



INDICATEUR NUTRIMENTS (Azote et Phosphore)

Anne Daniel¹, Valérie Derolez², Dominique Soudant³

¹ Ifremer, Laboratoire d'Ecologie Pélagique, Brest

² Ifremer, LER LR, Sète

³Ifremer, VIGIES, Nantes

Résumé

Le terme « nutriments » désigne les composés inorganiques nécessaires à la nutrition des producteurs primaires (phytoplancton, macroalgues, angiospermes). Ils sont présents naturellement dans le milieu et ne sont pas directement toxiques pour ce dernier. Toutefois, lors d'une augmentation de flux de nutriments en zone côtière (en raison d'apports anthropiques tel que les rejets du au lessivage des terres agricoles, les rejets urbains et industriels), les nutriments peuvent être parfois considérés comme une pression à l'origine de nuisances indirectes. En effet, une augmentation de la teneur en nutriments peut engendrer :

- des développements massifs de certaines espèces phytoplanctoniques, phénomène qui se traduit par une augmentation des teneurs en chlorophylle *a* dans l'eau et/ou des modifications dans la structure des peuplements phytoplanctoniques,
- des développements massifs de macroalgues opportunistes (ulves, monostromes, entéromorphes),

Ces conséquences directes ont des répercussions sur le bon fonctionnement du milieu en provoquant notamment :

- une diminution de l'intensité lumineuse nécessaire à la photosynthèse néfaste pour le couvert végétal (macroalgues fixées, herbiers...);
- une augmentation des teneurs en matière organique dont la dégradation consomme de l'oxygène dissous ; ce phénomène peut générer des anoxies et provoquer la mort des espèces démersales et benthiques.
- la prolifération de certaines espèces phytoplanctoniques peut engendrer des mortalités de poissons ou de coquillages, soit en raison de leur toxicité intrinsèque pour ces animaux, soit parce que leur forte concentration dans l'eau induit un colmatage des branchies.

Rappel des paramètres physico-chimiques DCE (Annexe V)

Les éléments de qualité physico-chimiques retenus comme paramètres de soutien pour la classification de l'état écologique des masses d'eaux côtières et de transition sont :

- **Les nutriments,**
- **la température de l'eau,**
- **la transparence,**
- **le bilan d'oxygène.**

Historique des suivis au niveau français

Très peu de données de nutriments ont été acquises par les réseaux de surveillance avant 2007. Le cadrage fait par la circulaire DCE 2007/20 en termes de sites concernés, de période et de fréquence d'échantillonnage, a été la base de la restructuration ou de l'adaptation des réseaux de surveillance

concernés par les éléments de qualité physico-chimiques et phytoplancton. Un réseau national et trois réseaux régionaux ont été retenus pour acquérir les données nécessaires à l'évaluation pour les eaux de Manche Atlantique : REPHY (renommé en 2016 Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales), SRN (Suivi Régional des Nutriments, Nord Pas de Calais), RHLN (Réseau Hydrologique du Littoral Normand), ARCHYD (Arcachon Hydrologie).

La caractérisation des paramètres et des métriques constituant les indicateurs physico-chimiques a tout d'abord été discutée au sein d'un groupe de travail ad hoc piloté par Ifremer en 2004 et 2005. Ces propositions ont ensuite été testées, proposées et approuvées par le GT DCE littoral en 2010. Au niveau européen, ECOSTAT a demandé en 2014 de lancer des travaux sur l'établissement de valeurs seuils de nutriments. Ce travail fait suite à un rapport qui met en évidence de grandes divergences entre les états membres au niveau des paramètres suivis, de la fréquence et de la période de suivi, des méthodes statistiques utilisées pour établir les seuils. L'objectif de ce groupe de travail est la rédaction d'un guide pour 2018.

Typologies

Mer du Nord - Manche - Atlantique :

La concentration en NID étant directement reliée à la salinité, les masses d'eau côtières et de transition ont été regroupées au sein d'écotypes représentatifs de la dilution des eaux des bassins versants.

Deux grilles sont proposées : la première en mer du Nord pour les MEC de type européen NEA 1/26b et les MET de type européen 11, la seconde en Manche Atlantique pour les MEC de type européen NEA1/26a et les MET de type européen NEA11.

Lagunes méditerranéennes :

Les lagunes sont regroupées en quatre écotypes selon leur salinité : oligohaline, mésohaline, polyhaline, euhaline.

Jeu de données utilisé

Les données ont été collectées selon les méthodes prescrites par Daniel & Lampert (2016) et analysées selon les protocoles décrits dans l'ouvrage « Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines » (Aminot & Kérouel, 2007), qui est assimilé à une norme pour les analyses de nutriments dans les eaux marines (http://www.aquaref.fr/fiches_methodes_validees, fiches MA-41, 42, 43, 44, 45).

Mer du Nord – Manche - Atlantique

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2011-2016 comprend 57 points échantillonnés dans 50 masses d'eau côtières (certaines ME comprenant deux, voire trois points), et 41 points échantillonnés dans 25 masses d'eau de transition. Les données prises en compte pour l'évaluation sont : une donnée mensuelle par masse d'eau de novembre à février inclus.

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRAC01	Frontière belge à jetée de Malo	C8 - Côte sableuse mésotidale mélangée	EC Mer du Nord 1/26b	1
FRAC02	Jetée de Malo à Est cap Griz nez	C9 - Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	EC Mer du Nord 1/26b	1
FRAC03	Cap Griz nez à Slack	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Mer du Nord 1/26b	1
FRAC05	La Warenne à Ault	C9 - Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	EC Mer du Nord 1/26b	1
FRAT01	Somme	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Mer du Nord	1
FRHC18	Pays de Caux Nord	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1

FRHC16	Le Havre - Antifer	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC15	Côte Fleurie	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC14	Baie de Caen	C11 - Côte principalement sableuse macrotidale	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC13	Côte de Nacre Est	C11 - Côte principalement sableuse macrotidale	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC12	Côte de Nacre Ouest	C11 - Côte principalement sableuse macrotidale	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC11	Côte du Bessin	C11 - Côte principalement sableuse macrotidale	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC10	Baie des Veys	C7 - Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	EC Manche Atlantique 1/26a	2
FRHT06	Baie des Veys : fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan	T5 - Estuaire, petit ou moyen, macrotidal, fortement salé, à débit moyen	ET Manche Atlantique	1
FRHC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue	C7 - Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	EC Manche Atlantique 1/26a	2
FRHC08	Barfleur	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC07	Cap Levy - Gatteville	C15 - Côte rocheuse macrotidale profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC60	Rade de Cherbourg	C16 - Rade de Cherbourg (macrotidale, profonde, à sédiments mixtes)	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	C15 - Côte rocheuse macrotidale profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC03	Ouest Cotentin	C17 - Côte à grande zone intertidale et à mosaïque de substrat	EC Manche Atlantique 1/26a	2
FRHC01	Archipel Chausey	C17 - Côte à grande zone intertidale et à mosaïque de substrat	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRHC02	Baie du Mont-Saint-Michel: centre baie	C7 - Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC01	Baie du Mont-Saint-Michel	C7 - Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT02	Bassin Maritime - de la Rance	T8 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	1
FRGC03	Rance - Fresnaye	C10 - Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	C9 - Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT03	Trieux	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGC08	Perros-Guirec - Large	C15 - Côte rocheuse macrotidale profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC10	Baie - Lannion	C13 - Côte sableuse stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC11	Baie - Morlaix	C11 - Côte principalement sableuse macrotidale	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT06	Rivière - Morlaix	T9 - Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGT07	Penzé	T9 - Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide	ET Manche Atlantique	1
FRGT08	Aber Wrac h	T9 - Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGC18	Iroise - Large	C2 - Masse d'eau au large, rocheuse et profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC16	Rade - Brest	C12 - Côte vaseuse abritée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT10	Elorn	T8-Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	2
FRGT12	Aulne	T8-Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	2
FRGT13	Goyen	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
FRGC20	Baie - Douarnenez	C13 - Côte sableuse stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC28	Concarneau - Large	C14 - Côte rocheuse mésotidale peu	EC Manche Atlantique 1/26a	1

		profonde		
FRGT14	Rivière - Pont l Abbé	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGT15	Odet	T8 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	2
FRGT16	Aven	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGT17	Belon	T9 - Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide	ET Manche Atlantique	1
FRGT18	Laïta	T3 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité	ET Manche Atlantique	2
FRGT19	Scorff	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
FRGT20	Blavet	T8 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	3
FRGC34	Lorient - Groix	C10 - Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT21	Ria Etel	T3 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité	ET Manche Atlantique	1
FRGC35	Baie d'Etel	C4 - Côte vaseuse exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC42	Belle-Ile	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC36	Baie - Quiberon	C13 - Côte sableuse stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC39	Golfe du Morbihan	C12 - Côte vaseuse abritée	EC Manche Atlantique 1/26a	2
FRGC45	Baie Vilaine - Large	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC44	Baie Vilaine - Côte	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT27	Vilaine	T1-Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	2
FRGT28	Loire	T7-Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit	ET Manche Atlantique	5
FRGC46	Loire Large	C10 - Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	2
FRGC48	Baie - Bourgneuf	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC47	Ile d Yeu	C14 - Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC50	Nord Sables-d'Olonne	C10 - Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC53	Pertuis Breton	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT31	Sèvre - Niortaise	T8-Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	1
FRFC01	Côte Nord-Est de l'Île d'Oléron	C1 - Côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFC02	Pertuis Charentais	C3 - Côte vaseuse modérément exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFT01	Estuaire Charente	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
FRFT02	Estuaire Seudre	T1 - Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
FRFC07	Arcachon aval	C10 - Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFC06	Arcachon amont	C7 - Côte à grande zone intertidale et à dominante vaseuse	EC Manche Atlantique 1/26a	3
FRFC08	Côte Landaise	C6 - Côte principalement sableuse très exposée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFC09	Lac d'Hossegor	C5 - Lac marin	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFT07	Estuaire Adour Aval	T3 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité	ET Manche Atlantique	1
FRFC11	Côte Basque	C14 - Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFT08	Estuaire Bidassoa	T3 - Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité	ET Manche Atlantique	1

Lagunes méditerranéennes

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2011-2016 comprend 36 points échantillonnés dans 26 masses d'eau côtières. Les données prises en compte pour l'évaluation sont : une donnée mensuelle par masse d'eau de juin à août inclus.

Code Masse d'eau	Libellé Masse d'eau	Typologie ME française	Nombre de stations
FRDT01	Canet	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT02	Etang de Salses-Leucate	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT03	Etang de La Palme	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT04	Etang de Bages-Sigean	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT05a	Complexe du Narbonnais Ayrolle	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT05b	Complexe du Narbonnais Campagnol	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT06a	Complexe du Narbonnais Gruissan	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT08	Vendres	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT09	Etang du Grand Bagnas	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT10	Etang de Thau	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT11a	Etang de l'Or	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT11b	Etangs Palavasiens Est	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT11c	Etangs Palavasiens Ouest	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT12	Etang du Ponant	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT13e	Petite Camargue Murette	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRDT13h	Petite Camargue Scamandre/Charnier	T10 - Lagunes méditerranéennes	3
FRDT13c	Petite Camargue Médard	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT14a	Camargue Complexe Vaccares	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT14c	Camargue La Palissade	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT15a	Etang de Berre Grand Etang	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT15b	Etang de Berre Vaine	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRDT15c	Etang de Berre Bolmon	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRET01	Etang de Biguglia	T10 - Lagunes méditerranéennes	2
FRET02	Etang de Diana	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRET03	Etang d'Urbino	T10 - Lagunes méditerranéennes	1
FRET04	Etang de Palu	T10 - Lagunes méditerranéennes	1

Métriques

Mer du Nord – Manche - Atlantique

Métrique 1 : Concentration d'azote inorganique dissous (NID, somme de NH₄ + NO₂ + NO₃ en µmol/L) normalisée à 33 de salinité à partir des valeurs mensuelles mesurées en surface de novembre à février sur 6 ans

Lagunes méditerranéennes

Métrique 1 : Percentile 90 des concentrations mensuelles d'azote inorganique dissous (NID, somme de NH₄ + NO₂ + NO₃ en µmol/L) mesurées en surface de juin à août sur 6 ans

Métrique 2 : Percentile 90 des concentrations mensuelles de phosphate (PO₄) en µmol/L mesurées en surface de juin à août sur 6 ans

Métrique 3 : Percentile 90 des concentrations mensuelles d'azote Total (NT) en µmol/L mesurées en surface de juin à août sur 6 ans

Métrique 4 : Percentile 90 des concentrations mensuelles de phosphore total (PT) en µmol/L mesurées en surface de juin à août sur 6 ans

Indicateur et grille de qualité

Comme les indicateurs physico-chimiques sont considérés comme des paramètres de soutien, ils ne peuvent pas déclasser une masse d'eau au-delà de la classe « Moyen ». Il est attribué une classe à chaque métrique. C'est la classe la plus mauvaise qui est utilisée pour caractériser l'indicateur nutriments dans les lagunes méditerranéennes.

France métropolitaine - Manche Atlantique

Azote Inorganique Dissous ($\mu\text{mol/L}$)

Concentration normalisée à 33 de salinité des valeurs mensuelles mesurées en surface de novembre à février sur 6 ans

Seuils utilisés en 2017 MEC et MET Mer du Nord 1/26b	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< 20	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]20 – 29] et si EQR biomasse > « bon état »		Bon
si > ou = à 29 ou si]20 – 29] et si EQR biomasse < « bon état »		Moyen

Seuils utilisés en 2017 MEC et MET Manche-Atlantique 1/26a	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< 20	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]20 – 33] et si EQR biomasse > « bon état »		Bon
si > ou = à 33 ou si]20 – 33] et si EQR biomasse < « bon état »		Moyen

France métropolitaine – Lagunes Méditerranéennes

Azote Inorganique Dissous ($\mu\text{mol/L}$) – MET Lagunaires

Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface de juin à août sur 6 ans

Seuils utilisés en 2017	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< ou = à 2	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]2 – 6]		Bon
>6		Moyen

Azote Total ($\mu\text{mol/L}$) – MET Lagunaires

Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans

Seuils utilisés en 2017	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< ou = à 50	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]50 – 75]		Bon
>75		Moyen

Phosphate ($\mu\text{mol/L}$) – MET Lagunaires

Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans

Seuils utilisés en 2017	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< ou = à 0,3	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]0,3 – 1]		Bon
>1		Moyen

Phosphore Total ($\mu\text{mol/L}$) – MET Lagunaires**Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans**

Seuils utilisés en 2017	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
< ou = à 2	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]2 – 3]		Bon
>3		Moyen

Départements d'Outre Mer**Nutriments – Martinique, Guadeloupe, La Réunion – Masses d'eau côtières**

Les seuils proposés pour la métropole ne sont pas adaptés aux eaux oligotrophes des masses d'eau côtières et de transition de ces DOMs en raison de la faiblesse des apports terrigènes et de temps de résidence très courts du fait d'un fort hydrodynamisme. Un indice nutriment pourra être proposé lorsqu'un jeu de données minimal sera disponible. En effet, très peu de données antérieures à la mise en place du plan de surveillance DCE sont disponibles.

Nutriments – Guyane – Toutes les masses d'eau côtières

A ce jour, la Guyane ne possède pas de grilles d'indicateurs pour le paramètre nutriments. Un indice nutriment pourra être proposé lorsqu'un jeu de données minimal sera disponible. En effet, très peu de données antérieures à la mise en place du plan de surveillance DCE sont disponibles.

Limites d'application - Commentaires**Mer du Nord – Manche - Atlantique**

L'évaluation n'est pas effectuée s'il y a moins de 18 données dans l'éco-type pendant 6 ans ou s'il y a moins de 6 mesures qui ont une salinité supérieure à 20.

Lagunes méditerranéennes

L'évaluation n'est pas effectuée s'il y a moins de 18 données dans la masse d'eau pendant 6 ans.

Références (Bibliographie)

- Aminot A. & Kérouel R. 2007. « Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines ». Edition Quae (Ifremer, MEDDE, Quae).188p
- Daniel A. Lamoureux A., Provost C., Soudant D. (2017). Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Nutriments dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation et résultats pour la période 2011-2016. Rapport RST-DYNECO/PELAGOS 2017-10.
- Witkowski F. Andral B. X Derolez V., Tomasino C.(2016). « Campagne de surveillance 2015 (DCE et DCSMM) en Méditerranée française - Districts « RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS » ET « CORSE » ». Rapport Ifremer, 221p.