint	Non-atteint	Non pertinent	Manque de données
UMR Côte	nbre d'UGE	6	1	1	6
	superficie (km ²)	918	1	66	915
	%	48	0,05	3	48

7.3.8 Evaluation du BEE

L'évaluation de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 est obtenue en intégrant les résultats d'évaluation de chaque critère présenté dans le chapitre précédent. Pour la zone côtière, l'intégration par la méthode OAO montre qu'une seule MEC DCE n'atteint pas le BEE (le lac d'Hossegor soit 1 km², <1 % de l'UMR côtière de la SRM) (Tableau 112). Treize MEC DCE atteignent le BEE (1 695 km², soit 89 % de l'UMR côtière de la SRM) et une MEC DCE n'a pas été évaluées (FRFC05, 205 km², soit 11 % de l'UMR côtière de la SRM). Au large la méthode d'intégration OSPAR montre que les sept paysages marins atteignent le BEE. A l'échelle de la SRM, moins de 1 % de la superficie n'atteint pas le BEE et moins de 1 % n'a pas été évaluée.

Tableau 112. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR de la sous-région marine GdG Sud dans les différents états écologiques à l'issu de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5 avec prise en compte de l'expertise locale.

		BEE	Non BEE	Non Evalué
UMR Côte	nbre d'UGE	13	1	1
	superficie (km ²)	1 695	1	205
	%	89	0	11
UMR Large	nbre d'UGE	7	0	0
	superficie (km ²)	85 559	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	87 254	1	205
	%	100	0	0

La confiance dans les résultats de l'évaluation du BEE est élevée à la côte ; aucun critère déclassant à lui seule une masse d'eau (via l'intégration OAO) possède un indice de confiance faible (Tableau 113). Il faut également prendre le nombre de critère considéré pour évaluer le BEE qui est très variable en fonction de la MEC : d'un seul critère pour la FRFC10 à sept critères (sur sept) pour la FRFC09. Plus une MEC sera évaluée avec un nombre important de critères (et surtout les primaires), plus son évaluation sera robuste.

Au large, la confiance C est également « élevée » dans tous les paysages marins grâce à l'utilisation des données satellite et de modélisation.

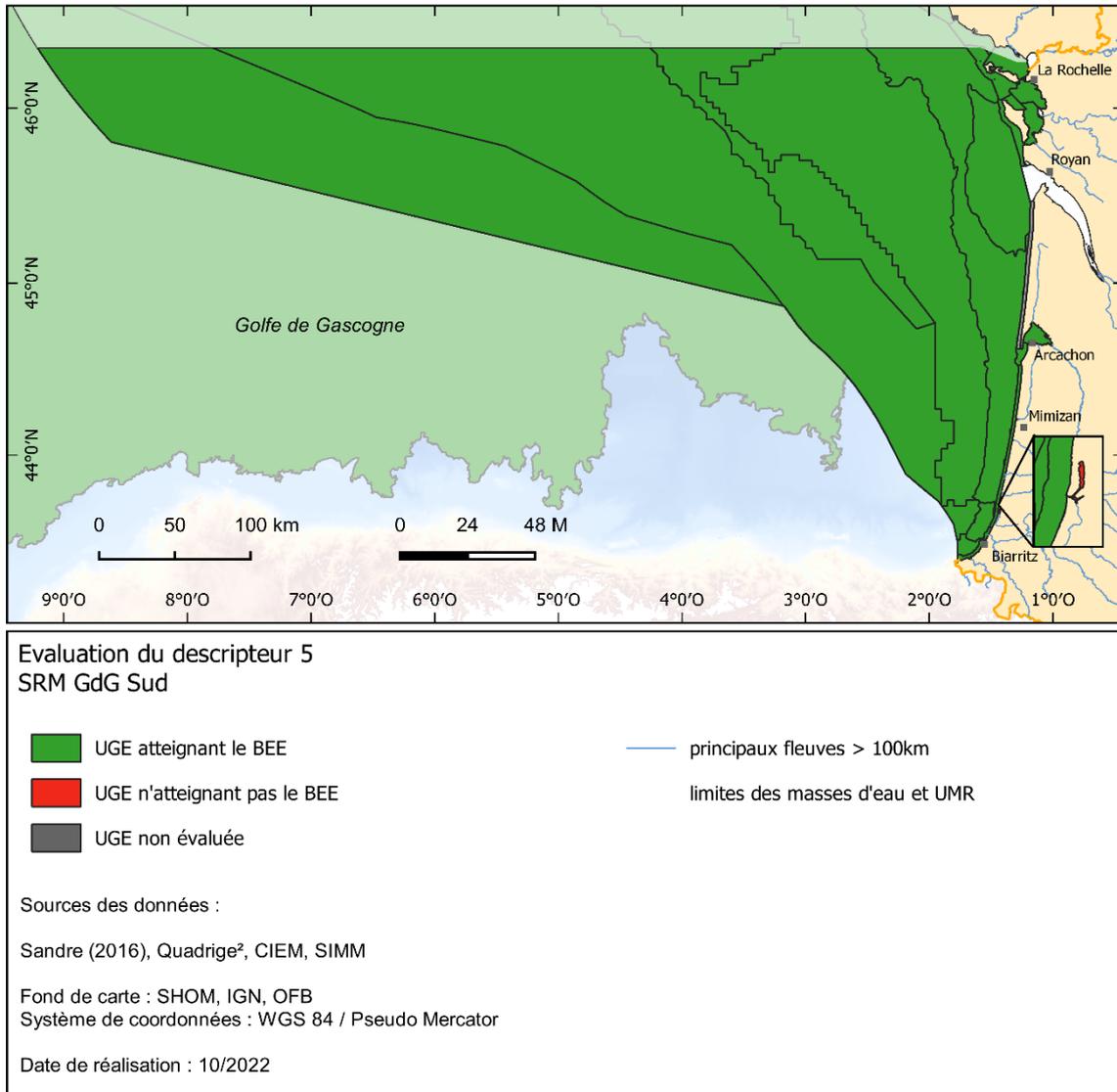


Figure 120. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud avec prise en compte de l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de suivi ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents.

Tableau 113. Synthèse des résultats des évaluations des différents critères du descripteur 5 dans les UGE de l'UMR côtière la SRM GdG Sud au 2^e (II) et 3^e (III) cycle ainsi que le nombre de critère évalué (n) sur les 7 pertinents et les 3 primaires (P) pour l'UMR au 3^e cycle. Pour le critère 7, les résultats des indicateurs CCO, QISubMac et Angiospermes sont donnés dans cet ordre. La méthode 2018 (1) pour le D5C1 correspond à l'utilisation d'un seul seuil NID33 (29 μmol^{-1}) au lieu de 2 seuils au 3^e cycle ; pour le D5 cela correspond à une méthode d'intégration différente. S. décl. et % décl. représentent les superficies déclassées (en km²) et le pourcentage de l'UMR côtière déclassé respectivement. En vert les masses d'eau en bon état, en rouge en mauvais état et en gris clair non suivi ou non pertinent.

SRM	MEC	C1	C1	C2	C2	C4	C4	C5	C5	C6	C6	C7	C7	C8	D5	D5	n(P)	
		II	III	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III	III	II	III	III	
GdG_S	GC51				(3)						(3)						3(2)	
	GC52		(1)		(3)								(2)	(2)			2(2)	
	GC53	(4)	(1)														7(3)	
	GC54				(3)												2(2)	
	FC01																7(3)	
	FC02																7(3)	
	FC03																2(1)	
	FC05																0	
	FC06													(2)	(2)		(2)	6(3)
	FC07																	4(3)
	FC08																	5(3)
	FC09																	7(3)
	FC10																	1(1)
	FC11																	6(3)
	S. décl.	325	0	0	0	0	0	0	0	0	1	473		0	1	0	1	
	% décl.	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23		0	0	0	0	

(1) résultat différent si méthode 2018

(2) dire d'expert : classement final différent du classement initial

(3) évalué sur dire d'expert

(4) résultat différent si méthode 3e cycle

7.4 Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle

Avant toute comparaison des résultats des évaluations obtenues entre le second et le troisième cycle il convient de rappeler les évolutions méthodologiques qui peuvent être à l'origine de ces changements.

7.4.1 Evolution méthodologique à la côte

Au niveau côtier, la méthodologie et les sources de données restent globalement les mêmes que lors du second cycle et très proches de ce qui est appliqué pour la DCE.

On peut toutefois noter quelques changements :

- Le seuil utilisé pour l'indicateur NID33 du D5C1 est passé d'un seuil unique à 29 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ au second cycle pour l'ensemble des MEC de la façade Atlantique- Manche-Mer du Nord (à cause du nombre limité de séries de données suffisamment longues à l'époque) à deux seuils, 29 et 33 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, au troisième cycle. Le Tableau 113 montre que ce changement de seuil a un impact sur l'évaluation du D5C1 puisqu'à l'échelle de la SRM GdG Sud deux MEC auraient été déclassées avec le seuil unique, ce qui représente 629 km^2 (31 % de la superficie de l'UMR côte de la SRM). L'impact de ce changement méthodologique peut donc être qualifié de relativement important pour la SRM GdG Sud.
- La méthode d'intégration des critères à l'échelle du descripteur : le passage d'une méthode d'intégration prenant en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation (pondération en fonction du niveau primaire ou secondaire du critère) à une méthode OOA plus directe tend à dégrader les résultats de l'évaluation¹²⁶. Pour la SRM GdG Sud ce changement n'a eu aucun impact sur l'évaluation (Tableau 113).
- La prise en compte de l'indicateur M-AMBI pour le D5C8, alors que ce critère n'avait pas été évalué au 2^e cycle. Cet indicateur étant déclassé dans une seule masse d'eau côtière de la SRM GdG Sud dans laquelle est également déclassé le D5C6, son utilisation n'a pas eu d'impact par rapport à l'évaluation du second cycle.
- Une meilleure prise en compte du dire d'expert dans le processus d'évaluation (notamment avec la mise en place de comités locaux dont les compte-rendu sont relativement proche des « fiches experts » proposées initialement par les RT D5). Dans la SRM GdG Sud, l'intervention du dire d'expert a eu un impact sur les indicateurs du critère 7 avec comme conséquence l'atteinte du BEE par deux MEC DCE qui aurait été déclassées dans le cas contraire (référence (4) dans le Tableau 113). L'impact de ce changement sur l'évaluation peut être qualifié de modéré dans la SRM GdG Sud.

7.4.2 Evolution méthodologique au large

Les évolutions méthodologiques entre le second et le troisième cycle sont très nombreuses au large (mais les sources de données sont similaires). La COMP4 a fortement évolué par rapport à la COMP3 grâce aux travaux réalisés dans les groupes OSPAR, ICG-EUT, ICG-EMO :

- Les UGE sont passés des mailles aux paysages marins, ce changement pourrait avoir un impact assez important puisqu'il a tendance à lisser l'information du fait de la très grande superficie prise en compte. Toutefois, l'application des grilles 2018 au-dessus des paysages marins permet d'affiner l'évaluation COMP4 mais également de voir l'effet de ce passage d'échelle (Figure 159). Pour le paysage marin ADPM (panache de l'Adour, Figure 6), il y a une dégradation du BEE due au critère D5C2 à une échelle très locale et qui ne

¹²⁶ Des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante : OOA > OSPAR > 2018.

représente que 100 km². L'utilisation de ces paysages marin est compréhensible au regard de l'échelle d'évaluation OSPAR qui est le Nord Est de l'Atlantique (incluant la Manche et la Mer du Nord) tout comme celle de la DCSMM qui est l'ensemble des ZEE des pays européens. Toutefois, en addition à de ces résultats à large échelle, l'application des grilles est particulièrement intéressante pour observer des phénomènes beaucoup plus localisés et répondre aux questionnement/problématiques des gestionnaires locaux ; le détail des résultats par critère au travers de ces mailles est donné en annexe 14.2.

- Les seuils et les métriques ont été définis et harmonisés à l'échelle de la zone OSPAR. Ces métriques ne sont plus les mêmes que lors du second cycle (normalisation NID vs NID33, moyenne chlorophylle-*a* vs P90 chlorophylle-*a*, P5 oxygène vs P10 oxygène) mais ils sont associés à des seuils calculer pour ces métriques à l'échelle des paysages marin. Au final, l'impact de ces changements est difficile à estimer dans leur ensemble (comparer les résultats obtenus avec les seuils second cycle dans les paysages marins et les seuils troisième cycle dans les grilles seules n'aurait pas beaucoup de sens), mais à la vue des résultats COMP4 affinés (Figure 121), assez proches des résultats du second cycle, on peut émettre l'hypothèse qu'il est assez limité (sauf pour l'oxygène, voir commentaires précédents).
- La méthode d'intégration a également évolué passant d'une méthode pondérée par le niveau primaire ou secondaire du critère en 2018 à une intégration mélangeant moyenne par catégorie et OOA en excluant les nutriments. L'impact de ce changement peut être important sur la classification du descripteur¹⁰¹.

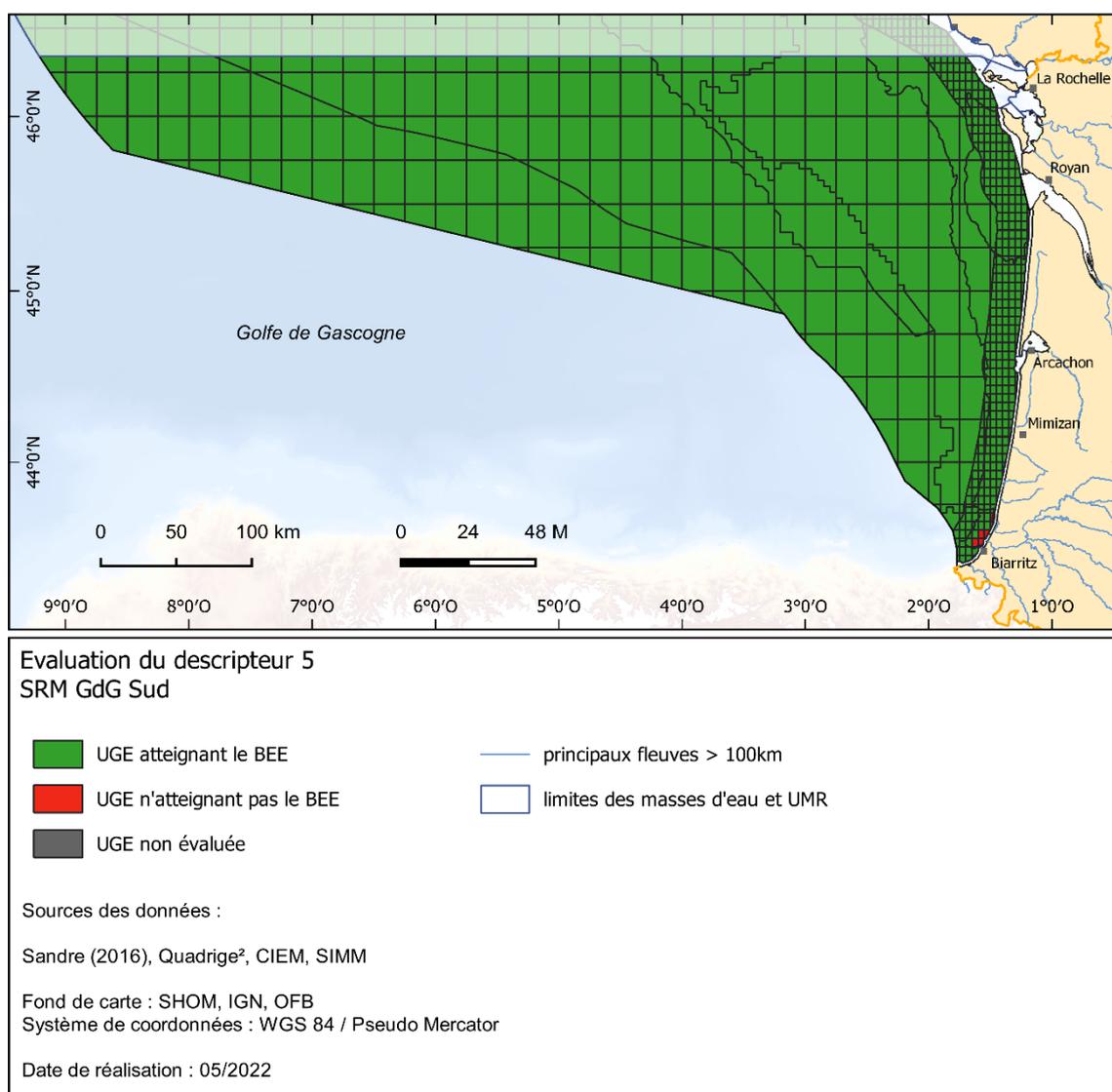


Figure 121. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins OSPAR. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

7.4.3 Evolution des résultats d'évaluation

7.4.3.1 A la côte

Au niveau côtier, l'état des critères D5C2 à D5C5 semble avoir peu évolué (Tableau 113). L'élément NID du critère D5C1 s'est « artificiellement » amélioré avec l'utilisation d'un seuil moins déclassant. Le critère D5C6 montre une nouvelle MEC déclassée mais qui n'avait pas été évaluée au 2^e cycle (seuls les données obtenues par les suivis effectués par le CEVA étaient considérées). Le critère D5C7 est plus difficile à comparer entre les 2 cycles car il n'intégrait pas le dire d'expert au 2e cycle.

A la vue des évolutions méthodologiques entre le 2^e et 3^e cycle (voir chapitre 7.4.1), une comparaison directe de l'évolution du bon état écologique entre les deux cycles est peu pertinente. Cette comparaison montre une dégradation du bon état écologique par rapport au cycle précédent. En effet, la SRM GdG Sud est passé d'aucune MEC n'atteignant pas le BEE à une MEC (1 km², soit 0,1 % de l'UMR côtière de la SRM) (Tableau 112). Le nombre de MEC non évaluée a diminué. Cette dégradation est encore une fois à mettre au compte de l'évolution méthodologique : seuls les crières D5C6 et D5C8 déclassent cette masse d'eau et ces deux critères n'avaient pas été pris en compte dans cette masse d'eau au 2^e cycle.

7.4.3.2 A large

Au large, à l'échelle des paysages marins l'état de la SRM GdG Sud s'est fortement dégradé pour le critère D5C5 (déclassement de 912 km² au 2^e cycle à 32 482 km² au 3^e cycle), principalement à cause de l'utilisation d'un seuil plus déclassant (3 mg.l⁻¹ au 2^e cycle vs 6 mg.l⁻¹ au 3^e cycle), des essais de calcul des métriques selon les méthodes utilisées au 2^e cycle (seuils, UGE) sur les données 2015-2020 ne montrent pas de dégradation dans cette zone (annexe 14.7) et une expertise basée sur les profils CTD mesurées lors des campagnes halieutiques ne montre pas non plus de valeurs sous le seuil OSPAR (soir §11.1.2) ; il est ainsi tout à fait pertinent de considérer l'évaluation de ce critère à dire d'expert qui ne montre aucun déclassement au large. Il s'est également dégradé pour l'élément NID du critère D5C1 (déclassement de 764 km² au 2^e cycle à 2 827 km² au 3^e cycle). L'utilisation des paysages marins « maillés » réduit la surface de dégradation à 28 638 km² pour l'oxygène et 1 932 km² pour le NID (Tableau 114). L'état des critères D5C2 et D5C4 s'est très légèrement amélioré si l'on considère l'échelle des paysages marins ou est resté stable à l'échelle des mailles. En ce qui concerne l'élément PID du critère D5C1, l'état de la SRM GdG Sud s'est nettement amélioré quel que soit l'échelle considérée.

Il en résulte une très légère amélioration de la situation au niveau du descripteur 5 puisque l'on passe d'une superficie n'atteignant pas le BEE au second cycle de 287 km² à une atteinte complète du BEE au troisième cycle (Tableau 114). Avec une approche maillée la superficie n'atteignant pas le BEE est de 98 km² au 3^e cycle. Il faut également prendre en compte la méthode d'intégration OSPAR qui est plus déclassante que la méthode utilisée au second cycle.

Tableau 114. Superficie en km² de l'UMR large déclassée ou n'atteignant pas le BEE dans la SRM GdG Sud au regard des différents critères et du descripteur 5 au 2^e cycle (I) et au 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (II) et des mailles (II-M).

	GdG Sud		
	I	II	II-M
D5C1_N	764*	2 827	1 932
D5C1_P	2164*	0	38
D5C2	117*	0	98
D5C4	251	0	241
D5C5	912	32 482	28 638
D5	287*	0	98

* surface pour GdG Nord et Sud

7.5 Sources de pressions

7.5.1 Flux en nutriments des cours d'eau

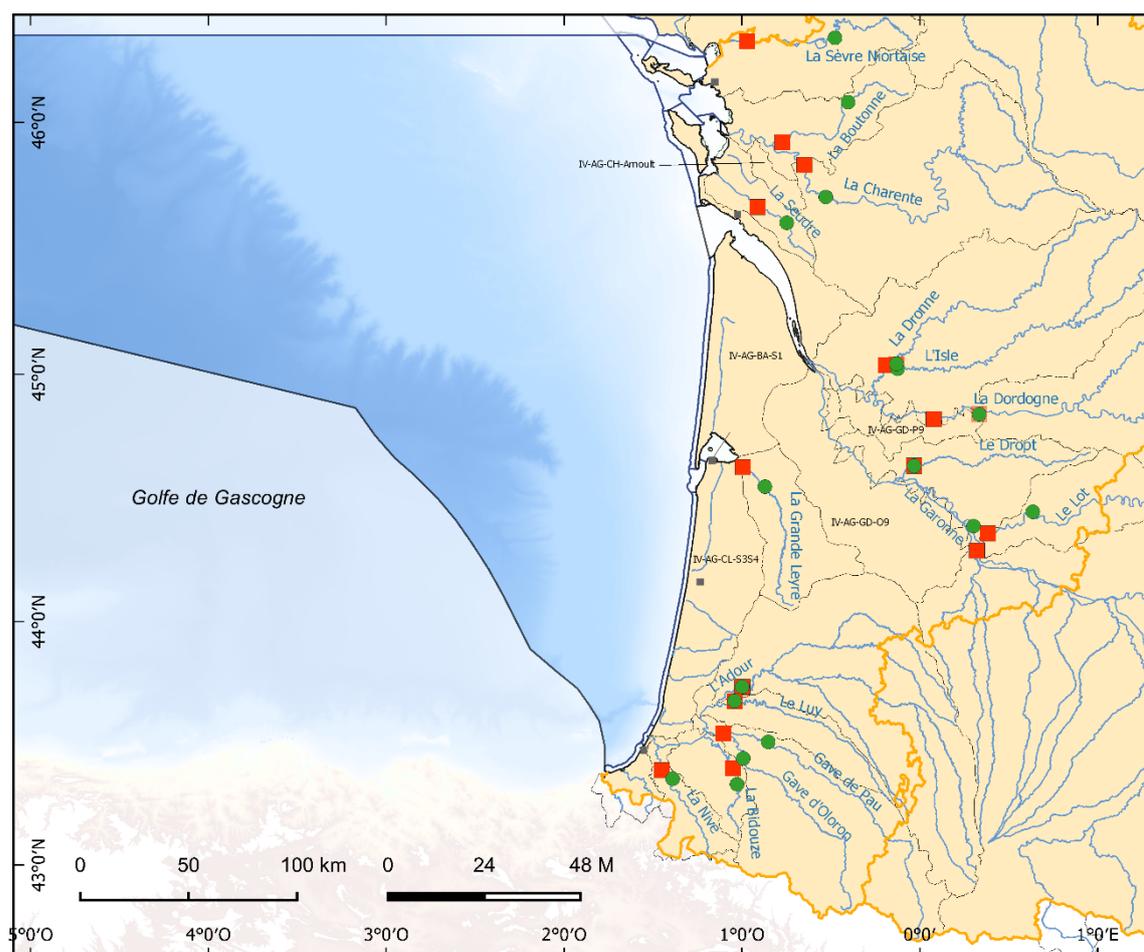
La principale source de pression à l'origine des processus d'eutrophisation en nutriments provient des cours d'eau se jetant dans la mer et drainant les nutriments en excès provenant des activités anthropiques présentes dans son secteur hydrographique tels que l'agriculture, les usages industriels et urbains, le traitement et l'élimination des déchets (tels que cités dans le tableau 2b de l'annexe III de la Décision 2017/845/EU).

Pour la SRM GdG Sud, l'évaluation des apports fluviaux est basée sur un découpage en 22 zones d'apports stable dans le temps (Figure 93). Ces zones ont été définies sur la base de critères hydrographiques à l'aide de la BD CARTHAGE®, afin qu'elles soient hydrologiquement indépendantes les unes des autres et homogènes.

Dans ces zones d'apport, les flux de nutriments sont quantifiés à partir (i) de mesures de concentrations en nutriments effectuées sur 15 stations « qualité » dans les cours d'eau (carrés rouges sur la Figure 122), de 6 à 24 fois par an par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (AEAG) et bancarisées dans la base de données Naïades¹⁰², et (ii) de mesures de débits journalières sur ces mêmes cours d'eau (points verts sur la Figure 122 -> 17 stations « débits ») effectuées par la DREAL entre 1990 et 2019 et bancarisées dans la base de données Hydro¹⁰³. Le calcul de flux est ensuite réalisé par le SDeS dans le cadre de la Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) d'OSPAR¹⁰⁴, via l'utilisation du logiciel de calcul de flux RTrend®.

On distingue les rivières principales, cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; les cours d'eau secondaires, dits « tributaires » ; les zones d'apport diffus, sans cours d'eau prépondérant. Les flux des zones d'apport diffus et des cours d'eau non suivis sont estimés à partir d'une zone présentant des caractéristiques d'occupation du sol comparables et pour laquelle les flux sont quantifiés.

Les données rapportées chaque année dans le cadre de l'étude RID sont évaluées et publiées par OSPAR dans des rapports annuels sur les données RID¹⁰⁵.



Stations de mesures débits et qualités utilisées pour les calculs de flux RID SRM GdG Sud

● Stations débits	— principaux fleuves 100km
■ Stations qualités (actuelles)	 limites des masses d'eau et UMR
■ Stations qualité (anciennes, antérieures à 1996)	 Zones d'apports

Sources des données :

Sandre (2016), Banque Hydro, Naiades, Agence de l'Eau, BDCarthage

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 122. Carte des points de mesures de débit (ronds verts) et de concentration en nutriments (carrés rouges) de certains fleuves (nommés sur la carte) se déversant dans la SRM GdG Sud. Les zones d'apports drainés par ces cours d'eau sont délimités en gris (ne sont nommés que les zones d'apport diffus).

7.5.1.1 Apports en azote

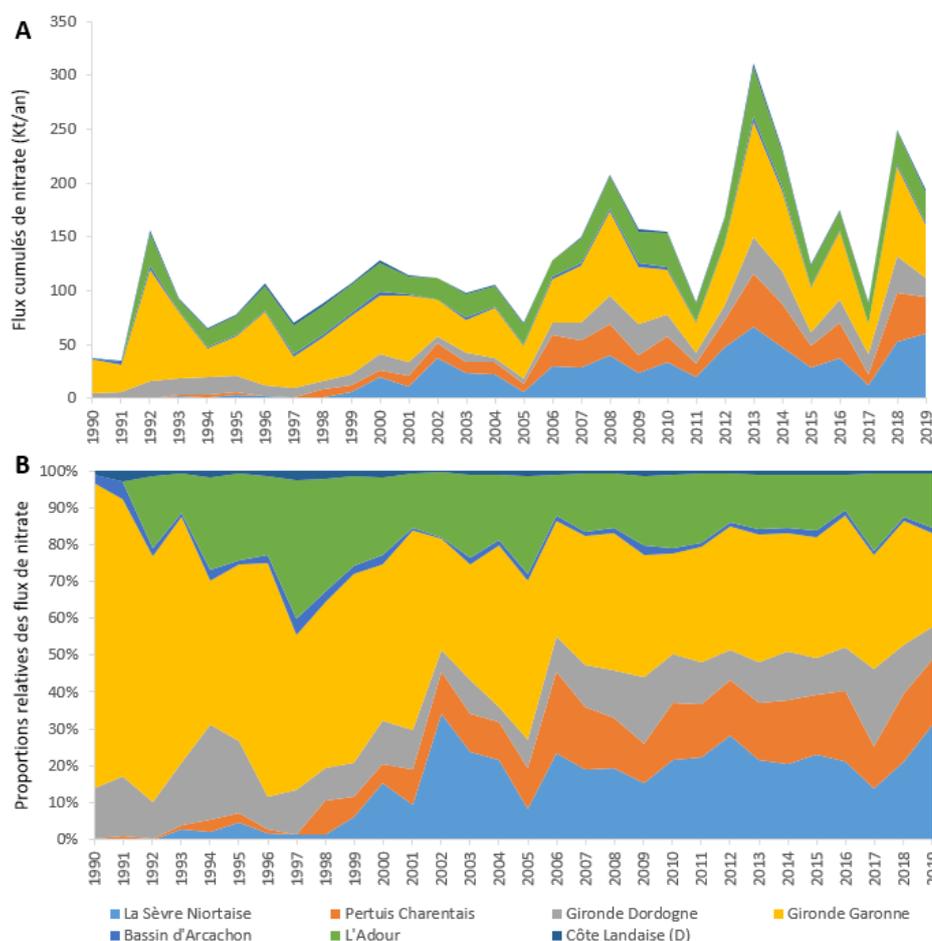


Figure 123. A. Évolution pluri-annuelle des flux en nitrate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM GdG Sud entre 1990 et 2019. Les flux au niveau du pertuis Charentais sont calculés à partir des données mesurées sur la Seudre, l'Arnoult (diffus), la Charente et la Boutonne. Les flux au niveau de la Gironde partie Garonne sont calculés à partir des données mesurées sur la Garonne, le Dropt, le Lot et la zone diffuse O9. Les flux au niveau de l'Adour sont calculés à partir des données mesurées sur le Luy, les Gaves Réunis, la Bidouze, l'Adour, la Nive et le Pays Basque (diffus).

A l'échelle de la SRM, les flux cumulés en nitrates fluctuent fortement d'une année à l'autre entre 65 kT pour l'année 1994 (pas de données sur l'Adour et la Sèvre Niortaise en 1990 et 1991) et 308 kT pour l'année 2013. La contribution des apports en nutriment dans la SRM GdG Sud est mieux répartie dans les différents cours d'eau que dans les autres façades. Ainsi, si avant les années 2000 la Garonne contribuait à 50 % - 90 % des flux en nitrates, elle ne contribue plus qu'à 35 % de ces apports et le bassin d'Arcachon à 20%, le reste étant réparti entre l'Adour (15 %), la Dordogne (10 %) et le pertuis Charentais (15 %) (Figure 123).

Les tests non paramétriques Man-Kendall saisonnier effectués sur les séries temporelles de flux cumulés en nitrates à l'échelle de la SRM montrent une tendance significative à l'augmentation entre 1990 et 2019 (Tableau 131). Néanmoins, des disparités existent selon le cours d'eau

considéré. Les flux en nitrates montrent une tendance significative à l'augmentation uniquement pour le pertuis Charentais et pour la Sèvre Niortaise. Les flux en ammonium augmentent significativement uniquement dans le Pertuis Charentais, diminuent dans la Garonne mais restent stables à l'échelle de la SRM. Concernant les flux d'azote total, ceux-ci augmentent significativement dans la totalité des cours d'eau (sauf l'Adour) et à l'échelle de la SRM.

Tableau 115. Tendance temporelle monotone (test de MannKendall Saisonnier) des flux en nutriment sur 30 années de mesures (1990 à 2019) pour les cours d'eau se déversant dans la SRM GdG Sud (Région IV OSPAR) et inclus dans la stratégie RID OSPAR; superficie des secteurs hydrographiques et caractéristiques des apports relatifs à ces cours d'eau (rivière principale = cours d'eau dont les flux sont importants et qui nécessitent un suivi détaillé ; tributaire = cours d'eau secondaire ; apports diffus = zone sans cours d'eau prépondérant). Les flèches vertes indiquent une tendance significative (p. value <0,05) à la baisse, les flèches rouges indiquent une tendance significative à l'augmentation et les flèches bleues indiquent l'absence de tendance significative. Les estimations de flux sont effectuées par le SDeS suivant le protocole OSPAR RID.

ID du cours d'eau	Nom du cours d'eau / du secteur	Bassin Versant	Superficie du secteur hydro. (km²)	Caractéristique des apports	Tendances				
					Total N	NO3-N	NH4-N	Total P	PO4-P
*	L'Adour	Adour-Garonne	17686	tributaire + diffus	→	→	→	→	→
**	Bassin d'Arcachon	Adour-Garonne	4846	tributaire + diffus	→	→	→	→	→
***	Pertuis Charentais	Adour-Garonne	12118	tributaire + diffus	→	→	→	→	→
****	Gironde côté Dordogne	Adour-Garonne	9342	tributaire + diffus	→	→	→	→	→
*****	Gironde côté Garonne	Adour-Garonne	56315	Rivière principale + tributaire	→	→	→	→	→
	IV-LB-SL-Sevre-Niorta	Loire-Bretagne	4363	tributaire	→	→	→	→	→
Total			104670		→	→	→	→	→

* IV-AG-AD-Pays-Basque (diffus) + IV-AG-AD-Luy + IV-AG-AD-GavesReunis + IV-AG-AD-Bidouze + IV-AG-AD-ADOUR + IV-AG-AD-Nive

** IV-AG-BA-Eyre + IV-AG-BA-S1 (diffus)

*** IV-AG-CH-Livenne + IV-AG-CH-Seudre + IV-AG-CH-Arnoult (diffus) + IV-AG-CH-CHARENTE + IV-AG-CH-Boutonne

**** IV-AG-GD-Isle + IV-AG-GD-P9 (diffus)

***** IV-AG-GG-Dropt + IV-AG-GG-GARONNE + IV-AG-GG-LOT + IV-AG-GG-O9 (diffus)

7.5.1.2 Apports en phosphate

Les flux en orthophosphates ne montrent pas de tendance significative à l'échelle de la SRM GdG Sud, ils augmentent significativement dans le Pertuis Charentais et diminuent dans le Bassin d'Arcachon (Tableau 131). Les flux cumulés à l'échelle de la SRM montrent des valeurs pouvant atteindre 6 kT/an en 2016 pour arriver à des valeurs inférieures à 1 kT/an après 2011 (Figure 124). Le bassin d'Arcachon et la Garonne sont les plus gros contributeurs de la SRM avec plus de 70 % des flux en orthophosphates (Figure 124).

7.5.1.3 Discussion autour des apports des cours d'eau

Ces résultats montrent que les mesures de réduction des phosphates mises en place dans les années 90 ont peut-être moins bien fonctionné dans cette SRM. Les apports en azote sont également en augmentation et restent à surveiller. Des travaux avaient été menés dans le cadre du chantier Objectif Environnementaux du second cycle de la DCSMM afin d'estimer le pourcentage d'abattement qu'il faudrait appliquer aux concentrations en nutriments dans ces cours d'eau pour aboutir à une diminution du phénomène d'eutrophisation en mer. Ce travail, fait avec Actimar via des outils de modélisation, prenait en compte la biodisponibilité des nutriments par le phytoplancton, les concentrations en chlorophylle-*a* en mer compatible avec un bon état écologique, l'advection des nutriments en mer mais également le « coût » relatif aux abattements proportionnellement à la surface des bassins versants. Toutefois cette méthode n'avait été retenue que par l'AEAP, les autres Agences estimant que les incertitudes liées à la paramétrisation du modèle étaient trop importantes et la relation cout/taille du bassin versant pas assez approfondie.

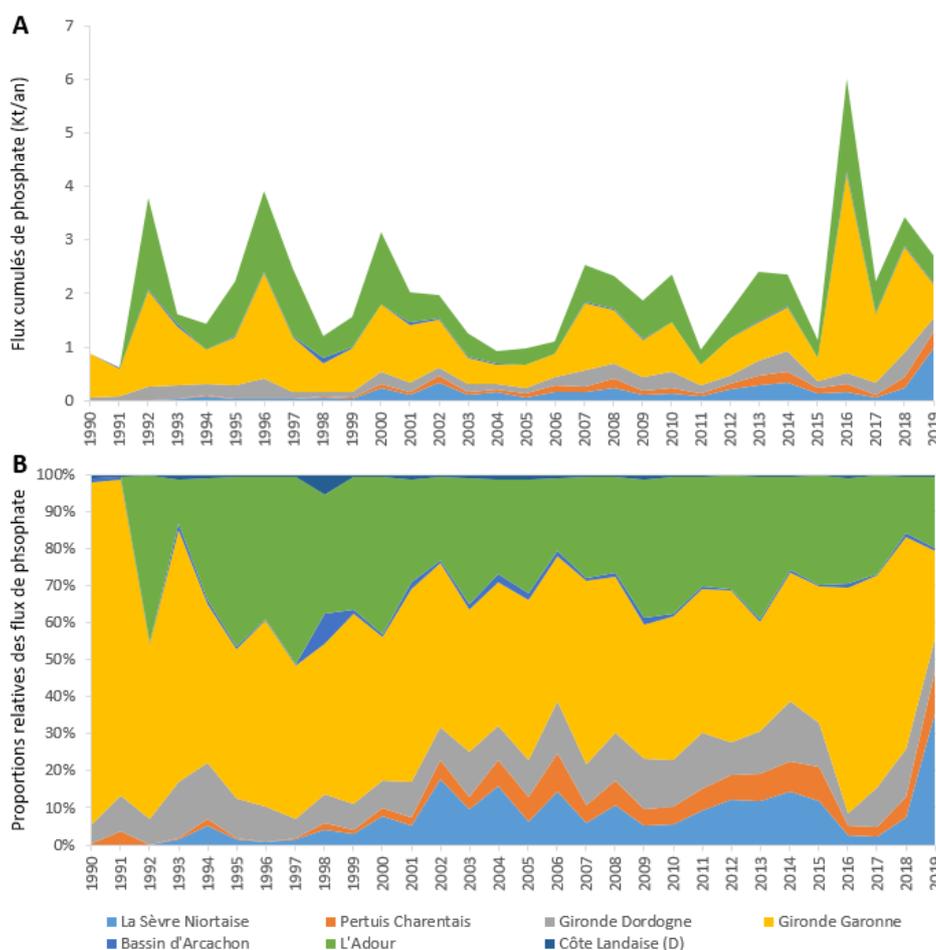


Figure 124. A. Évolution pluri-annuelle des flux en orthophosphates (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en orthophosphates, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques suivis dans le cadre du RID OSPAR se déversant dans la SRM GdG Sud entre 1990 et 2019. Les flux au niveau du pertuis Charentais sont calculés à partir des données mesurées sur la Seudre, l'Arnoult (diffus), la Charente et la Boutonne. Les flux au niveau de la Gironde partie Garonne sont calculés à partir des données mesurées sur la Garonne, le Dropt, le Lot et la zone diffuse O9. Les flux au niveau de l'Adour sont calculés à partir des données mesurées sur le Luy, les Gaves Réunis, la Bidouze, l'Adour, la Nive et le Pays Basque (diffus).

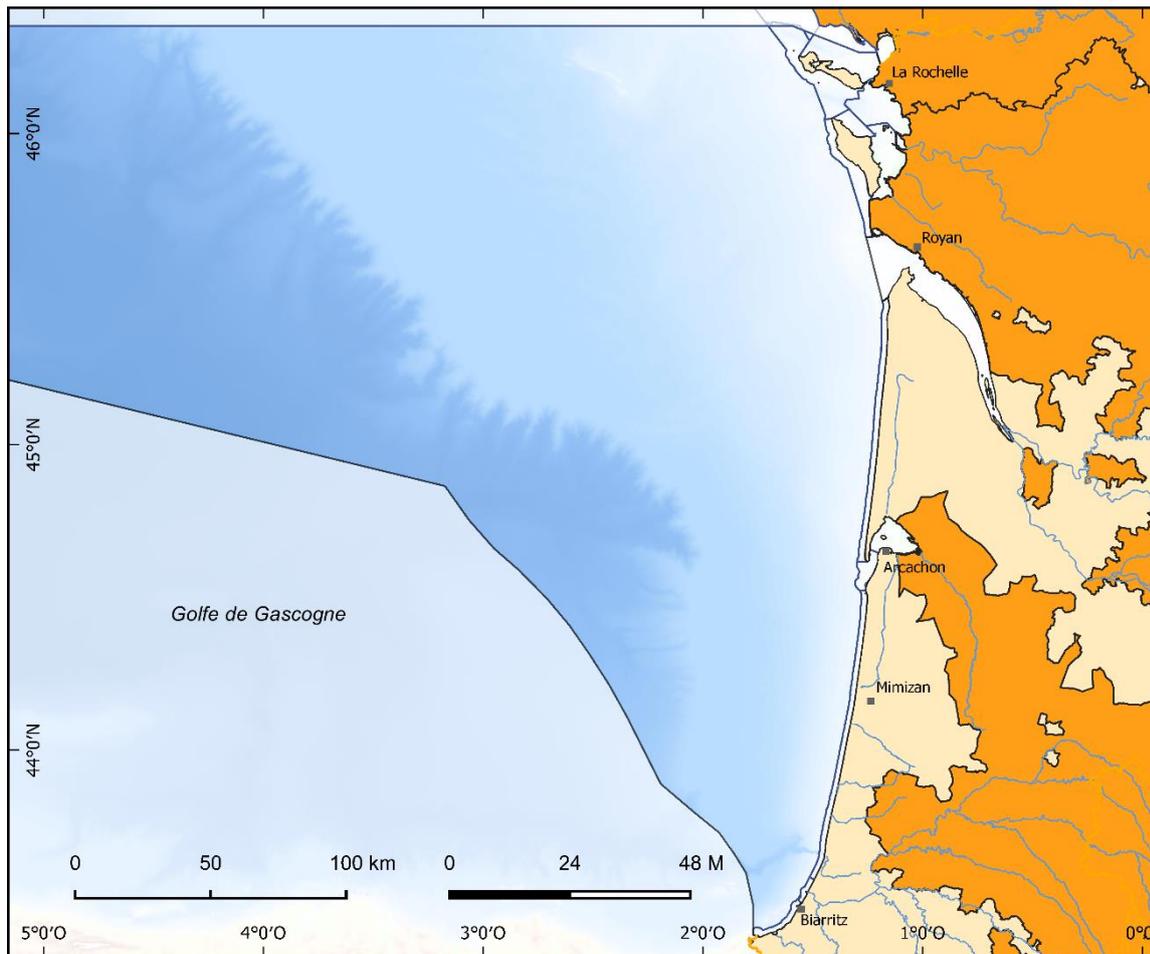
Cette relation coût/diminution des apports est justement approfondie dans le projet NUTS-STeauRY. Ce projet vise à coupler différents modèles depuis l'utilisation des sols (modèle GRAFS), les flux dans les cours d'eau (RIVERSTRAHLER¹⁰⁷) et les échanges au niveau des estuaires (modèle C-GEM¹⁰⁸) sans toutefois faire de couplage avec un modèle « marin » comme ECO-MARS3D. Ce projet prend ainsi en compte une partie du continuum terre-mer pour fournir différents scénarios de l'état trophique des cours d'eau en fonction de l'utilisation des sols et de potentiels changement dans leur utilisation/gestion (intensification de l'agriculture, pas de changement, changement de comportement alimentaire lié à un changement des pratiques agricoles, etc.) La fin de ce projet débuté en 2020 est prévue pour mi-2023.

En parallèle de ces différentes approches, notre analyse des méthodes utilisées pour calculer les flux dans ces études (abattement ECO-MARS3D, NUTS-STeauRY, RID, et autres) ont mis en avant une forte variabilité dans la manière de calculer les flux ainsi que dans la localisation des stations

de mesures utilisées pour alimenter ces calculs. Cette problématique a été intégrée dans le projet JERICO-S3, dont l'un des objectifs vise à harmoniser l'estimation des calculs de flux à échelle européenne (ce qui devra commencer à l'échelle nationale). Nous avons également proposé d'augmenter le nombre de cours d'eau pris en compte dans les calculs de flux par le RID (déficit au niveau de la Bretagne par exemple). Ces travaux sont déjà engagés via une collaboration OSPAR/RT DCSMM /Ministère et SDeS pour harmoniser la liste officielle des stations de mesure (débits et concentrations) utilisées dans ces calculs.

7.5.2 Apports terrestres diffus : zones vulnérables

Dans le cadre de la protection des eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole (apports diffus), la 7^{ème} révision de la délimitation des zones vulnérables aux nitrates (eaux excédant ou pouvant excéder 50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité = norme de l'OMS, ce qui représente un seuil sanitaire pour l'homme et non pour l'environnement) est fondée sur les résultats des mesures effectuées dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Les préfets coordonnateurs de bassin ont arrêté en 2021 la mise à jour de la délimitation des zones vulnérables (Figure 125). Dans la SRM GdG Sud, la totalité des zones de drainages se déversant dans la partie au nord de la Garonne sont classées zones vulnérables aux nitrates, ainsi que le bassin d'Arcachon et les Gaves. Il est ainsi surprenant de ne pas voire plus de MEC dégradés au regard du critère D5C1, toutefois le seuil de classement en zones vulnérable n'est pas un seuil écologique ce qui crée un décalage entre la classification des zones terrestres en zones vulnérables aux nitrates et la classification des MEC par le D5C1 dans la cadre de la DCSMM. Cette directive agit ainsi comme un levier potentiel pour mettre en place des mesures visant à diminuer les apports en nitrate d'origine agricole dans les cours d'eau. Les objectifs visés par cette directive ne semblent pas suffisant au regard des problèmes d'eutrophisation en mer (50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité alors que Perrot et al. 2014¹¹⁰ concluaient à des concentrations autour de 10 mg.l⁻¹ pour limiter les phénomènes d'eutrophisation (échouage d'Ulve en Bretagne dans le cas de cette étude).



Directive Nitrates 91/676/CEE
Zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole en 2018

SRM GdG Sud

 Zones Vulnérables  Sous-régions marines  principaux fleuves 100km

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB, SIE
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 125. Localisation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole telles que définies par la directive "Nitrates" (91/676/CEE).

7.5.3 Apports ponctuels : zones sensibles

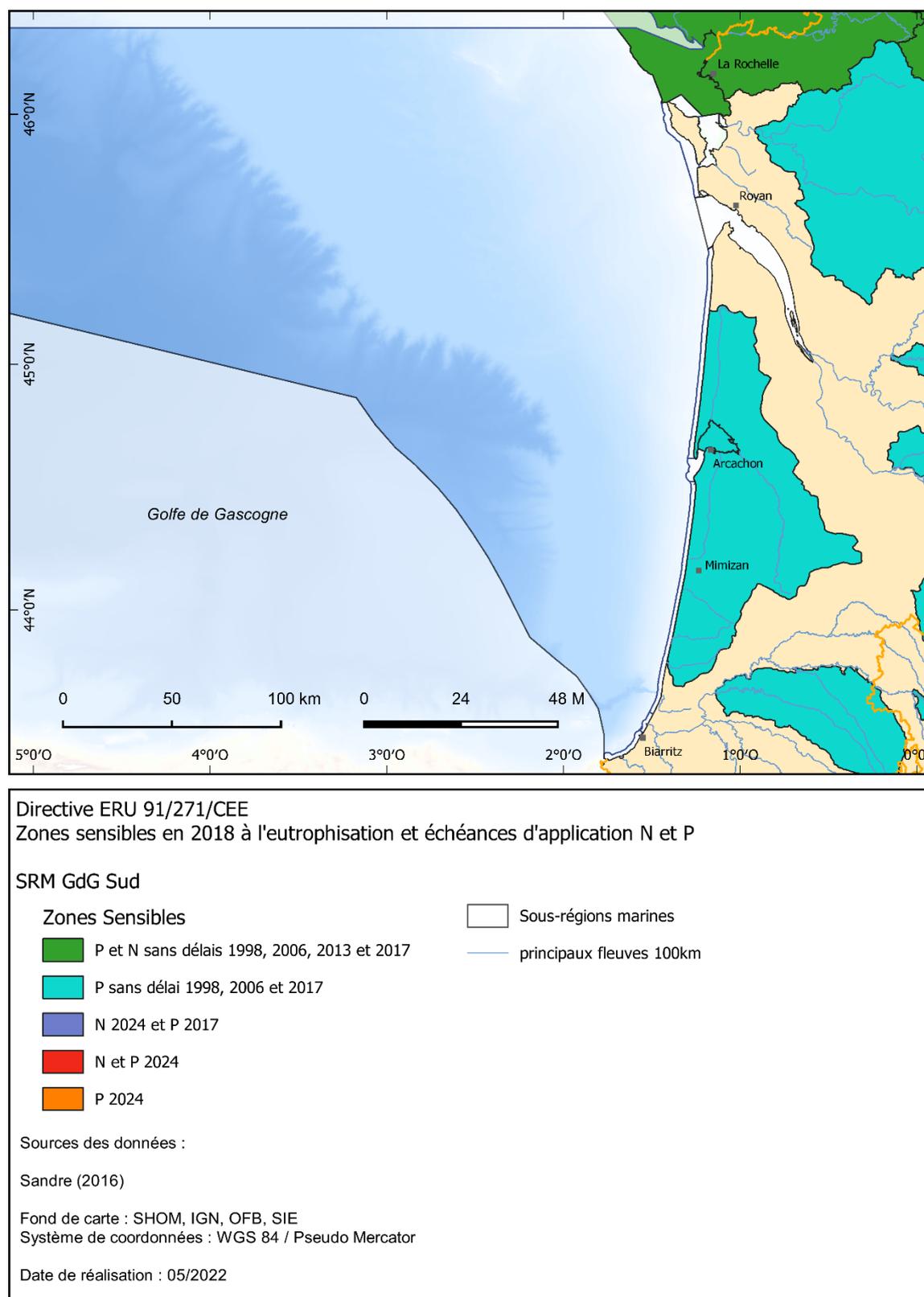


Figure 126. Localisation des zones sensibles à l'eutrophisation selon la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/EEC). Les différentes échéances pour la mise en conformité des stations de traitement des eaux usées des agglomérations de plus de 10 000 équivalent habitant (Eh) se trouvant dans les régions hydrographiques de la SRM GdG Sud sont également renseignées.

L'article R211-94 du code de l'environnement, transposant dans le droit français l'article 5 et l'annexe II de la directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EEC UWWT) définit les zones hydrographiques particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles pour lesquelles il est établi qu'elles sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures ne sont pas prises ; et dans lesquelles les rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances doivent, s'ils sont cause de ce déséquilibre, doivent être réduits. Les seuils réglementaire en sortie de stations de traitement des eaux usées (STEU) sont données dans le Tableau 116, ces seuils sont compatibles avec ceux présentés dans Perrot et al. 2014¹¹⁰ pour limiter les problèmes d'eutrophisation en mer (prolifération d'algues opportuniste dans le cas de cette étude).

Tableau 116. Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation. En fonction des conditions locales, on appliquera un seul paramètre ou les deux. La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction seront appliqués. Repris de la Directive 98/15/CE, portant modification de la directive 91/271/CEE.

Paramètres	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Méthode de mesure de référence
Phosphore total	2 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l (EH de plus de 100 000)	80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire
Azote total ⁽²⁾	15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) ⁽²⁾ 10 mg/l (EH de plus de 100 000) ⁽²⁾	70-80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire

(1) Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

(2) Azote total signifie le total de l'azote dosé selon la méthode de Kjeldahl (azote organique et ammoniacal), de l'azote contenu dans les nitrates et de l'azote contenu dans les nitrites.

(3) Ces valeurs de la concentration sont des moyennes annuelles, selon l'annexe I, point D 4 c). Toutefois, les exigences pour l'azote peuvent être vérifiées en utilisant des moyennes journalières quand il est prouvé, conformément à l'annexe I, point D 1, que le même niveau de la protection est obtenu. Dans ce cas, la moyenne journalière ne peut pas dépasser 20 mg/l d'azote total pour tous les échantillons, quand la température de l'effluent dans le réacteur biologique est supérieur ou égale à 12 °C. La condition concernant la température pourrait être remplacée par une limitation du temps de fonctionnement tenant compte des conditions climatiques régionales.

En 2019, la France compte dans sa base de données 21 573 agglomérations d'assainissement comprenant 22 002 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents-habitants (Eh) pour une capacité épuratoire de l'ensemble des STEU de 105 millions d'Eh. Les agglomérations de 2000 Eh et plus étaient au nombre de 3 812 pour 3 962 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 75 millions d'Eh.

Dans la SRM GdG Sud, toutes les STEU doivent être aux normes exigées par la directive en 2017 (Figure 126). En 2020, sur les 464 STEU de la Nouvelle Aquitaine, 63 ne sont pas encore conformes en terme de performance¹²⁷.

¹²⁷ <https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/statsReg>

7.5.4 Apports atmosphériques

Les flux d'azote issus de retombées atmosphériques sont calculés à partir des données d'émission couplées avec un modèle de transport chimique atmosphérique. Les données d'émission sont issues du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), programme coopératif de surveillance continue et d'évaluation de la transmission des polluants atmosphériques à longue distance en Europe, mis en place suite à la convention sur la pollution atmosphérique en 1979. De plus amples informations sur le fonctionnement du programme EMEP peuvent être trouvées sur la page web du programme : http://emep.int/emep_overview.html.

Les résultats issus des analyses d'EMEP font l'objet d'un rapportage à OSPAR par cycle d'évaluation, rapport à partir duquel les Etats Membres peuvent rapporter les données d'émission atmosphérique dans leur sous-région marine. Toutefois, le calendrier de rapportage OSPAR (QSR prévu en 2023) n'étant pas aligné sur celui du rapportage DCSMM Français (qui doit intégrer le Document Stratégique de Façade et doit donc être rendu en 2022), le rapportage EMEP n'est donc pas disponible au moment de l'écriture du rapport DCSMM D5 3^e cycle.

Une présentation des résultats préliminaires d'EMEP au cours d'une session ICG-EUT OSPAR (OSPAR / INPUT & ICG-Eut, 26 Janvier 2022) a montré que les dépôts atmosphériques d'azote oxydé¹²⁸ diminuent significativement depuis 1995 dans la région IV (Figure 9) alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 70 kTN.an⁻¹ dans la région IV (Figure 127).

A l'échelle de la ZEE Françaises de la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord (le rapportage EMEP ne descend pas encore en dessous de cette échelle spatiale), les dépôts atmosphériques d'azote oxydé diminuent également significativement depuis 1995 alors que les dépôts d'azotes réduit semblent relativement stables autour de 50 kTN.an⁻¹ (Figure 128).

La France est responsable de 21 % de ces dépôts d'azote total à l'échelle de la région IV (Figure 129) alors que ses émissions d'azote oxydé tendent à diminuer et ses émissions d'azote réduit restent stables (Figure 130).

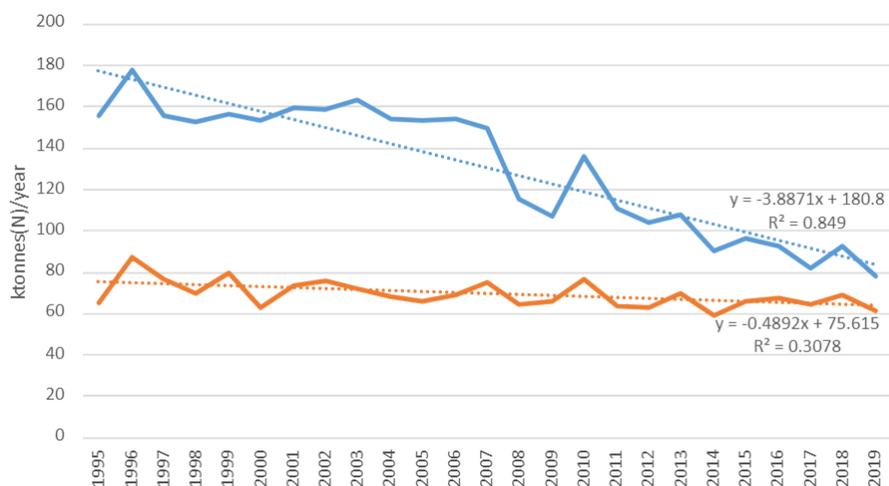


Figure 127. Dépôts annuels en azote réduit (NH₃) en rouge et oxydés (NOx) en bleu, en kT à l'échelle de la région IV OSPAR et tendance linéaire.

¹²⁸ Les sources d'émission d'azote atmosphérique peuvent être déterminées par la nature de la forme azotée, les formes d'azote réduit (NH₃) étant prépondérantes en agriculture et les formes d'azote oxydé (NOx) étant issues des processus de combustion (transports et activités industrielles).

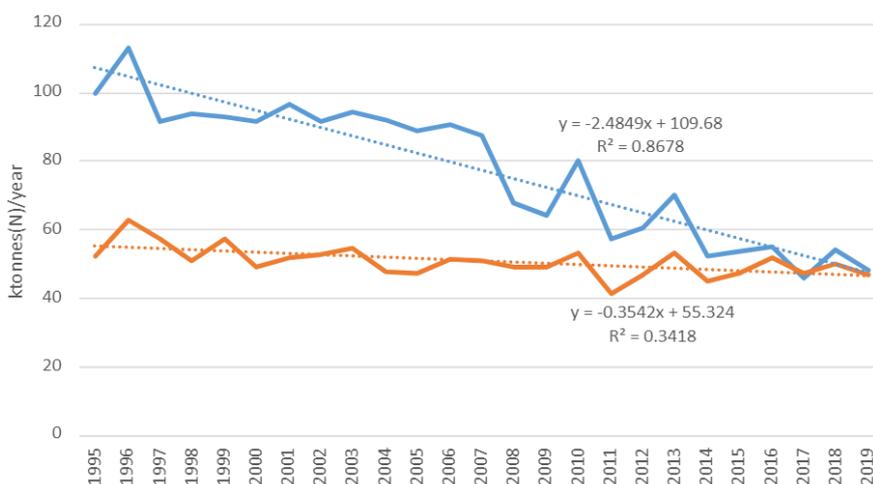


Figure 128. Dépôts annuels en azote réducté (NH₃) en rouge et oxydés (NO_x) en bleu, en kT à l'échelle de la ZEE Française (façade Atlantique-Manche-Mer du Nord) et tendance linéaire.

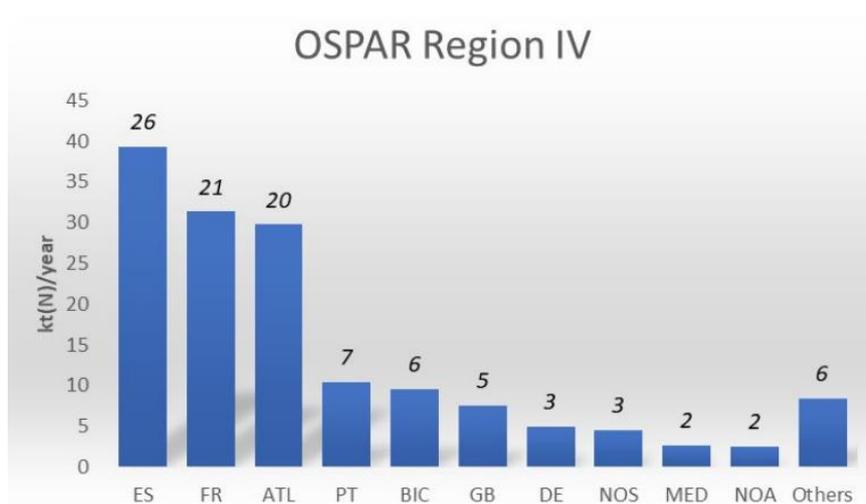


Figure 129. Contribution aux dépôts en azote total dans la région IV des différents pays qui la borde, en kT. France : FR.

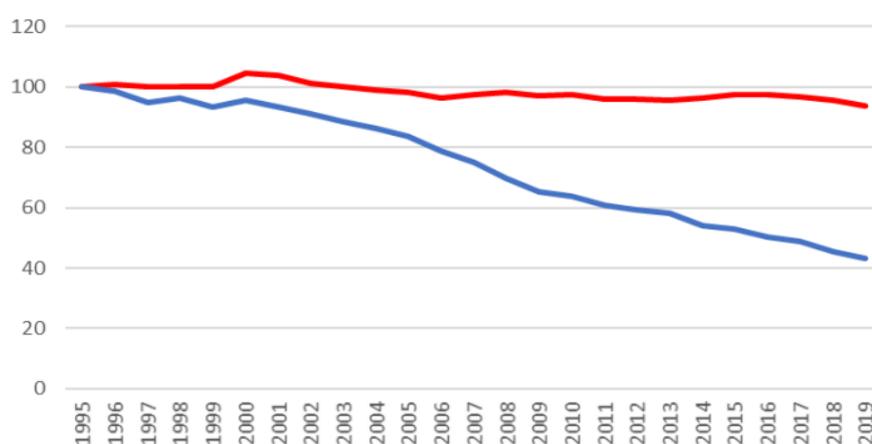


Figure 130. Emissions annuelles en azote total (kT) de la France. En bleu : azote oxydé, en rouge : azote réducté.

7.6 Discussion sur les résultats de la SRM GdG Sud

7.6.1 Bilan des résultats de l'évaluation

Par rapport à l'évaluation du second cycle qui était fortement basée sur des développements méthodologiques nationaux au niveau du large et des méthodes d'intégration, l'évaluation du bon état écologique au 3^e cycle se base sur des développements opérés au sein des groupes de travail OSPAR dans le cadre de la préparation de la COMP4. Si peu de différences sont à noter entre la méthodologie appliquée à la côte entre le 2^e et le 3^e cycle, les différences sont bien plus nombreuses pour le large puisque la COMP4 bénéficie de réflexions visant à harmoniser les méthodes à l'échelle OSPAR ce qui n'était pas le cas de la COMP3 (qui pour rappel n'avait pas été intégrée dans l'évaluation 2^e cycle). De même, depuis le second cycle des améliorations quant à la pérennisation des flux de données issue des images satellite et de la modélisation ont pu être mis en place, ce qui laisse à penser que ces outils numériques pourront également être la source de données des futures évaluations.

L'application des méthode DCE à la côte et OSPAR COMP4 au large nous a conduit à définir des zones où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se poursuivre. Ces zones, localisées à la côte, représentent 1 % de la superficie totale de la SRM GdG Sud. A la lecture des résultats par critère il apparaît que ces problèmes d'eutrophisation sont le fruit des échouages d'algues opportunistes du genre *Ulva* et à une dégradation des communautés de macroalgues et macrofaune benthique ; le lac d'Hossegor étant la seule MEC accumulant la dégradation de 2 critères (D5C6 et D5C8) à l'échelle de la SRM.

La proximité de zones classées sensibles à l'azote selon la directive nitrate (91/676/CEE) pourrait expliquer la présence d'apport important en nitrates (donc dû en partie à l'agriculture) même si on pourrait s'attendre à de plus forte diminution de fait de la mise en place de mesures dans le cadre de cette directive (qui est plutôt à but sanitaire et non écologique). Les apports liés aux rejets urbains, même s'ils sont difficilement quantifiables, semblent un peu plus maîtrisés du fait de la mise en conformité des stations d'épuration en fonction de la taille des zones urbaines.

Si l'on compare avec les résultats obtenus à l'issu de l'évaluation DCSMM D5 précédente et en tenant compte de toutes les évolutions méthodologiques, l'état de la sous-région marine Golfe de Gascogne Sud ne semble pas avoir beaucoup évoluée à la côte entre 2010-2016 et 2015-2020 mais montre une dégradation de l'élément NID du D5C1 et une amélioration de l'élément PID du D5C1 au large (uniquement visible par l'utilisation des mailles superposées aux paysages marins).

7.6.2 Justifications de non-utilisation d'un critère

Les critères non évalués du descripteur 5 en SRM GdG Sud sont le D5C3 (secondaire), le D5C1 "concentration en phosphore inorganique dissous dans la colonne d'eau" (primaire) à la côte, et le D5C7/D5C8 (secondaire) au large.

Pour le D5C3 et le D5C1, il n'a pas été possible de les utiliser à cause du manque de consensus sur la définition de seuils pertinents.

La non-utilisation des critères D5C6 et D5C7 au large est due à leur non pertinence. Les proliférations d'algues opportunistes ne s'expriment qu'au niveau côtier des eaux françaises à travers les phénomènes d'échouages. Les herbiers et macroalgues pérennes ne se développent pas sous une certaine profondeur (besoin de lumière), et la profondeur étant généralement proportionnelle à l'éloignement de la côte, la plupart de ces herbiers et population de macroalgues sont majoritairement situés en zone côtière.

Enfin la non-utilisation du critère D5C8 au large est due à la plus faible pertinence de l'indicateur M-AMBI au large ainsi qu'au manque de données et donc de station de référence pour calculer l'indicateur.

7.6.3 Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales

Afin de mener à bien la 3^e évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines françaises du large, l'ensemble des méthodes développées dans la cadre de la COMP4 d'OSPAR a été utilisé. Toutefois, à la vue du calendrier imposé pour le rendu des évaluations françaises qui est en avance d'un an par rapport à celui des autres état membre d'OSPAR (voir chapitre 3.5.3.2), des changements méthodologiques (surement mineur) risque encore d'être apporté à la COMP4 avant le rendu du QSR OSPAR en 2023. Ainsi, si des différences apparaissent entre l'évaluation DCSMM françaises 3^e cycle et le QSR OSPAR 2023, bien que la méthodologie OSPAR COMP4 a été appliquée dans les 2 cas, il faudra prendre en compte la préciosité du rendu de l'évaluation française.

7.7 Conclusions sur les résultats de la SRM GdG Sud

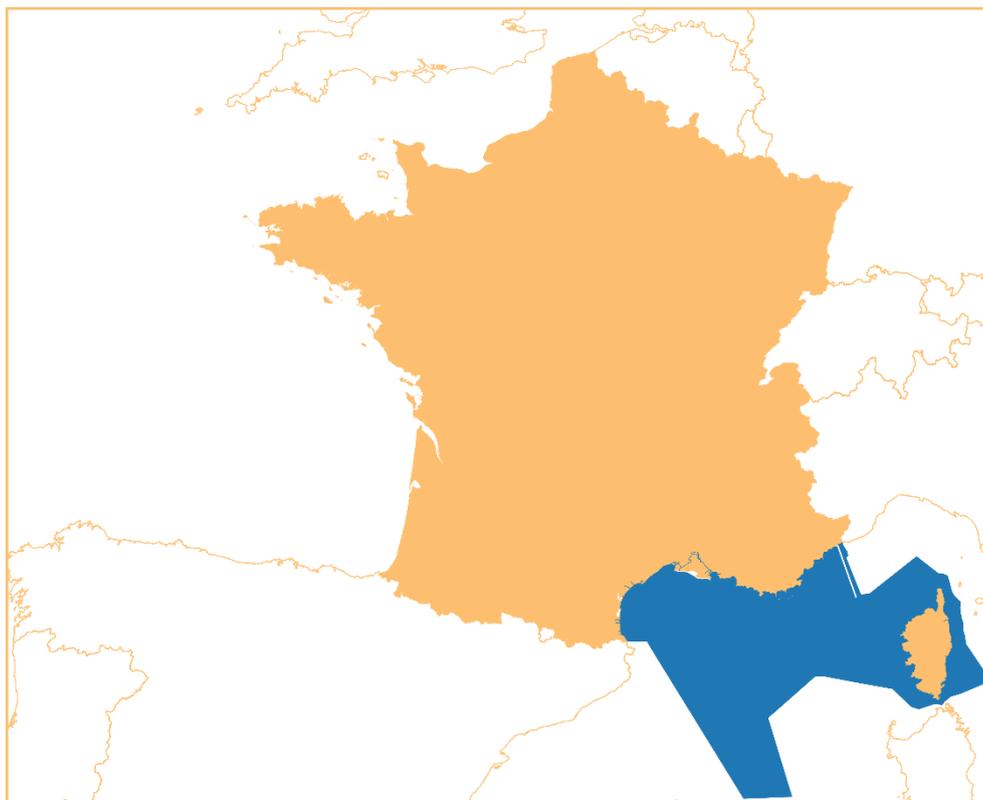
Les efforts entrepris pour répondre le plus étroitement possible aux exigences de la DCSMM en termes d'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont conduit à une amélioration de la pertinence écologique de l'évaluation comparativement à l'évaluation 2018. Cela nous a conduit à définir des zones précises où l'eutrophisation pose un problème et où les efforts, en termes de mesure à mettre en place, pourront se concentrer. Ces zones représentent 1 % de la superficie de la SRM GdG Sud.

Si l'évaluation 3^e cycle a fortement gagnée en cohérence avec la DCE et OSPAR par rapport au 2^e cycle, elle en a perdu une certaine harmonisation entre la côte et le large. Cette harmonisation côte-large, tout en intégrant les spécificités des directives et conventions serait peut-être le prochain challenge de l'évaluation 4^e cycle.

Messages clefs :

- Fruit d'une évaluation harmonisée via des collaborations aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle européenne (OSPAR)
- 1 % de la superficie de la SRM GdG Sud en Non BEE pour le descripteur 5, uniquement en zone côtière
- Fortes avancées méthodologiques au niveau de l'évaluation au large dues à OSPAR ce qui rend l'évaluation plus robuste mais également plus difficile à comparer avec les résultats du 2^e cycle.
- Besoin d'améliorer la cohérence de l'évaluation côte-large.

8 Évaluation du descripteur 5 pour la SRM MO



8.1 Éléments considérés pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MO

Les éléments qui ont été utilisés pour effectuer l'évaluation du descripteur 5 sont ceux pour lesquels des données ont été identifiées et pour lesquels un seuil a pu être calculé. Pour la SRM Méditerranée Occidentale, ces éléments ont été listés dans le chapitre 3.3.11 et le

Tableau 23; ce sont :

- la concentration en NID pour le large,
- la concentration en PID pour le large,
- la concentration en chlorophylle-*a*,
- la transparence de l'eau (en NTU),
- la concentration en oxygène dissous au fond,

A part le D5C1 (éléments NID et PID) en zone côtière, tous les critères primaires sont ainsi évalués dans l'ensemble de la SRM MO.

Le critère secondaire "algues nuisibles" (D5C3) n'a pas été évalué du fait d'un manque de consensus sur l'établissement de seuils adaptés à chaque groupe d'espèce nuisible et du manque de lien avéré entre eutrophisation et efflorescence de HAB (voir chapitre 3.3.4).

Le critère secondaire "algues opportunistes" ne sera pas évaluée car il n'est pas pertinent en méditerranée.

Suite à des échanges entre les RT D5 et l'AERMC (atelier S&T D5 du 14 février 2022), les critères secondaires D5C7 et D5C8 ont été jugés non pertinent dans la SRM MO pour répondre à des phénomènes d'eutrophisation (s'il y a dégradation se serait *de facto* à mettre en lien avec des pressions physiques ou chimiques), ces critères ne seront donc pas évalués dans cette SRM.

8.2 Données utilisées pour l'évaluation du descripteur 5 dans la SRM MO

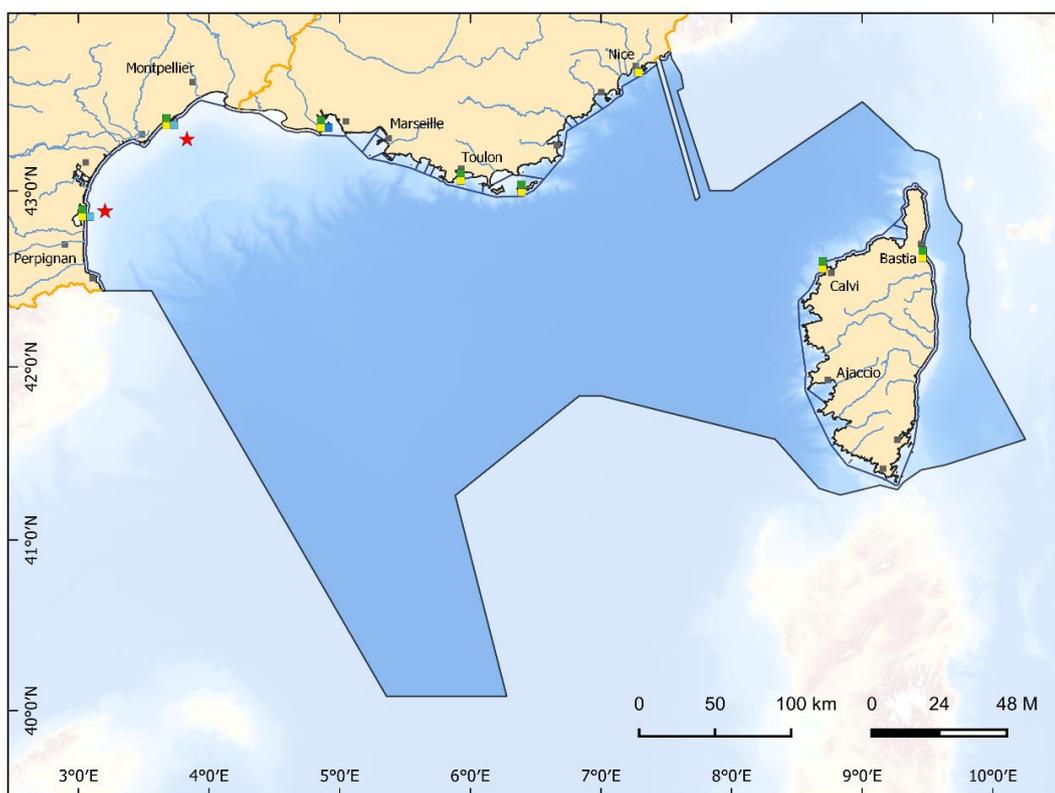
8.2.1 Réseaux côtiers

Les données NID (nitrate + nitrite + ammonium : D5C1), chlorophylle-*a* (D5C2), turbidité (D5C4) et oxygène (D5C5) utilisées pour l'évaluation à la côte (< 1 mn) sont mesurées par le biais du réseau REPHY (Figure 131 Figure 13) aux périodes et fréquences présentées dans le Tableau 23. Certains points du réseau REPHY sont labellisés dans le réseau SNO PHYTOBS⁹³ de l'IR-ILICO (Figure 131). Pour la SRM MO ces points sont, de l'ouest à l'est, Barcarès et Sète. Les données spécifiques aux réseaux REPHY³³ et SNO PHYTOBS⁹⁴ font l'objet d'un DOI.

Une analyse des évolutions temporelles à long terme a été effectuée sur ces points PHYTOBS en ce qui concerne le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (données « HPLC » exclues) pour rendre compte de son évolution avant et pendant la période d'évaluation. Cette analyse a été faite *via* un test non paramétrique Mann-Kendall saisonnier^{87,88} associé à un lissage LOESS⁹⁵ pour observer plus finement les cassures de tendance dans les séries temporelles. Ces tests ont été exécutés *via* l'interface d'analyse de tendance temporelle "TTAinterface"⁸⁹ développé en langage R. Une analyse de tendance temporelle monotone a été appliquée aux données alimentant les critères primaires sur les points REPHY non labellisés.

Les données mesurées dans le cadre de ces réseaux sont stockées dans la base Quadrigé² d'où elles sont directement extraites pour alimenter le calcul des indicateurs DCSMM *via* des scripts développés par le service VIGIES de l'Ifremer. D'autres sources de données existent (SOMLIT, RESOMAR, SISMER, CORIOLIS) et ont été rendues disponibles pour l'évaluation. Ces données n'ont toutefois pas été utilisées pour le calcul des indicateurs, l'évaluation DCE nationale n'utilisant pas ces données, leur ajout dans l'évaluation DCSMM aurait ajouté un facteur de la dissimilarité entre les 2 directives. Les données ont été extraites sur la période 2015 - 2020 pour le calcul des indicateurs.

A noter que l'année 2020 a été marquée par la pandémie mondiale de SARS-COV2 (COVID19) et par le confinement sanitaire qui a été mis en place de mi-mars à mi-mai 2020. Ce confinement a eu pour conséquence l'annulation d'un certain nombre de sorties terrains pendant cette période, ce qui correspond à un manque de 1 à 3 données mensuelles pour le calcul des indicateurs. Cette période correspondant au maximum de production du phytoplancton, un impact est possible sur l'évaluation des critères D5C2 et D5C4. Ce manque de données n'a toutefois pas empêché de remplir les conditions numériques de calcul des différents indicateurs tels que définis dans le paragraphe 3.3.



Réseau REPHY : points de surveillance et paramètres mesurés
SRM MO

- Mesure chlorophylle-a
- Mesure nutriments
- Mesure oxygène
- Mesure turbidité
- ★ Point appartenant au réseau Phytobs
- principaux fleuves 100km (Sandre)
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga²

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 131. Points du réseau REPHY de la sous-région marine Méditerranée Occidentale pour lesquels la quantité et la qualité des données est suffisante pour effectuer l'évaluation des critères D5C1, D5C2, D5C4 et D5C5 à la côte. Les étoiles rouges représentent les points labellisés PHYTOBS (IR-ILICO) pour lesquels les tendances temporelles du paramètre chlorophylle-a ont été analysées.

8.2.2 Données au large

Les données de concentration en oxygène et nutriments proviennent du système de modélisation MEDBFM3⁷⁹ qui fournit des données mensuelles pour la période 2015-2019. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MO, cela représente 60 fichiers rasters pour les nutriments (janvier à décembre) et 20 pour l'oxygène (juin à septembre) contenant chacun 6 687 données ce qui représente un total de ~400 000 données brutes pour chaque nutriment et ~130 000 pour l'oxygène pour la période 2015-2019. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C1 et D5C5 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 27.

Les données de chlorophylle-*a* et de turbidité sont issues des produits dérivés des images satellites journalières. Le protocole d'extraction et de calcul ainsi que les caractéristiques de ces données sont détaillés dans le chapitre 3.4. A l'échelle de la SRM MO, cela représente 2 191 fichiers rasters (janvier à décembre) contenant chacun ~80 000 pixels (pixels mesurés + couverture nuageuse) pour la chlorophylle-*a* et 1 463 fichiers raster (mars à octobre) pour la turbidité pour un total de ~76 000 000 et ~49 000 000 données exploitables (en excluant les pixels perdus par la couverture nuageuse) pour la période 2015-2020. Le nombre de données ayant effectivement été utilisé pour évaluer les critères D5C2 et D5C4 à l'échelle des paysages marins est disponible dans le Tableau 27.

8.3 Résultats de l'évaluation 3^e cycle par critère pour la SRM MO

Les résultats de l'évaluation seront d'abord présentés sous forme de synthèses cartographiques et commentés par critère puis pour le descripteur 5 dans son ensemble.

8.3.1 D5C1 : concentration en nutriments dans la colonne d'eau

8.3.1.1 Azote

Les NID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

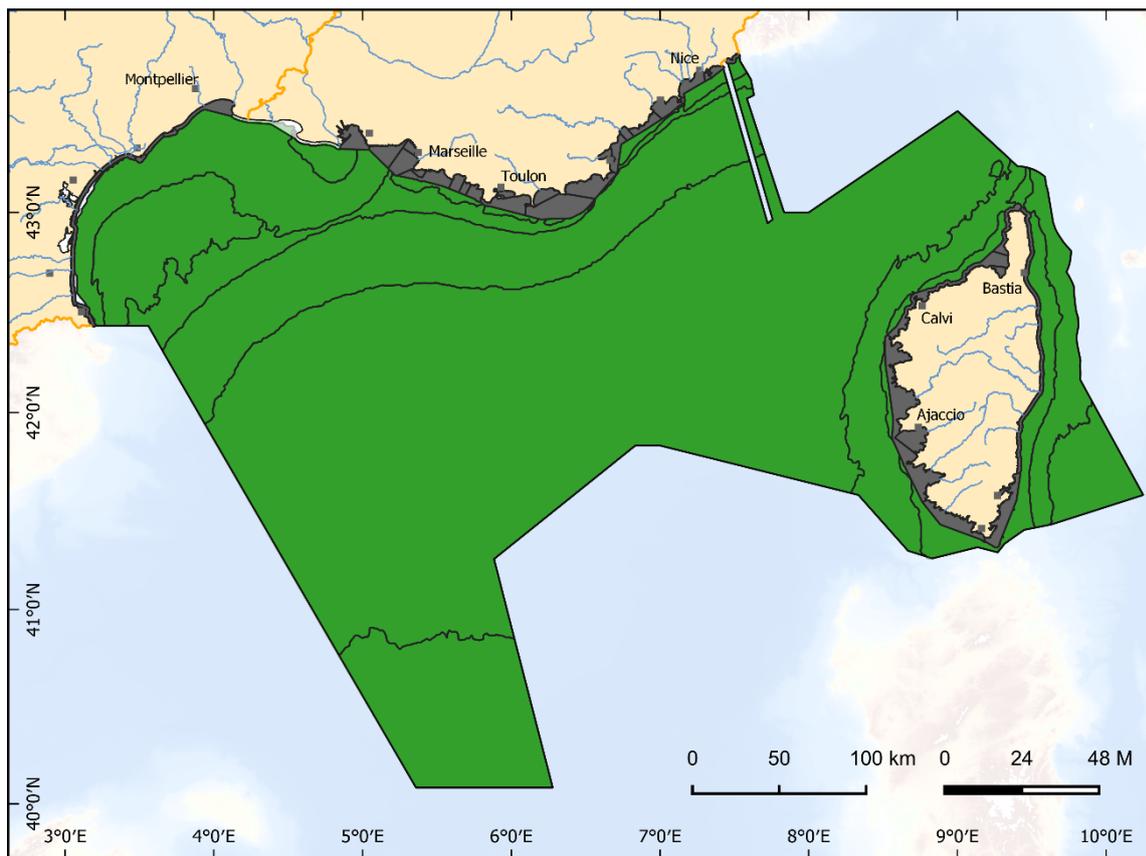
La quantité de données utilisée pour réaliser cette évaluation est donnée dans le Tableau 27.

Au large, les onze paysages marins ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément NID (Tableau 117 et Figure 132). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle.

A l'échelle de la SRM, 96 % de la superficie (106 147 km²) n'est pas déclassée et 4 % n'a pas été évaluée.

Tableau 117. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MO dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément NID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
	nbre d'UGE	0	0	46
UMR Côte	superficie (km ²)	0	0	4 631
	%	0	0	100
<hr/>				
	nbre d'UGE	11	0	0
UMR Large	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
<hr/>				
SRM	superficie (km ²)	106 147	0	4 631
	%	96	0	4



Évaluation du critère D5C1 - Azote inorganique dissous (NID)
SRM MO

- | | |
|---|---|
|  Masse d'eau non dégradée en regard de l'élément |  principaux fleuves 100km (Sandre) |
|  Masse d'eau dégradée au regard de l'élément |  limites des masses d'eau et UMR |
|  Masse d'eau non évaluée au regard du critère | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriges², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 132. Évaluation du critère D5C1 (élément NID) dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

8.3.1.2 Phosphate

Les PID ne sont pas évalués à la côte par manque de seuil.

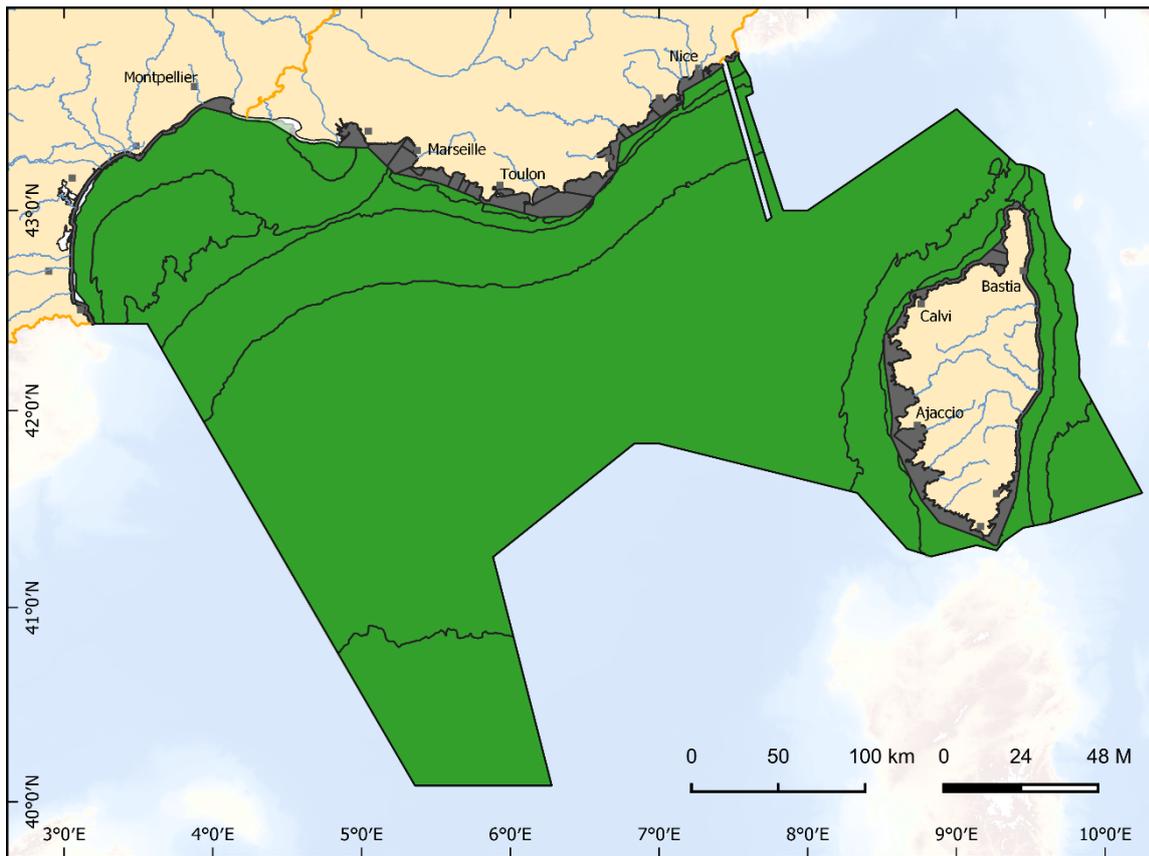
La quantité de données utilisée pour réaliser cette évaluation est donnée dans le Tableau 27.

Au large, les onze paysages marins ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard de l'élément PID (Figure 133 et Tableau 118). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données modèle.

A l'échelle de la SRM, 96 % de la superficie (106 147 km²) n'est pas déclassée et 4 % n'a pas été évaluée.

Tableau 118. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MO dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard de l'élément PID du critère D5C1 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	0	0	46
	superficie (km ²)	0	0	4 631
	%	0	0	100
UMR Large	nbre d'UGE	11	0	0
	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	106 147	0	4 631
	%	96	0	4



Évaluation du critère D5C1 - Phosphore inorganique dissous (PID)

SRM MO

- | | |
|---|--|
| Masse d'eau non dégradée en regard de l'élément | principaux fleuves 100km (Sandre) |
| Masse d'eau dégradée au regard de l'élément | limites des masses d'eau et UMR |
| Masse d'eau non évaluée au regard du critère | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriges², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 133. Évaluation du critère D5C1 (élément PID) dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

8.3.2 D5C2 : concentration en chlorophylle-*a* dans la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 456 données de concentration en chlorophylle-*a* pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 27.

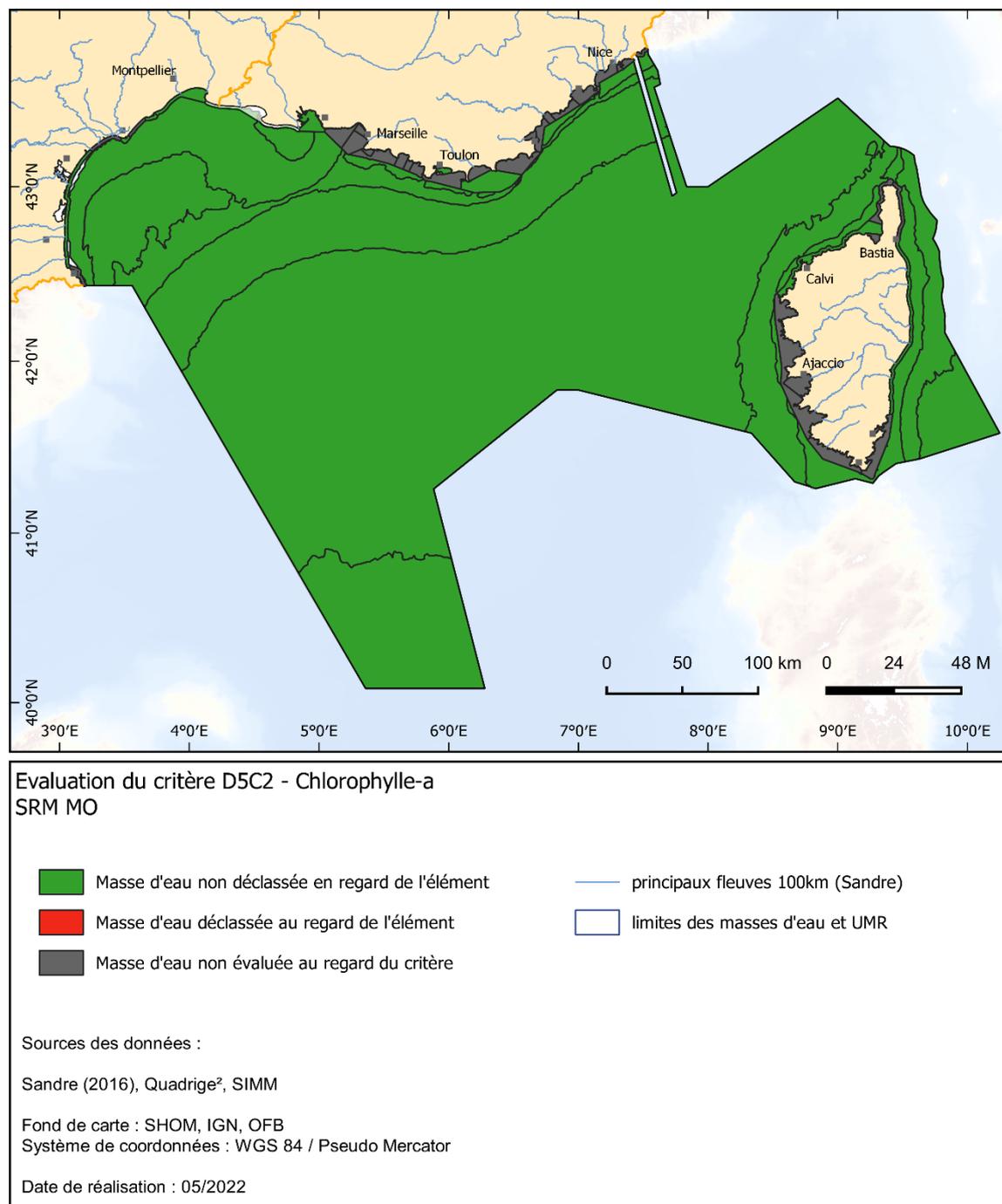


Figure 134. Évaluation du critère D5C2 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Sur les quarante-six MEC DCE de la zone côtière, trente-six n'ont pas été évaluées (3 240 km² soit 70 % de la zone côtière de la SRM) et dix n'ont pas été déclassées (1 391 km² soit 30 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 134 et Tableau 119).

L'évaluation du D5C2 dans les MEC FRDC02c, FRDC02f et FRDC02e est alimentée par les données de concentration en chlorophylle-*a* mesurées au point REPHY « Sète mer » qui se trouve dans la FRDC02e. De même, les données du point « Sud Bastia » de la MEC FREC02c alimentent les évaluations des FREC02d et FREC02c.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, les onze paysages marins ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard du critère D5C2 (Figure 134 et Tableau 119). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite.

A l'échelle de la SRM, 97 % de la superficie (107 538 km²) n'est pas déclassée et 3 % n'a pas été évaluée.

Tableau 119. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MO dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C2 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	10	0	36
	superficie (km ²)	1 391	0	3 240
	%	30	0	70
UMR Large	nbre d'UGE	11	0	0
	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	107 538	0	3 240
	%	97	0	3

- Analyse de tendance à long terme

L'analyse de tendance temporelle de la concentration en chlorophylle-*a* sur la série PHYTOBS la plus longue, Barcarès, montre une tendance monotone décroissante depuis le début de la série en 1995 jusqu'à nos jours (Figure 135). Les valeurs maximales sont observées entre 3 et 4,5 µg.l⁻¹.

Sur le point Sète mer, aucune tendance significative n'est observée (Figure 135). Les concentrations maximales sont observées entre 4 et 5 µg.l⁻¹ (avec une valeur pic à 7 µg.l⁻¹ en 2005).

L'analyse des tendances monotones sur tous les points REPHY de la SRM MO montre des tendances significatives à l'augmentation sur les points « Calvi » et « Anse de Carteau 2 » (Tableau 120).

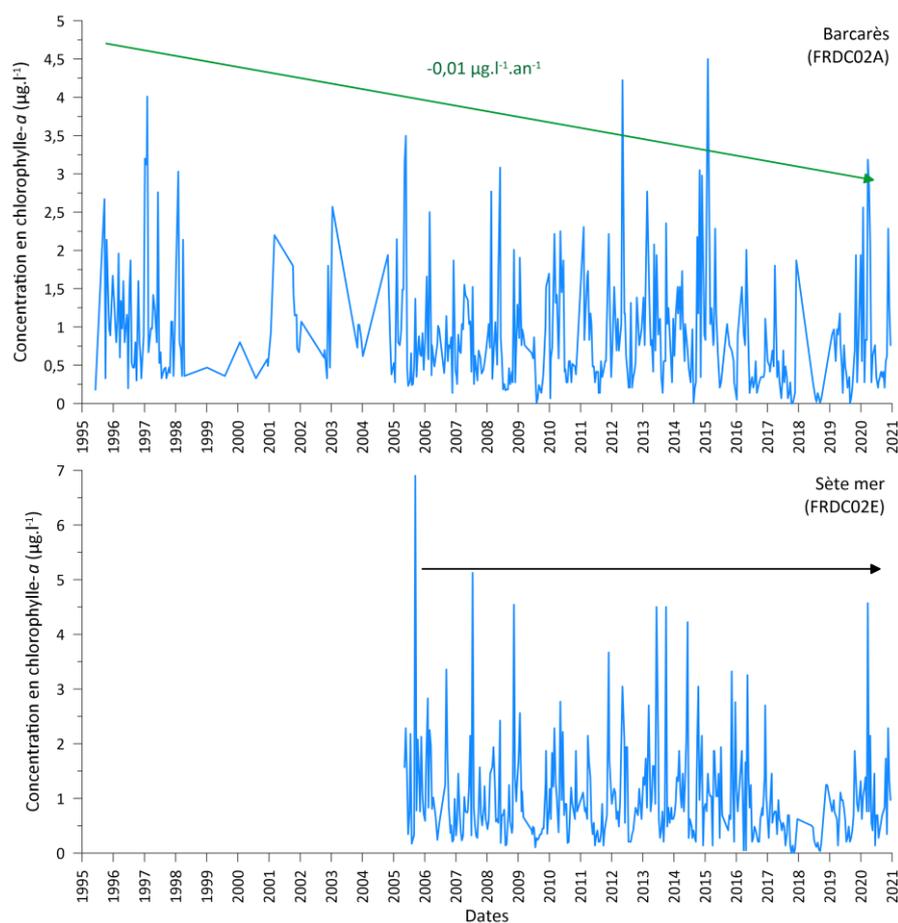


Figure 135. Variations saisonnières pluri-annuelles de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) sur les 3 points du réseau REPHY de la SRM MO labellisés PHYTOBS. Les flèches et données en rouge montrent les tendances significatives à la hausse, les flèches et données en vert montrent les tendances significatives à la baisse et les flèches noires l'absence de tendance significative (test Mann-Kendal saisonnier significatif pour $p.\text{value} > 0,05$).

Tableau 120. Tendances temporelles monotones (test Mann-Kendal saisonnier) de la concentration en chlorophylle-*a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) aux différents points REPHY utilisés pour évaluer le classement du critère D5C2 dans les MEC de la SRM MO. Seules les séries de données ayant une longueur supérieure à 7 ans ont été considérées. 0 signifie une absence de tendance significative, + et – une tendance significative à la hausse ou à la baisse respectivement ($p.\text{value} > 0,05$).

MEC	Points REPHY	Tendance CHLA	Debut de la série
FRDC02a	Barcares	-	1995
FRDC02e	Sète mer	0	1995
FRDC02f	Aigues-Mortes	0	2009
FRDC04	Anse de Carteau 2	+	2003
FRDC07h	Ile du soleil	0	2006
FREC01ab	Calvi	+	2006
FREC02c	Sud Bastia	0	2006

8.3.3 D5C4 : transparence de la colonne d'eau (turbidité)

Cette évaluation a été réalisée à partir de 324 données de turbidité pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 27.

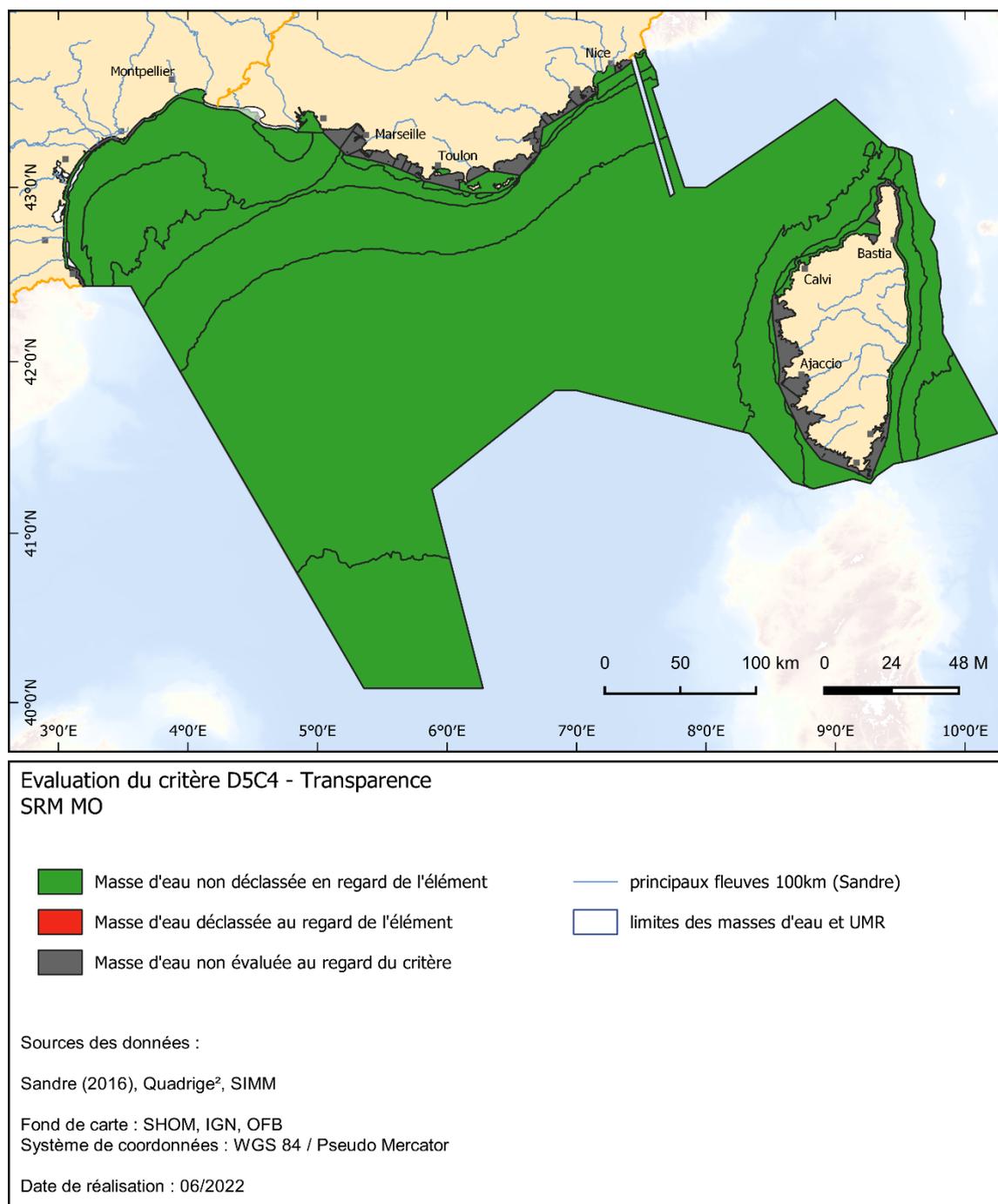


Figure 136. Évaluation du critère D5C4 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas dégradé, en rouge où il est dégradé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

Tableau 121. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MO dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C4 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	13	0	33
	superficie (km ²)	1 507	0	3 125
	%	33	0	67
UMR Large	nbre d'UGE	11	0	0
	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	107 654	0	3 125
	%	97	0	3

Sur les quarante-six MEC DCE de la zone côtière, trente-trois n'ont pas été évaluées (3 125 km² soit 67 % de la zone côtière de la SRM) et treize n'ont pas été déclassées (1 507 km² soit 33 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 136 et Tableau 121).

L'évaluation du D5C4 dans les MEC FRDC02c, FRDC02f et FRDC02e est alimentée par les données de turbidité mesurées au point REPHY « Sète mer » qui se trouve dans la FRDC02e. De même, les données du point « Villefranche » de la FRDC09d alimentent les évaluations des MEC FRDC09b, FRDC10c et FRDC09d, et les données du point « Sud Bastia » de la MEC FREC02c alimentent les évaluations des FREC02d et FREC02c.

Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, les onze paysages marins ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard du critère D5C2 (Figure 136 et Tableau 121). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite.

A l'échelle de la SRM, 97 % de la superficie (107 654 km²) n'est pas déclassée et 3 % n'a pas été évaluée.

8.3.4 D5C5 : Concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau

Cette évaluation a été réalisée à partir de 27 données de concentration en oxygène de fond pour la côte (après agrégation et sélection aux périodes de calcul des indicateurs). Pour le large, voir le Tableau 27.

Tableau 122. Nombre d'UGE (MEC ou Paysage Marin), surface (km²) et proportion (%) de superficie de l'UMR côtière de la sous-région marine MO dans les différentes catégories (non déclassé, déclassé et non évalué) au regard du critère D5C5 à l'issue de l'évaluation DCSMM.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	4	0	42
	superficie (km ²)	324	0	4 307
	%	7	0	93
UMR Large	nbre d'UGE	11	0	0
	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	106 471	0	4 307
	%	96	0	4

Sur les quarante-six MEC DCE de la zone côtière, quarante-deux n'ont pas été évaluées (4 307 km² soit 93 % de la zone côtière de la SRM) et quatre n'ont pas été déclassées (324 km² soit 7 % de la zone côtière de la SRM) (Figure 137 et Tableau 122).

L'évaluation du D5C5 dans les MEC FRDC02c, FRDC02f et FRDC02e est alimentée par les données de concentration en oxygène dissous mesurées au point REPHY « Sète mer » qui se trouve dans la FRDC02e. Pour la MEC FRDC04, les données sont mesurées une année par cycle DCE (6 ans), il n'y a donc pas assez de données pour alimenter l'indicateur 3.3.6.5.

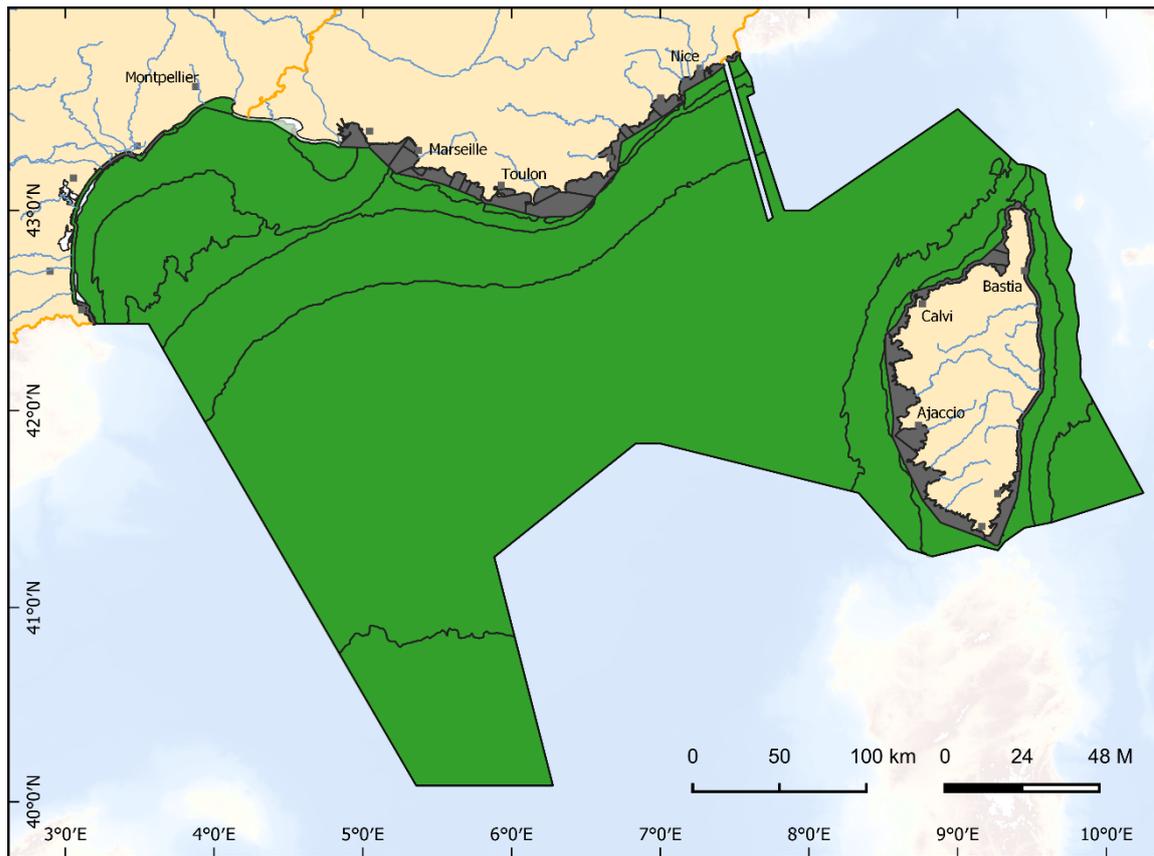
Toutes les masses d'eau côtières ont été évaluées avec un indice de confiance de 100 % (probabilité que la masse d'eau soit effectivement classée dans sa catégorie).

Au large, les onze paysages marins ont pu être évalués et aucun n'est déclassé au regard du critère D5C2 (Figure 137 et Tableau 122). Les indices de confiance (voir chapitre 3.3.2.6) sont « élevés » grâce à l'utilisation des données satellite.

A l'échelle de la SRM, 97 % de la superficie (107 654 km²) n'est pas déclassée et 3 % n'a pas été évaluée.

- Analyse de tendance à long terme

Les séries temporelles de concentration en oxygène de fond (il existe des séries d'oxygène de surface plus longues) ne sont pas assez longues (2017-2020) pour permettre des analyses de tendance qui requièrent 7 années de données pour être pertinentes.



**Evaluation du critère D5C5 - Oxygène dissous
SRM MO**

- | | | | |
|---|--|---|-----------------------------------|
|  | Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément |  | principaux fleuves 100km (Sandre) |
|  | Masse d'eau déclassée au regard de l'élément |  | limites des masses d'eau et UMR |
|  | Masse d'eau non évaluée au regard du critère | | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrigè², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 137. Évaluation du critère D5C5 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le critère n'est pas déclassé, en rouge où il est déclassé et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que l'élément a été jugé non pertinent.

8.3.5 Evaluation du BEE

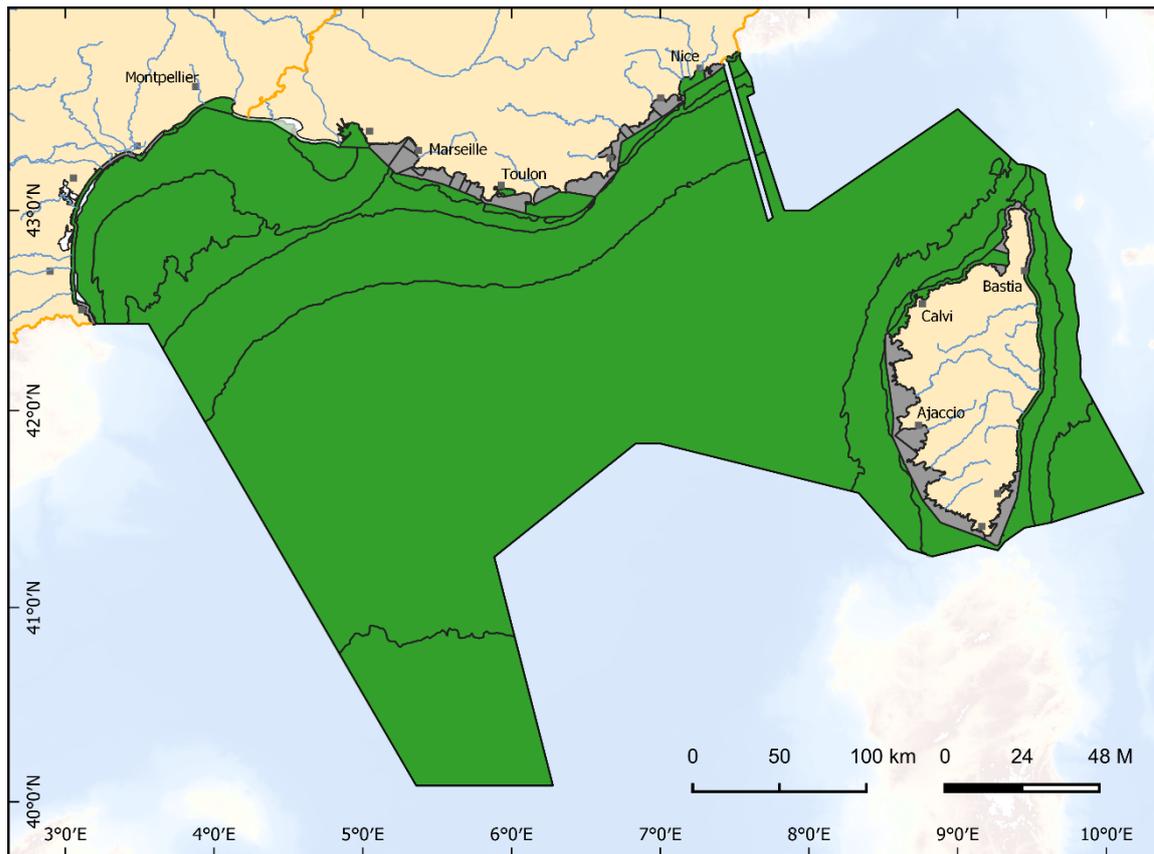
L'évaluation de l'atteinte ou non du BEE par le descripteur 5 est obtenue en intégrant les résultats d'évaluation de chaque critère présenté dans le chapitre précédent. Pour la zone côtière, l'intégration par la méthode OAO montre que les treize MEC DCE évaluées atteignent le BEE (1 506 km², soit 33 % de l'UMR côtière de la SRM) (Figure 138 et Tableau 123) et trente-trois MEC DCE n'ont pas été évaluées (3 125 km², soit 67 % de l'UMR côtière de la SRM). Au large la méthode d'intégration OSPAR montre que les onze paysages marins atteignent le BEE. A l'échelle de la SRM, 97 % de la superficie atteint le BEE et moins de 3 % n'a pas été évaluée.

Tableau 123. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR de la sous-région marine MO dans les différents états écologiques à l'issue de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5.

		Non déclassé	Déclassé	non Evaluée
UMR Côte	nbre d'UGE	13	0	33
	superficie (km ²)	1 506	0	3 125
	%	33	0	67
UMR Large	nbre d'UGE	11	0	0
	superficie (km ²)	106 147	0	0
	%	100	0	0
SRM	superficie (km ²)	107 653	0	3 125
	%	97	0	3

La confiance dans les résultats de l'évaluation du BEE est élevée à la côte ; aucun critère possède un indice de confiance faible (Tableau 123Tableau 91). Il faut également prendre le nombre de critère considéré pour évaluer le BEE qui est très variable en fonction de la MEC : d'un seul critère pour la FRDC09b à trois critères (sur quatre) pour la FRDC02a. Plus une MEC sera évaluée avec un nombre important de critères (et surtout les primaires), plus son évaluation sera robuste.

Au large, la confiance C est également « élevée » dans tous les paysages marins grâce à l'utilisation des données satellite et de modélisation.



Evaluation du descripteur 5 SRM MO

- UGE atteignant le BEE
- UGE n'atteignant pas le BEE
- UGE non évaluée

- principaux fleuves 100km (Sandre)
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadriga², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 138. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents.

Tableau 124. Synthèse des résultats des évaluations des différents critères du descripteur 5 dans les UGE de l'UMR côtière la SRM MO au 2^e (I) et 3^e (II) cycle ainsi que le nombre de critère évalué (n) sur les 4 pertinents et les 3 primaires (P) pour l'UMR au 3^e cycle. S. décl. et % décl. représentent les superficies déclassées (en km²) et le pourcentage de l'UMR côtière déclassé respectivement. Les croix représentent les MEC qui n'étaient pas considérées dans cette SRM au 2^e cycle.

SRM	MEC	C2		C4		C5		D5		n(P)
		I	II	I	II	I	II	I	II	
MO	DC01							(1)		0
	DC02a									3(2)
	DC02b									0
	DC02c									3(2)
	DC02d									0
	DC02e									3(2)
	DC02f									3(2)
	DC04									2(1)
	DC05									0
	DC06a								(1)	0
	DC06b									0
	DC07a									0
	DC07b									0
	DC07c									0
	DC07d									0
	DC07e									0
	DC07f									0
	DC07g									2(1)
	DC07h									2(1)
	DC07i									0
	DC07j									0
	DC08a								(1)	0
	DC08b									0
	DC08c									0
	DC08d									0
	DC08e									0
	DC09a									0
	DC09b									1(0)
	DC09c									0
	DC09d									1(0)
	DC10a									0
	DC10c									1(0)
	EC01ab									2(1)
	EC01c								(1)	0
	EC01d								(1)	0
	EC01e									0
	EC02ab									0
	EC02c									2(1)
	EC02d									2(1)
	EC03ad									0
EC03b								(1)	0	
EC03c								(1)	0	
EC03eg									0	
EC03f									0	
EC04ac									0	
EC04b								(1)	0	
S. décl.		0	0	0	0	0	0	0	0	
% décl.		0	0	0	0	0	0	0	0	

(1) évaluée uniquement avec les indicateurs méditerranéens du D5C7 (PREI et CARLIT)

8.4 Evolution par rapport à l'évaluation BEE du 2^d cycle

Avant toute comparaison des résultats des évaluations obtenues entre le second et le troisième cycle il convient de rappeler les évolutions méthodologiques qui peuvent être à l'origine de ces changements.

8.4.1 Evolution méthodologique à la côte

Au niveau côtier, la méthodologie et les sources de données restent globalement les mêmes que lors du second cycle et très proches de ce qui est appliqué pour la DCE.

On peut toutefois noter deux changements :

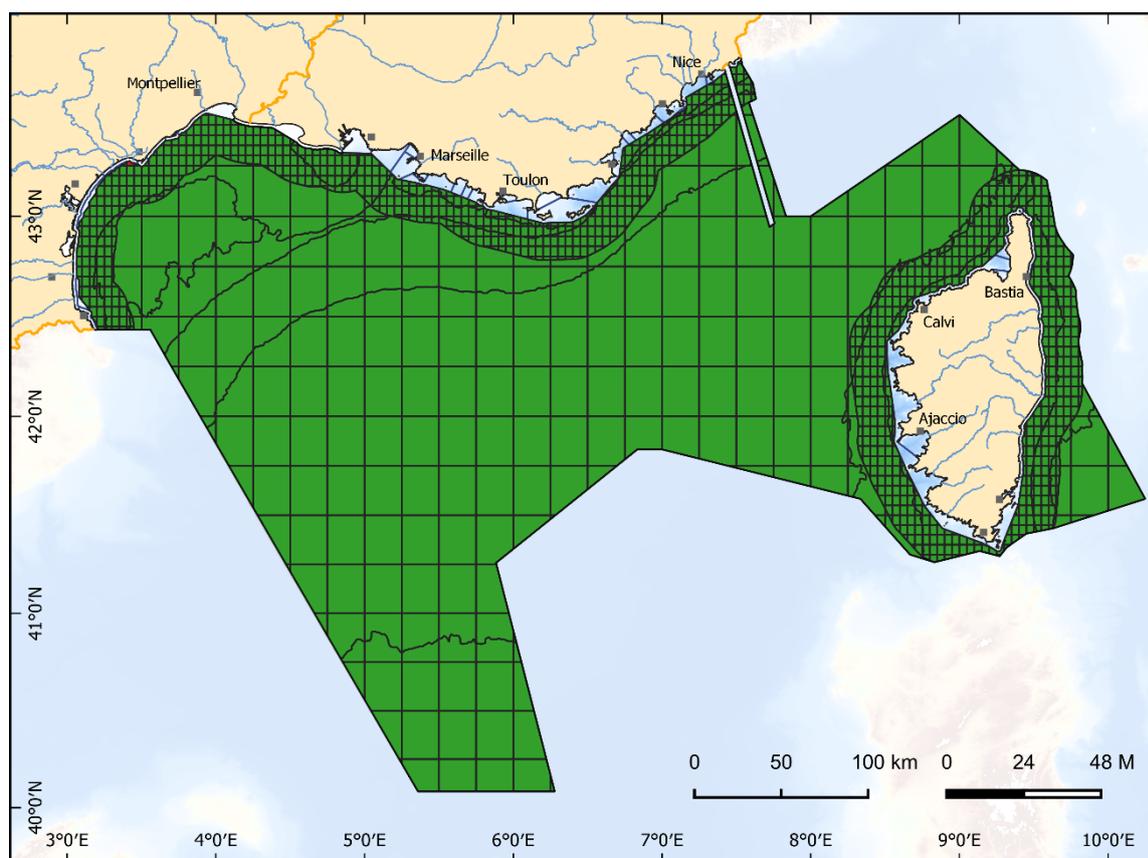
- La méthode d'intégration des critères à l'échelle du descripteur : le passage d'une méthode d'intégration prenant en compte la complexité du phénomène d'eutrophisation (pondération en fonction du niveau primaire ou secondaire du critère) à une méthode OOAo plus directe tend à dégrader les résultats de l'évaluation¹²⁹. Toutefois, aucun critère n'est dégradé au 3^e cycle dans la SRM MO (Tableau 124) et le résultat de l'évaluation à l'échelle du descripteur n'aurait pas changé quel que soit la méthode d'intégration utilisée. L'impact de ce changement est donc nul pour la SRM MO.
- Les éléments du critère D5C7 ne sont plus évalués :

8.4.2 Evolution méthodologique au large

Au large, les méthodes d'évaluation provenant de la convention de Barcelone étant encore en cours de développement, il a été choisi de s'inspirer de la méthode OSPAR pour tendre vers une harmonisation à l'échelle nationale tout en gardant des spécificités propres à la SRM MO (périodes de calcul des indicateurs, métriques, paysages marins). Il en résulte des évolutions par rapport à la méthode employée au 2^e cycle :

- Les UGE sont passés des mailles aux paysages marins, ce changement pourrait avoir un impact assez important puisqu'il a tendance à lisser l'information du fait de la très grande superficie prise en compte. Toutefois, l'application des grilles 2018 au-dessus des paysages marins permet d'affiner l'évaluation dans la SRM MO mais également de voir l'effet de ce changement d'échelle (Figure 139). Pour la SRM MO, l'utilisation de maille ne montre pas de dégradation du BEE à une échelle plus fine. Toutefois, l'application des grilles au niveau des différents critères est particulièrement intéressante pour observer des phénomènes beaucoup plus localisés et répondre aux questionnements/problématiques des gestionnaires locaux ; le détail des résultats par critère au travers de ces mailles est donné en annexe 14.2.
- Les seuils ont été définis et harmonisés à l'échelle des paysages marins. L'impact de ces changements est difficile à estimer dans leur ensemble (comparer les résultats obtenus avec les seuils second cycle dans les paysages marins et les seuils troisième cycle dans les grilles seules n'aurait pas beaucoup de sens), mais à la vue des résultats de l'évaluation affinés dans la SRM MO (Figure 139), très proches des résultats du second cycle, on peut émettre l'hypothèse qu'il est très limité.
- La méthode d'intégration a également évolué passant d'une méthode pondérée par le niveau primaire ou secondaire du critère en 2018 à une intégration mélangeant moyenne par catégorie et OOAo en excluant les nutriments. Pour les mêmes raisons qu'à la côte, l'impact de ce changement est quasi nul.

¹²⁹ Des tests d'évaluation préliminaires présentés en atelier S&T le 14 février 2022 ont montré que les méthodes d'intégration pouvaient être classées de la plus déclassante à la moins déclassante : OOAo > OSPAR > 2018.



Evaluation du descripteur 5 SRM MO

- UGE atteignant le BEE
- UGE n'atteignant pas le BEE
- UGE non évaluée
- principaux fleuves 100km (Sandre)
- limites des masses d'eau et UMR

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 139. Évaluation du descripteur 5 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

8.4.3 Evolution des résultats d'évaluation

8.4.3.1 A la côte

Au niveau côtier, il n'y a pas d'évolution de l'état des critères évalués au 3^e cycle par rapport au second cycle (Tableau 124). Il y a eu dix-neuf MEC évaluées en plus au 2^e cycle mais huit d'entre elles l'ont été uniquement avec le critère D5C7.

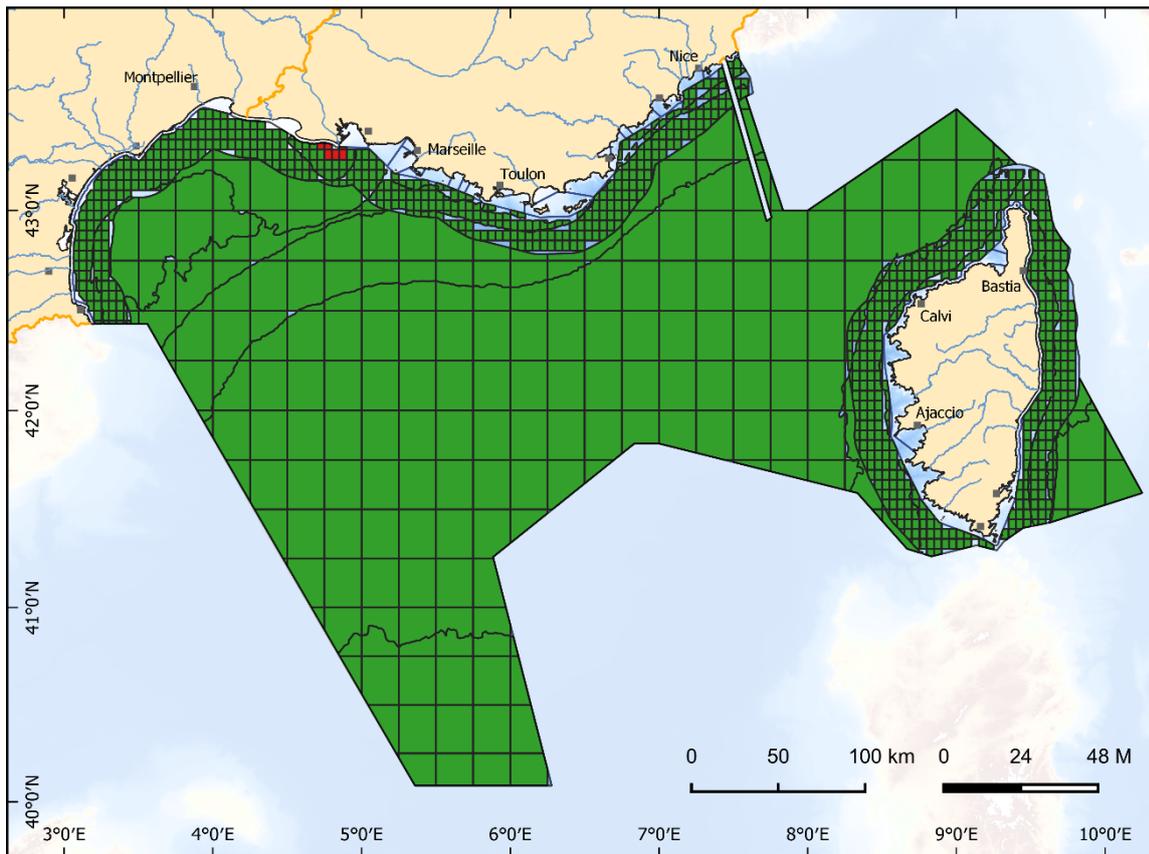
Il en résulte une diminution artificielle de la superficie de l'UMR côte qui atteint le BEE (3766 km² à 1 506 km²) mais toujours aucune n'atteignant pas le BEE.

8.4.3.2 A large

Au large, à l'échelle des paysages marins l'état de la SRM MO s'est amélioré pour les critères D5C2, D5C4 et à l'échelle du descripteur (Tableau 125). L'utilisation des mailles superposé aux paysages marins ne change quasiment pas ce constat, on observe une très légère dégradation de l'élément NID du critère D5C1 (de 36 km² à 102 km²) (Tableau 125, Figure 140), mais cela pourrait provenir du changement de résolution spatiale du modèle CMEMS.

Tableau 125. Superficie en km² de l'UMR large déclassée ou n'atteignant pas le BEE dans la SRM MO au regard des différents critères et du descripteur 5 au 2^e cycle (I) et au 3^e cycle à l'échelle des paysages marins (II) et des mailles (II-M).

	MO		
	I	II	II-M
D5C1_N	36	0	102
D5C1_P	0	0	0
D5C2	32	0	8
D5C4	58	0	0
D5C5	0	0	0
D5	13	0	8



Evaluation du critère D5C1 - Azote inorganique dissous (NID)
SRM MO

- | | |
|--|---|
|  Masse d'eau non déclassée en regard de l'élément |  principaux fleuves 100km (Sandre) |
|  Masse d'eau déclassée au regard de l'élément |  limites des masses d'eau et UMR |
|  Masse d'eau non évaluée au regard du critère | |

Sources des données :

Sandre (2016), Quadrige², SIMM

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB
Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 140. Évaluation de l'élément NID du critère D5C1 dans la sous-région marine Méditerranée Occidentale selon l'approche maillée de l'évaluation 2018. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris où il n'y a pas d'évaluation par manque de données ou parce que tous les éléments ont été jugés non pertinents. Le maillage utilisé pour l'évaluation 2018 a été superposé aux paysages marins. Une maille dans un paysage marin A est évalué avec les mêmes seuils que ceux du paysage marin A.

8.5 Sources de pressions

8.5.1 Flux en nutriments des cours d'eau

La principale source de pression à l'origine des processus d'eutrophisation en nutriments provient des cours d'eau se jetant dans la mer et drainant les nutriments en excès provenant des activités anthropiques présentes dans son secteur hydrographique tels que l'agriculture, les usages industriels et urbains, le traitement et l'élimination des déchets (tels que cités dans le tableau 2b de l'annexe III de la Décision 2017/845/EU).

Pour la SRM MO, l'évaluation des apports fluviaux est basée sur un découpage en 2 zones d'apports : le Rhône et l'ensemble des autres cours d'eau se jetant dans la méditerranée.

Dans ces zones d'apport, les flux de nutriments sont quantifiés à partir (i) de mesures de concentrations en nutriments effectuées de 6 à 24 fois par an par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC) et bancarisées dans la base de données Naïades¹⁰², et (ii) de mesures de débits journalières effectuées par la DREAL et bancarisées dans la base de données Hydro¹⁰³. Le calcul de flux est réalisé par le Service des Données et études Statistiques (SDeS) avec la méthode de la Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) d'OSPAR¹⁰⁴, via l'utilisation du logiciel de calcul de flux RTrend[®].

8.5.1.1 Apports en azote

A l'échelle de la SRM MO, les flux cumulés en nitrate fluctuent entre 20 kT pour l'année 2000 et 115 kT pour l'année 2004, le Rhône contribue à 70-90 % des apports dans la SRM (Figure 141). Les tests non paramétriques Man-Kendall saisonnier effectués sur les séries temporelles de flux cumulés en nitrate à l'échelle de la SRM ne montrent pas de tendance significative (1990-2019) (Tableau 126). Les flux en azote total ne montrent pas non plus de tendance significative mais les apports en ammonium baissent significativement au niveau du Rhône et dans le reste des bassins versant se jetant dans la méditerranée.

Tableau 126. Tendance temporelle monotone (test de MannKendall Saisonnier) des flux en nutriment sur 20 années de mesures (2000 à 2019) pour les cours d'eau se déversant dans la SRM MO. Les flèches vertes indiquent une tendance significative (p. value <0,05) à la baisse, les flèches rouges indiquent une tendance significative à l'augmentation et les flèches bleues indiquent l'absence de tendance significative. Les estimations de flux sont effectuées par le SDeS suivant le protocole OSPAR RID.

ID du cours d'eau	Nom du cours d'eau / du secteur	Tendances				
		Total N	NO3-N	NH4-N	Total P	PO4-P
2-RMC-DR-RHONE	Le Rhône	→	→	↘	→	→
Méditerranée	Autres que Rhône	→	→	↘	↘	↘
Total		→	→	↘	↘	↘

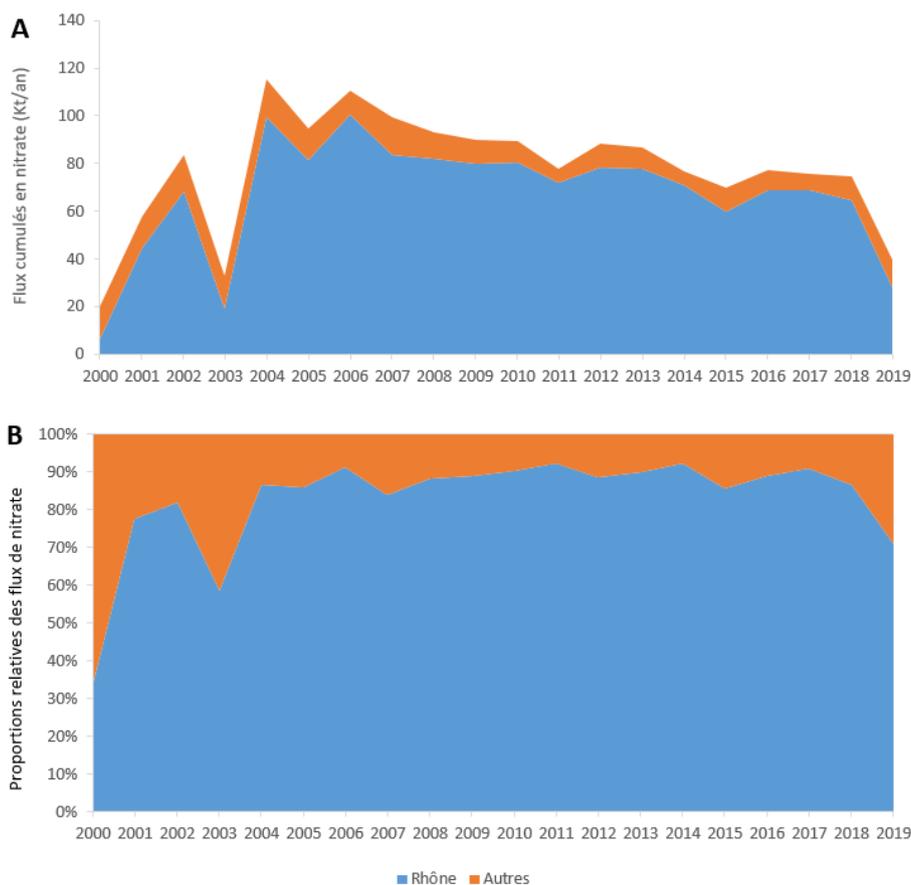


Figure 141. A. Évolution pluri-annuelle des flux en nitrate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en nitrate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques se déversant dans la SRM MO entre 2000 et 2019.

8.5.1.2 Apports en phosphate

A l'échelle de la SRM MO, les flux cumulés en phosphate fluctuent entre 1,4 kT pour l'année 2000 et 4 kT pour l'année 2000 et 2005, le Rhône contribuent à 50-90 % des apports dans la SRM (Figure 141). Les tests non paramétriques Man-Kendall saisonnier effectués sur les séries temporelles de flux cumulés en phosphate et phosphore total à l'échelle de la SRM montrent une tendance significative à la baisse au niveau de la SRM sauf pour le Rhône où il n'y a pas de tendance significative (Tableau 126).

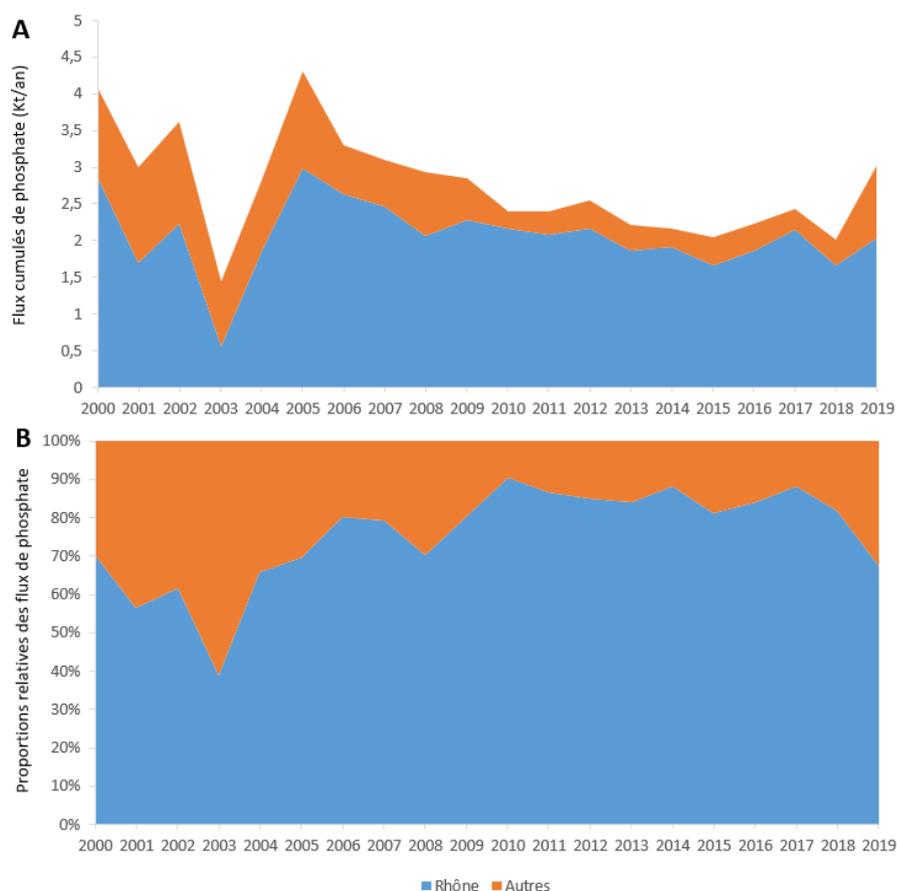


Figure 142. A. Évolution pluri-annuelle des flux en phosphate (kT/an) et B. Évolution temporelle de la proportion relative (%) des flux en phosphate, calculées par le SDeS (suivant le protocole OSPAR RID) pour les cours d'eau et zones hydrographiques se déversant dans la SRM MO entre 2000 et 2019.

8.5.2 Apports terrestres diffus : zones vulnérables

Dans le cadre de la protection des eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole (apports diffus), la 7^{ème} révision de la délimitation des zones vulnérables aux nitrates (eaux excédant ou pouvant excéder 50 mg.l⁻¹ à 0 de salinité = norme de l'OMS, ce qui représente un seuil sanitaire pour l'homme et non pour l'environnement) est fondée sur les résultats des mesures effectuées dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Les préfets coordonnateurs de bassin ont arrêté en 2021 la mise à jour de la délimitation des zones vulnérables (Figure 143).

Très peu de zones de drainages se déversant dans la SRM MO sont classées zones vulnérables aux nitrates. Seules une zone au nord-est de la Camargue (drainée par le delta du Rhône), une zone côtière proche de la frontière espagnole (drainée par l'Agly, le Têt et la Tech) et une zone côtière drainé par le Gapeau) sont vulnérables aux nitrates. La petite taille de ces zones (source de nitrates), l'absence de tendance des flux en nitrate et les faibles concentrations observées dans l'ensemble de ces cours d'eau expliquent l'absence de dégradation des masses d'eau vis-à-vis des nutriments.

Note : La Directive "Nitrates" (91/676/CEE) a pour objectif de préserver la ressource en eau et les milieux aquatiques de la pollution par les nitrates d'origine agricole. Elle prévoit une surveillance tous les 4 ans des eaux superficielles et souterraines. Les résultats de cette campagne de surveillance déterminent une analyse et une révision éventuelle de la délimitation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole. Dans ces zones, des programmes d'action spécifiques sont mis en place pour réduire les apports de nitrates dans les eaux. Le 6^{ème} programmes d'action régional a été engagé au cours de l'année 2017 pour le bassin Méditerranéen.

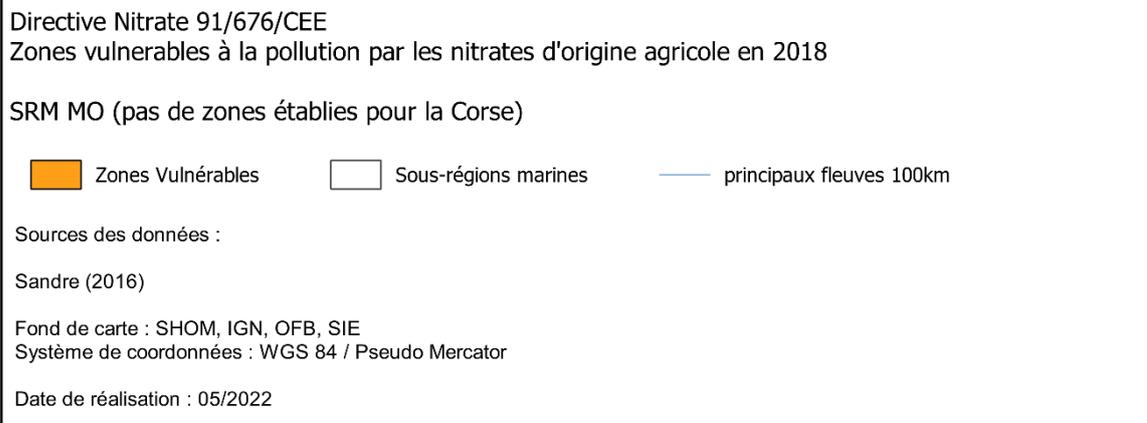
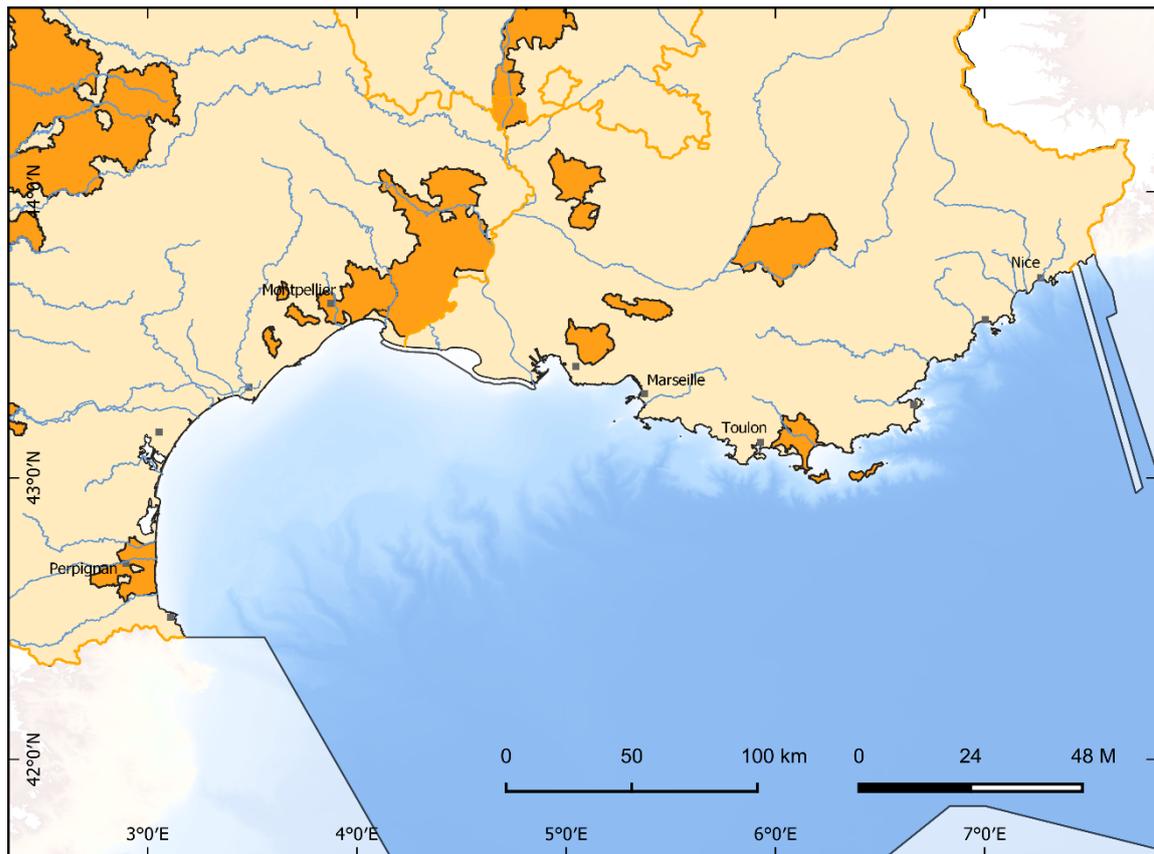


Figure 143. Localisation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole telles que définies par la directive "Nitrates" (91/676/CEE).

8.5.3 Apports ponctuels : zones sensibles

L'article R211-94 du code de l'environnement, transposant dans le droit français l'article 5 et l'annexe II de la directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EEC UWWT) définit les zones hydrographiques particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles pour lesquelles il est établi qu'elles sont eutrophes ou pourraient devenir eutrophes à brève échéance si des mesures ne sont pas prises ; et dans lesquelles les rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances doivent, s'ils sont cause de ce déséquilibre, doivent être réduits. Les seuils réglementaire en sortie de stations de traitement des eaux usées (STEU) sont données dans le Tableau 127.

En 2019, la France compte dans sa base de données 21 573 agglomérations d'assainissement comprenant 22 002 stations de traitement des eaux usées (STEU) qui représentaient une charge globale de 79 millions d'Equivalents-habitants (Eh) pour une capacité épuratoire de l'ensemble des STEU de 105 millions d'Eh. Les agglomérations de 2000 Eh et plus étaient au nombre de 3 812 pour 3 962 stations de traitement des eaux usées, en effet certaines agglomérations sont composites et comportent plusieurs stations. Elles représentent une charge polluante de 75 millions d'Eh.

Dans la SRM MO, toutes les STEU doivent être aux normes exigées par la directive (Tableau 127) en 2017 ou, pour certaines, en 2024 (Figure 144). En 2020, sur les 812 STEU d'Occitanie et de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 68 ne sont pas encore conformes en terme de performance¹³⁰.

Tableau 127. Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires et effectués dans des zones sensibles sujettes à eutrophisation. En fonction des conditions locales, on appliquera un seul paramètre ou les deux. La valeur de la concentration ou le pourcentage de réduction seront appliqués. Repris de la Directive 98/15/CE, portant modification de la directive 91/271/CEE.

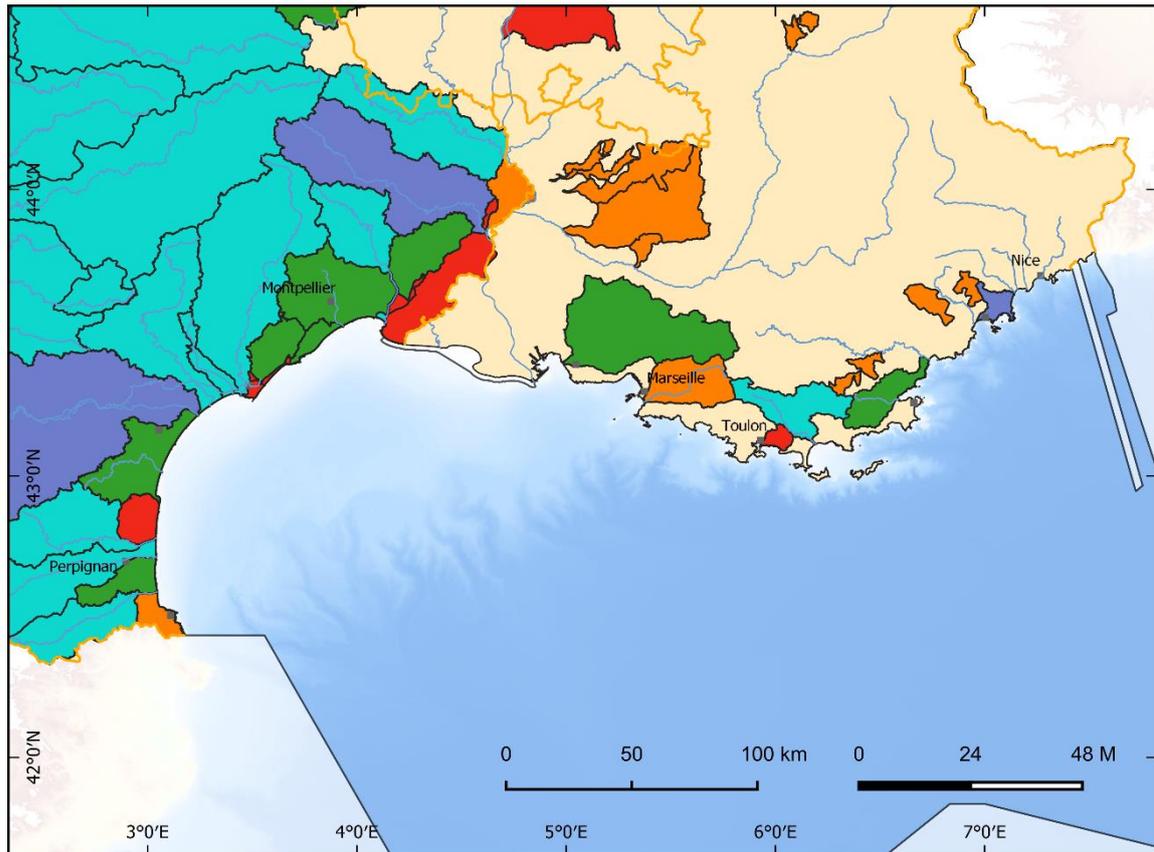
Paramètres	Concentration	Pourcentage minimal de réduction (%)	Méthode de mesure de référence
Phosphore total	2 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) 1 mg/l (EH de plus de 100 000)	80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire
Azote total (²)	15 mg/l (EH compris entre 10 000 et 100 000) (²) 10 mg/l (EH de plus de 100 000) (³)	70-80	Spectrophotométrie par absorption moléculaire

(¹) Réduction par rapport aux valeurs à l'entrée.

(²) Azote total signifie le total de l'azote dosé selon la méthode de Kjeldahl (azote organique et ammoniacal), de l'azote contenu dans les nitrates et de l'azote contenu dans les nitrites.

(³) Ces valeurs de la concentration sont des moyennes annuelles, selon l'annexe I, point D 4 c). Toutefois, les exigences pour l'azote peuvent être vérifiées en utilisant des moyennes journalières quand il est prouvé, conformément à l'annexe I, point D 1, que le même niveau de la protection est obtenu. Dans ce cas, la moyenne journalière ne peut pas dépasser 20 mg/l d'azote total pour tous les échantillons, quand la température de l'effluent dans le réacteur biologique est supérieur ou égale à 12 °C. La condition concernant la température pourrait être remplacée par une limitation du temps de fonctionnement tenant compte des conditions climatiques régionales.»

¹³⁰ <https://www.assainissement.developpement-durable.gouv.fr/PortailAC/statsReg>



Directive ERU 91/271/CEE

Zones sensibles en 2018 à l'eutrophisation et échéances d'application N et P

SRM MO (pas de zones établies pour la Corse)

Zones Sensibles

■ P et N sans délais 1998, 2006, 2013 et 2017

■ P sans délai 1998, 2006 et 2017

■ N 2024 et P 2017

■ N et P 2024

■ P 2024

Sous-régions marines

principaux fleuves 100km

Sources des données :

Sandre (2016)

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB, SIE

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

Date de réalisation : 05/2022

Figure 144. Localisation des zones sensibles à l'eutrophisation selon la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/EEC). Les différentes échéances pour la mise en conformité des stations de traitement des eaux usées des agglomérations de plus de 10 000 équivalent habitant (Eh) se trouvant dans les régions hydrographiques de la SRM MO sont également renseignées.

8.5.4 Apports atmosphériques

Les dernières évaluations disponibles sur les apports atmosphériques en nutriment dans la partie Française de la Méditerranée remontent aux années 90 (UNEP/MAP 1997¹³¹). Les flux en nutriments ayant depuis évolués de façon difficilement prévisible, il n'est pas possible de prendre ces résultats en considération pour la présente évaluation.

8.6 Discussion sur les résultats de la SRM MO

8.6.1 Bilan des résultats de l'évaluation

A défaut d'avancées significatives de la convention de Barcelone sur la thématique eutrophisation dans les temps imposés pour le rendu des évaluations DCSMM françaises, le choix a été fait d'adapter certaines méthodes développées par OSPAR à la méditerranée, les paysages marins, et d'y adapter les seuils développés au 2^e cycle afin d'obtenir l'évaluation la plus cohérente possible à l'échelle nationale. Ainsi, si peu de différences sont à noter entre la méthodologie appliquée à la côte entre le 2^e et le 3^e cycle, les différences peuvent apparaître plus nombreuses pour le large.

De même, depuis le second cycle des améliorations quant à la pérennisation des flux de données issue des images satellite ont pu être mis en place, ce qui laisse à penser que ces outils numériques pourront également être la source de données des futures évaluations. L'amélioration du modèle MEDBFM3 du CMEMS a également amélioré la qualité de l'évaluation du critère D5C5 au large par rapport au second cycle.

Les résultats obtenus à l'issue de l'application de cette méthodologie complexe montrent qu'à l'échelle de la Méditerranée Occidentale, et tout en gardant à l'esprit les faiblesses de l'évaluation en zone côtière, l'eutrophisation ne pose pas de problème puisque 100% % de la SRM atteint le BEE.

Si l'on compare avec les résultats obtenus à l'issu de l'évaluation DCSMM D5 précédente et en tenant compte de toutes les évolutions méthodologiques, l'état de la sous-région Méditerranée Occidentale ne semble pas avoir évoluée entre 2010-2016 et 2015-2020.

8.6.2 Justifications de non-utilisation d'un critère

Les critères non évalués du descripteur 5 en SRM MO sont le D5C3, D5C6, D5C7 et D5C8 (secondaire) ainsi que le D5C1 (primaire) à la côte.

Pour le D5C3 et le D5C1, il n'a pas été possible de les utiliser à cause du manque de consensus sur la définition de seuils pertinents.

Les critères D5C6, D5C7 et D5C8 n'ont pas été utilisés à cause de leur non pertinence pour retranscrire des problèmes dus à un des pressions d'eutrophisation en méditerranée. Ceci a été validé lors de l'atelier S&T de février 2022 en accord avec l'AERMC.

¹³¹ UNEP/MAP. 1997. The input of anthropogenic airborne nitrogen to the Mediterranean Sea through its watershed. MAP Technical Reports Series No. 118. 94p.

8.6.3 Justification de non-utilisation des évaluations des indicateurs des Conventions des Mers Régionales

En ce qui concerne la SRM MO, si la convention de Barcelone préconise, à l'échelle locale et sur des échelles temporelles courtes à moyennes, l'utilisation d'indices tels que TRIX¹³², elle n'a toujours pas débouché sur la mise en place d'un protocole standardisé à l'échelle de la Méditerranée, inter-comparable avec les méthodes DCSMM. L'émergence de fiches descriptives de plus en plus détaillées relatives aux Objectifs Ecologiques et Indicateurs Communs, relativement semblables aux descripteurs et critères de la DCSMM, semblent néanmoins se mettre en place ces dernières années, notamment sur la définition de seuils¹³³ et de méthodes d'intégration et d'agrégation¹³⁴, et devraient aboutir à la définition d'un protocole d'évaluation de l'état d'eutrophisation plus complexe. L'utilisation de l'outil NEAT¹³⁵ (Nested Environmental status Assessment Tool) comme support numérique à l'évaluation, tout comme COMPEAT pour OSPAR, semble également se préciser dans le cadre de la convention de Barcelone. NEAT propose une interface utilisateur graphique simple et plus accessible que COMPEAT (interagir avec COMPEAT nécessite de bien maîtriser le langage de programmation R). Même si la philosophie des 2 outils reste la même (transformation des métriques en EQRS et intégration des EQRS à l'échelle des UGE/UMR), la principale différence est la méthode d'intégration ainsi que le format des données en entrée ainsi que le format des résultats en sortie (Tableau 128). COMPEAT proposant une méthode d'intégration basée sur des moyennes d'EQRS par catégorie suivi d'un OAO entre ces catégories alors que NEAT propose une intégration pondérée et hiérarchisée en fonction de l'échelle spatiale et du niveau d'intégration de l'indicateur. La méthode NEAT est ainsi assez éloignée (bien plus que la méthode OSPAR) de la méthode OAO préconisée par le CNP Bleu à la côte dont l'intérêt est d'avoir une traçabilité du déclassement d'un ou des critères du D5 à l'échelle du descripteur.

¹³² Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanar, G. et Rinaldi A. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9, 329-357.

¹³³ UNEP/MED. 2021. Assessment Criteria Methodology for IMAP Common Indicator 13: Pilot Application in Adriatic Sub-region. WG.492/11

¹³⁴ UNEP/MED. 2021. Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster). WG.492/13

¹³⁵ <https://www.azti.es/en/productos/neat-software-nested-environmental-status-assessment-tool/>

Tableau 128. Caractéristiques fondamentales des outils COMPEAT et NEAT.

	COMPEAT	NEAT
Developpeur	OSPAR/CIEM	Devotes
Langage	R	Logiciel compilé
Interface	Scripts bruts	GUI
Licence	Gratuite	Gratuite
Thème principal	Eutrophisation	Biodiversité
Données d'entrée	Brutes	Métriques ⁽²⁾ des indicateurs
Gestion métriques	Directement ⁽¹⁾	En amont ⁽²⁾
Gestion seuils	Directement	Directement
Intégration	Moyennes ⁽³⁾ EQRS ⁽⁵⁾ par catégorie ⁽⁷⁾ + OAO	Moyennes EQRS ⁽⁵⁾ pondérées et hiérarchisées
Echelle de pondération	Données ⁽⁸⁾ , Indicateurs	Indicateur, spatiale (UGE), composant de l'écosystème
Classement	Jusqu'à 5 classes	Jusqu'à 5 classes
Indices de confiance ⁽⁶⁾	Classement	Classement (erreur standard + test Monte Carlo)
	Spatial Temporel	
Ajout indicateur/critère	Oui ⁽⁴⁾	Oui
Ajout UGE	Oui ⁽⁴⁾	Oui
Echelle des résultats	Indicateur ⁽⁸⁾ , descripteur, année, UGE	Indicateur, descripteur, UGE
Format résultat	Tableaux brutes, cartes	Tableaux travaillés

(1) l'outil exploite la donnée brute, la métrique peut être modifiée⁽⁴⁾

(2) l'outil exploite la donnée transformée en métrique

(3) possibilité de pondérer par indicateur⁽⁴⁾

(4) nécessite la maîtrise du langage de programmation R

(5) EQRS : EQR standardisé de 0 à 1, la limite bon/moyen étant à 0,6

(6) pour plus de détail sur COMPEAT voir chapitre 3.3.2.6

(7) voir chapitre 3.5.2.2

(8) COMPEAT distingue les données *in situ* des données "satellite", voir chapitre 3.5.1.2

8.7 Conclusions sur les résultats de la SRM MO

Les efforts entrepris pour répondre le plus étroitement possible aux exigences de la DCSMM en termes d'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux françaises ont conduit à une amélioration de la pertinence écologique de l'évaluation comparativement à l'évaluation 2018. Cela nous a conduit à définir que 100% de la SRM MO atteint le BEE tout comme lors de la précédente évaluation (plus de 99,9 % au 2^e cycle pour être exacte).

Si l'évaluation 3^e cycle reste en cohérence avec la DCE à a côte et relativement au large (utilisation des mêmes métriques), elle n'est pas encore suffisamment cohérente avec les conventions des mers régionales pour le large comme le demande la Décision DCSMM 2017. L'harmonisation de l'évaluation côte-large, tout en intégrant les spécificités des directives et conventions serait peut-être le prochain challenge de l'évaluation 4^e cycle, surtout si l'on considère les avancées en cours de la convention de Barcelone en matière d'évaluation de l'eutrophisation, qui pourrait être intégrées à la prochaine évaluation DCSMM.

Messages clefs :

- 100 % de la superficie de la SRM MO en BEE pour le descripteur 5
- Fortes avancées méthodologiques au niveau de l'évaluation au large dues à l'utilisation de paysages marins (inspirée de la COMP4 d'OSPAR) ce qui rend l'évaluation écologiquement plus robuste mais également plus difficile à comparer avec les résultats du 2^e cycle.
- Besoin d'améliorer la cohérence de l'évaluation côte-large et avec les conventions des mers régionales.

9 Discussion générale sur l'évaluation

9.1 Bilan des résultats à l'échelle nationale

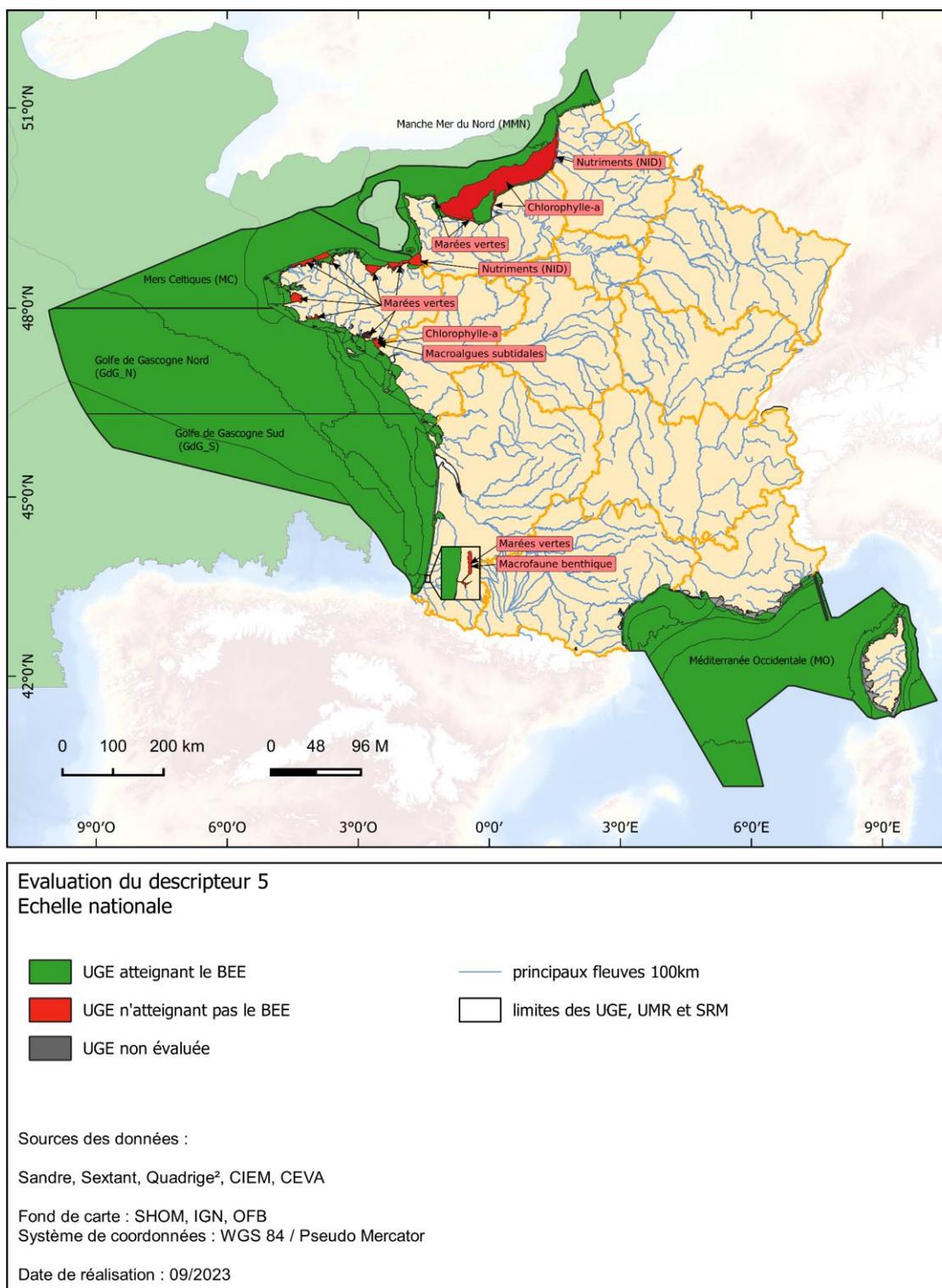


Figure 145. Évaluation du descripteur 5 à l'échelle nationale en prenant en compte l'expertise locale. En vert sont représentées les UGE dans lesquelles le descripteur atteint le BEE, en rouge où il n'atteint pas le BEE et en gris clair où l'UGE n'est pas suivi. Les éléments à l'origine de la non atteinte du BEE sont indiqués par UGE.

A l'échelle nationale, l'application des méthodes d'évaluation développées pour le 3^e cycle à aboutie à la définition de zone n'atteignant pas le BEE au regard du descripteur 5 (Figure 145). Au niveau côtier, cela représente quinze MEC DCE (2 306 km², soit 12 % de la superficie des UMR côtières, Tableau 129b) sur les cent-dix-neuf définissant le long du littoral français, avec une répartition plus importante des MEC déclassées dans les SRM Manche-Mer du Nord et Mer Celtique (plus de problème d'eutrophisation au sud de la Loire hormis au niveau du lac d'Hossegor). Au large, sur les vingt-quatre paysages marins repartis au large des eaux marines françaises, un seul n'atteint pas le BEE au regard du descripteur 5, le paysage marin CFR (Coastal French), dans la SRM Manche-Mer du Nord. Ainsi, seul 3 % (9 482 km²) de la superficie de la ZEE française n'atteint pas le BEE au regard du descripteur 5. Les principaux problèmes d'eutrophisation sont liés aux marées vertes (D5C6), aux nutriments (D5C1), à la chlorophylle-a (D5C2) et aux algues pérennes subtidales (D5C7).

Tableau 129. Nombre d'UGE, surface (km²) et proportion (%) de superficie des UMR à l'échelle (a.) de la façade Mer du Nord-Manche-Atlantique-Mer du Nord et (b.) nationale dans les différents états écologiques à l'issue de l'évaluation DCSMM au regard du descripteur 5 avec prise en compte de l'expertise locale.

Mer du Nord-Manche-Atlantique		BEE	Non BEE	Non suivi
Côte	nbre d'UGE	57	15	1
	superficie (km ²)	12 909	2 306	205
	%	84	15	1
Large	nbre d'UGE	13	1	0
	superficie (km ²)	237 308	7 176	0
	%	97	3	0
Tout	superficie (km ²)	250 217	9 482	205
	%	96	4	0,1

a.

National		BEE	Non BEE	Non suivi
Côte	nbre d'UGE	70	15	34
	superficie (km ²)	14 416	2 306	3 330
	%	72	12	17
Large	nbre d'UGE	24	1	0
	superficie (km ²)	343 455	7 176	0
	%	98	2	0
Tous	superficie (km ²)	357 871	9 482	3 330
	%	97	3	1

b.

L'une des plus grosses évolutions entre le 2^e et le 3^e cycle est l'utilisation de paysages marins à la place de maille comme unité géographique d'évaluation au large. Le choix de l'utilisation de maille avait été faite car elle permettait d'identifier assez précisément les zones n'atteignant pas le BEE et de calculer précisément la superficie de ces zones tout en prenant en compte l'existence d'un gradient naturel côte-large de l'atténuation du phénomène d'eutrophisation, ce qui est un avantage du point de vue de la mise en place de mesure visant à limiter les phénomènes d'eutrophisation. Toutefois ce découpage en maille est peu pertinent d'un point de vue écologique et les valeurs seuils développées pour le cycle 2 reposaient donc sur des zones délimitées selon des critères géographiques/statistiques (mailles et zones intermédiaire et large) et non sur des critères écologiques. Pour le cycle 3, le choix de l'utilisation de paysages marins a été fait dans OSPAR pour éviter ce problème, le calcul des seuils se faisant à l'échelle de ces unités géographiques présentant un sens écologique plus important (groupes de masses d'eaux proches du point de vue de la dynamique phytoplanctonique, comme décrit ci-dessous). Le défaut de ces paysages marins pour une application DCSMM est cependant leur superficie assez importante qui

peut conduire à un lissage des résultats du calcul des métriques à cette échelle et donc masquer une potentielle dégradation à plus petite échelle (pour rappel la zone d'emprise d'OSPAR est l'Atlantique Nord Est dans sa globalité, les très petites échelles ne sont donc pas considérées). De notre point de vue la meilleure approche consiste à utiliser une approche maillée, comme celle utilisée au 2^e cycle, superposée aux paysages marins dans les différentes SRM, chaque indicateur étant calculé au sein de chaque maille avec les seuils du paysage marin auquel la maille appartient. Cette méthode combinée offre le meilleur des 2 approches sans réel désavantage ; en outre, elle permet de proposer une aide à l'interprétation des résultats à une échelle plus locale (à l'échelle du continuum bassins versants-zone côtière) que celle abordée par OSPAR tout en renforçant les liens entre les résultats de l'évaluation et leurs utilisations afin de répondre aux besoins des objectifs environnementaux et des programmes de mesures.

9.2 Futurs évolutions méthodologiques

La difficulté de comparer directement les 2 évaluations montrent l'importance de stabiliser la méthodologie pour retracer les processus complexes du phénomène d'eutrophisation pour les cycles à venir. Cela permettrait d'observer plus facilement les évolutions de l'état du milieu et de considérer si elles sont dues réellement à un effet environnemental tels qu'une dégradation ou une amélioration d'origines anthropiques due aux mesures mises en place, à l'augmentation des pressions ou aux changements climatiques ou sont simplement le résultat d'un changement méthodologique.

Toutefois les méthodes risquent encore d'évoluer. Bien que les méthodes définies dans le cadre de la COMP4 soient stabilisées et le QS2023 en cours de préparation, les experts des groupes de travaux OSPAR ont montré leur volonté de mieux définir scientifiquement certain paramètre de l'évaluation qui reste encore arbitraire tel que la notion d'écart acceptable aux valeurs de référence fixé à 50 %, cette valeur arbitraire de 50% sera sûrement redéfinie en fonction du paramètre et de la zone d'évaluation, l'intégration des nutriments à l'échelle du descripteur sera également étudiée. La montée en puissance des groupes de travaux eutrophisation dans le cadre de la convention de Barcelone annonce également des évolutions méthodologiques par rapport à notre approche nationale basé sur la COMP4 en méditerranée. Il pourrait être question de définir des seuils nutriments et chlorophylle-*a* harmonisés au large, de généraliser la méthode d'intégration NEAT ou de définir des UGE transfrontalières plus précise que celles proposées actuellement par la convention. Il y a ainsi un équilibre à considérer entre amélioration des méthodes d'évaluation (qui vont vers plus de pertinences scientifiques) et stabilisation des méthodes pour permettre une meilleure gestion de l'environnement.

Enfin si des améliorations ont été apportées depuis le 2^e cycle concernant les flux de données alimentant les indicateurs via le chantier collecte des données, cette action sera à poursuivre et à améliorer (fréquence des mises à jour, diversité des paramètres transférés, origine des données transférées...) pour le cycle suivant.

9.3 Pertinences et limites des indicateurs utilisés

Les indicateurs utilisés dans le cadre de l'évaluation du descripteur 5 sont communs avec ceux de la DCE et des conventions régionales telles qu'OSPAR (mais également ceux développé par la convention de Barcelone). C'est le cas pour la concentration en chlorophylle-*a* et la concentration en nutriments (critère primaire pour la DCSMM, indicateurs communs pour OSPAR et Barcelone) ainsi que la concentration en oxygène dissous au fond (critère primaire pour la DCSMM, indicateurs communs pour OSPAR). Pour répondre à des spécificités locales ou aux caractéristiques des données utilisées, les métriques appliquées à ces paramètres peuvent

s'adapter et varier d'un pays à l'autre ou d'une convention à l'autre¹³⁶ ; les seuils utilisés étant calculés en fonction de la métrique.

Les indicateurs plus complexes comme ceux utilisés pour les macrophytes (hors opportunistes) et la macrofaune benthique seront certainement appelés à évoluer pour permettre une meilleure estimation de l'impact des pressions anthropiques sur les communautés benthiques (faune et flore). On peut, toutefois, mettre en évidence certaines lacunes vis-à-vis de l'indicateur basé sur le paramètre concentration en chlorophylle-*a* (proxy « universel » de la biomasse phytoplanctonique) utilisé dans le cadre d'évaluation de l'état d'eutrophisation (D5C2). En effet, une mesure de chlorophylle-*a* ne prend pas en compte la "quantité" de phytoplancton (densité de cellule algale) et surtout ne permet pas de faire la distinction entre les différentes espèces phytoplanctoniques présentes dans la masse d'eau. La prise en compte de ces paramètres, pourtant très importants lorsque l'on parle d'eutrophisation (une espèce phytoplanctonique ne réagit pas de la même façon qu'une autre à un apport excessif en nitrate et/ou phosphates) devrait ainsi être ajoutée à l'évaluation du descripteur 5 (via le critère D5C2 ou le D5C3), comme c'est le cas dans la DCE. De même, si l'évaluation actuelle a gagné en pertinence depuis les évaluations précédentes, il ne faut pas oublier que son objectif est de traduire un processus très complexe (Figure 2) en résultats facilement lisibles (quantitatif et qualitatif) synthétisant un nombre assez limité de paramètres intervenant dans ce processus. Si l'on reprend le schéma présenté en figure 2 et que l'on y superpose les critères utilisés dans cette évaluation, il apparaît que seul un nombre restreint de "compartiments" (7 compartiments sur la vingtaine représentée) participe directement à l'évaluation DCSMM de l'état d'eutrophisation des eaux marines (Figure 146). Les flux de nutriments étant utilisés comme paramètres supports, ils n'entrent pas directement dans l'évaluation des critères. S'il semble difficile de rajouter des compartiments à cette évaluation (problème de coût, de technologie, de temps, etc.) les résultats obtenus sont à relativiser vis-à-vis de la représentativité de ces critères dans le processus d'eutrophisation d'autant que la tendance actuelle est à l'optimisation de suivi environnementaux et à l'harmonisation de ces suivis et des évaluations de l'état de l'environnement ce qui mène souvent à une réduction des paramètres identifiés comme « prioritaires » (ex : dans OSPAR tous les indicateurs avaient le même niveau de priorité dans la COMP3 alors que seuls 3 sont retenus comme communs et indispensables dans la COMP4).

¹³⁶ Araújo, R, Somma, F, Aigars, J, Axe, P, Bartolo, A, De Cauwer, K, Devreker, D, Fleming-Lehtinen, V, García-Denche, LM, Knudsen-Leerbeck, H, Kraśniewski, W, Lazar, L, Lefebvre, A, Lips, I, Magaletti, E, Moncheva, S, Pagou, K, Precali, R, Ruiter, H, Wilkes, R. Eutrophication in marine waters: harmonization of MSFD methodological standards at EU level, EUR 29854 EN, Publications Office of the European Union, 2019, ISBN 978-92-76-11224-2, doi:10.2760/437291, JRC117109

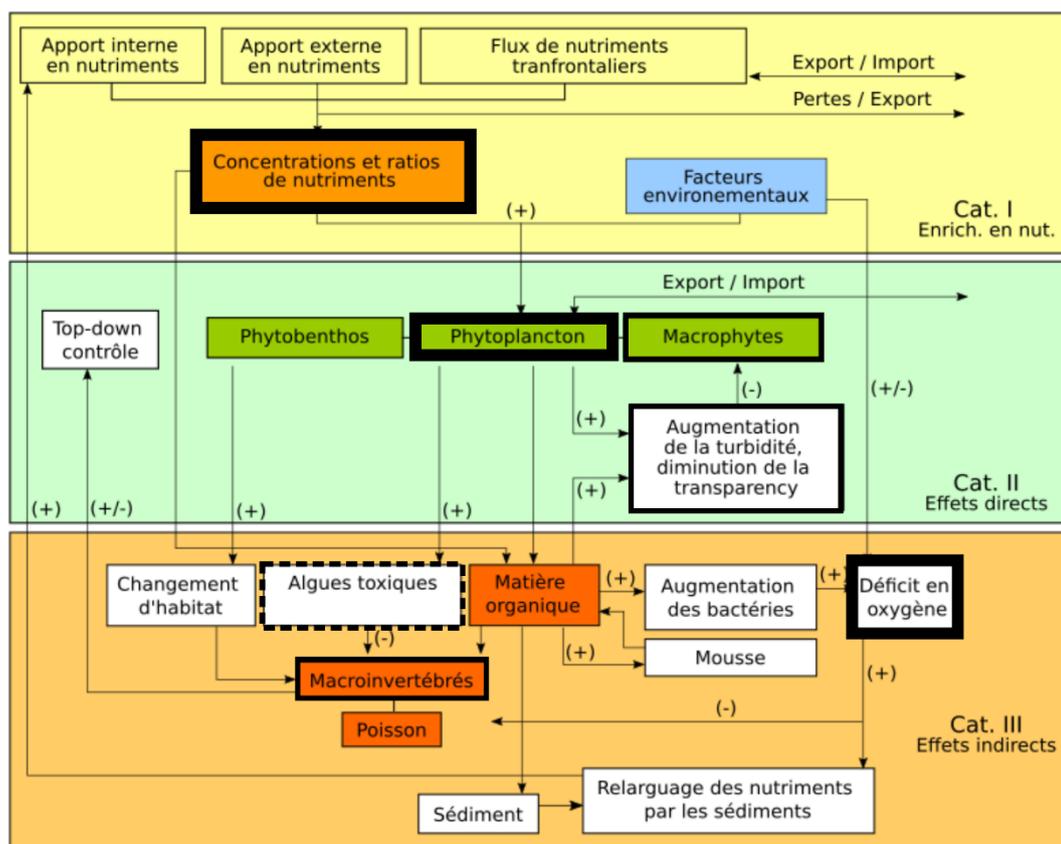


Figure 146. Interactions entre les différents éléments impliqués dans le processus d'eutrophisation. (+) renforcement du processus, (-) inhibition du processus. Cat. : Catégories de la Procédure Commune d'évaluation de l'état d'eutrophisation d'OSPAR. Les compartiments entourés en gras très épais définissent les critères primaires du descripteur 5 de la DCSMM et les indicateurs communs OSPAR, ceux en gras les indicateurs secondaires de la DCSMM et ceux en pointillés n'ont pas été utilisés dans l'évaluation 3^e cycle. (Modifié de Claussen et al., 2009).

9.4 Coopérations

Pour mettre en place une évaluation complexe comme celle demandée par la DCSMM, des collaborations à l'échelle nationale et régionale (au sens des sous-régions marines) ont été nécessaires et ceci à plusieurs niveaux de l'évaluation. Au niveau de la convention OSPAR, deux groupes de travaux ont notamment développés la méthodologie appliquée dans cette évaluation : l'ICG-EUT (dont l'un des RT D5 est membre) et l'ICG-EMO (lourd travail de modélisation sur la définition des seuils). Ces groupes ayant bénéficiés des études menées au sein de projets Européens tels que le JMP-EUNOSAT (dans lequel l'un des RT D5 a participé) sur la définition des paysages marins, l'une des principales évolutions depuis la COMP3. Les résultats de ces développements ont été intégrés dans un outils numérique d'aide à l'évaluation de l'état d'eutrophisation des eaux marines selon la COMP4, COMPEAT, lui-même inspiré des travaux menés par HELCOM sur l'eutrophisation en la mer Baltique. De nombreux échanges et ajustements entre OSPAR et les pays membres ont été nécessaires (et sont toujours en cours) afin d'aboutir à cette évaluation.

Au niveau du recensement et de la récupération des données, une grande partie du travail a été effectuée au sein de l'Ifremer par l'équipe « chantier collecte des données » du service Vigies. Toutefois, par contraintes de temps, certaines informations ont été obtenues à la source, en

collaboration directe avec les producteurs de données ou les personnes en charge de leur valorisation. C'est notamment le cas pour l'évaluation du D5C7 ou pour l'estimation des données de flux de nutriments fournis par le SDeS. Au-delà du fait que les données et les évaluations propres à ces paramètres ont pu être obtenus dans des délais plus en adéquation avec la deadline du rendu du rapport qu'avec la voie conventionnelle (centralisation des données dans le SIMM), les échanges effectués avec les responsables thématiques des indicateurs du D5C7, le CEVA et le SDeS ont permis une meilleure compréhension des processus d'évaluation et de calcul des informations transmises, et donc une amélioration de la qualité de l'évaluation du descripteur 5.

En ce qui concerne le calcul des indicateurs de la zone large, celui-ci a été effectué par l'équipe en charge de la rédaction du rapport (responsables thématiques D5) via la maîtrise de l'outil COMPEAT d'OSPAR. Concernant le calcul des indicateurs hydrologiques et phytoplanctonique (D5C1 à D5C5) en zone côtière cela s'est effectué en étroite collaboration avec les biostatisticiens d'Ifremer (service Vigies) responsables du développement des scripts de calcul des simulations DCE. Le calcul des indicateurs du D5C6 au D5C8 est encore réalisé par les responsables thématiques respectifs bien que les routines de calcul soient maintenant incluses par Vigies dans les simulations DCE. Cette collaboration a été menée pour rendre le plus compatible possible les évaluations à la côte entre la DCSMM et la DCE, tout en répondant au cahier des charges relatif au besoin de la DCSMM. Cette collaboration nous a permis d'avancer rapidement et de fournir une évaluation la plus homogène possible dans son approche. Il est à noter que les évaluations à la côte et au large ont toutes les deux été rendues possible grâce à la mise en place de flux de données stabilisées (d'origine et de nature différente) passant par des bases de données pérennes (Quadrige², SIMM, etc. pour la côte, CIEM pour le large) alimentant des outils numérique d'aide à l'évaluation (scripts de simulation DCE pour la côte, COMPEAT pour le large). Ce format d'évaluation est appelé à être stabilisé et à devenir la norme pour les évaluations futures.

Concernant le descripteur 5, les collaborations dans le cadre du continuum terre-mer pourraient être encore améliorées. Les problèmes liés à l'eutrophisation en mer sont directement liés aux activités terrestres (même les apports atmosphériques en nutriments trouvent leurs sources en grande partie dans les activités terrestres). L'Ifremer possède tous les niveaux d'expertise pour effectuer cette évaluation en milieu marin, mais la faible visibilité des sources de pression terrestre (multiplicité des sources, information très dispatchée à travers les différents SAGE, etc.) rendes les informations très dures à trouver et à synthétiser. Pour pallier à ces difficultés, il est nécessaire d'établir une collaboration plus étroite avec les Agences de l'Eau en tant qu'intermédiaires avec le volet terrestre de la problématique eutrophisation. Celles-ci sont en effet très impliquées dans la DCE « Eaux de surfaces-côtières » qui elle-même est très liée au D5. Ce manque devait être en partie comblé par les résultats du projet NUTS-STeauRY¹⁰⁷ (voir chapitre 4.5.1.3).

9.5 Liens avec les Programmes de Surveillance et recommandations en matière de recherche et de surveillance

9.5.1 Liens avec les PdS et besoins de recherches associés

- SP1 « Hydrodynamisme, hydrologie et physico-chimie » et SP2 « Phytoplancton » du PdS « Eutrophisation »

Une multiplication des points de mesure à la côte pour couvrir les MEC DCE non évaluées actuellement paraissant peu envisageable (trop coûteuse), une complétion peut être envisagée par l'utilisation de données issues des images satellites pour la chlorophylle-*a* et de la modélisation pour les nutriments (voir annexe 14.3, 14.4 et 14.5).

- Des améliorations ont été apportées quant à l'utilisation des données issues des images satellite depuis le cycle 2. Les flux de données ont par exemple été stabilisées et pérennisées (via Sextant) lors du transfert de la chaîne de traitement de l'Ifremer à un organisme privé ACRI-ARGANS. Cet organisme s'occupe également, de façon récurrente, de la mise à jour de la table de correspondance pour la façade Atlantique, qui est utilisée pour faire correspondre correctement les informations issues du traitement des algorithmes aux valeurs de concentration en chlorophylle-*a* de la zone étudiée. Des améliorations ont également été apportées quant à la validation des données issues des images satellite avec l'utilisation des données *in situ* provenant des campagnes halieutiques (les données satellite étaient validées uniquement avec des données *in situ* ultra côtière du REPHY).
- Les données issues du modèle ECO-MARS3D ont également été sensiblement améliorées depuis le cycle 2 lors du transfert de la chaîne de traitement depuis l'Ifremer vers l'organisme privé ACTIMAR, avec notamment l'utilisation des données des campagnes halieutiques pour la validation. Il faut cependant noter qu'ECO-MARS3D est certainement arrivé à sa version la plus stable et n'évoluera sûrement plus pour les prochaines évaluations. Il pourra néanmoins être utilisé dans des projets qui aideront à améliorer les connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes en lien avec l'évaluation du descripteur 5 (par exemple pour prévoir l'évolution des efflorescences de *Phaeocystis globosa*). Le flux de données issues d'ECO-MARS3D a également été stabilisé via Datarmor (action à actualiser tous les 3 ans).

Dans le cadre plus spécifique du SP2 « Phytoplancton », il y a également un besoin de connaissance en ce qui concerne les HAB. Les liens entre phénomène d'eutrophisation et apparition de HAB en forte concentration ne sont pas encore avérés, une étude devait être initiée au début du cycle 3 par le JRC, à l'heure actuelle elle n'a toujours pas abouti. De même, les mesures de HAB se font essentiellement par prélèvement suivi d'une identification au microscope, méthode précise mais qui demande beaucoup de temps et est donc difficile à mettre en place en routine. Des méthodes de mesure alternatives ont donc été mises en place, avec notamment l'utilisation de mesures HPLC (voir chapitre 3.3.3.1), en plus de la détection par image satellite et modélisation.

- SP4 : « Marées vertes ».

Le programme de surveillance mis en place par le CEVA donne pleine satisfaction, comme lors de l'évaluation 2^e cycle, à la vue de leur expertise.

- SP5 : « Apports fluviaux en nutriments ».

Une augmentation de la fréquence ainsi qu'une meilleure concordance temporelle des mesures de débits et de concentration en nutriments dans les cours d'eau permettrait une meilleure estimation des flux. Des travaux ont été menés dans le cadre du GT Flux mis en place à l'issu de l'évaluation du 2^e cycle mais les résultats n'ayant pas donné pleinement satisfaction les travaux restent à poursuivre. Ils seront notamment poursuivis dans le cadre du programme JERICO-S3.

9.5.2 Autres recommandations de recherche spécifiques proposées au 2^e cycle : les évolutions

	Amélioration et piste de développement identifiés à l'issu de l'évaluation 2 ^e cycle	accompli	en cours	non accompli	abandonné
lien avec le SP1	Améliorer la compréhension des processus biogéochimiques clés, fournissant ainsi une vision holistique des menaces et bénéfices environnementaux. Ce volet intégrerait notamment la recherche dédiée à l'utilisation des formes organiques de l'azote par le phytoplancton (exemple de l'urée), le rôle de l'activité microbienne (exemple des activités exo enzymatiques) et des TEP (Transparent Exo Polysaccharides) dans la dynamique de la matière organique et du phytoplancton.				
	Sur la mesure des stocks et des flux de nutriments aux niveaux terrestre et aquatique (des nappes et rivières jusqu'en mer).				
	Sur la quantification des interactions et des relations entre les différents composés de l'azote réactif et leurs flux.				
	Sur le développement de mesures et de méthodes permettant d'augmenter l'efficacité de l'utilisation et du recyclage de l'azote afin de limiter les apports.				
	Améliorer nos connaissances sur la dynamique des nutriments au large, la plupart des études étant faites en milieu côtier.				
lien avec SP5 et SP6	Améliorer l'estimation des flux de nutriments d'origine terrestre et atmosphérique, en tenant compte des processus biogéochimiques et biologiques mis en jeu le long du continuum bassin versant - zone de transition - zone côtière.				
	Déterminer un niveau d'enrichissement « naturel » en nutriments, par comparaison des sources d'origine anthropique pour définir un état non impacté et pouvoir faire la distinction entre un état naturellement productif et un état d'eutrophisation culturelle pour l'identification de ce qui peut ou non être géré.				
	Déterminer de la contribution des apports transfrontaliers et transnationaux et/ou des échanges de nutriments par rapport aux sources terrestres et atmosphériques et comment gérer ces apports.				
	Évaluer les impacts potentiels du changement climatique sur la disponibilité des nutriments incluant leur mode de transport (exemples : à partir de nouveaux schémas de circulation, par l'augmentation des précipitations, par changement des processus d'upwelling et côtier qui seront à l'origine de nouvelles sources de nutriments ou exacerberont les sources existantes), ainsi que la transformation de ces nutriments et de la matière organique.				
	Déterminer comment différencier les impacts liés au changement climatique de ceux liés aux activités humaines et comment les gérer au mieux.				

	Évaluer les relations entre les indicateurs/paramètres proposés et les proxies des pressions d'enrichissement en nutriments (exemple : changement des concentrations en nutriments comme indicateur de pressions lorsque cela s'avère pertinent), afin de définir des seuils spécifiques aux écorégions ou aux habitats pour le BEE.				
lien avec SP2	Approfondir les études sur les relations entre les concentrations en nutriments, en chlorophylle et la production primaire, ainsi que de la robustesse de leur utilisation combinée dans le cadre de l'évaluation de l'eutrophisation.				
	Étude de la régulation par les nutriments et de la stœchiométrie de la production de biomasse algale (phytoplancton et macroalgues) en tenant compte des phénomènes de sélection d'espèces et de groupes fonctionnels et de structuration de la communauté algale.				
	Étude de la relation entre enrichissement en nutriments et changement dans la structure et le fonctionnement de la chaîne trophique planctonique.				
	Étude des effets du contrôle top-down (exemples : filtration par les coquillages, grazing par le zooplancton) et des autres interactions au sein du réseau trophique (infections virales, parasitisme, rôle de la mixotrophie, etc.) dans la régulation de la biomasse algale et sur la transmission et l'amplification des effets.				
	Développement de nouveaux outils d'évaluation du phytoplancton (méthodes alternatives au dénombrement du phytoplancton par microscopie optique – exemples : cytométrie, imagerie, signature spectrale, etc.).				
	Développement des outils de la surveillance permettant de tenir compte des échelles spatiales et temporelles mises en jeu lors du développement du phytoplancton (exemples : mesures automatisées à haute fréquence en continu, navires d'opportunités, images satellites, modélisation, etc.).				
lien SP2-HAB	Identification et compréhension du lien entre les efflorescences d'algues nuisibles (HAB) et l'expression des toxicités, avec les apports de nutriments (en termes de stocks, de flux, de formes et de rapports) et/ou de carbone, et leurs conséquences sur le réseau trophique.				
	Identification du rôle des mécanismes hydrodynamiques (upwelling, stratification, etc.) ou biologiques (stratégie physiologique comme la mixotrophie, l'hydrolyse, formation de cystes, etc.) dans la formation des HABs et de l'expression des toxicités et des possibilités de gestion de ces mécanismes.				
Autre	Mise en place de groupes de travail/workshop à l'échelle nationale et européenne dédiés aux seuils et méthodes d'agrégation/intégration.				
	Amélioration du modèle type ECO-MARS3D pour le rendre plus compatible avec les besoins de la DCSMM, voire l'étendre à la SRM MO.				
	Renforcement de la prise en compte du continuum terre-mer via l'amélioration scientifique des connaissances et le rapprochement avec les SAGE/SDAGE (via les Agences de l'Eau).				

10 Influence du changement climatique sur l'eutrophisation marine

Les activités humaines ont modifié l'hydrologie des systèmes aquatiques, les apports de nutriments, etc., contribuant ainsi à exacerber l'eutrophisation. Cependant, de nombreuses études^{137,138,139,140} ont révélé que le climat et ses changements récents, pouvaient moduler l'enrichissement des écosystèmes par les nutriments d'origine anthropique et, par conséquent, les effets directs et indirects de cet enrichissement (Figure 147) *via* :

- Des modifications des précipitations qui induisent une augmentation ou une diminution des flux de nutriments ainsi qu'une diminution ou une augmentation locale de la salinité. La conséquence est un enrichissement des eaux côtières (eutrophisation) ou un appauvrissement des eaux côtières (avec effet sur la pêche¹⁴¹),
- La température et l'ensoleillement qui induit un effet sur la croissance du phytoplancton et sur sa physiologie,
- De la vitesse et de la direction du vent qui induit une modification des courants de surface ce qui peut aggraver les conditions d'hypoxie ou à l'inverse les améliorer mais qui peut également impacter les upwellings.
- L'augmentation du niveau de la mer et l'érosion des zones humides côtières qui ont un rôle important dans l'élimination de l'azote réactif¹⁴² et d'autres polluants.

A ces bouleversements, on peut ajouter un effet cumulatif avec l'accroissement de la population accompagnée d'une augmentation des activités industrielles et agricoles.

La prise en compte du changement climatique est un enjeu majeur de la recherche si l'on souhaite pouvoir déconvoluer les variations naturelles des variations anthropiques et climatiques, et ainsi proposer des scénarii de gestion réalistes dont le coût de mise en œuvre est acceptable pour la Société.

Dans le processus actuel de révision de la COMP4 d'OSPAR, le groupe intersessionnel ICG-EUT (Eutrophication) a souligné l'importance de la prise en compte du changement climatique lors de son évaluation de la qualité des zones marines OSPAR. Toutefois cette prise en compte n'est pas simple puisqu'elle implique une cascade d'évènements à des échelles spatio-temporelles différentes, l'échelle temporelle d'action du changement climatique étant la décennie voire le siècle et l'échelle spatiale étant la planète alors que les processus d'eutrophisation interviennent

¹³⁷ Beaugrand G, Edwards M, Brander K, Luczak C et Ibanez F. 2008. Causes and projections of abrupt climate-driven ecosystem shifts in the North Atlantic. *Ecological Letter*, 11, 1157-1168.

¹³⁸ Lefebvre A, Guiselin N, Barbet F et Artigas L. 2011. Long-term hydrological and phytoplankton monitoring (1992-2007) of three potentially eutrophicated systems in the eastern English Channel and the southern bight of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 68(10), 2029-2043.

¹³⁹ Nazari-Sharabian, M., Ahmad, S., Karakouzian, M. (2018). Climate Change and Eutrophication: A Short Review. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 8(6), 3668-3672.

¹⁴⁰ Rabalais, N. N., Turner, R. E., Diaz, R. J., and Justic, D. 2009. Global change and eutrophication of coastal waters. – *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1528–1537.

¹⁴¹ Nixon, S. W. 2003. Replacing the Nile: are anthropogenic nutrients providing the fertility once brought to the Mediterranean by a great river? *Ambio*, 32: 30–39.

¹⁴² Galloway, J. N., and Cowling, E. B. 2002. Reactive nitrogen and the world: two hundred years of change. *Ambio*, 31: 64–71.

à des échelles beaucoup plus locales (une baie, une zone de quelques m² à quelques km²) et à l'échelle de la semaine voir du mois.

Ainsi pour prendre en compte cette complexité tout en répondant aux attentes d'OSPAR et de la DCSMM en terme d'évaluation, un groupe de travail dédié a été créé en 2021 au sein d'OSPAR, le Climate Change Expert Group (CEEG). Les premiers résultats de ce groupe ne sont pas attendus avant la COMP5 d'OSPAR.

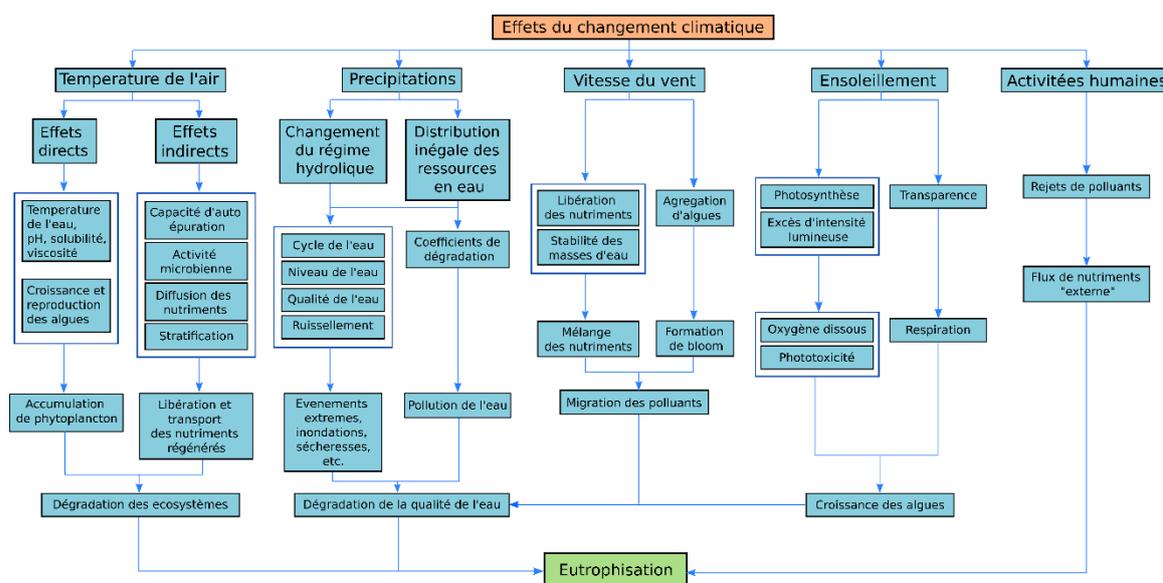


Figure 147. Les interactions entre les différents facteurs du changement climatique et l'eutrophisation. Adapté et traduit de Nazari-Sharabian et al. 2018¹³⁹ et Rabalais et al. 2009¹⁴⁰.

Des études plus récentes sur les liens entre le processus de changement climatique et les phénomènes d'eutrophisation en mer Baltique ont montré que dans cette région où l'eutrophisation est la principale pression sur l'écosystème marin, le changement climatique aurait un effet d'amplification sur celui-ci^{143,144}.

¹⁴³ Wåhlström, I., Höglund, A., Almroth-Rosell, E., MacKenzie, B.R., Gröger, M., Eilola, K., Plikshs, M. and Andersson, H.C. (2020): Combined climate change and nutrient load impacts on future habitats and eutrophication indicators in a eutrophic coastal sea. In: *Limnology and Oceanography* 65: 2170-2187.

¹⁴⁴ Bossier, S.; Nielsen, R.; Almroth-Rosell, E.; Höglund, A.; Bastardie, F.; Neuenfeldt, S.; Wåhlström, I.; Asbjørn Christensen (2021): Integrated ecosystem impacts of climate change and eutrophication on main Baltic fishery resources. In: *Ecological Modelling* 453: 1-12.

11 Données supplémentaires non utilisées pour le calcul des indicateurs

11.1 Données hautes fréquence

L'Ifremer développe depuis de nombreuses années des systèmes automatisés de mesures à Hautes Fréquences ainsi que des méthodes numériques optimisées pour le traitement des données qui en sont issues (Schmitt et Lefebvre, 2016). L'utilisation des données hautes fréquences en environnement s'est largement démocratisée au cours des dernières décennies. L'un des effets les plus visibles de cet intérêt pour la Haute Fréquence est, par exemple, la création à l'échelle nationale du consortium COAST-HF de l'IR ILICO (Infrastructure de Recherche Littorale et Côtière) à l'échelle nationale ou la structuration de la communauté scientifique dans le cadre du projet JERICO-S3 à l'échelle européenne (<http://www.jerico-ri.eu/>). L'objectif général des consortiums intéressés par les mesures à Hautes Fréquences est de suivre, comprendre et prévoir l'évolution des écosystèmes marins, y compris les environnements physiques et chimiques à toutes les échelles de temps allant de l'heure à la décennie. Par exemple, les objectifs scientifiques abordés par le réseau COAST-HF en zones côtières peuvent se décliner suivant les différentes composantes des écosystèmes côtiers :

- l'hydrodynamique et la structure hydrologique : des événements extrêmes localisés jusqu'aux échelles interannuelles,
- les transferts particuliers : apports des bassins versants selon un continuum terre-mer et connectivité sédimentaire entre systèmes côtiers,
- la composante biogéochimique des écosystèmes côtiers.

Les données ainsi acquises dans le cadre de ces infrastructures ou consortiums scientifiques viennent alimenter des bases de données comme CORIOLIS, EMODnet (European Marine Observation and Data Network) et le COPERNICUS Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). Elles deviennent ainsi disponibles pour tous afin d'améliorer les connaissances, de répondre aux obligations d'observation et de surveillance, d'anticiper les risques et de favoriser la gestion de l'environnement. Les données acquises à haute fréquence deviennent ainsi complémentaires des données *in situ* collectées à plus basse fréquence dans des programmes de surveillance plus conventionnels.

11.1.1 Haute fréquence temporelle - données stationnelles - réseau de bouées MAREL

Les bouées de Mesures Automatisées en Réseau pour l'Environnement et le Littoral (MAREL) ont pour objectifs communs la mesure à haute fréquence et de manière automatique des paramètres physico-chimiques essentiels de l'eau de mer ainsi que de quelques autres indicateurs caractéristiques. L'ensemble de ces grandeurs mesurées peut être transmis en temps réel vers un centre de traitement de données à terre. La fréquence des mesures est variable (et ajustable) selon le paramètre, 1 mesure par 20 minutes pour la température, salinité, oxygène ou fluorescence à une mesure toutes les 12 heures pour les nutriments, plus complexes à mesurer (réaction chimique).

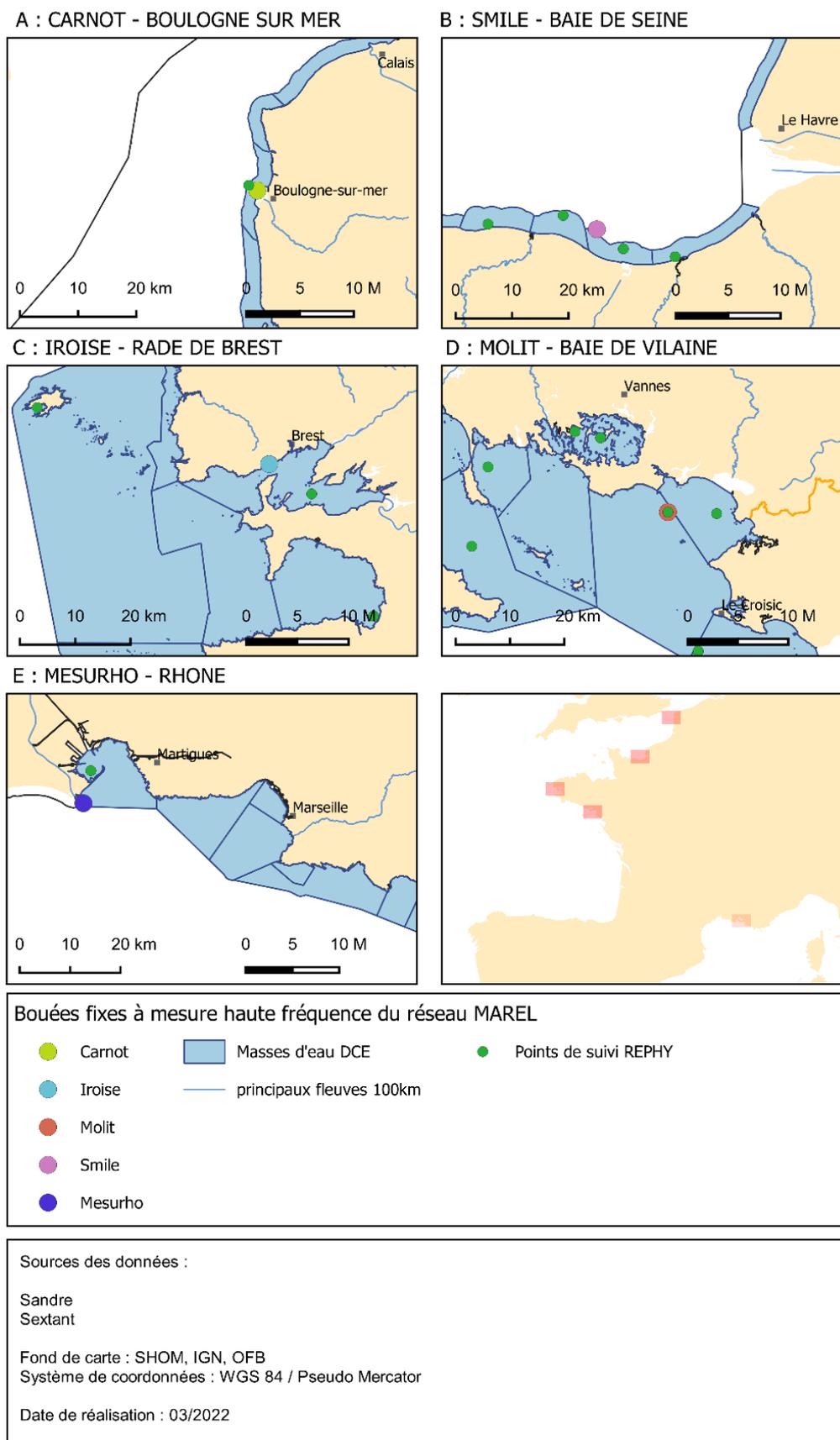


Figure 148. Position des différentes bouées haute fréquence du réseau MAREL (Mesures Automatisées en Réseau pour l'Environnement et le Littoral) de l'Ifremer et positions des points de surveillance REPHY (utilisé dans l'évaluation DCSMM-D5 3^e cycle) les plus proches.

Parmi les paramètres mesurés par les bouées MAREL, trois sont susceptibles de pouvoir être comparés aux séries temporelles basse fréquence du REPHY utilisées pour l'évaluation DCSMM D5 cycle 3. Il s'agit de la chlorophylle-*a* (D5C2), de la turbidité (D5C4) et de la concentration en oxygène (D5C5). Toutefois la chlorophylle-*a* n'est pas mesurée directement comme pour le REPHY (voir 3.3.3.1) mais par un capteur de fluorescence dont l'unité de mesure est le FFU. Des comparaisons ont été faites sur les bouées CARNOT et IROISE entre mesures provenant de la sonde et mesures *in situ* et les valeurs sont très difficilement comparables quantitativement et qualitativement avec un facteur de conversion fortement variable dans le temps¹⁴⁵. Pour la turbidité les résultats obtenus par les bouées hautes fréquences sont tellement variables dans le temps, qu'une comparaison des résultats s'est avérée très difficile à réaliser. L'exercice s'est donc concentré sur les données de concentration en oxygène qui serviront à définir si les mesures effectuées par le réseau REPHY permettent de prendre en compte les événements ponctuels dit « extrêmes » de fortes amplitudes mais de courte durée et pouvant avoir un impact sur l'environnement (exemple : forte hypoxie). Ces données sont mesurées en surface par les bouées MAREL sauf pour MOLIT qui possède une sonde près du fond ainsi que la bouée MESURHO. Les données de concentration en oxygène mesurées en ml.l^{-1} ont été converties en mg.l^{-1} .

11.1.1.1 Carnot

La bouée CARNOT est localisée à la sortie de la rade de Boulogne sur Mer (Figure 148). Elle se situe dans la MEC DCE FRAC04 (Tableau 3) tout comme le point de suivi REPHY Boulogne 1 qui sert à alimenter les indicateurs DCE physico-chimiques et biologiques (chlorophylle-*a*, phytoplancton, nutriment, turbidité et oxygène) dans cette masse d'eau.

Les résultats montrent une très forte variabilité des mesures d'oxygène par la bouée MAREL, avec des fluctuations à l'échelle de la journée/semaine ainsi qu'à des échelles plus importantes, saisonnières et pluriannuelles (Figure 149). Globalement les mesures MAREL suivent bien la variabilité saisonnière et pluriannuelle des données REPHY même si certaines valeurs « extrêmes » faibles et hautes semblent être ratées à cause de la fréquence de la surveillance du réseau REPHY. On peut aussi remarquer de très faibles valeurs récurrentes de concentration en oxygène tout au long de l'année 2019 qui pourraient s'apparenter à un dysfonctionnement de la sonde. Toutefois le percentile 10 calculé à partir de ces données haute fréquence de 2015 à 2020 et de juin à septembre reste bien au-dessus du seuil DCE même s'il est bien plus faible ($5,34 \text{ mg.l}^{-1}$) pour les données MAREL (ce qui peut être mis en lien avec le dysfonctionnement supposé de 2019) que pour les données REPHY ($7,1 \text{ mg.l}^{-1}$).

¹⁴⁵ Lefebvre A. 2007. MAREL Carnot : Partie 2 : Valorisation des données d'une surveillance à haute fréquence en zone côtière sous influence anthropique (Boulogne-sur-Mer). Données de l'année 2006. – Ifremer/RST.DOP/LER/BL.07.08.

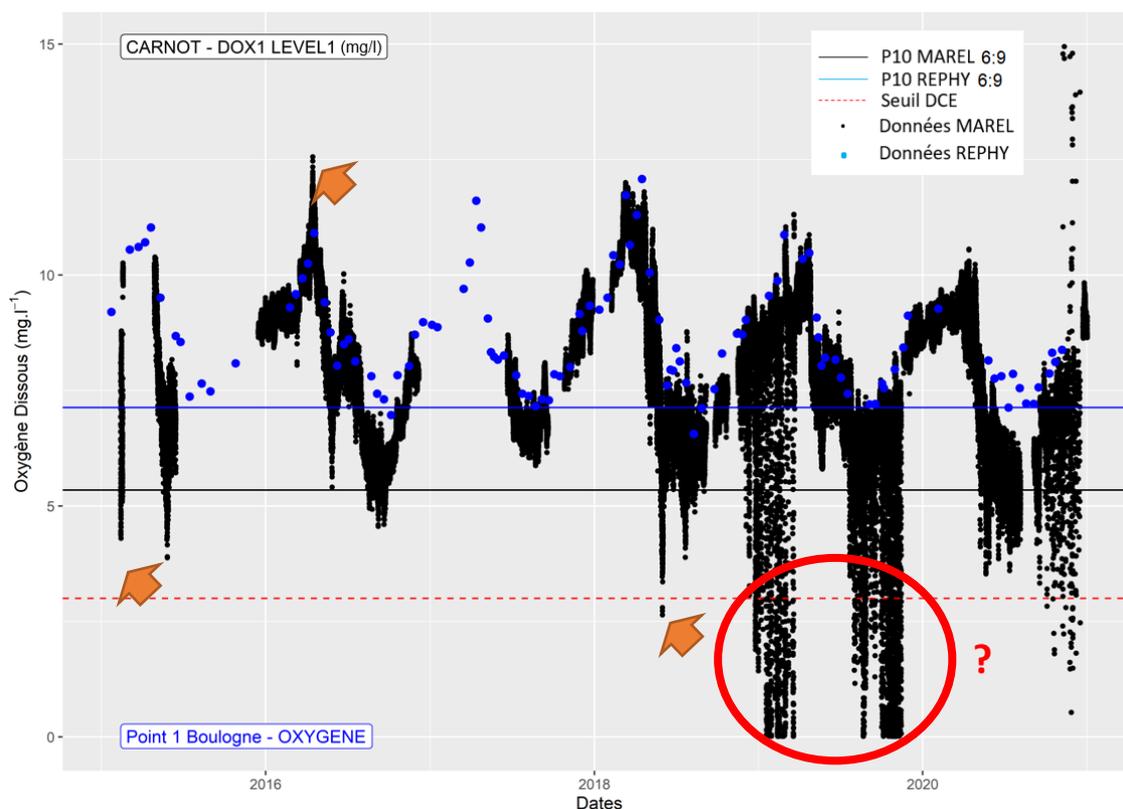


Figure 149. Concentration en oxygène dissous (mg.l^{-1}) mesurée à haute fréquence en surface par la bouée MAREL CARNOT de Boulogne sur Mer (points noirs) et au fond par le réseau REPHY au point Boulogne 1 (points bleus). Le trait rouge en pointillés représente la valeur seuil DCE de la limite de classification bon/moyen (3.3.6.3) à 3 mg.l^{-1} . Les traits bleu et noir représentent les valeurs des métriques P10 oxygène (3.3.6.2) calculées respectivement à partir des données REPHY et MAREL sur la période 2015-2020, de juin à septembre. Les flèches oranges indiquent des épisodes extrêmes non mesuré par le suivi REPHY basse fréquence.

11.1.1.2 Smile

La bouée SMILE est localisée en Baie de Seine (Figure 148). Elle se situe juste à l'extérieur des MEC DCE FRHC13 et FRHC14 (Tableau 3) tout comme les points de suivi REPHY St Aubin les Essarts et Ouireham 1 mille qui servent à alimenter les indicateurs DCE physico-chimiques et biologiques (chlorophylle- a , phytoplancton, nutriment, turbidité et oxygène) dans ces masses d'eau.

Les résultats montrent une très forte variabilité des mesures d'oxygène par la bouée MAREL, avec des fluctuations à l'échelle de la journée/semaine ainsi qu'à des échelles plus importantes, saisonnières et pluriannuelles (Figure 150). Globalement les mesures MAREL suivent bien la variabilité saisonnière et pluriannuelle des données REPHY même si certaines valeurs « extrêmes » faibles et hautes semblent être ratés à cause de la fréquence de la surveillance du réseau REPHY. On peut aussi remarquer en été 2020 de très faibles valeurs récurrentes de concentration en oxygène, descendant sous le seuil DCE, qui pourraient s'apparenter en partie à un dysfonctionnement de la sonde. Toutefois le percentile 10 calculé à partir de ces données haute fréquence de 2015 à 2020 et de juin à septembre ($6,1 \text{ mg.l}^{-1}$) reste bien au-dessus du seuil DCE et très proche du P10 aux points REPHY ($6,9 \text{ mg.l}^{-1}$).

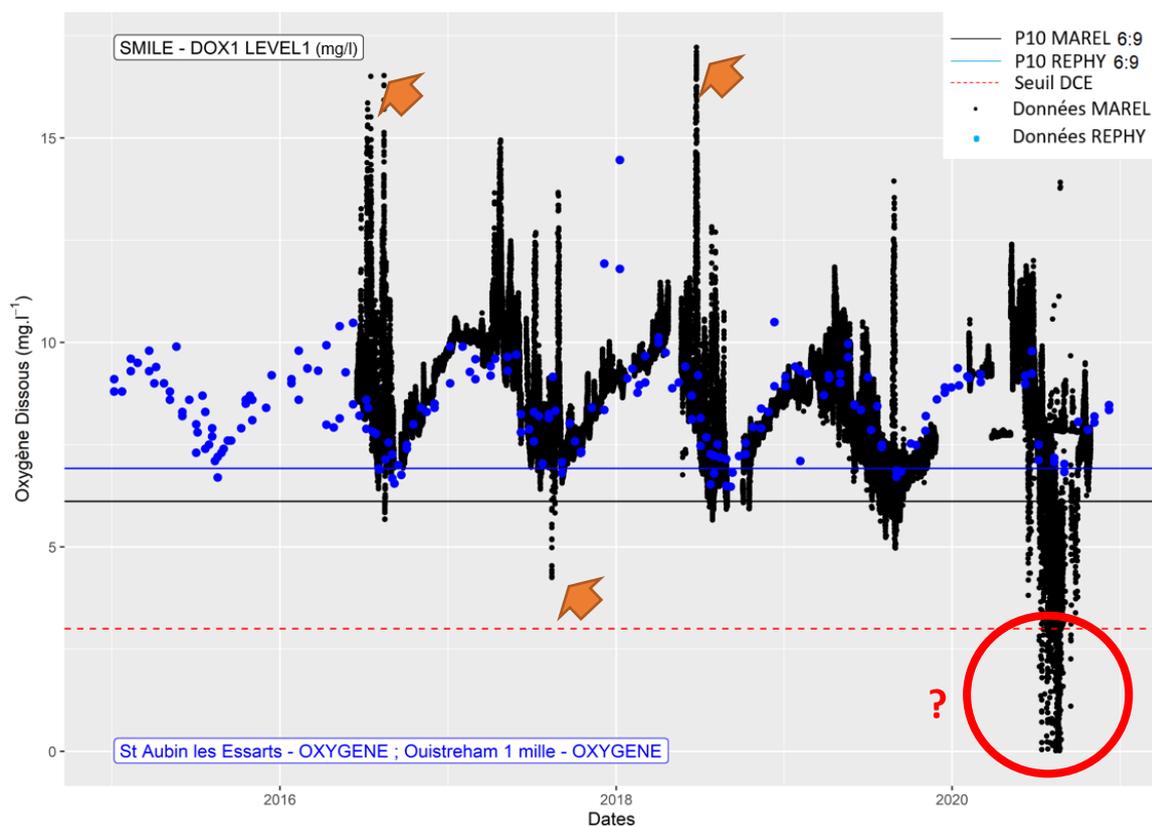


Figure 150. Concentration en oxygène dissous (mg.l^{-1}) mesurée à haute fréquence en surface par la bouée MAREL SMILE en Baie de Seine (points noirs) et au fond par le réseau REPHY aux points St Aubin les Essarts et Ouistreham 1 mille (points bleus). Le trait rouge en pointillés représente la valeur seuil DCE de la limite de classification bon/moyen (3.3.6.3) à 3 mg.l^{-1} . Les traits bleu et noir représentent les valeurs des métriques P10 oxygène (3.3.6.2) calculées respectivement à partir des données REPHY et MAREL sur la période 2015-2020, de juin à septembre. Les flèches oranges indiquent des épisodes extrêmes non mesurés par le suivi REPHY basse fréquence.

11.1.1.3 Iroise

La bouée IROISE est localisée à la sortie de la rade de Brest (Figure 148). Elle se situe dans la MEC DCE FRGC16 (Tableau 4) tout comme le point de suivi REPHY Lanvéoc large qui sert à alimenter les indicateurs DCE physico-chimiques et biologiques (chlorophylle-*a*, phytoplancton, nutriment, turbidité et oxygène) dans cette masse d'eau. A noter que le point REPHY est relativement éloigné de la bouée, $\sim 10 \text{ km}$, et se trouve plus sous l'influence des rejets de l'Aulne.

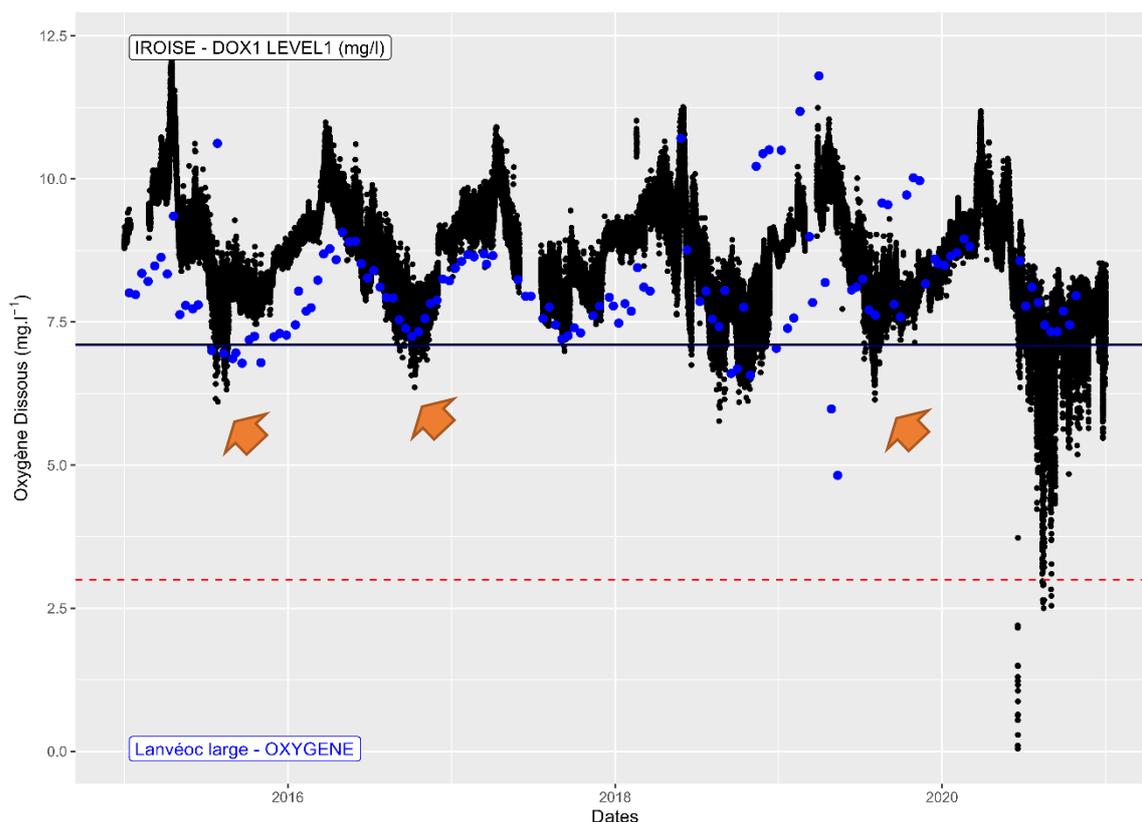


Figure 151. Concentration en oxygène dissous (mg.l^{-1}) mesurée à haute fréquence en surface par la bouée MAREL IROISE en rade de Brest (points noirs) et au fond par le réseau REPHY au point Lanvéoc large (points bleus). Le trait rouge en pointillés représente la valeur seuil DCE de la limite de classification bon/moyen (3.3.6.3) à 3 mg.l^{-1} . Les traits bleu et noir représentent les valeurs des métriques P10 oxygène (3.3.6.2) calculées respectivement à partir des données REPHY et MAREL sur la période 2015-2020, de juin à septembre. Les flèches oranges indiquent des épisodes extrêmes non mesurés par le suivi REPHY basse fréquence.

Les résultats montrent une très forte variabilité des mesures d'oxygène par la bouée MAREL, avec des fluctuations à l'échelle de la journée/semaine ainsi qu'à des échelles plus importantes, saisonnières et pluriannuelles (Figure 151). Globalement les mesures MAREL suivent bien la variabilité saisonnière et pluriannuelle des données REPHY même si certaines valeurs « extrêmes » faibles et hautes semblent être ratées à cause de la fréquence de la surveillance du réseau REPHY. Toutefois le percentile 10 calculé à partir de ces données haute fréquence de 2015 à 2020 et de juin à septembre ($7,5 \text{ mg.l}^{-1}$) reste bien au-dessus du seuil DCE et très proche du P10 au point REPHY ($7,1 \text{ mg.l}^{-1}$).

11.1.1.4 Molit

La bouée MOLIT est localisée à la sortie de la Baie de Vilaine (Figure 148). Elle se situe dans la MEC DCE FRGC45 (Tableau 5) tout comme le point de suivi REPHY Nord Dumet qui sert à alimenter les indicateurs DCE physico-chimiques et biologiques (chlorophylle-*a*, phytoplancton, nutriment, turbidité et oxygène) dans cette masse d'eau.

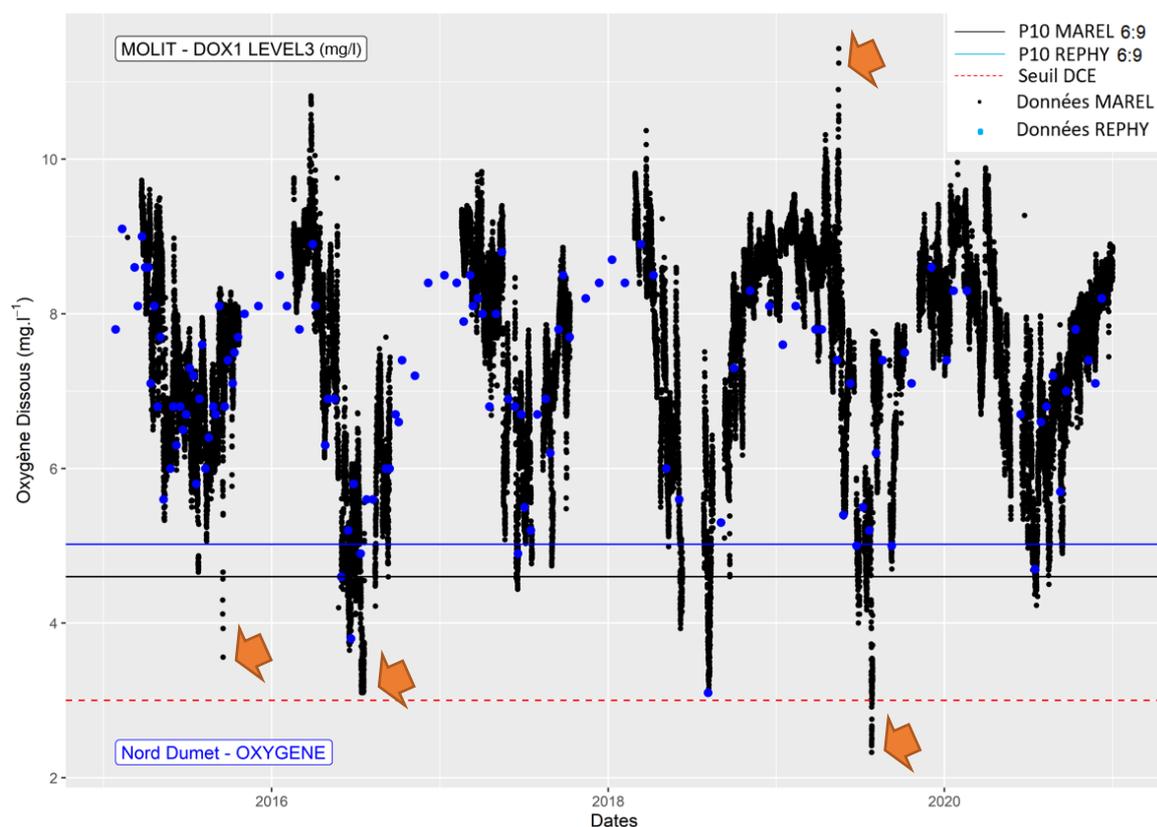


Figure 152. Concentration en oxygène dissous (mg.l^{-1}) mesurée à haute fréquence au fond par la bouée MAREL MOLIT dans le panache de la Vilaine (points noirs) et au fond par le réseau REPHY au point Nord Dumet (points bleus). Le trait rouge en pointillés représente la valeur seuil DCE de la limite de classification bon/moyen (3.3.6.3) à 3 mg.l^{-1} . Les traits bleu et noir représentent les valeurs des métriques P10 oxygène (3.3.6.2) calculées respectivement à partir des données REPHY et MAREL sur la période 2015-2020, de juin à septembre. Les flèches oranges indiquent des épisodes extrêmes non mesuré par le suivi REPHY basse fréquence.

Les résultats montrent une très forte variabilité des mesures d'oxygène par la bouée MAREL, avec des fluctuations à l'échelle de la journée/semaine ainsi qu'à des échelles plus importantes, saisonnières et pluriannuelles (Figure 152). Globalement les mesures MAREL suivent bien la variabilité saisonnière et pluriannuelle des données REPHY même si certaines valeurs « extrêmes » faibles et hautes semblent être ratés à cause de la fréquence de la surveillance du réseau REPHY. Toutefois le percentile 10 calculé à partir de ces données haute fréquence de 2015 à 2020 et de juin à septembre ($4,6 \text{ mg.l}^{-1}$) reste au-dessus du seuil DCE et très proche du P10 au point REPHY (5 mg.l^{-1}). Ce sont les valeurs les plus faibles calculées parmi les points MAREL.

11.1.1.5 Mesurho

La bouée MESURHO est localisée à la sortie du delta du Rhône au niveau du Golfe de Fos (Figure 148). Elle se situe dans la MEC DCE FRDC04 (Tableau 7) tout comme le point de suivi REPHY Anse de Carteau 2 qui sert à alimenter les indicateurs DCE physico-chimiques et biologiques (chlorophylle- α , phytoplancton, turbidité) dans cette masse d'eau (l'oxygène y est aussi mesurée une année par cycle DCE, il y a donc trop peu de données pour alimenter l'indicateur DCE).

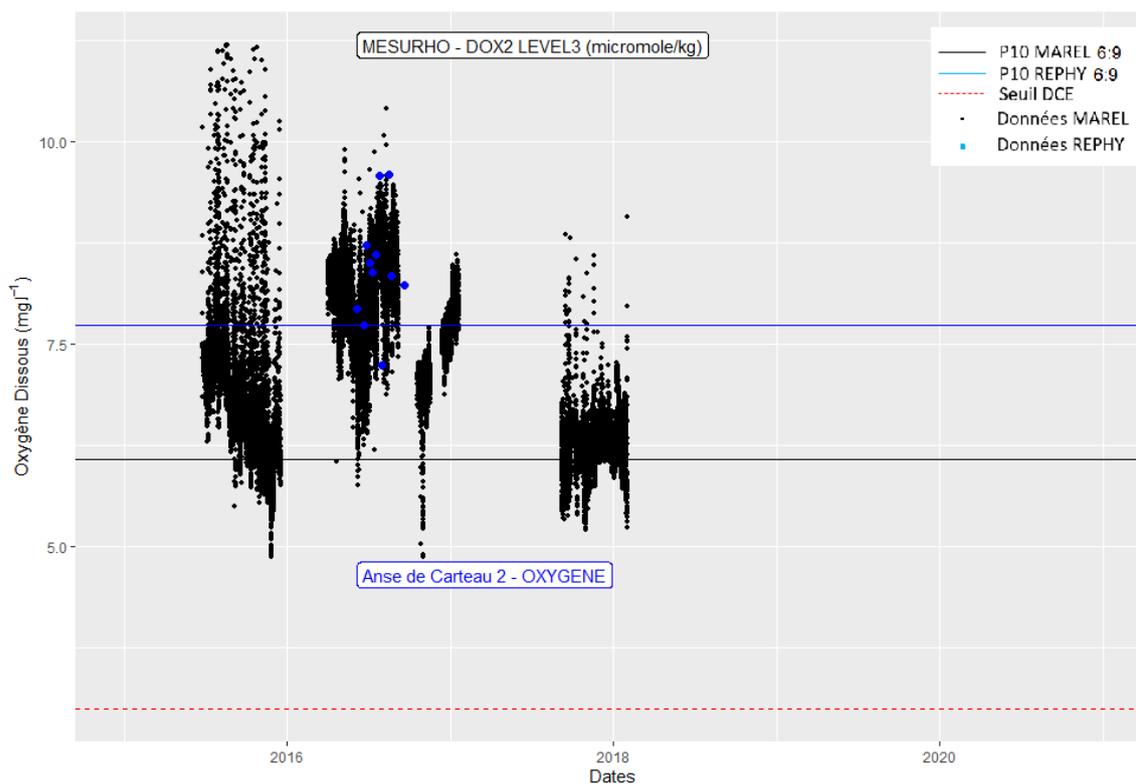


Figure 153. Concentration en oxygène dissous (mg.l^{-1}) mesurée à haute fréquence au fond par la bouée MESURHO dans le Golfe de Fos à la sortie du Rhône (points noirs) et au fond par le réseau REPHY au point Nord Dumet (points bleus). Le trait rouge en pointillés représente la valeur seuil DCE de la limite de classification bon/moyen (3.3.6.3) à 3 mg.l^{-1} . Les traits bleu et noir représentent les valeurs des métriques P10 oxygène (3.3.6.2) calculées respectivement à partir des données REPHY (forcé malgré la faible quantité de données) et MAREL sur la période 2015-2020, de juin à septembre.

11.1.1.6 Conclusion sur les données MAREL

Les comparaisons de données de concentration en oxygène mesurées à haute fréquence par les bouées MAREL avec les données basse fréquence des points REPHY les plus proches montrent une assez bonne similitude des séries temporelles avec toutefois des épisodes extrêmes qui ne sont pas mesurés par le suivi REPHY. Ces épisodes extrêmes qui peuvent s'apparenter dans certains cas à de l'hypoxie lorsque les concentrations en oxygène descendent sous le seuil DCE de 3 mg.l^{-1} , peuvent avoir un impact important sur les communautés vivantes dans la zone. La non prise en compte de ces hypoxies dans les calculs des indicateurs DCE/DCSMM peut poser question, toutefois l'utilisation de la métrique P10 a été mise en place pour que de tels événements très courts dans le temps n'influencent pas de façon excessive le classement des MEC (le calcul de la métrique basée sur les données MAREL ne déclasse pas les MEC). Il serait tout de même intéressant, pour alimenter le dire d'expert, de signaler dans les évaluations qu'une hypoxie a eu lieu dans une MEC même si son classement est bon, ainsi que la durée de l'événement.

11.1.2 Haute résolution spatiale – dispositif embarqué – image satellite – modèle

Les mesures à haute fréquence réalisées depuis des navires de recherche ou des navires d'opportunité permettent de compléter les objectifs des bouées MAREL en y ajoutant une composante spatiale. La fiabilité et la disponibilité des données des FerryBox ont atteint un niveau de maturité élevé et le nombre de paramètres mesurables ne cesse de croître en intégrant davantage de paramètres biogéochimiques et biologiques. La communauté FerryBox s'est structurée sous forme d'un FerryBox Task Team dans le cadre d'Euro GOOS (European Global Ocean Observing System) (<http://eurogoos.eu/ferrybox-task-team/>) afin de proposer un réseau opérationnel favorable aux synergies scientifiques et technologiques.

Les mesures de la Ferrybox déployé sur le N/O la Thalassa de l'Ifremer ont été calibrées lors d'une campagne spécifique¹⁴⁶. Elles ont une couverture spatiale et temporelle inhérente à celles des campagnes halieutique (Tableau 10).

- Mesures d'oxygène

Les mesures haute fréquence des concentrations en oxygène montrent des valeurs fluctuant entre 7 et 11 mg.l⁻¹ en sub-surface (Figure 156) avec des zones où les concentrations en oxygène sont plus élevées notamment au niveau du front de Ouessant. En complément des mesures FerryBox, des profils de sonde CTD sont réalisés à intervalle régulier (Figure 156). Parmi les paramètres mesurés par la CTD, la concentration en oxygène a un intérêt particulier puisqu'il permet de vérifier la pertinence des données du modèle ECO-MARS3D dans le Golfe de Gascogne (le modèle sous-estime les concentrations dans le Golfe de Gascogne, estimant un nombre trop important de phénomène d'hypoxie ce qui se traduit par un déclassement du critère D5C5 au large du Golfe de Gascogne (voir chapitre 6.3.4 et 7.3.4)). Ainsi les concentrations en oxygène dissous mesurées près du fond par la sonde CTD en 2019 varient entre 5,5 et 9 mg.l⁻¹ quelle que soit la campagne (Figure 156).

Les données de concentration en oxygène au fond lors des campagnes PELGAS et EVHOE (campagnes déployées dans le Golfe de Gascogne) entre 2015 et 2019 montrent une distribution allant de 5,5 à 8,5 mg.l⁻¹ pour PELGAS (dont la période de déploiement précède légèrement la période de calcul de l'indicateur) (Figure 154) et entre 3,6 et 7,5 mg.l⁻¹ pour EVHOE (dont la période de déploiement se trouve pendant la période de calcul de l'indicateur) (Figure 155). Les faibles valeurs en oxygène ayant été mesurées uniquement en 2016.

Ainsi, hormis supposément en 2016, aucune zone d'hypoxie n'a été révélée par les mesures haute fréquence en sub-surface ou par les mesures CTD au fond.

Ces données appuient bien le fait que le modèle a tendance à sous-estimer les concentrations en oxygène au fond et que les valeurs d'oxygène dans le Golfe de Gascogne reste même en majorité au-dessus du seuil OSPAR de 6 mg.l⁻¹.

¹⁴⁶ Lefebvre Alain, Devreker David (2019). Contributions des mesures automatisées à haute fréquence de type FerryBox pour les programmes thématiques Eutrophisation et Habitats Pélagiques de la DCSMM. Campagnes 2018. ODE/LITTORAL/LER.BL/19.06. <https://doi.org/10.13155/70594>.

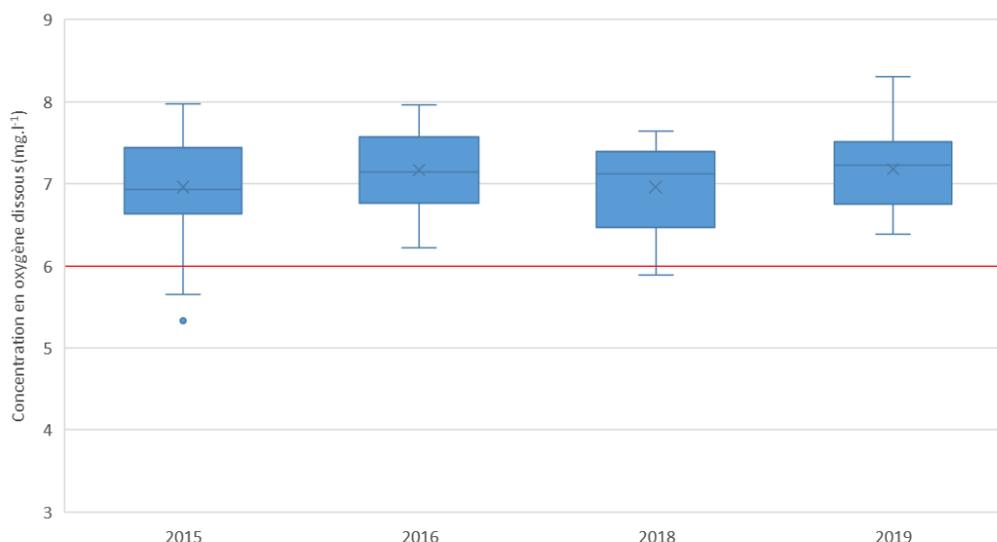


Figure 154. Boxplot de la distribution des données de concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau (mg.l^{-1}), mesurées par une sonde CTD lors des campagnes PELGAS de 2015 à 2019. La ligne rouge représente le seuil oxygène au large.

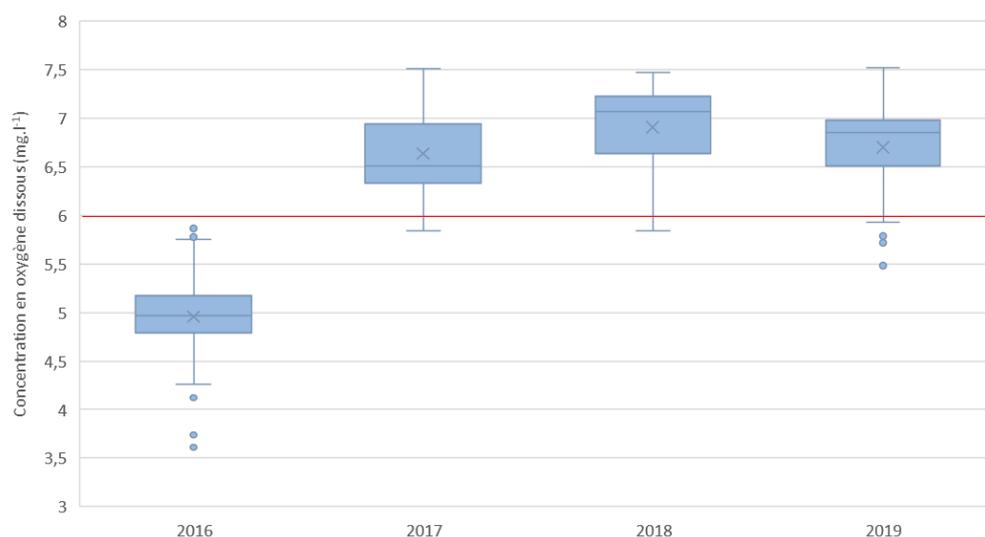
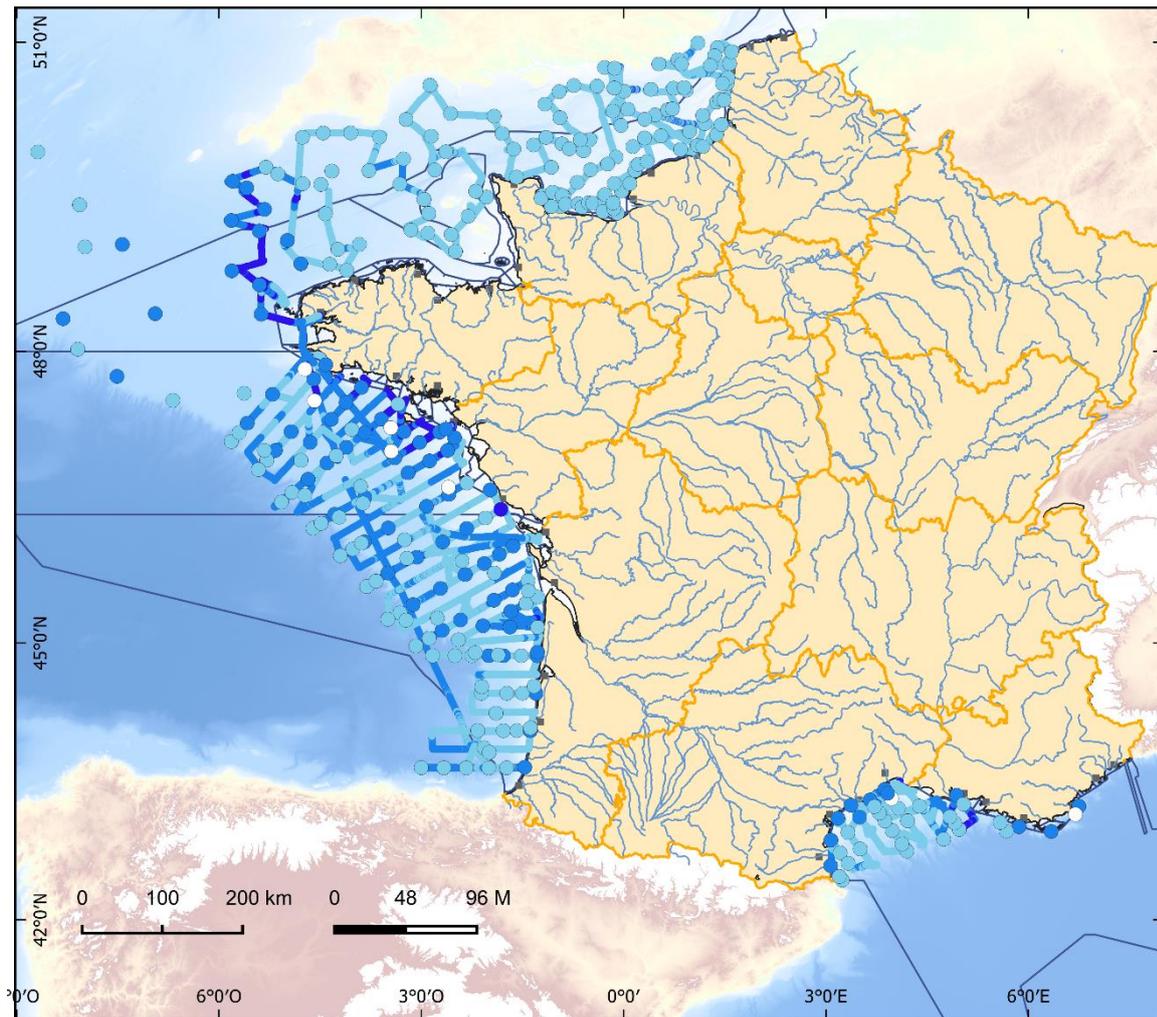


Figure 155. Boxplot de la distribution des données de concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau (mg.l^{-1}), mesurées par une sonde CTD lors des campagnes EVHOE de 2016 à 2019. La ligne rouge représente le seuil oxygène au large.



Niveaux relatifs à chaque campagne des concentrations en oxygène de surface mesurées par la FerryBox et au fond par la sonde CTD lors des campagnes CGFS, PELGAS, EVHOE et PELMED 2019

FerryBox	CTD (Fond)	
● Bas	○ 5,5 - 6	Gamme de concentration en oxygène de sub-surface sur l'ensemble des campagnes mesuré par la FerryBox : 7 - 11 mg/L.
● Moyen	● 6 - 7	
● Elevé	● 7 - 8	
	● 8 - 9	

Sources des données :

Sandre, Coriolis

Fond de carte : SHOM, IGN, OFB

Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator

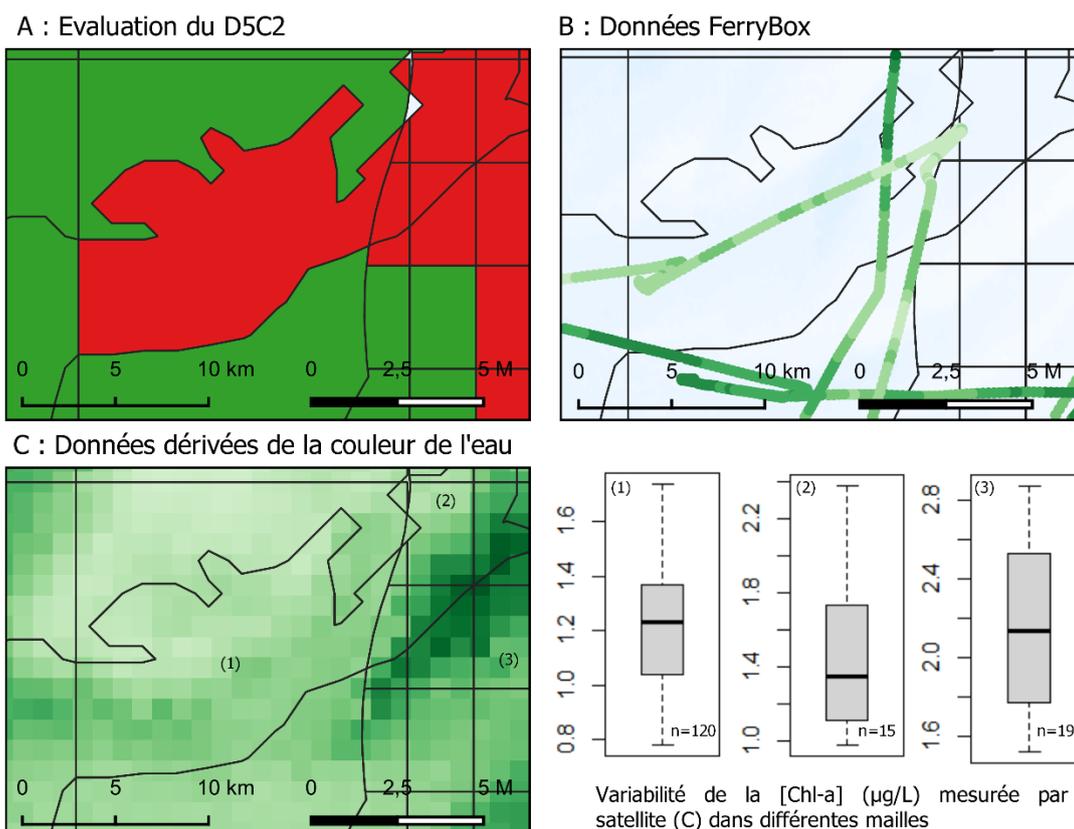
Date de réalisation : 09/2022

Figure 156. Concentrations en oxygène dissous (mg.l^{-1}) en sub-surface mesurées en haute fréquence par la FerryBox et au fond mesurées par la CTD lors des campagnes CGFS (15/09/2019 - 17/10/2019), PELGAS (25/04/2019 - 26/05/2019), EVHOE (22/10/2019 - 18/11/2019) et PELMED (25/06/2019 - 29/07/2019).

- Variabilité à faible résolution spatiale

Pour améliorer la précision de l'évaluation au large, nous avons proposé de superposer les mailles utilisées en 2018 aux paysages marins (1/20° et 1/5°). Cette méthode permet effectivement d'observer des variations du classement des différents critères/éléments à une échelle spatiale plus fine.

Toutefois, les outils dont nous disposons pour mesurer la variabilité des paramètres environnementaux permettent d'observer des variations à des échelles encore plus fines, nous montrent que même cette échelle des mailles intègre des variations à une échelle encore plus fine.



La chlorophylle-a mesurées par différentes méthodes			
Evaluation du D5C2	[Chl-a] satellite (µg/L)	FerryBox IBTS 2018	
■ BEE	■ 3	● 2,6 - 2,7	
■ NonBEE	■ 0	● 2,1 - 2,3	● 2,7 - 2,9
		● 2,3 - 2,4	● 2,9 - 3,2
		● 2,4 - 2,6	● 3,2 - 3,6

<p>Sources des données :</p> <p>Sandre, Sextant, SIMM, CIEM</p> <p>Fond de carte : SHOM, IGN, OFB</p> <p>Système de coordonnées : WGS 84 / Pseudo Mercator</p> <p>Date de réalisation : 05/2022</p>	
---	--

Figure 157. La chlorophylle-a mesurée par différentes méthodes : l'évaluation DCSMM 3^e cycle, les images satellite et la FerryBox d'IBTS 2018.

En prenant l'exemple de la concentration en chlorophylle-*a* mesurées fin mars (Figure 157), cette variation est de 1 à 2 $\mu\text{g.l}^{-1}$ au sein d'une maille « large » mais peut varier encore plus lorsque l'on se rapproche de la côte et de ses mailles pourtant plus petite. Cette variabilité est également visible aux interfaces entre maille et entre paysages marins.

11.2 Données sciences participatives

Les différents dispositifs présentant des informations compatibles avec les thématiques de l'évaluation du BEE de la DCSMM ont été recensés par le collectif Vigie Mer. Parmi ces 80 dispositifs, un seul, Phenomer¹⁴⁷, est apparu pertinent à utiliser comme soutien à l'évaluation du descripteur 5, les autres dispositifs étant plutôt ciblés habitats et espèces.

Le dispositif Phenomer est basé sur des observations opportuniste (non exhaustive) d'efflorescences colorés à la surface de l'eau ou de mousses abondantes. Ces phénomènes peuvent être occasionnellement extrêmement localisés (quelques m^2). L'identification des espèces à l'origine du bloom n'est pas systématique mais est faite couramment à posteriori par les experts scientifiques, dans le cas contraire il est juste fait mention « d'eau colorée ». La durée du bloom n'est pas identifiée. Les observations sont également très localisées autour de la Bretagne (Figure 158) et ne font pas l'objet d'une bancarisation accessible mais juste d'une cartographie, ce qui constitue un frein non négligeable à l'analyse des informations. Les informations obtenues par Phenomer sont en lien avec le D5C2 et le D5C3.

La synthèse cartographique des observations collectées entre 2015 et 2020 montre une forte occurrence d'efflorescences phytoplanctoniques sur les côtes bretonnes quelle que soit l'année. Ces observations sont souvent réalisées dans une MEC DCE, pourtant à par la FRGC44 aucune de ces MEC n'est déclassées au regard du D5C2 (la FRGC45 est déclassée au regard de l'abondance cellulaire phytoplanctonique qui n'est pas un élément du D5 de la DCSMM). Ceci pourrait suggérer que :

- La fréquence et la répartition des suivis REPHY n'est pas suffisante pour détecter ces phénomènes très localisés et potentiellement éphémères.
- Si elle est échantillonnée par le REPHY, la concentration en chlorophylle-*a* de ces efflorescences ne permet pas à la métrique P90 Chla (calculée de mars à octobre et sur une période de 6 ans) de dépasser le seuils DCE.
- Ces observations seraient donc plus en lien avec un indicateur « HAB » (D5C3) qu'avec un indicateur de biomasse (D5C2).

¹⁴⁷ <https://www.phenomer.org/>

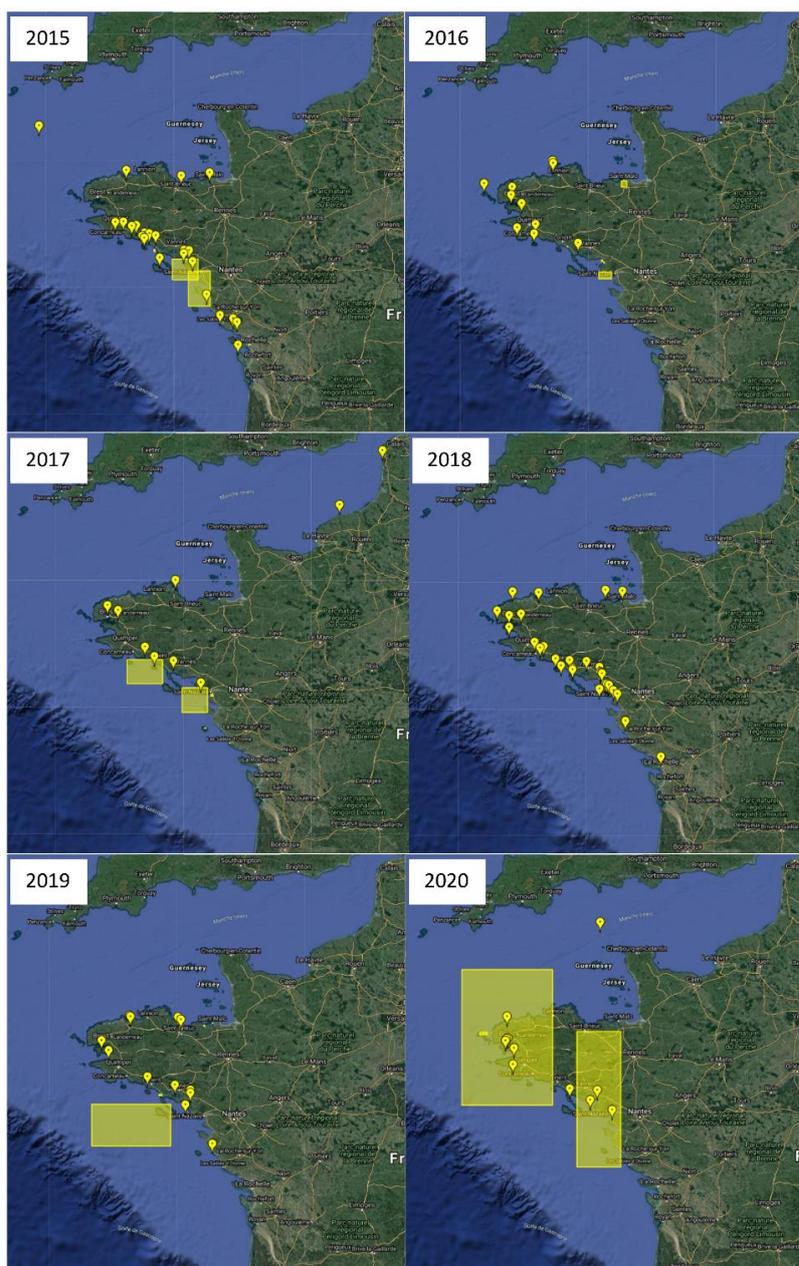


Figure 158. Lieux d'observation d'efflorescence algale ou de présence de mousse de 2015 à 2020. Cartes reprises du site web Phenomer (<https://www.phenomer.org/Participer/Resultats>).

11.3 Données SOMLIT

Le Service d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT, IR-ILICO) regroupe actuellement 11 Stations Marines / Laboratoires Marins dans son périmètre labellisé (qui acquiert les données selon les protocoles SOMLIT) déployant 21 sites d'observations en milieu côtier depuis le milieu des années 90. Parmi ces 21 sites, 16 sont réparties dans ou à proximité de masses d'eau côtière DCE (Figure 159 et Figure 160). Les paramètres qui y sont mesurés sont semblables à ceux suivis par le réseau REPHY et peuvent ainsi alimenter aisément les indicateurs DCE.

L'exercice qui est réalisé ici est donc de voir dans quelle mesure ces données SOMLIT pourraient compléter et/ou confirmer la représentativité du suivi REPHY dans l'évaluation de la qualité des eaux côtières, en comparant les séries de données de points REPHY/SOMLIT dans une même MEC ou en évaluant avec le protocole DCE (voir §3.3) les MEC non suivi par un point REPHY mais où existe un point SOMLIT.

Les points SOMLIT sont répartis comme ceci (Figure 159 et Figure 160) :

- Le site d'observation SOMLIT « Point C » est proche (mais à l'extérieur) de la MEC DCE FRAC04 où se trouve le point de surveillance REPHY « Boulogne 1 ».
- Le site d'observation SOMLIT « Luc-sur-Mer » est situés dans la MEC FRHC13 tout comme le point REPHY « St Aubin les Essarts » et le site SOMLIT « Smile » est situé à la limite des MEC FRHC13 et FRHC14 où se situe le point REPHY « Ouistreham 1 mile ».
- Les sites d'observation SOMLIT « Bizeux » et « Cézembre » sont situés dans la MEC FRGC03 tout comme le point REPHY « les Hébihens ».
- Le site d'observation SOMLIT « Astan » est situé dans la MEC FRGC12, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY mais qui fait partie de l'écotype local « Nord Finistère » (Tableau 4) pour le calcul de la métrique NID33.
- Le site d'observation SOMLIT « Estacade » est situé à une extrémité de la MEC FRGC09, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY mais qui fait partie de l'écotype local « Nord Finistère » (Tableau 4) pour le calcul de la métrique NID33.
- Le site d'observation SOMLIT « Portzic » est situé dans la MEC FRGC16 tout comme le point REPHY « Lanvéoc large ».
- Le site d'observation SOMLIT « Antioche » est situé dans la MEC FRGC54, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY.
- Les sites d'observation SOMLIT « Comprian » et « Eyrac » sont situés dans la MEC FRFC06 (bassin d'Arcachon) tout comme les points REPHY « Comprian (e) », « Jacquets » et « Teychan bis ».
- Le site d'observation SOMLIT « Bouée 13 » est situé dans la MEC FRFC07 tout comme le point REPHY « Bouée 7 ».
- Le site d'observation SOMLIT « Sola » est situé dans la MEC FRDC01, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY.

- Le site d'observation SOMLIT « Sète » est proche (mais à l'extérieur) de la MEC DCE FRDC02e où se trouve le point de surveillance REPHY « Sète mer ».
- Le site d'observation SOMLIT « Frioul » est situé dans la MEC FRDC06b, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY.
- Le site d'observation SOMLIT « Point B » est situé dans la MEC FRDC09c, dans laquelle il n'y a pas de point REPHY.

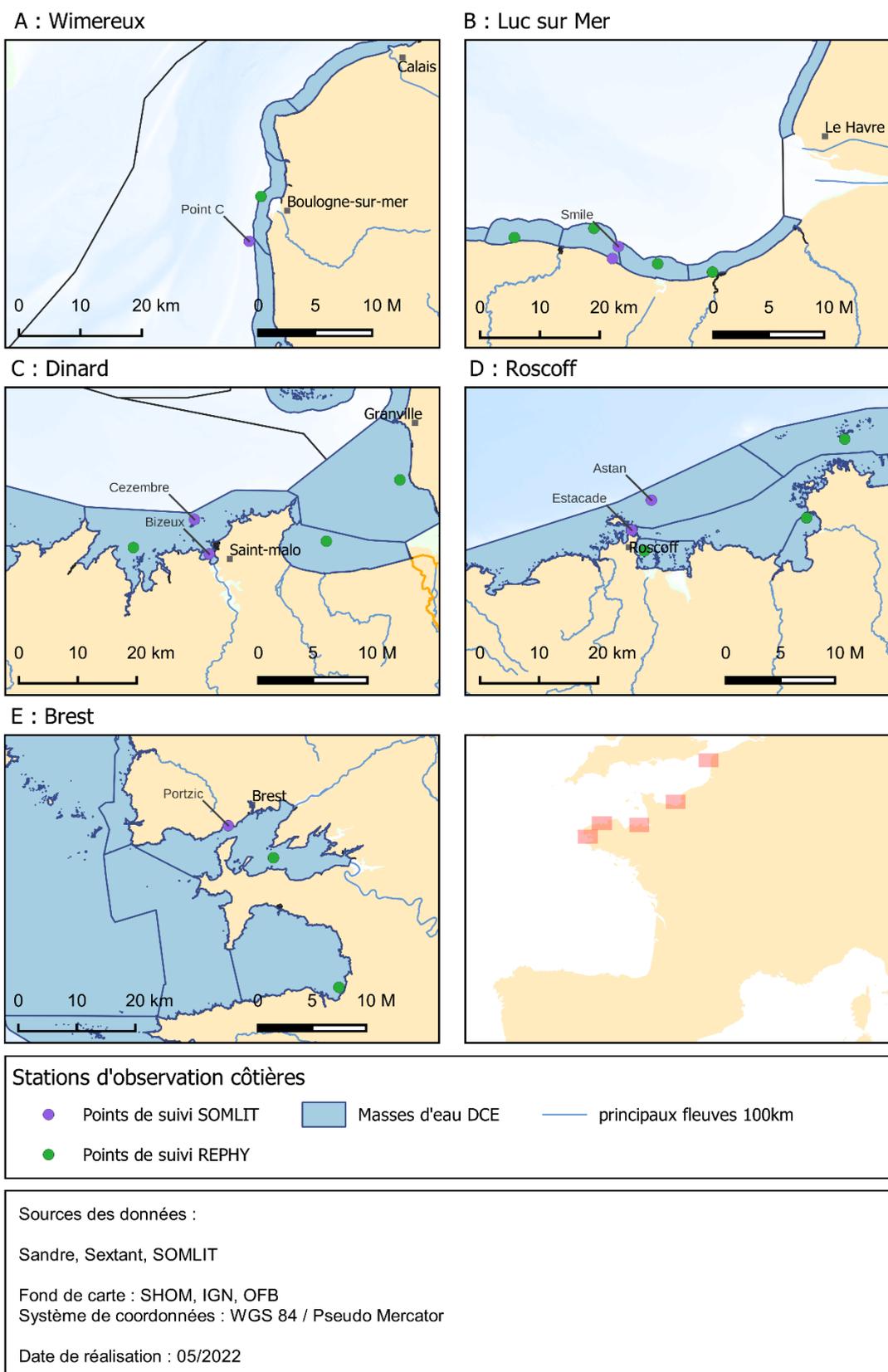


Figure 159. Répartition des sites d'observation SOMLIT (points violets) et des points de surveillance REPHY (points verts) sur le littoral français depuis la Côte d'Opale jusqu'à la point Bretonne (SRM MMN et MC). Ne sont représentés que les sites répartis dans ou à proximité directe d'une MEC DCE et dont les séries de données vont servir à l'exercice de comparaison.

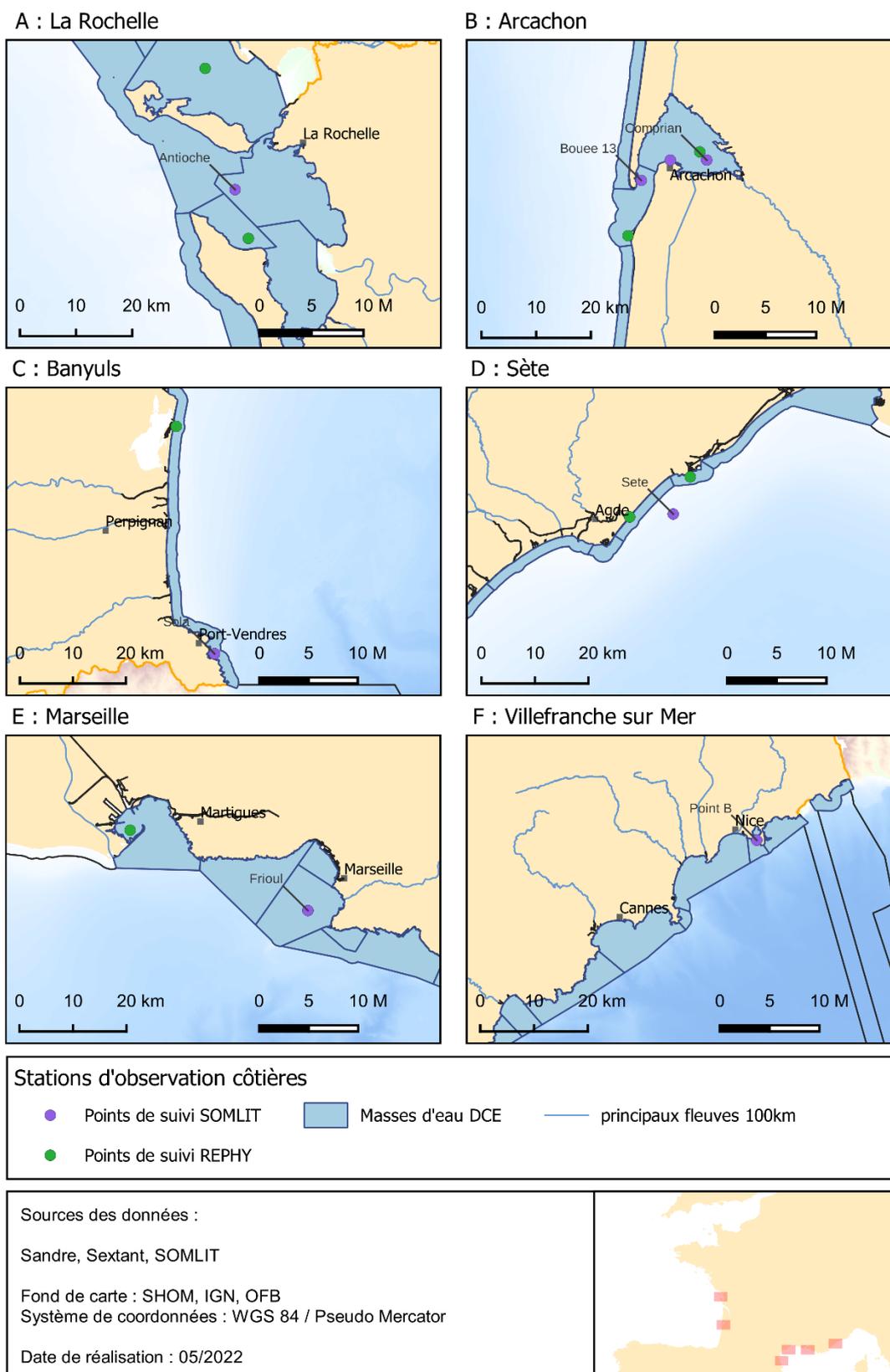


Figure 160. Répartition des sites d'observation SOMLIT (points violets) et des points de surveillance REPHY (points verts) sur le littoral français depuis le Pertuis Charentais jusqu'au bassin d'Arcachon (SRM GdG N et S) et sur toute la côte Méditerranéenne continentale (SRM MO). Ne sont représentés que les sites répartis dans ou à proximité directe d'une MEC DCE et dont les séries de données vont servir à l'exercice de comparaison.

Tableau 130. Valeurs et seuils des métriques NID33 (voir chapitre 3.3.2.3), P90 chlorophylle-*a* (voir chapitre 3.3.3.3) et P10 oxygène de fond (voir chapitre 3.3.6.2) aux différents points SOMLIT et REPHY (en italique) partageant la même MEC DCE ou étant à proximité.

MEC DCE	Point SOMLIT et <i>REPHY</i>	P90 Chla ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Seuils P90 Chla ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	NID33 ($\mu\text{mol.l}^{-1}$)	Seuils NID33 ($\mu\text{mol.l}^{-1}$)	P10 O2 (mg.l^{-1})
FRAC04	Point C*	7,9	15	23	29	7,06
	<i>BL1</i>	10,1		20,3		7,1
FRHC13	Luc-sur-Mer	6	10	30,8	33	6,6
	<i>St Aubin les Essarts</i>	3,9		27,3		6,5
	<i>Smile*</i>	7	10	27,7		6,8
FRHC14	<i>Ousitreham 1 mille</i>	5,6	10	31,4	33	
FRGC03	Bizeux	3,6		31,5		7,45
	Cézembre	3,9	10	27	33	7,6
	<i>Les Hebihens</i>	3,6		29,6		7,4
FRGC12	Astan	1,5	10	18,9	33	7,8
	<i>Nord Finsitère**</i>			20,1		
FRGC09	Estacade	2,3	10	32	33	8,15
FRGC16	Portzic	1,5	10	28,7	33	7,45
	<i>Lanvéoc large</i>	2,4		25,4		6,8
FRGC54	Antioche	3,65	10	27,1	33	6,9
	<i>Pertuis Charentais**</i>			23,6		
	Eyrac	3,1		9,6		6,7
	Comprian	2,7		8		6,5
	<i>Comprian (e)</i>	3,3	10	na		5,6
FRFC06	<i>Jacquets</i>	4		6,3	33	5,8
	<i>Teychan bis</i>	3,9		10,64		6,9
FRFC07	Bouée 13	2,8		12,4		7
	<i>Bouée 7</i>	2,8		10,3		6,7
FRDC01	Sola	1,3	1,89	na	na	6,9
FRDC02e	Sète*	2,2	3,5	na	na	6,2
	<i>Sète mer</i>	1,6		na	na	6,1
FRDC06b	Frioul	0,9	1,89	na	na	7
FRDC09c	Point B	0,6	1,89	na	na	7,5

* point SOMLIT à proximité de la MEC DCE

** ecotype local regroupant les MEC GC12, GC09 et GC08 pour le calcul de la métrique NID33, le point REPHY est dans la GC08

*** ecotype local regroupant les MEC GC54, FC01, FC02, FT01 et FT02 pour le calcul de la métrique NID33, les points REPHY sont dans les autres MEC que la GC54

La comparaison des métriques calculées sur les données mesurées de 2015 à 2020 aux points SOMLIT et REPHY suivant les méthodes DCE décrites au chapitre 3.3, montre que les valeurs sont souvent assez proches au sein d'une même MEC ou d'un même écotype est toujours sous (ou au-dessus pour l'oxygène) les seuils DCE (Tableau 130). Ainsi, les données des sites SOMLIT permettent de confirmer la représentativité des points REPHY au sein de leurs MEC. La comparaison des séries temporelles entre les points SOMLIT et REPHY montre également de fortes similitudes quel que soit le paramètre (voir annexe 14.8), confirmant ainsi ce constat.

Concernant les points SOMLIT qui ne partagent pas une MEC avec un point REPHY, comme la plupart des points en méditerranée, ceci ne présente pas de métriques déclassant leur MEC DCE.

12 Evaluation de l'état des masses d'eau côtières *via* un indicateur « phosphate » en Atlantique-Manche-Mer du Nord

12.1 Proposition d'une métrique phosphate

Les composés du phosphore et de l'azote supportent la production phytoplanctonique tout en régulant la quantité de carbone fixée par le phytoplancton. A ce titre, leurs formes les plus biodisponibles, l'azote inorganique dissous (NID, somme du nitrate + nitrite + ammonium) et le phosphore inorganique dissous (PID, dont la forme majeure est le phosphate), sont des éléments de qualité préconisés pour évaluer la qualité du milieu par la DCE et la DCSMM.

L'indicateur nutriments DCE est à ce jour uniquement basé sur l'élément de qualité NID. En effet, en raison des nombreux phénomènes d'adsorption/désorption qui régulent sa concentration, aucune métrique n'a été développée pour un indicateur « phosphate » dans les eaux marines côtières. Les tests effectués en 2010 ont montré que la relation de conservation du phosphate le long du panache de dilution n'est pas toujours observée en hiver dans les MET et MEC. Les anomalies, généralement positives à cette époque de l'année, mettent en évidence une désorption naturelle du phosphate issu du matériel particulaire (phosphate échangeable) dans des zones bien définies du panache. L'indicateur devant être représentatif de l'ensemble de la masse d'eau, il a été jugé nécessaire de mener des études plus poussées sur le « réservoir » de phosphate ».

Le Joint Research Center (JRC) a proposé en 2019 une synthèse sur les métriques utilisées en Europe (DCE et DCSMM) pour évaluer l'état d'eutrophisation des eaux marines¹⁴⁸. Cette synthèse montre que, même si les métriques divergent entre certains pays, la méthode de calcul des concentrations en nutriments phosphatés (phosphore total TP et/ou DIP) est similaire à la méthode de calcul des concentrations en nutriments azotés (azote total TN et/ou DIN) au sein d'un même pays membre. Le script test élaboré précédemment pour la DCE a été repris et utilisé sur le jeu de données 2015-2020. Comme le script d'évaluation NID (Daniel et al. 2020)¹⁴⁹, le script d'évaluation phosphate est basé sur le calcul de la concentration hivernale de phosphate normalisée à 33 de salinité dans chaque écotype nutriments. Cette démarche est cohérente avec la volonté d'harmoniser les méthodologies d'évaluation de l'état de l'environnement à l'échelle européenne comme préconisé par la DCSMM ou OSPAR.

¹⁴⁸ Araújo, R, Somma, F, Aigars, J, Axe, P, Bartolo, A, De Cauwer, K, Devreker, D, Fleming-Lehtinen, V, García-Denche, LM, Knudsen-Leerbeck, H, Kraśniewski, W, Lazar, L, Lefebvre, A, Lips, I, Magaletti, E, Moncheva, S, Pagou, K, Precali, R, Ruiter, H, Wilkes, R. Eutrophication in marine waters: harmonization of MSFD methodological standards at EU level, EUR 29854 EN, Publications Office of the European Union, 2019, ISBN 978-92-76-11224-2, doi:10.2760/437291, JRC117109

¹⁴⁹ Daniel A, Soudant D, Lamoureux A et Provost C, 2020. Élément de qualité Nutriments DCE dans les eaux littorales de métropole : élaboration de métriques et de seuils, comparaison avec les autres pays européens. Rapport final. DYNECO/PELAGOS/20.01. 71p.

12.2 Proposition de seuils phosphate

12.2.1 Approche empirique

L'approche empirique consiste à utiliser le modèle de Redfield qui est basé sur les rapports stœchiométriques moyens de photosynthèse et de respiration entre azote et phosphore. Les rapports de Redfield N:P de référence ont été établis pour le milieu océanique où les distributions de nutriments sont principalement contrôlées par la boucle biogéochimique ; ils sont égaux à 16 :1 (Redfield et al., 1963)¹⁵⁰. En milieu côtier, ces rapports molaires sont susceptibles d'évoluer au cours de l'année car ils dépendent non seulement de la physiologie des espèces phytoplanctoniques et de la composition de la communauté planctonique, mais aussi des conditions environnementales locales (lumière, température, turbidité, dynamique physique). Menesguen et al. (2018)¹⁵¹ propose un rapport N:P égal à 30:1 pour les eaux côtières Atlantique et Mer du Nord. Ainsi, en se basant sur les seuils NID déterminés pour la DCE (33 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ et 29 $\mu\text{mol.l}^{-1}$), les seuils phosphate dit de Redfield (PID_R) sont égaux à **1,10 $\mu\text{mol.l}^{-1}$** dans l'écotype NEA 1/26a et à **0,97 $\mu\text{mol.l}^{-1}$** dans l'écotype NEA 1/26b.

12.2.2 Approche modélisation

En se basant sur les valeurs de phosphate « préindustrielles » calculées par modélisation lors du projet EMoSEM (Desmit et al. 2015)¹⁵² sur le secteur Manche/Atlantique, des valeurs seuil de phosphate « préindustrielles » moyennes (sans normalisation par la salinité) ont été calculées à 0,73 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26a et à 0,66 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26b. En appliquant la méthode utilisée par la Procédure Commune d'évaluation de l'eutrophisation (COMP) d'OSPAR (ajout d'une déviation « acceptable » de 50 % à une valeur de référence = la valeur préindustrielle moyenne), les valeurs seuils phosphate (PID_M) sont égales à 1,09 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26a et à 0,99 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26b.

Des essais réalisés avec ces valeurs préindustrielles normalisées à 33 de salinité avaient aboutis à des valeurs de seuils plus élevées : 1,38 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26a et 1,12 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26b. Ces valeurs apparaissant trop élevées par rapport aux mesures *in situ* de phosphate, elles n'ont pas été retenues.

12.2.3 Comparaison des deux approches et avec les seuils des pays frontaliers

Les valeurs des seuils phosphate obtenus avec les approches empirique et modélisation sont quasiment identiques ($\text{PID}_R = \text{PID}_M$). Ces valeurs sont également cohérentes avec les valeurs seuils (entre 0,6 et 0,9 $\mu\text{mol.l}^{-1}$) calculées par le groupe ICG-EMO (groupe d'expert en modélisation de

¹⁵⁰ Redfield A., Ketchum B. et Richards F. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water M.N. Hill (Ed.), The sea, Vol. 2, Wiley-Interscience, New York, pp. 26-77

¹⁵¹ Ménesguen, A., Desmit, X., Dulière, V., Lacroix, G., Thouvenin, B., Thieu, V., Dussauze, M., 2018. How to avoid eutrophication in coastal seas? A new approach to derive riverspecific combined nitrate and phosphate maximum concentrations. Sci. Total Environ. 628–629, 400–414.

¹⁵² Desmit X., Lacroix G., Dulière V., Lancelot C., Gypens N., Ménesguen A., Thouvenin B., Dussauze M., Billen G., Garnier J., Thieu V., Silvestre M., Passy P., Lassaletta L., Guittard G., Théry S., Neves R., Campuzano F., Garcia C., Pinto L., Sobrinho J., Mateus M., Ascione Kenov I. 2015. Ecosystem Models as Support to Eutrophication Management In the North Atlantic Ocean (EMoSEM). EMoSEM final report. 174pp.

l'eutrophisation) dans le cadre de la COMP4 d'OSPAR à l'échelle des paysages marins au large des côtes françaises.

Les seuils PID utilisés par les pays frontaliers de la France lors du précédent cycle DCSMM ont été synthétisés par le JRC, ainsi la Belgique et les Pays-Bas, utilisent un seuil DIP de $0,8 \mu\text{mol.l}^{-1}$ et l'Espagne un seuil proche de $1 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Si l'on considère que la Belgique et les Pays-Bas sont proche géographiquement de l'écotype NEA 1/26b en France et l'Espagne de l'écotype NEA 1/26a alors leurs seuils sont relativement proches des seuils PID que nous avons calculés.

Ainsi, nous proposons l'utilisation de la métrique PID33 appliquée aux écotypes locaux avec les seuils de $1,10 \mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26a et $0,97 \mu\text{mol.l}^{-1}$ pour l'écotype NEA 1/26b.

12.3 Classification de l'état écologique sur la période 2015-2020

Les valeurs de phosphate normalisées à 33 de salinité dans chaque écotype nutriment sur la période 2015-2020 sont présentées sur la Figure 161 et dans le Tableau 131. Lors du test effectué en 2010, certains écotypes avaient montré des anomalies positives par rapport à la droite de dilution (ex : Pays de Caux, côte fleurie, Aulne, Vilaine, Loire) ce qui n'est plus le cas pour la période 2015-2020 (Figure 161). Dans certains écotypes, la gamme de salinité dans laquelle sont effectuées les mesures n'est pas assez grande pour observer d'importantes variations de phosphate. La valeur de PID33 est alors équivalente à la moyenne hivernale des concentrations de PID (Tableau 131).

Les métriques calculées à partir de ces droites de dilution et confrontés aux seuils PID n'ont pas abouti au déclassement d'écotypes au regard des phosphates, seulement des écotypes classés en bon état et en très bon état.

Tableau 131. Classification de l'état des écotypes locaux selon les essais de calcul des métriques PID33 hivernal et moyenne PID hivernale et des seuils PID de 2015 à 2020. N correspond au nombre de données disponibles, N Sup20 au nombre de données ayant une salinité supérieure à 20, a et b sont les coefficients de la droite de dilution.

SRM	EcoType locaux	PID33 hivernal (DCE)					MoyennePID hivernale
		N	N Sup20	Valeur de la métrique	a	b	
MMN	Mer du Nord	39	39	0,6	3,341	-0,082	0,5
	Somme	42	42	0,7	2,930	-0,068	0,6
	FRHC03	24	24	0,8	5,190	-0,134	0,6
	FRHC04	17	17	0,6	2,353	-0,054	
	FRHC07	18	18	0,7	4,214	-0,107	
	FRHC08	23	23	0,7	5,124	-0,134	0,6
	FRHC09	24	24	0,6	1,477	-0,026	0,6
	FRHC10	24	24	0,7	4,999	-0,131	0,7
	FRHC11	23	23	0,7	2,362	-0,050	0,7
	FRHC12	24	24	0,8	4,547	-0,114	0,7
	FRHC13	24	24	0,8	1,655	-0,026	0,8
	FRHC14	24	24	0,9	2,558	-0,051	0,8
	FRHC15	24	24	0,9	3,088	-0,067	0,9
	FRHC16	24	24	0,9	3,248	-0,072	0,9
	FRHC18	24	24	0,8	4,044	-0,098	0,8
	FRHC60	24	24	0,6	2,487	-0,057	0,5
	FRHC02	22	22	0,7	3,356	-0,080	0,7
	MC	SW Cotentin	23	23	0,7	3,222	-0,076
Rance		42	41	0,6	2,034	-0,043	0,6
St Briec		24	24	0,5	1,252	-0,023	0,7
Côtes d'Armor large		24	24	0,5	1,794	-0,038	0,4
Nord finistère		19	19	0,9	7,148	-0,190	0,4
Iroise		20	20	0,5	1,819	-0,041	0,4
Brest - Aulne		45	29	0,5	0,603	-0,002	0,6
Douarnenez		24	24	0,5	2,000	-0,046	0,4
GdGN	Sud finistère	24	24	0,5	1,912	-0,044	0,4
	Lorient	70	51	0,5	0,979	-0,015	0,7
	Etel	40	40	0,5	0,864	-0,012	0,5
	Golfe Morbihan large	24	24	0,6	2,634	-0,063	0,5
	Golfe morbihan	24	24	0,5	2,147	-0,048	0,6
	Belle Ile - Groix	18	18	0,6	2,950	-0,073	0,5
	Vilaine	68	62	0,7	1,810	-0,032	0,9
	Loire	72	58	0,6	2,277	-0,050	0,8
	Ile d'Yeu	22	22	0,4	2,632	-0,066	0,4
	Vendée	23	23	0,4	2,955	-0,076	0,4
Pertuis Breton	23	23	0,7	1,776	-0,032	0,7	
GdGS	Pertuis charentais	95	90	0,6	1,462	-0,026	0,7
	Dordogne	24	16	0,9	1,251	-0,009	1,4
	Arcachon	48	48	0,1	0,387	-0,007	0,1
	Landes - Basque	46	46	0,2	1,759	-0,047	0,2
	Hossegor	20	19	0,2	1,308	-0,034	0,3
	Adour	20	11	0,3	0,899	-0,018	0,6

	B/M	TB/B
Ecotype NEA 1/26a	1,1	0,67
Ecotype NEA 1/26b	0,97	0,67

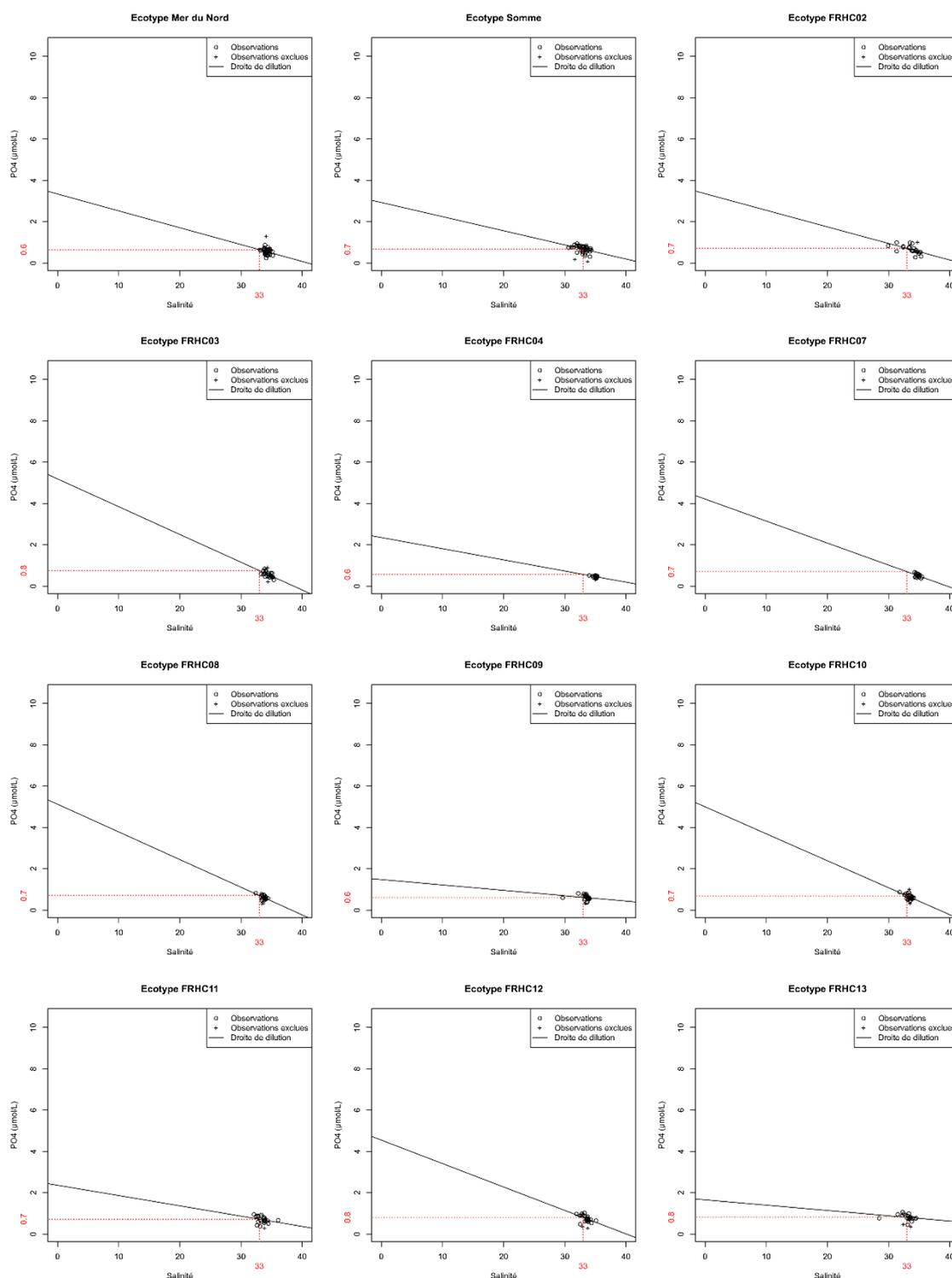


Figure 161a. Droites de dilution des concentrations en PO4 par rapport à la salinité et valeurs de la concentration en PO4 à une salinité de 33 (en rouge) par écotypes locaux (Tableau 3 à Tableau 6). Cette valeur constitue la valeur de la métrique PID33 reporté dans le Tableau 131. Les croix montrent les concentrations exclues de la droite de dilution en raison de leur valeur trop importante (outliers).

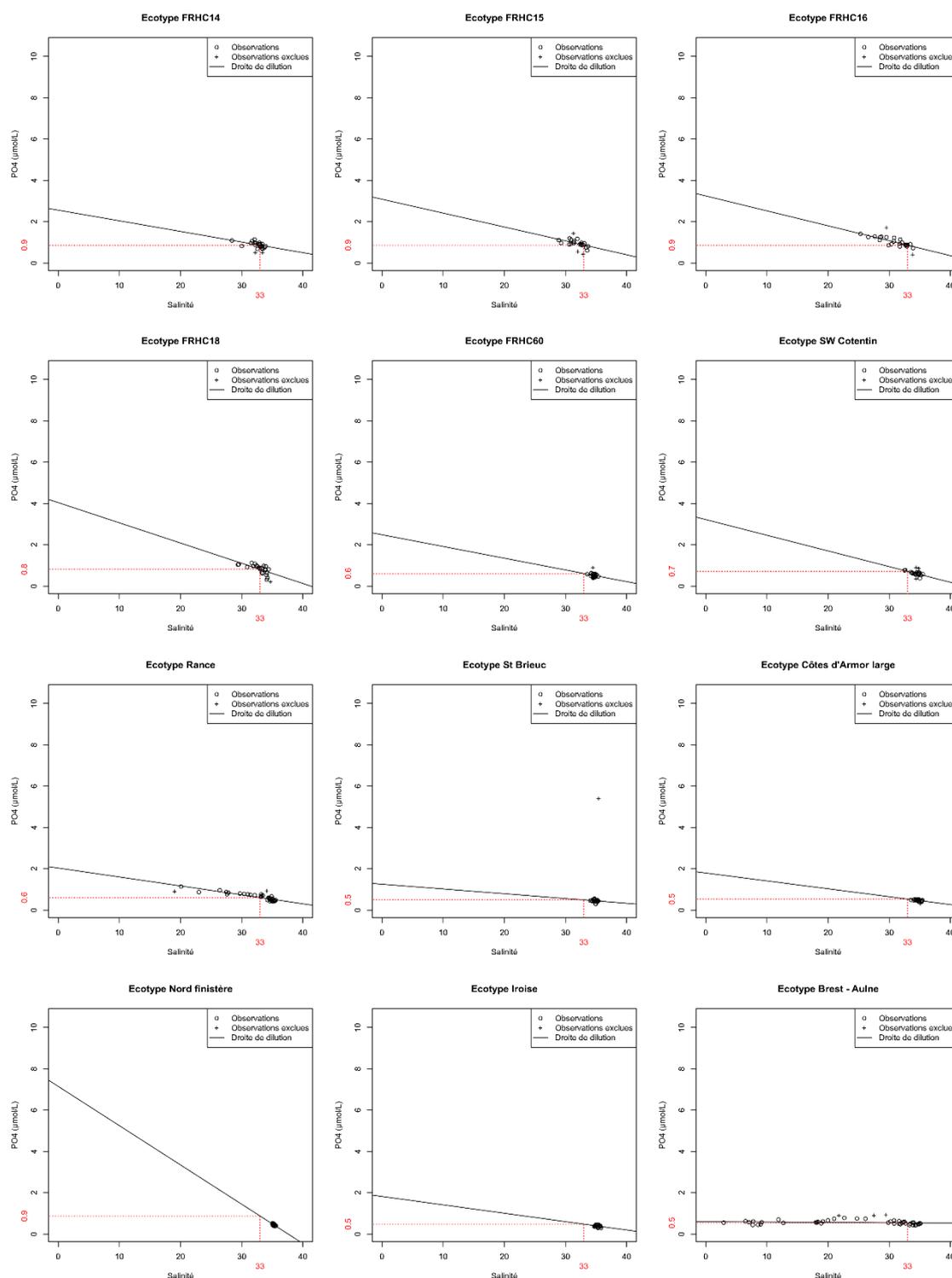


Figure 161b. Droites de dilution des concentrations en PO4 par rapport à la salinité et valeurs de la concentration en PO4 à une salinité de 33 (en rouge) par écotypes locaux (Tableau 3 à Tableau 6). Cette valeur constitue la valeur de la métrique PID33 reporté dans le Tableau 131. Les croix montrent les concentrations exclues de la droite de dilution en raison de leur valeur trop importante (outliers).

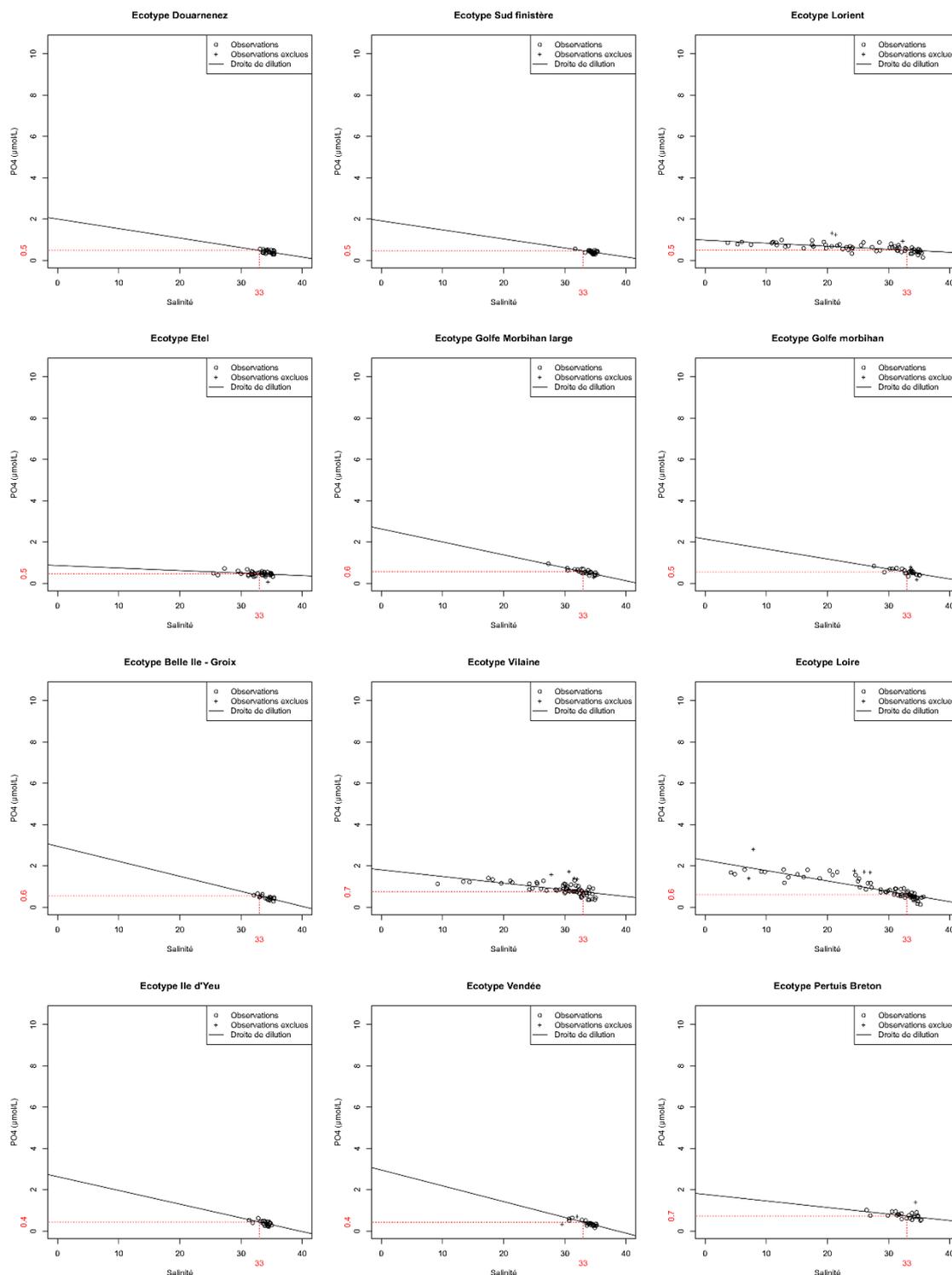


Figure 161c. Droites de dilution des concentrations en PO4 par rapport à la salinité et valeurs de la concentration en PO4 à une salinité de 33 (en rouge) par écotypes locaux (Tableau 3 à Tableau 6). Cette valeur constitue la valeur de la métrique PID33 reporté dans le Tableau 131. Les croix montrent les concentrations exclues de la droite de dilution en raison de leur valeur trop importante (outliers).

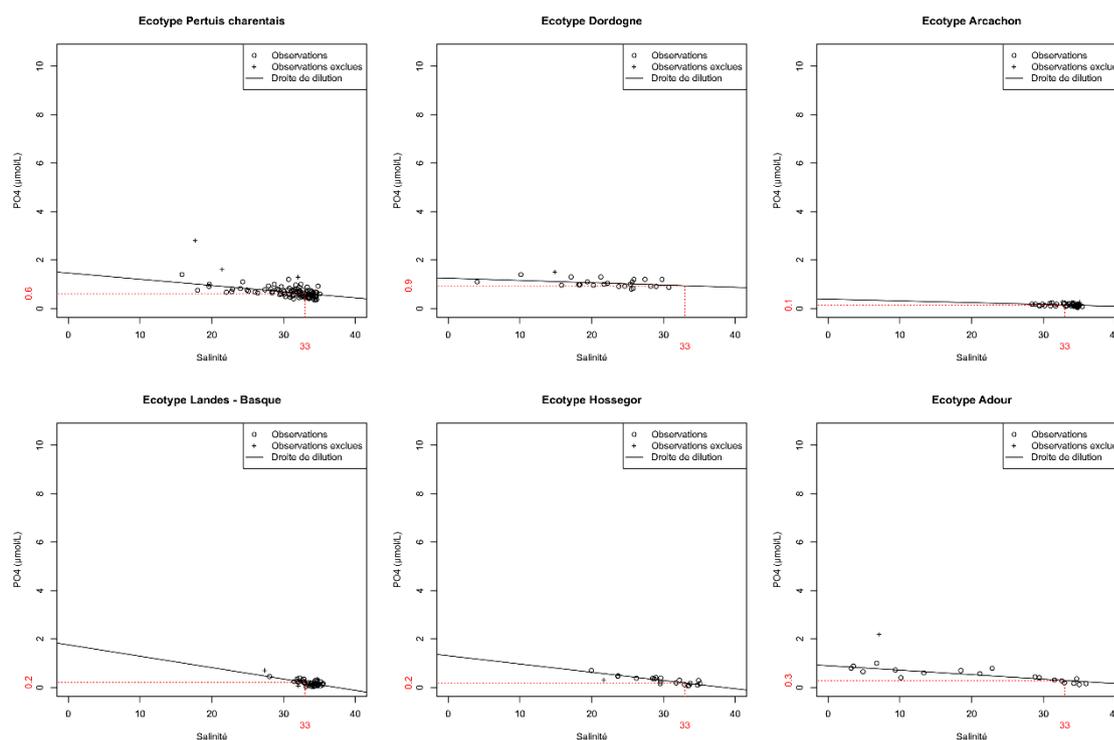


Figure 161d. Droites de dilution des concentrations en PO₄ par rapport à la salinité et valeurs de la concentration en PO₄ à une salinité de 33 (en rouge) par écotypes locaux (Tableau 3 à Tableau 6). Cette valeur constitue la valeur de la métrique PID33 reporté dans le Tableau 131. Les croix montrent les concentrations exclues de la droite de dilution en raison de leur valeur trop importante (outliers).

13 Bibliographie

(Les références aux sites internet et aux définitions ne sont pas incluses)

- 4 Robert J. Diaz et Rutger Rosenberg. 2008. Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science*, 321, 926-929. DOI: 10.1126/science.1156401
- 5 Gilles Pinay, Chantal Gascuel, Alain Ménesguen, Yves Souchon, Morgane Le Moal (coord), Alix Levain, Claire Etrillard, Florentina Moatar, Alexandrine Pannard, Philippe Souchu. 2018. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - INRA - Irstea (France), 148 pages.
- 6 Claussen U, Zevenboom W, Brockmann, Topcu D. et Bot P. 2009. Assesment of the eutrophication status of transitional coastal and marine waters within OSPAR. *Hydrobiologia*, 629, 49-58.
- 7 OSPAR 1998: OSPAR Strategy to Combat Eutrophication.
- 9 2017 Mediterranean Quality Status Report.
- 10 Ferreira JG et al. 2010 Marine Strategy Framework Directive – Task Group 5 Report Eutrophication.
- 11 European Communities 2009. WFD CIS. Guidance Document No. 23. Guidance document on eutrophication assessment in the context of European Water Policies.
- 12 Morgane Le Moal, Chantal Gascuel-Odoux, Alain Ménesguen, Yves Souchon, Claire Étrillard, Alix Levain, Florentina Moatar, Alexandrine Pannard, Philippe Souchu, Alain Lefebvre, Gilles Pinay. 2019. Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of The Total Environment*, 651, Part 1, 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>.
- 13 Lefebvre A. 2012. La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM – 2008/56/EU). Identification des besoins de recherches pour le descripteur 5 lié à l'eutrophisation. Ifremer/RST.LER.BL/12.02. 23p.
- 15 ICES 2015. ICES Special Request Advice - Northeast Atlantic and Arctic Ocean, Book 1.
- 16 OSPAR. 2022. Revision of the Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area – v.14. ICG-Eut 22/2/1.
- 17 Enserink, L., Blauw, A., van der Zande, D., Markager S. 2019. Summary report of the EU project 'Joint monitoring programme of the eutrophication of the North Sea with satellite data' (Ref: DG ENV/MSFD Second Cycle/2016). 21p.
- 18 Blauw, A., Eleveld, M., Priens, T., Zijl, F., Groenenboom, J., Winter, G., et al. 2019. Coherence in assessment framework of chlorophyll a and nutrients as part of the EU project 'Joint monitoring programme of the eutrophication of the North Sea with satellite data' (Ref: DG ENV/MSFD Second Cycle/2016). Activity 1 Report. 86p.
- 19 Tew Kai, Emilie & Quilfen, Victor & Cachera, Marie & Boutet, Martial. 2020. Dynamic Coastal-Shelf Seascapes to Support Marine Policies Using Operational Coastal Oceanography: The French Example. *Journal of Marine Science and Engineering*. 8. 585. 10.3390/jmse8080585.
- 20 Devreker D et Lefebvre A. 2016. Third Application of the Comprehensive Procedure (COMP3) to determine eutrophication status of OSPAR marine waters. French national report. ODE/LITTORAL/LER.BL/16.02. 79p.
- 23 Koroleff F. 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. *Int. Cons. Explor. Sea*, C9, 1-6.

- 24 Bendschneider K. et Robinson RJ. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.*, 11, 87-96.
- 25 Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27:31-36.
- 26 Aminot A et Kerouel P. 2004. *Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses*. Ifremer. 336p.
- 27 Devreker David, Lefebvre Alain. 2021. Résultats de la mise en œuvre des réseaux REPHY (Réseau Phytoplancton et Phycotoxines) et SRN (Suivi Régional des Nutriments). Zones côtières de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord. Bilan de l'année 2020. ODE/LITTORAL/LER.BL/21.10. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00718/82997/>
- 28 Devreker D., Lefebvre A., 2018b. Optimisation du programme de surveillance DCSMM pour les descripteurs 5 - Eutrophisation et 1 - Habitats Pélagiques. Campagnes océanographiques à l'échelle des sous-régions marines. RST/LER.BL/18.06.
- 30 Ménesguen A., Dussauze M., Dumas F., Thouvenin B., Garnier V., Lecornu F., Répécaud M., 2019. Ecological model of the Bay of Biscay and English Channel shelf for environmental status assessment part 1: Nutrients, phytoplankton and oxygen, *Ocean Modelling*, 133, 56-78.
- 32 SRN - Regional Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel (2021). SRN dataset - Regional Observation and Monitoring Program for Phytoplankton and Hydrology in the eastern English Channel. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/50832>
- 33 REPHY – French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters (2021). REPHY dataset - French Observation and Monitoring program for Phytoplankton and Hydrology in coastal waters. Metropolitan data. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/47248>
- 35 Daniel A, Soudant D, Lamoureux A et Provost C. 2020. Elément de qualité Nutriments DCE dans les eaux littorales de métropole : élaboration de métriques et de seuils, comparaison avec les autres pays européens. Rapport final. DYNECO/PELAGOS/20.01. 71p.
- 37 Soudant D et Belin C. 2010. Evaluation DCE 2010. Elément qualité : phytoplancton. R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-03/DS. 199p.
- 39 Almroth, E., Skogen, M.D. A North Sea and Baltic Sea Model Ensemble Eutrophication Assessment. *AMBIO* 39, 59–69 (2010). <https://doi.org/10.1007/s13280-009-0006-7>
- 40 Devreker David, Lefebvre Alain. 2018. Évaluation du descripteur 5 « Eutrophisation » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. ODE/LITTORAL/LER.BL/17.08. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00437/54868/>
- 41 Aminot A et Kérouel R. 2007. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : méthodes en flux continu. Ed. Quae, 188 p.
- 42 Le Moigne M et Gauthier E. 2015. Data Qualification processes for French Coastal Data in Q² ; EMODnet – Chemistry report. Ifremer.
- 43 Soudant A, Soudant D et Lefebvre A. 2008. Influence de la période et de la fréquence d'échantillonnage sur le percentile 90 de la fluorescence. R.INT.DOP/DYNECO/VIGIES 2008-17. 36p
- 44 Chernick MR. 2007. *Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers*, 2nd Edition. Wiley, New York.
- 45 Louchart A., Lefebvre A. 2021. Synthèse bibliographique des techniques d'identification et de suivi du phytoplancton : zoom sur la Prymnésiophycée *Phaeocystis globosa*. Rapport Ifremer/ODE/LITTORAL/LER-BL/21.03, 38 p.

- 46 Buchet R. 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport HOCER. 155 p.
- 47 Goffart A. 2010. Proposition de grilles et de seuils corses pour l'indicateur Phytoplancton. Note, 3 juin 2010. 2 p.
- 48 Soudant D et Belin C. 2009. Évaluation DCE décembre 2008. Élément de qualité : phytoplancton. R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/09-03/DS. 160p.
- 49 Buchet R, Auby I, Rossi N et Belin C. 2013. Compte rendu de la réunion GIG NEA. Poursuite des travaux européens d'inter-étalonnage des indicateurs biologiques de la DCE. Lisbonne, 24-25 janvier 2013.
- 50 Belin C, Lamoureux A, et Soudant D. 2014. Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 1 - Etat des lieux, méthodes et synthèse des résultats. Rapport DYNECO / VIGIES / 14-05 – Tome 1. 159p.
- 51 Foden, J.; Devlin, M.J.; Mills, D.K.; Malcolm, S.J. Searching for undesirable disturbance: An application of the OSPAR eutrophication assessment method to marine waters of England and Wales. *Biogeochemistry* 2011, 106, 157–175.
- 52 Lefebvre, A.; Dezécache, C. Trajectories of Changes in Phytoplankton Biomass, *Phaeocystis globosa* and Diatom (incl. *Pseudo-nitzschia* sp.) Abundances Related to Nutrient Pressures in the Eastern English Channel, Southern North Sea. *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8, 401.
- 53 Anon. 2018. *Phaeocystis* as indicator of eutrophication. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic meeting of the Intersessional Correspondence Group on Eutrophication (ICG-Eut). Belgium (Ghent): 22–24 January 2018 Meeting Archive | OSPAR Commission
- 55 Daniel A et Soudant D. 2011. Evaluation DCE. Élément de qualité : transparence. Rapport final. 130p
- 56 Beliaeff Benoit (coord.). 2002. SEQ "Littoral". Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie. Document SEQ "Littoral" - convention MEDD/Ifremer n° 031-01.
- 57 Gao X. and Song J. 2008. Dissolved oxygen and O₂ flux across the water–air interface of the Changjiang Estuary in May 2003. *Journal of marine systems*. 74 (2008): 343–350
- 58 CEVA. 2018. Suivi des blooms de macroalgues opportunistes sur le littoral Loire-Bretagne, Réseau de Contrôle Opérationnel - DCE 2018. 172p.
- 60 CEVA. 2011. Classement des masses d'eau côtières des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie à partir de l'élément de qualité macroalgues de bloom dans le cadre de la DCE. LER/FBN/DN 11-2-23523024). 58p.
- 61 Ar Gall Erwan, Le Duff Michel, 2010. Protocole d'observation in situ et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE - Mai 2010. 9p.
- 62 Derrien-Courtel Sandrine et Le Gal Aodren. 2011. Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique - Rapport final - Convention 2010 - Action 5. Onema, Ref. Convention Onema-Ifremer 2010, 49p.
- 63 Auby Isabelle, Oger-Jeanerret Helene, Sauriau Pierre-Guy, Hily Christian, Barille Laurent. 2010. Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. RST/LER/MPL/10-15.
- 64 Fuensanta Salas Herrero, Neto João M., 2016. Intercalibration report for the Biological Quality Element SEAGRASS of the North East Atlantic Geographical intercalibration group for Coastal Waters (NEA 1/26) and Transitional Waters (NEA 11), Septembre 2016

- 65 Ballesteros E, Torras X, Pinedo S, Garcia M, Mangialajo L et de Torres M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55, 172–180.
- 66 Gobert S, Sartoretto S, Rico-Raimondino V, Andral B, Chery A, Lejeune P, Boissery P. 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Mar Poll Bull* 58: 1727-1733.
- 68 Shannon C.E. and Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 144 p
- 69 Borja A. and Muxika I. 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 787–789
- 70 Borja A., Franco J. and Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40 : 1100–1114.
- 71 Borja A., Mader J., Muxika I., Rodríguez J.G. et Bald J. 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1377–1379.
- 73 Gohin F, Druon JN et Lampert L. 2002. A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *Int. J. Remote Sens.* 23, 1639–1661.
- 75 Dimitry Van der Zande, Joao Felipe C. Santos, Kerstin Stelzer et Carole Lebreton. 2022. Coherent satellite chlorophyll-a product to support eutrophication assessment. ICG-EUT.
- 76 Herman J. Gons, Machteld Rijkeboer, Kevin G. Ruddick, Effect of a waveband shift on chlorophyll retrieval from MERIS imagery of inland and coastal waters, *Journal of Plankton Research*, Volume 27, Issue 1, January 2005, Pages 125–127, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh151>
- 78 Dussauze Morgan. 2021. Evaluation eutrophisation DCSMM. Synthèse ECO-MARS 3D sur la période 2015/2020. Rapport d'étude. POC-1963-evaluation_DCSMM_2015-2020. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00742/85420/>
- 81 Bryère Philippe. 2022. DCSMM satellite 2021. Référence ARGANS : O1478-022/A1931-0022. Rapport final.
- 83 Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area – v.14
- 87 Hirsch RM, Slack JR et Smith RA. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data, *Water Resources Research*, 18, 107–121.
- 88 Hirsch RM et Slack JR. 1984. A non parametric trend test for seasonal data with serial dependence, *Water Resources Research*, 20, 727–732.
- 89 Devreker D et Lefebvre A. 2014. TTAinterfaceTrendAnalysis: An R GUI for routine Temporal Trend Analysis and diagnostics. *Journal of Oceanography, Research and Data*, 6, 1-18.
- 90 Lefebvre Alain, Devreker David. 2019. Contributions des mesures automatisées à haute fréquence de type FerryBox pour les programmes thématiques Eutrophisation et Habitats Pélagiques de la DCSMM. Campagnes 2018. ODE/LITTORAL/LER.BL/19.06. <https://doi.org/10.13155/70594>
- 94 PHYTOBS. 2021. PHYTOBS dataset - French National Service of Observation for Phytoplankton in coastal waters. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/85178>
- 95 Cleveland WS, Grosse E et Shyu WM. 1992. Local regression models. Chapter 8 of *Statistical Models in S* eds J.M. Chambers and T.J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.

- 96 Garcia A, Desroy N et Le Mao P. 2014. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2013. Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-14-011. 82p.
- 97 F. Gohin, D. Van der Zande, G. Tilstone, M.A. Eleveld, A. Lefebvre, F. Andrieux-Loyer, A.N. Blauw, P. Bryère, D. Devreker, P. Garnesson, T. Hernández Fariñas, Y. Lamaury, L. Lampert, H. Lavigne, F. Menet-Nedelec, S. Pardo, B. Saulquin. 2019. Twenty years of satellite and in situ observations of surface chlorophyll-a from the northern Bay of Biscay to the eastern English Channel. Is the water quality improving? *Remote Sens. Environ.*, 233, 10.1016/j.rse.2019.111343
- 98 Nebout T, Desroy N et Le Mao P. 2009. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2008 – District Artois-Picardie. RST.DOP-LER/FBN-09-010. 43p.
- 104 OSPAR. 2017. Case study on normalisation and trend analyses for OSPAR RID data.
- 106 Dussauze Morgan. 2019. Evaluation eutrophisation DCSMM. Optimisation des apports en N et P des principaux fleuves de la façade Manche/Atlantique française. POC-1632-optimisation. Rapport d'étude. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00636/74765/>
- 107 Laruelle, G.G., Marescaux, A., Gendre, R. Le, Garnier, J., Rabouille, C., Thieu, V. 2019. Carbon dynamics along the Seine River network: Insight from a coupled estuarine/river modeling approach. *Front. Mar. Sci.* <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00216>.
- 108 Wei, X., Garnier, J., Thieu, V., Passy, P., Le Gendre, R., Billen, G., Akopian, M., and Laruelle, G. G. 2022. Nutrient transport and transformation in macrotidal estuaries of the French Atlantic coast: a modeling approach using the Carbon-Generic Estuarine Model, *Biogeosciences*, 19, 931–955, <https://doi.org/10.5194/bg-19-931-2022>.
- 110 Perrot T, Rossi N, Ménesguen A et Dumas F. 2014. Modelling green macroalgal blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management. *J. Mar. Sci.*, 132, 38-53.
- 113 Devreker David, Lefebvre Alain. 2018. Évaluation du descripteur 5 « Eutrophisation » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. ODE/LITTORAL/LER.BL/17.08. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00437/54868/>
- 114 CEVA. 2014. Contrôle de surveillance DCE 2014. Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. 71p.
- 123 Landreau Antoine, Maneux Eric, Humbert Suzie, Romero Alicia, Gouillieux Benoit, Latry Lise, Bujan Vaea, Blanchet Hugues, Bujan Stéphane, Devaux Ludovic. 2021. Contrôle de surveillance 2020. Évaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor ». Rapport final GEO-Transfert/ADERA. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00730/84188/>
- 131 UNEP/MAP. 1997. The input of anthropogenic airborne nitrogen to the Mediterranean Sea through its watershed. MAP Technical Reports Series No. 118. 94p.
- 132 Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanar, G. et Rinaldi A. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9, 329-357.
- 133 UNEP/MED. 2021. Assessment Criteria Methodology for IMAP Common Indicator 13: Pilot Application in Adriatic Sub-region. WG.492/11
- 134 UNEP/MED. 2021. Integration and Aggregation Rules for Monitoring and Assessment of (IMAP Pollution and Marine Litter Cluster). WG.492/13
- 136 Araújo, R, Somma, F, Aigars, J, Axe, P, Bartolo, A, De Cauwer, K, Devreker, D, Fleming-Lehtinen, V, García-Denche, LM, Knudsen-Leerbeck, H, Kraśniewski, W, Lazar, L, Lefebvre, A, Lips, I, Magaletti, E, Moncheva, S, Pagou, K, Precali, R, Ruiter, H, Wilkes, R. Eutrophication in marine waters: harmonization of MSFD methodological standards at EU level, EUR 29854 EN, Publications Office of the European Union, 2019, ISBN 978-92-76-11224-2, doi:10.2760/437291, JRC117109

- 137 Beaugrand G, Edwards M, Brander K, Luczak C et Ibanez F. 2008. Causes and projections of abrupt climate-driven ecosystem shifts in the North Atlantic. *Ecological Letter*, 11, 1157-1168.
- 138 Lefebvre A, Guiselin N, Barbet F et Artigas L. 2011. Long-term hydrological and phytoplankton monitoring (1992- 2007) of three potentially eutrophicated systems in the eastern English Channel and the southern bight of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 68(10), 2029-2043.
- 139 Nazari-Sharabian, M., Ahmad, S., Karakouzian, M. 2018. Climate Change and Eutrophication: A Short Review. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 8(6), 3668-3672.
- 140 Rabalais, N. N., Turner, R. E., Diaz, R. J., and Justic, D. 2009. Global change and eutrophication of coastal waters. – *ICES Journal of Marine Science*, 66: 1528–1537.
- 141 Nixon, S. W. 2003. Replacing the Nile: are anthropogenic nutrients providing the fertility once brought to the Mediterranean by a great river? *Ambio*, 32: 30–39.
- 142 Galloway, J. N., and Cowling, E. B. 2002. Reactive nitrogen and the world: two hundred years of change. *Ambio*, 31: 64–71.
- 143 Wåhlström, I., Höglund, A., Almroth-Rosell, E., MacKenzie, B.R., Gröger, M., Eilola, K., Plikshs, M. and Andersson, H.C. (2020): Combined climate change and nutrient load impacts on future habitats and eutrophication indicators in a eutrophic coastal sea. In: *Limnology and Oceanography* 65: 2170-2187.
- 144 Bossier, S.; Nielsen, R.; Almroth-Rosell, E.; Höglund, A.; Bastardie, F.; Neuenfeldt, S.; Wåhlström, I.; Asbjørn Christensen (2021): Integrated ecosystem impacts of climate change and eutrophication on main Baltic fishery resources. In: *Ecological Modelling* 453: 1-12.
- 145 Lefebvre A. 2007. MAREL Carnot : Partie 2 : Valorisation des données d'une surveillance à haute fréquence en zone côtière sous influence anthropique (Boulogne-sur-Mer). Données de l'année 2006. – Ifremer/RST.DOP/LER/BL.07.08.
- 146 Lefebvre Alain, Devreker David. 2019. Contributions des mesures automatisées à haute fréquence de type FerryBox pour les programmes thématiques Eutrophisation et Habitats Pélagiques de la DCSMM. Campagnes 2018. ODE/LITTORAL/LER.BL/19.06. <https://doi.org/10.13155/70594>.
- 149 Daniel A, Soudant D, Lamoureux A et Provost C. 2020. Elément de qualité Nutriments DCE dans les eaux littorales de métropole : élaboration de métriques et de seuils, comparaison avec les autres pays européens. Rapport final. DYNECO/PELAGOS/20.01. 71p.
- 150 Redfield A., Ketchum B. et Richards F. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water M.N. Hill (Ed.), *The sea*, Vol. 2, Wiley-Interscience, New York, pp. 26-77
- 151 Ménesguen, A., Desmit, X., Dulière, V., Lacroix, G., Thouvenin, B., Thieu, V. et Dussauze, M. 2018. How to avoid eutrophication in coastal seas? A new approach to derive riverspecific combined nitrate and phosphate maximum concentrations. *Sci. Total Environ.* 628–629, 400–414.
- 152 Desmit X., Lacroix G., Dulière V., Lancelot C., Gypens N., Ménesguen A., Thouvenin B., Dussauze M., Billen G., Garnier J., Thieu V., Silvestre M., Passy P., Lassaletta L., Guittard G., Théry S., Neves R., Campuzano F., Garcia C., Pinto L., Sobrinho J., Mateus M., Ascione Kenov I. 2015. Ecosystem Models as Support to Eutrophication Management In the North Atlantic Ocean (EMoSEM). EMoSEM final report. 174pp.