

Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE




Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Ministère de la Transition écologique et solidaire

www.ecologie-solidaire.gouv.fr

Guide relatif aux règles d'évaluation de **l'état des eaux littorales** (eaux côtières et eaux de transition) **dans le cadre de la DCE**

février 2018

Conception et réalisation : MTES/DGALN/DEB/ELM3 (contact : Carole Pons)

Le bureau des milieux marins a réalisé ce guide en collaboration avec la coordination DCE AFB-IFREMER et les membres du GT DCE Eaux littorales et avec la contribution des experts scientifiques.

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

Articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-8 du Code l'environnement



SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	7
1.1 OBJECTIF DU GUIDE.....	7
1.2 LE CONTENU DU GUIDE.....	7
2 RÈGLES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE.....	9
2.1 DONNÉES MOBILISABLES.....	9
2.1.1 Origine.....	9
2.1.2 Évaluation des masses d'eau non suivies dans le cadre de la DCE :.....	9
2.1.3 Chroniques de données à utiliser pour l'état des lieux 2019.....	10
2.1.3.1 Masses d'eau de côtières:.....	10
2.1.3.2 Masses d'eau de Transition :.....	13
2.2 INDICATEURS, VALEURS SEUIL, MODALITÉS DE CALCUL.....	15
2.2.1 Éléments de qualité biologiques en Métropole.....	15
2.2.1.1 Masses d'eau côtières de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	17
2.2.1.2 Masses d'eau de transition de Mer du Nord, Manche et Atlantique.....	20
2.2.1.3 Masses d'eau côtières de Méditerranée.....	22
2.2.1.4 Masses d'eau de transition de Méditerranée.....	24
2.2.2 Éléments de qualité physico-chimiques de la Métropole.....	26
2.2.2.1 Manche Atlantique.....	26
2.2.2.2 Méditerranée.....	28
2.2.3 Éléments de qualité biologiques dans les DOM.....	31
2.2.3.1 La Réunion.....	31
2.2.3.2 Antilles.....	31
2.2.3.3 Guyane.....	32
2.2.4 Éléments de qualité physico-chimiques dans les DOM.....	33
2.2.4.1 La Réunion.....	33
2.2.4.2 Antilles.....	34
2.2.4.3 Guyane :.....	34
2.2.5 Hydromorphologie des Masses d'Eaux Littorales – métropole et DOM (sauf Méditerranée).....	35
2.2.6 Cas des exceptions typologiques et des exceptions locales :.....	38
2.2.7 Cas où les limites de classes ne sont pas établies.....	38
2.3 RÈGLES D'AGRÉGATION.....	38
2.3.1 Principes généraux d'agrégation spatiale au sein d'une même masse d'eau.....	38
2.3.1.1 Façade Atlantique – Mer du Nord.....	39
2.3.1.2 Façade Méditerranée.....	40
2.3.1.3 Départements d'Outre-mer.....	41
2.3.2 Principes généraux d'agrégation des différents éléments de qualité dans la classification de l'état écologique.....	42
2.4 RÈGLES D'EXTRAPOLATION SPATIALE POUR LES MASSES D'EAU NON SUIVIES.....	43
2.4.1 Évaluation de l'état écologique des masses d'eau non suivies à partir des outils de modélisation.....	43
2.4.2 Évaluation de l'état écologique des masses d'eau non suivies à partir de données « pressions ».....	43
2.4.2.1 Au niveau des indicateurs de pression.....	43
2.4.2.2 Au niveau de la masse d'eau.....	44
2.5 ATTRIBUTION D'UN NIVEAU DE CONFIANCE.....	45
2.6 CAS DES MASSES D'EAU FORTEMENT MODIFIÉES (MEFM).....	45

3	RÈGLES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT CHIMIQUE.....	46
3.1	DONNÉES MOBILISABLES.....	46
3.2	CONSIGNES NATIONALES D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT CHIMIQUE.....	46
3.2.1	Métropole.....	46
3.2.2	DOM.....	47
3.3	ATTRIBUTION D'UN ÉTAT CHIMIQUE À L'ÉCHELLE D'UNE MASSE D'EAU.....	47
3.4	ATTRIBUTION DU NIVEAU DE CONFIANCE DE L'ÉTAT CHIMIQUE.....	48
4	ANNEXES.....	49
	ANNEXE 1 : FICHE INDICATEURS.....	50
4.1	PARAMÈTRES DE SOUTIEN (PHYSICO-CHIMIE).....	52
4.1.1	France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Nutriments.....	52
4.1.2	Lagunes oligo- et méso-halines méditerranéennes – Nutriments (proposition).....	60
4.1.3	France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Oxygène dissous.....	65
4.1.4	France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Température.....	72
4.1.5	France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Transparence.....	79
4.2	FAÇADE ATLANTIQUE – MER DU NORD.....	86
4.2.1	Masses d'eau côtières et de transition – Phytoplancton.....	86
4.2.2	Masses d'eau côtières et de transition – Angiospermes.....	98
4.2.3	Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 1.....	105
4.2.4	Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 3.....	109
4.2.5	Masses d'eau côtières – Blooms de macroalgues de type 2.....	113
4.2.6	Masses d'eau côtières – Macroalgues subtidales.....	116
4.2.7	Masses d'eau côtières – Macroalgues intertidales.....	121
4.2.8	Masses d'eau de transition – Macroalgues intertidales.....	127
4.2.9	Masses d'eau côtières – Invertébrés benthiques.....	130
4.2.10	Masses d'eau de transition – Poissons.....	137
4.3	FAÇADE MÉDITERRANÉE.....	148
4.3.1	Masses d'eau côtières et de type Delta – Phytoplancton.....	148
4.3.2	Masses d'eau côtières – Angiospermes.....	157
4.3.3	Masses d'eau côtières – Invertébrés benthiques.....	162
4.3.4	Masses d'eau côtières – Macroalgues.....	166
4.3.5	Lagunes poly-euhalines – Phytoplancton.....	173
4.3.6	Lagunes poly-euhalines – Invertébrés benthiques.....	179
4.3.7	Lagunes poly-euhalines – Macrophytes.....	186
4.3.8	Lagunes oligohalines et mesohalines – Phytoplancton (proposition).....	195
4.3.9	Lagunes oligohalines et mesohalines – Macrophytes (proposition).....	201
4.4	ANTILLES.....	208
4.4.1	Masses d'eaux côtières – Phytoplancton.....	208
4.4.2	Masses d'eaux côtières – Benthos de substrats durs.....	212
4.4.3	Autres travaux.....	217
4.5	LA RÉUNION.....	218
4.5.1	Masses d'eau côtières – Phytoplancton.....	218
4.5.2	Masses d'eau côtières – Invertébrés de substrats meubles.....	222

4.5.3 Masses d'eau côtières – Benthos de substrats durs.....	227
4.6 MAYOTTE.....	234
4.6.1 Phytoplancton.....	234
4.6.2 Autres travaux.....	238
4.7 GUYANE.....	239
4.7.1 Masses d'eaux côtières – Phytoplancton.....	239
4.7.2 Autre travaux.....	243
ANNEXE 2 : PERTINENCE DES ÉLÉMENTS DE QUALITÉ PAR BASSIN :.....	244
1. EAUX CÔTIÈRES DE L'ATLANTIQUE, LA MANCHE ET LA MER DU NORD.....	244
2. EAUX DE TRANSITION DE L'ATLANTIQUE, LA MANCHE ET LA MER DU NORD.....	244
3. EAUX CÔTIÈRES DE MÉDITERRANÉE.....	246
4. EAUX DE TRANSITION DE MÉDITERRANÉE.....	246
5. EAUX CÔTIÈRES DE LA RÉUNION.....	247
6. EAUX CÔTIÈRES DE MAYOTTE.....	248
7. EAUX CÔTIÈRES DE GUADELOUPE ET MARTINIQUE.....	249
9. EAUX CÔTIÈRES DE GUYANE.....	250
10. EAUX DE TRANSITION DE GUYANE.....	250
ANNEXE 3 : LISTE DES RÉSEAUX NATIONAUX OU RÉGIONAUX COMPLÉMENTAIRES AU RCS.....	251
ANNEXE 4 : RÉCAPITULATIF DES DONNÉES BANCARISÉES PAR DISTRICT HYDROGRAPHIQUE, DEPUIS 2007.....	252
1. TABLEAU RÉCAPITULATIF DE L'AVANCEMENT GLOBAL DES DONNÉES DISPONIBLES.....	252
2. ARTOIS-PICARDIE.....	254
3. SEINE-NORMANDIE.....	255
4. LOIRE BRETAGNE.....	257
5. ADOUR-GARONNE.....	259
6. RHÔNE-MÉDITERRANÉE-CORSE.....	261
7. ANTILLES.....	263
8. OCÉAN INDIEN.....	265
ANNEXE 5 : FRÉQUENCES DE SUIVI PRÉCONISÉES POUR LE RÉSEAU DE CONTRÔLE DE SURVEILLANCE (RCS) (ARRÊTÉ SURVEILLANCE DU 7 AOÛT 2015 MODIFIÉ).....	267
1 EAUX CÔTIÈRES DE L'ATLANTIQUE, LA MANCHE ET LA MER DU NORD.....	267
2 EAUX DE TRANSITION DE L'ATLANTIQUE, LA MANCHE ET LA MER DU NORD.....	268
3 EAUX CÔTIÈRES DE MÉDITERRANÉE.....	269
4 EAUX DE TRANSITION DE MÉDITERRANÉE.....	269
5 EAUX CÔTIÈRES DE MARTINIQUE ET DE GUADELOUPE.....	270
6 EAUX CÔTIÈRES DE LA RÉUNION (*)......	270
7 EAUX CÔTIÈRES DE MAYOTTE.....	271
8 EAUX CÔTIÈRES DE GUYANE.....	271
9 EAUX DE TRANSITION DE GUYANE.....	271
ANNEXE 6 : ÉLÉMENTS RELATIFS AUX ZONES PROTÉGÉES.....	272
1 EAUX CONCHYLICOLES.....	272
2 EAUX DE BAINADE.....	273

ANNEXE 7 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SUBSTANCES HYDROPHOBES À SURVEILLER ET À ÉVALUER (MÉTROPOLE) POUR L'ÉTAT DES LIEUX 2019.....274

1 Introduction

1.1 Objectif du guide

Les règles d'évaluation de l'état des eaux de surface littorales ont été fixées au niveau national par l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié. Cet arrêté définit les méthodes et critères servant à caractériser les différentes classes d'état écologique, d'état chimique et de potentiel écologique des eaux de surface littorales.

L'évaluation de l'état des eaux s'appuie sur les données de surveillance recueillies conformément aux dispositions de l'arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R 212-22 du code de l'environnement.

Ce guide s'adresse aux eaux de surface littorales (eaux de transition et eaux côtières) de la métropole et des départements d'outre-mer. Il vise à fournir les éléments nécessaires à une application harmonisée des règles définies par cet arrêté pour évaluer l'état des masses d'eau dans le cadre de l'État des Lieux DCE 2019 qui sera adopté par les comités de bassin en métropole et par les comités de l'eau et de la biodiversité dans les départements d'outre-mer avant la fin de l'année 2019.

Ces règles peuvent être amenées à évoluer d'un cycle à l'autre pour tenir compte des travaux menés aux niveaux européen et national.

1.2 Le contenu du guide

Le présent guide donne les instructions permettant l'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique au niveau d'un site, puis agrégé/extrapolé à l'échelle de la masse d'eau.

Pour l'**état écologique**, quatre diagnostics distincts sont à réaliser :

- éléments de qualité biologiques ;
- éléments de qualité physico-chimiques soutenant la biologie ;
- éléments de qualité hydromorphologiques (pour distinguer le très bon état du bon état) ;
- polluants spécifiques de l'état écologique (pour les Antilles uniquement).

L'état écologique se décline en cinq classes de qualité (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais).

L'**état chimique** se base sur les polluants définissant l'état chimique des eaux et leurs normes de qualité environnementales (NQE) pour les eaux littorales (cf Directive 2013/39/ UE, et arrêté évaluation du 27 juillet 2015). L'état chimique se compose de deux classes de qualité (bon ou mauvais).

Concernant les tendances de l'état chimique sur le long terme, elles sont à évaluer, sur les matrices intégratrices (biote et/ou sédiment), selon les Conventions des Mers Régionales (OSPAR, Barcelone), la DCE et ses directives filles (2008, 2013) et la circulaire DE/MAGE/MER07 du 5 mars 2007.

Le présent guide précise les données mobilisables, les indicateurs, leur mode de calcul et leur valeurs-seuils, mais également :

- ➔ les modalités de prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle ainsi que l'extrapolation spatiale afin d'attribuer un état écologique et un état chimique à chaque masse d'eau ;
- ➔ les règles d'agrégation entre les différents éléments de qualité afin de parvenir à un état écologique agrégé, et pour la chimie faire la distinction entre les polluants ubiquistes et les autres ;
- ➔ les modalités d'attribution d'un niveau de confiance à l'état écologique et à l'état chimique, évalué pour une masse d'eau.

Bien que l'état des zones conchylicoles et des eaux de baignade ne soit pas pris en compte dans l'évaluation de l'état des masses d'eau au sens de la DCE, les modalités de calcul de l'état de ces zones protégées sont rappelées dans ce guide (Annexe 4).

2 Règles d'évaluation de l'état écologique

2.1 Données mobilisables

Cette partie a pour objectif de faire un bilan des données bancarisées issues du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), du Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) et éventuellement des réseaux complémentaires soutenus par les bassins et leurs partenaires afin de définir les séries de données mobilisables pour l'évaluation de l'état dans le cadre de la mise à jour de l'état des lieux prévue en 2019.

2.1.1 Origine

Les données de surveillance à mobiliser pour élaborer les cartes d'état des eaux sont celles diffusées par les bassins dans le cadre du Système d'Information sur l'Eau (base de données des eaux littorales : Quadriges²). Il s'agit donc exclusivement de données validées, c'est en ce sens notamment qu'elles sont acquises dans le respect des normes, des méthodes, des cahiers des charges et, d'une manière générale, de l'ensemble des guides de bonnes pratiques existants.

Pour pouvoir attribuer un état écologique à chacune des masses d'eau, il s'avère indispensable de s'appuyer sur l'ensemble des informations adéquates disponibles. C'est pourquoi, on utilisera les données de surveillance de l'état des milieux acquises non seulement à partir **des réseaux établis en application de la DCE** (réseau de contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, réseau de référence), mais également celles issues d'autres réseaux, dès lors que :

- les **sites de suivi** sont **représentatifs** de l'état d'une masse d'eau, et que
- les **protocoles de prélèvement et d'analyse** sont **conformes** à ceux prescrits dans le cadre des réseaux DCE.

Les données complémentaires seront notamment utilisées pour confirmer l'état d'une masse d'eau s'il n'y a pas de déclassement ou le justifier s'il y a un déclassement.

2.1.2 *Évaluation des masses d'eau non suivies dans le cadre de la DCE :*

L'évaluation de l'état écologique des masses d'eau par élément de qualité biologique pour lesquels des données « milieux » sont disponibles se fera au travers du recours aux données hors DCE, issues de réseaux complémentaires.

À noter qu'il peut s'agir de données spatialisées tels que les images satellites utilisées dans le cadre de réseaux de surveillance de bassin sur le phytoplancton.

Concernant les masses d'eau sans données, deux cas sont possibles : recours à la modélisation et/ou au dire d'expert sur la base d'une bonne connaissance des pressions affectant la masse d'eau (voir chapitre 2.4).

2.1.3 Chroniques de données à utiliser pour l'état des lieux 2019

Dans les tableaux suivants, il est fait état des données disponibles sous Quadrige², ainsi que, parmi elles, les données à utiliser pour les diagnostics (incluant celui qui sera fait pour l'état des lieux 2019).

 Éléments de qualité non suivis ou non bancarisés dans Quadrige².

2.1.3.1 Masses d'eau de côtières:

		Manche – Atlantique				Méditerranée	Océan Indien		Mer des Caraïbes		Atlantique Ouest
Éléments de Qualité Biologiques	Données	Artois – Picardie	Seine – Normandie	Loire – Bretagne	Adour – Garonne	Rhône Méditerranée Corse	Réunion	Mayotte	Guadeloupe	Martinique	Guyane
Phytoplancton	Séries de données disponibles	1987-2017	1987-2017	1987-2017	1987-2017	1989-2017	2002-2017	2011-2017	2007-2017	2007-2017	2013-2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013-2015
Macroalgues intertidales	Séries de données disponibles	2008, 2011, 2016	2008, 2011, 2014, 2016	2004 à 2016	2007-2008-2009-2012-2015						
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion						
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016						
Macroalgues subtidales (infralittorales en Méditerranée)	Séries de données disponibles	2008, 2014, 2016	2014 à 2016	2004 à 2017	2008-2011-2013-2014	2007 à 2010, 2012					
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016					

		Manche – Atlantique				Méditerranée	Océan Indien		Mer des Caraïbes		Atlantique Ouest
Éléments de Qualité Biologiques	Données	Artois – Picardie	Seine – Normandie	Loire – Bretagne	Adour – Garonne	Rhône Méditerranée Corse	Réunion	Mayotte	Guadeloupe	Martinique	Guyane
Macroalgues opportunistes	Séries de données disponibles		2007 à 2016	2007 à 2016	2010 à 2016						
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n		Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic						
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019		2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016						
Angiospermes : Zostères ou Posidonie	Séries de données disponibles		2007, 2010, 2012 à 2016	2006, 2007, 2009, 2011 à 2016	2006 à 2009, 2012 à 2016	2007 à 2012					
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n		Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019		2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016					
Invertébrés benthiques de substrat meuble	Séries de données disponibles	2007, 2010 à 2015	2007 à 2016	2003 à 2016	2006 à 2016	2005, 2006, 2009, 2012, 2015	2013, 2016				
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic				
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016				
Benthos de substrat dur (Benthos Récifal)	Séries de données disponibles						2007-2016	2010-2016	2007-2016	2007-2016	
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n						Dernier diagnostic	Indicateur non opérationnel	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019						2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	

Éléments de Qualité Physico-chimiques	Données	Manche – Atlantique				Méditerranée	Océan Indien		Mer des Caraïbes		Atlantique Ouest
		Artois - Picardie	Seine - Normandie	Loire – Bretagne	Adour – Garonne	Rhône Méditerranée Corse	Réunion	Mayotte	Guadeloupe	Martinique	Guyane
Oxygène	Séries de données disponibles	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	2006 à 2016	2008 à 2016	2001 à 2016	2001 à 2016	2013 à 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013 à 2015
Transparence	Séries de données disponibles	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	2006 à 2016	2008 à 2016	2001 à 2016	2001 à 2016	2013 à 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013-2015 ¹
Température	Séries de données disponibles	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	2006 à 2016	2008 à 2016	2001 à 2016	2001 à 2016	2013 à 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013 à 2015
Concentration en nutriments	Séries de données disponibles	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	1987 à 2016	2009	2006 à 2016	2008 à 2016	2001 à 2016	2001 à 2016	2013 à 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années		6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016		2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013 à 2015

1 La pertinence de la transparence dans les eaux côtières de Guyane est à étudier au cas par cas.

2.1.3.2 *Masses d'eau de Transition :*

Éléments de Qualité Biologiques	Données	Manche – Atlantique				Méditerranée	Atlantique Ouest
		Artois – Picardie	Seine – Normandie	Loire – Bretagne	Adour – Garonne	Rhône Méditerranée Corse	Guyane
Phytoplancton	Séries de données disponibles	1999 à 2016	1992 à 2016	1989 à 2016	2002 à 2016	1987 à 2016	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	6 dernières années	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2013 – 2015
Macroalgues intertidales	Séries de données disponibles		2010 – 2014	2006 – 2010 – 2013 – 2016	2009 – 2012 – 2015		
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n		Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion		
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019		2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016		
Angiospermes : Zostères	Séries de données disponibles		De 2007 à 2016	De 2007 à 2016	De 2006 à 2016		
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n		Dernier diagnostic	Dernier diagnostic	Dernier diagnostic		
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019		2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016		
Macrophytes	Séries de données disponibles					1998 à 2015	
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n					Dernier diagnostic	
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019					2011 à 2016	
Poissons	Séries de données disponibles	2006-2009	2006 – 2007 – de 2010 à 2014 – 2016	2006 – 2007 – de 2009 à 2016	2005 – 2006 – de 2008 à 2011 – 2013		
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion	Moyennes des suivis du plan de gestion		
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2017		

Éléments de Qualité Physico-chimiques	Données	Manche – Atlantique				Méditerranée	Atlantique Ouest
		Artois – Picardie	Seine – Normandie	Loire – Bretagne	Adour – Garonne	Rhône Méditerranée Corse	Guyane
Oxygène	Séries de données disponibles	1999 à 2016	1992 à 2016	1989 à 2016	2002 à 2016	1987 à 2016	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016	2011 à 2016 ²	2013 – 2015
Transparence	Séries de données disponibles	1999 à 2016	1992 à 2016	1989 à 2016	2002 à 2016	1987 à 2016	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016 ²	2013 – 2015 ¹				
Température	Séries de données disponibles	1999 à 2016	1992 à 2016	1989 à 2016	2002 à 2016	1987 à 2016	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016 ²	2013 – 2015				
Concentration en nutriments	Séries de données disponibles	1999 à 2016	1992 à 2016	1989 à 2016	2002 à 2016	1987 à 2016	2013 – 2015
	Séries à utiliser pour calculer l'état à l'année n	6 dernières années					
	Séries à utiliser pour l'État des Lieux 2019	2011 à 2016	2013 – 2015				

1 La pertinence de la transparence dans les eaux de transition de Guyane est à étudier au cas par cas.

2 Éléments de qualité physico-chimiques jugés non pertinents.

2.2 Indicateurs, valeurs seuil, modalités de calcul

Pour l'évaluation de l'état écologique des eaux littorales en Métropole, les éléments de qualité ci-dessous sont à prendre en compte selon l'arrêté évaluation du 27 juillet 2015 modifié.

Par ailleurs, l'évaluation de l'état des masses d'eau sera réalisé avec un « double thermomètre » comme cela avait été décidé en 2014 par le comité national de pilotage DCE. Cet exercice sera mené pour l'ensemble des masses d'eau avec pour double objectif :

- de mettre en évidence les progrès accomplis depuis le dernier SDAGE de 2015 grâce à l'utilisation des mêmes règles d'évaluation en 2019 (indicateurs biologiques, substances, PSEE...);
- d'évaluer la part de déclassement liée à l'évolution des règles d'évaluation pour le troisième cycle (appelé effet « thermomètre »).

Masses d'eau côtières

- ◆ Éléments de Qualité Biologiques :
 - phytoplancton ;
 - macroinvertébrés benthiques de substrat meuble ;
 - macroalgues (intertidales, subtidales, opportunistes pour l'Atlantique ; macroalgues de substrat dur pour la Méditerranée) ;
 - angiospermes (Zostères en Manche Atlantique et Posidonie en Méditerranée).
- ◆ Éléments de Qualité Physico-chimiques :
 - oxygène dissous ;
 - transparence ;
 - température ;
 - nutriments.
- ◆ Éléments de Qualité Hydromorphologiques.

Masses d'eau de transition

- ◆ Éléments de Qualité Biologiques :
 - phytoplancton ;
 - macroinvertébrés benthiques de substrat meuble ;
 - macroalgues et angiospermes (Manche Atlantique) ;
 - macrophytes (Méditerranée) ;
 - poissons (Manche Atlantique).
- ◆ Éléments de Qualité Physico-chimiques :
 - oxygène dissous ;
 - nutriments.
- ◆ Éléments de Qualité Hydromorphologiques.

2.2.1 Éléments de qualité biologiques en Métropole

Dans cette partie, les valeurs seuils à prendre en compte lors de l'évaluation de l'état des eaux sont recensées par indicateur. Lorsqu'une intercalibration a eu lieu, les valeurs alors définies sont à utiliser, sinon, ce sont les valeurs de l'arrêté évaluation du 27 juillet 2015 modifié. Les méthodes, métriques et valeurs de référence pour les indicateurs sont décrits dans les fiches indicateurs en Annexe 1.

Chaque fiche indicateurs est structurée de la manière suivante :

- un résumé de la fiche ;
- les paramètres biologiques (selon Annexe V de la DCE) pris en compte ;
- l'historique de développement de l'indicateur ;
- les typologies françaises et européennes ;

- le jeu de données utilisé dans le calcul de l'indicateur ;
- les métriques et valeurs de référence ;
- grille de qualité ;
- la relation Pression – État et son diagnostic ;
- les limites de l'application et les commentaires associés ;
- les références bibliographiques.

Phytoplancton – Manche Atlantique

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle a Intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) à utiliser pour l'EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,76]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,75]	[1,00 - 0,80]	Très Bon
]0,67 – 0,33]	]0,76 – 0,33]	]0,84 – 0,43]	]0,75 – 0,38]	]0,80 - 0,38]	Bon
]0,33 – 0,17]	]0,33 – 0,17]	]0,43 – 0,24]	]0,38 – 0,20]	]0,38 - 0,20]	Moyen
]0,17 – 0,08]	]0,17 – 0,08]	]0,24 – 0,19]	]0,20 – 0,13]	]0,20 - 0,13]	Médiocre
]0,08 – 0,00]	]0,08 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,13 – 0,00]	]0,13 - 0,00]	Mauvais
REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=10 µg/L	REF (3,33 µg/L) : H/G=4,4 µg/L ; G/M=10 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Phytoplancton – Mer du Nord

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle a Intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) à utiliser pour l'EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,75]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,67 – 0,44]	]0,67 – 0,44]	]0,84 – 0,43]	]0,75 – 0,44]	]0,75 – 0,44]	Bon
]0,44 – 0,30]	]0,44 – 0,30]	]0,43 – 0,24]	]0,44 – 0,27]	]0,44 – 0,27]	Moyen
]0,30 – 0,15]	]0,30 – 0,15]	]0,24 – 0,19]	]0,27 – 0,17]	]0,27 – 0,17]	Médiocre
]0,15 – 0,00]	]0,15 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,17 – 0,00]	]0,17 – 0,00]	Mauvais
REF (6,67 µg/L) : H/G=10 µg/L ; G/M=15 µg/L	REF (6,67 µg/L) : H/G=10 µg/L ; G/M=15 µg/L	REF : (16,7 %) :H/G=2 0 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Macro-algues substrat dur intertidal – Masses d'eau de type NEA1/26 A2

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]0,80 – 0,60]	]0,80 – 0,60]	Bon
]0,60 – 0,40]	]0,60 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 2^e round.

Macro-algues de substrat dur intertidal – Masses d'eau de type NEA1/26 B21

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]0,80 – 0,60]	]0,80 – 0,60]	Bon
]0,60 – 0,40]	]0,60 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Pas d'intercalibration.

Macro-algues de substrat dur subtidal – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,85]	[1,00 – 0,85]	Très Bon
]0,85 – 0,65]	]0,85 – 0,65]	Bon
]0,65 – 0,45]	]0,65 – 0,45]	Moyen
]0,45 – 0,25]	]0,45 – 0,25]	Médiocre
]0,25 – 0,00]	]0,25 – 0,00]	Mauvais

Pas d'intercalibration : les protocoles d'échantillonnages et les métriques utilisées par les Français et les Espagnols ne permettent pas de comparer les méthodes. Ainsi, l'intercalibration aurait nécessité un échantillonnage de plusieurs sites avec chacune des deux méthodes. Ce travail aurait été trop compliqué et coûteux à mettre en place. C'est pourquoi il n'existe pas de travaux d'intercalibration pour ce sous élément de qualité.

Blooms de macroalgues de type 1 – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80[	[1 – 0,825[	Très Bon
]0,80 – 0,60[	]0,825 – 0,617[	Bon
]0,60 – 0,40[	]0,617 – 0,4[	Moyen
]0,40 – 0,20[	]0,40 – 0,20[	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Blooms de macroalgues de type 2 – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80[	[1,00 – 0,80[	Très Bon
]0,80 – 0,60[	]0,80 – 0,60[	Bon
]0,60 – 0,40[	]0,60 – 0,40[	Moyen
]0,40 – 0,20[	]0,40 – 0,20[	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Pas d'intercalibration : il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration, car la France est le seul pays à faire la distinction de ce type de blooms de macroalgues.

Blooms de macro-algues de type 3 – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80[	[1,00 – 0,80[	Très Bon
[0,80 – 0,60[	[0,80 – 0,60[	Bon
[0,60 – 0,40[	[0,60 – 0,40[	Moyen
[0,40 – 0,20[	[0,40 – 0,20[	Médiocre
[0,20 – 0,00]	[0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Angiospermes – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,800]	[1,000 – 0,800]	Très Bon
]0,800 – 0,600]	]0,800 – 0,645]	Bon
]0,600 – 0,400]	]0,645 – 0,400]	Moyen
]0,400 – 0,200]	]0,400 – 0,200]	Médiocre
]0,200 – 0,000]	]0,200 – 0,000]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Invertébrés de substrat meuble – Tous types de masses d'eau

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,77]	[1,00 – 0,77]	Très Bon
]0,77 – 0,53]	]0,77 – 0,53]	Bon
]0,53 – 0,39]	]0,53 – 0,39]	Moyen
]0,39 – 0,20]	]0,39 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Phytoplancton – Manche Atlantique

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle a Intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) à utiliser pour l'EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,670]	[1,000 – 0,670]	[1,00 – 0,84]	[1,000 – 0,750]	[1,000 – 0,750]	Très Bon
]0,670 – 0,33]	]0,670 – 0,397]	]0,84 – 0,43]	]0,750 – 0,38]	]0,750 – 0,413]	Bon
]0,33 – 0,170]	]0,397 – 0,170]	]0,43 – 0,24]	]0,38 – 0,200]	]0,413 – 0,200]	Moyen
]0,170 – 0,080]	]0,170 – 0,080]	]0,24 – 0,19]	]0,200 – 0,130]	]0,200 – 0,130]	Médiocre
]0,080 – 0,000]	]0,080 – 0,000]	]0,19 – 0,00]	]0,130 – 0,000]	]0,130 – 0,000]	Mauvais
REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=10 µg/L	REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=8,39 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Phytoplancton – Mer du Nord

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle a Intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) à utiliser pour l'EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,670]	[1,000 – 0,670]	[1,00 – 0,84]	[1,000 – 0,750]	[1,000 – 0,750]	Très Bon
]0,670 – 0,44]	]0,670 – 0,397]	]0,84 – 0,43]	]0,750 – 0,44]	]0,750 – 0,413]	Bon
]0,44 – 0,300]	]0,397 – 0,300]	]0,43 – 0,24]	]0,44 – 0,270]	]0,413 – 0,270]	Moyen
]0,300 – 0,150]	]0,300 – 0,150]	]0,24 – 0,19]	]0,270 – 0,170]	]0,270 – 0,170]	Médiocre
]0,150 – 0,000]	]0,150 – 0,000]	]0,19 – 0,00]	]0,170 – 0,000]	]0,170 – 0,000]	Mauvais
REF (6,67 µg/L) : H/G=10 µg/L ; G/M=15 µg/L	REF (6,67 µg/L) : H/G=10 µg/L ; G/M=16,8 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Macro-algues de substrat dur intertidal – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]0,80 – 0,65]	]0,80 – 0,65]	Bon
]0,65 – 0,40]	]0,65 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibration : l'indicateur ayant été finalisé récemment, l'intercalibration n'est pas encore réalisée.

Blooms de macro-algues de type 1 – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80[	[1 – 0,825[	Très Bon
[0,80 – 0,60[	[0,825 – 0,617[	Bon
[0,60 – 0,40[	[0,617 – 0,4[	Moyen
[0,40 – 0,20[	[0,40 – 0,20[	Médiocre
[0,20 – 0,00]	[0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Blooms de macro-algues de type 3 – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80[	[1,00 – 0,80[	Très Bon
[0,80 – 0,60[	[0,80 – 0,60[	Bon
[0,60 – 0,40[	[0,60 – 0,40[	Moyen
[0,40 – 0,20[	[0,40 – 0,20[	Médiocre
[0,20 – 0,00]	[0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Angiospermes – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,800]	[1,000 – 0,800]	Très Bon
]0,800 – 0,600]	]0,800 – 0,645]	Bon
]0,600 – 0,400]	]0,645 – 0,400]	Moyen
]0,400 – 0,200]	]0,400 – 0,200]	Médiocre
]0,200 – 0,000]	]0,200 – 0,000]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Invertébrés de substrat meuble – Tous types de masses d'eau

Un premier exercice de proposition a été fait mais l'indicateur français n'a pas été retenu en 2009. Des travaux sont actuellement engagés à Arcachon avec Hugues Blanchet, Nicolas Desroy et Mario Lepage pour, en 2017 :

- tester les indicateurs européens pré-existants et sélectionner le plus adapté pour la France ;
- développer un indice de pression et déterminer les seuils de qualité.

En 2018, un exercice d'intercalibration est prévu sur l'outil retenu.

Poissons – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,910]	[1,000 – 0,910]	Très Bon
]0,910 – 0,675]	]0,910 – 0,675]	Bon
]0,675 – 0,450]	]0,675 – 0,450]	Moyen
]0,450 – 0,225]	]0,450 – 0,225]	Médiocre
]0,225 – 0,000]	]0,225 – 0,000]	Mauvais

Intercalibré lors du 2^e round.

Phytoplancton – Masses d'eau de type I

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,67 – 0,33]	]0,84 – 0,43]	]0,75 – 0,38]	Bon
]0,33 – 0,17]	]0,43 – 0,24]	]0,38 – 0,20]	Moyen
]0,17 – 0,08]	]0,24 – 0,19]	]0,20 – 0,13]	Médiocre
]0,08 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,13 – 0,00]	Mauvais
REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=10 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %		

L'intercalibration n'a pas été possible, les facteurs (méthodes d'évaluation, pressions différentes ou typologie commune) étant trop différents entre les pays.

Phytoplancton – Masses d'eau de type IIA

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle a intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,79]	[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,81]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,79 – 0,53]	]0,67 – 0,37]	]0,84 – 0,43]	]0,81 – 0,48]	]0,75 – 0,40]	Bon
]0,53 – 0,26]	]0,37 – 0,18]	]0,43 – 0,24]	]0,48 – 0,25]	]0,40 – 0,21]	Moyen
]0,26 – 0,13]	]0,18 – 0,09]	]0,24 – 0,19]	]0,25 – 0,16]	]0,21 – 0,14]	Médiocre
]0,13 – 0,00]	]0,09 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,16 – 0,00]	]0,14 – 0,00]	Mauvais
REF (1,9 µg/L) : H/G=2,4 µg/L ; G/M=3,6 µg/L	REF (1,29 µg/L) : H/G=1,92 µg/L ; G/M=3,50 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Phytoplancton – Masses d'eau de type III W

EQR Chlorophylle A Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Chlorophylle A intercalibré	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (abondance + chl a) Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,82]	[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,83]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,82 – 0,50]	]0,67 – 0,42]	]0,84 – 0,43]	]0,83 – 0,46]	]0,75 – 0,42]	Bon
]0,50 – 0,25]	]0,42 – 0,22]	]0,43 – 0,24]	]0,46 – 0,24]	]0,42 – 0,23]	Moyen
]0,25 – 0,12]	]0,22 – 0,11]	]0,24 – 0,19]	]0,24 – 0,16]	]0,23 – 0,15]	Médiocre
]0,12 – 0,00]	]0,11 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,16 – 0,00]	]0,15 – 0,00]	Mauvais
REF (0,9 µg/L) : H/G=1,1 µg/L ; G/M=1,8 µg/L	REF (0,79 µg/L) : H/G=1,18 µg/L ; G/M=1,89 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %			

Intercalibration : chlorophylle a intercalibrée au 3^e round, abondance non intercalibrée.

Phytoplancton – Masses d'eau de type Iles

Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,82]	Très Bon
]0,80 – 0,49]	]0,84 – 0,43]	]0,82 – 0,46]	Bon
]0,49 – 0,25]	]0,43 – 0,24]	]0,46 – 0,24]	Moyen
]0,25 – 0,12]	]0,24 – 0,19]	]0,24 – 0,15]	Médiocre
]0,12 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,15 – 0,00]	Mauvais
REF (0,6 µg/L) : H/G=0,75 µg/L ; G/M=1,22 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %		

L'intercalibration n'a pas été possible pour cause de manque de connaissances au niveau européen sur la relation Pression – État dans ce type de masse d'eau.

Macro-algues – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,75]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,75 – 0,60]	]0,75 – 0,60]	Bon
]0,60 – 0,40]	]0,60 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,25]	]0,40 – 0,25]	Médiocre
]0,25 – 0,00]	]0,25 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Angiospermes – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,000 – 0,775]	[1,000 – 0,775]	Très Bon
]0,775 – 0,550]	]0,775 – 0,550]	Bon
]0,550 – 0,325]	]0,550 – 0,325]	Moyen
]0,325 – 0,100]	]0,325 – 0,100]	Médiocre
]0,100 – 0,00]	]0,100 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 2^e round.

Invertébrés – Tous types de masses d'eau

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,83]	[1,00 – 0,83]	Très Bon
]0,83 – 0,58]	]0,83 – 0,58]	Bon
]0,58 – 0,39]	]0,58 – 0,39]	Moyen
]0,39 – 0,21]	]0,39 – 0,21]	Médiocre
]0,21 – 0,00]	]0,21 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 2^e round.

Phytoplancton – Masses d'eau de type delta

EQR Chlorophylle a Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,84]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,67 – 0,33]	]0,84 – 0,43]	]0,75 – 0,38]	Bon
]0,33 – 0,17]	]0,43 – 0,24]	]0,38 – 0,20]	Moyen
]0,17 – 0,08]	]0,24 – 0,19]	]0,20 – 0,13]	Médiocre
]0,08 – 0,00]	]0,19 – 0,00]	]0,13 – 0,00]	Mauvais
REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=10 µg/L	REF (16,7 %) : H/G=20 % ; G/M=39 %		

L'intercalibration avec la France n'a pas été possible, pour cause de manque de données.

Phytoplancton – Lagunes poly-euhalines

EQR Chlorophylle A Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	[1,00 – 0,75]	[1,00 – 0,71]	Très Bon
]0,67 – 0,48]	]0,75 – 0,30]	]0,71 – 0,39]	Bon
]0,48 – 0,33]	]0,30 – 0,15]	]0,39 – 0,24]	Moyen
]0,33 – 0,17]	]0,15 – 0,03]	]0,24 – 0,10]	Médiocre
]0,17 – 0,00]	]0,03 – 0,00]	]0,10 – 0,00]	Mauvais
REF (3,33 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=7 µg/L	REF : Pico=15*10 ⁶ cell/L, Nano=3*10 ⁶ cell/L		

Contrairement aux autres types de masses d'eau, l'intercalibration pour le phytoplancton s'est déroulée ici sur l'indicateur dans son ensemble et non une seule métrique. Les valeurs seuils de l'EQR total ont donc été évaluées.

Phytoplancton – Lagunes oligo-mésahalines

EQR Chlorophylle a	EQR Abondance	EQR Global (chl a + abondance) à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1 – 0,67]	[1 – 0,75]	[1 – 0,71]	Très Bon
]0,67 – 0,4]	]0,75 – 0,30]	]0,71 – 0,35]	Bon
]0,4 – 0,22]	]0,30 – 0,15]	]0,35 – 0,19]	Moyen
]0,22 – 0,12]	]0,15 – 0,03]	]0,19 – 0,07]	Médiocre
]0,12 – 0]	]0,03 – 0]	]0,07 – 0]	Mauvais
REF (6,0 µg/L) : H/G=5 µg/L ; G/M=15 µg/L	REF : Pico=15*10 ⁶ cell/L, Nano=3*10 ⁶ cell/L		

Grille proposée par la Méditerranée en cours de validation au niveau national.

Macrophytes – Lagunes poly-euhalines

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]0,80 – 0,60]	]0,80 – 0,60]	Bon
]0,60 – 0,40]	]0,60 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 2^e round.

Macrophytes – Lagunes oligo-mésohalines

Grille proposée par la Méditerranée en cours de validation au niveau national.

Métrieque RV G1+2+3	Turbidité	Résidus TUR	Métrieque RV S. pectinata	Métrieque RV (G4+5)	Classe
]100 % – 80 %]	-	-	[0 – 65 %]	[0 – 30 %]	Très bon
				]30 % – 100 %]	Bon
			]65 % – 100 %]	[0 – 30 %]	Moyen
				]30 % – 100 %]	Médiocre
]80 % – 50 %]	-	-	[0 – 65 %]	[0 – 30 %]	Bon
				]30 % – 100 %]	Moyen
			]65 % – 100 %]	[0 – 30 %]	Moyen
				]30 % – 100 %]	Médiocre
]50 % – 20 %]	-	-	-	[0 – 30 %]	Bon
				]30 % – 100 %]	Moyen
]20 % – 5 %]	≥ 15 NTU	≥ 0,2	-	[0 – 30 %]	Bon
				]30 % – 100 %]	Moyen
		< 0,2	-	[0 – 30 %]	Moyen
				]30 % – 100 %]	Médiocre
	< 15 NTU	-	-	[0 – 30 %]	Médiocre
				]30 % – 100 %]	Mauvais
]5 % – 0]	-	-	-	-	NA

Invertébrés – Lagunes (sauf oligo et mésohalines)

EQR Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
]1,00 – 0,80]	]1,00 – 0,84]	Très Bon
]0,80 – 0,63]	]0,84 – 0,63]	Bon
]0,63 – 0,40]	]0,63 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

Intercalibré lors du 3^e round.

Poissons – Lagunes

Les travaux engagés depuis 2006 n'ont pas permis d'aboutir à ce jour à un indicateur opérationnel. Une étude lancée à l'initiative de l'AFB est en cours.

2.2.2 Éléments de qualité physico-chimiques de la Métropole

Selon la DCE, **les éléments de qualité physico-chimiques généraux interviennent essentiellement comme facteurs explicatifs des conditions biologiques**. Pour la classe « bon » et les classes inférieures¹, les valeurs-seuils de ces éléments de qualité physico-chimiques doivent être fixées de manière à respecter les limites de classes établies pour les éléments de qualité biologiques. En outre, pour la classe « bon », elles doivent être fixées de manière à permettre le bon fonctionnement de l'écosystème.

L'intercalibration Européenne n'est pas réalisée sur les éléments de qualité physico-chimiques soutenant la biologie, toutefois les principes d'établissement des limites de classes sont recommandés par le Working Group Nutrients.

Les paramètres et valeurs seuils à prendre en compte pour l'évaluation de l'état sont les suivants :

2.2.2.1 Manche Atlantique

Azote Inorganique Dissous ($\mu\text{mol/L}$) – grille susceptible d'évoluer en 2018
Concentration normalisée à 33 de salinité des valeurs mensuelles mesurées en surface sur 6 ans

Seuils à utiliser pour EdL 2019 MEC et MET Mer du Nord 1/26b	Classe
< 20	Très Bon
]20 – 29] ou si > 29 et si EQR biomasse > « bon état »	Bon
si \geq 29 et si EQR biomasse < « bon état »	Inférieur à Bon

Seuils à utiliser pour EdL 2019 MEC et MET Manche-Atlantique 1/26a	Classe
< 20	Très Bon
]20 – 33] ou si > 33 et si EQR biomasse > « bon état »	Bon
si \geq 33 et si EQR biomasse < « bon état »	Inférieur à Bon

L'Ifremer réalisera, début 2018, une nouvelle simulation des seuils en nutriments pour la façade Atlantique afin de prendre en compte les seuils en chl a intercalibrés.

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d'eau (sauf lagunes)
Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées au fond entre juin et septembre sur 6 ans

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
> 5	Très Bon
]5 – 3]	Bon
< 3	Inférieur à Bon

¹ Classes « Moyen », « Médiocre », « Mauvais »

Température °C – Écotypes 1 à 5**% de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d'une enveloppe de référence sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 5[	Bon
≥ 5	Inférieur à Bon

Transparence (évaluée par la turbidité) : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur 6 ans**Écotype 1 :**

Seuils à utiliser pour EdL 2019 (NTU)	Seuils à utiliser pour EdL 2019 (FNU)	Classe
[0 – 5[	[0 – 7[	Très Bon
[5 – 10[	[7 – 14[	Bon
> 10	> 14	Inférieur à Bon

Écotype 3 :

Seuils à utiliser pour EdL 2019 (NTU)	Seuils à utiliser pour EdL 2019 (FNU)	Classe
[0 – 30[	[0 – 40[	Très Bon
[30 – 45[	[40 – 60[	Bon
> 45	> 60	Inférieur à Bon

Azote Inorganique Dissous ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines**Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface de juin à août sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 2	Très Bon
]2 – 6]	Bon
>6	Inférieur à Bon

Azote Total ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines**Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 50	Très Bon
]50 – 75]	Bon
>75	Inférieur à Bon

Phosphate ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines**Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
$\leq 0,3$	Très Bon
]0,3 – 1]	Bon
>1	Inférieur à Bon

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

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 2	Très Bon
]2 – 3]	Bon
>3	Inférieur à Bon

Azote Total ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes oligo-mésahalines**Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface, de juin à août sur 6 ans**

Grille proposée par la Méditerranée en cours de validation au niveau national.

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 70	Très Bon
]70 – 95]	Bon
>95	Inférieur à Bon

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

Grille proposée par la Méditerranée en cours de validation au niveau national.

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
$\leq 2,5$	Très Bon
$]2,5 - 3,5]$	Bon
$>3,5$	Inférieur à Bon

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d'eau côtières et delta (sauf lagunes)**Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées au fond entre juin et septembre sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
> 5	Très Bon
$]5 - 3]$	Bon
<3	Inférieur à Bon

Température °C – Écotypes 1 à 5.**% de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d'une enveloppe de référence sur 6 ans**

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
$[0 - 5[$	Bon
≥ 5	Inférieur à Bon

Transparence (évaluée par la turbidité) : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur 6 ans

Écotype 1 :

Seuils à utiliser pour EdL 2019 (NTU)	Seuils à utiliser pour EdL 2019 (FNU)	Classe
$[0 - 5[$	$[0 - 7[$	Très Bon
$[5 - 10[$	$[7 - 14[$	Bon
> 10	> 14	Inférieur à Bon

Écotype 3 :

Seuils à utiliser pour EdL 2019 (NTU)	Seuils à utiliser pour EdL 2019 (FNU)	Classe
$[0 - 30[$	$[0 - 40[$	Très Bon
$[30 - 45[$	$[40 - 60[$	Bon
> 45	> 60	Inférieur à Bon

Écotype 4 :

Seuils à utiliser pour EdL 2019 (NTU)	Seuils à utiliser pour EdL 2019 (FNU)	Classe
[0 – 0,6[	[0 – 0,8]	Très Bon
[0,6 – 3[	]0,8 – 4,0]	Bon
> 3	> 4,0	Inférieur à Bon

2.2.3 Éléments de qualité biologiques dans les DOM

Il n'y a pas de travaux d'intercalibration européens dans les DOM

2.2.3.1 La Réunion

Les grilles de qualité définies ci-dessous sont en cours de validation au niveau national.

Phytoplancton – Masses d'eau côtières – Percentile 90 des valeurs mensuelles en chl a mesurées sur 6 ans – en cours de validation au niveau national

EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	Très Bon
]0,67 – 0,44]	Bon
]0,44 – 0,22]	Moyen
]0,22 – 0,11]	Médiocre
]0,11 – 0,00]	Mauvais

Invertébrés de substrat meuble – Masses d'eau côtières – en cours de validation au niveau national

EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,82]	Très Bon
]0,82 – 0,61]	Bon
]0,61 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	Mauvais

Communautés coralliennes – Masses d'eau côtières – en cours de validation au niveau national

EQR à utiliser pour l'EdL 2019	Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1 – 0,8]	[0 – 1]	Très Bon
]0,8 – 0,6]	]1 – 2]	Bon
]0,6 – 0,4]	]2 – 3]	Moyen
]0,4 – 0,2]	]3 – 4]	Médiocre
]0,2 – 0]	]4 – 5]	Mauvais

Le calcul des seuils DCE Benthos de substrats durs des pentes externes des récifs frangeants de la Réunion est évalué sur la base de 6 indices pondérés (cf fiche indicateur).

2.2.3.2 Antilles

Les grilles de qualité ci-dessous sont en cours de validation au niveau national.

Phytoplancton – Masses d'eau côtières – Percentile 90 des valeurs mensuelles en chl a mesurées sur 6 ans – en cours de validation au niveau national

EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,67]	Très Bon
]0,67 – 0,33]	Bon
]0,33 – 0,17]	Moyen
]0,17 – 0,08]	Médiocre
]0,08 – 0,00]	Mauvais

Communautés coralliennes – Masses d’eau côtières – en cours de validation au niveau national

Pour les types de Masses d’Eau :

Martinique : 1, 2, 3 et 5

Guadeloupe : 1, 3, 5 et 6

EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,8]	Très Bon
]0,8 – 0,4]	Bon
]0,4 – 0,2]	Moyen
]0,2 – 0,1]	Médiocre
]0,1 – 0,00]	Mauvais

Pour les types de Masses d’Eau :

Martinique : 4, 6 et 7

Guadeloupe : 2 et 4

EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[1,00 – 0,83]	Très Bon
]0,83 – 0,42]	Bon
]0,42 – 0,2]	Moyen
]0,2 – 0,08]	Médiocre
]0,08 – 0,00]	Mauvais

2.2.3.3 *Guyane*

Les grilles de qualité ci-dessous sont en cours de validation au niveau national.

Phytoplancton – Masses d’eau côtières – Percentile 90 des valeurs mensuelles en chl a mesurées sur 6 ans – en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour l’EdL 2019	EQR à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 10]	[1,00 – 0,67]	Très Bon
]10 – 15]	]0,67 – 0,44]	Bon
]15 – 22,5]	]0,44 – 0,30]	Moyen
]22,5 – 45]	]0,30 – 0,15]	Médiocre
> 45	]0,15 – 0,00]	Mauvais

Phytoplancton – Masses d’eau côtières – Abondance – en cours de validation au niveau national

Seuils efflorescences (%) à utiliser pour l’EdL 2019	EQR Abondance à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 20]	[1,00 – 0,84]	Très Bon
]20 – 39]	]0,84 – 0,43]	Bon
]39 – 70]	]0,43 – 0,24]	Moyen
]70 – 90]	]0,24 – 0,19]	Médiocre
> 90	]0,19 – 0,00]	Mauvais

Un bloom est défini en Guyane par une abondance > 1 000 000 cel/L

Phytoplancton – Masses d’eau côtières – Composition – en cours de validation au niveau national

ICBC	Classe
[0 – 0,2]	Très Bon
]0,2 – 0,4]	Bon
]0,4 – 0,6]	Moyen
]0,6 – 0,8]	Médiocre
]0,8 – 1]	Mauvais

2.2.4 Éléments de qualité physico-chimiques dans les DOM

Les grilles de qualité ci-dessous sont en cours de validation au niveau national.

2.2.4.1 La Réunion

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d’eau

Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées à 1 m au-dessus du fond (non pertinent si fond > à 30 m) sur les 6 années du plan de gestion – en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
> 5	Très Bon
]5 – 3]	Bon
< 3	Inférieur à Bon

Température °C % de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d’une enveloppe de référence sur 6 ans – en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 5[	Bon
≥ 5	Inférieur à Bon

Transparence (évaluée par la turbidité) NTU : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion – en cours de validation au niveau national

À La Réunion, les seuils validés à ce jour correspondent à la grille correspondant à l’Écotype 1 (plus contraignante). Cependant le GT « physico-chimie et phytoplancton » de La Réunion s’interroge sur la pertinence d’associer La Réunion à l’Écotype 1. Une nouvelle grille a été proposée aux référents DCE nationaux pour validation.

La Réunion (proposition du GT) : Écotype 4

Seuils à utiliser pour EdL 2019 – NTU	Seuils à utiliser pour EdL 2019 – FNU	Classe
[0 – 0,6]	[0 – 0,8]	Très Bon
]0,6 – 3,0]	]0,8 – 4,0]	Bon
> 3,0	> 4,0	Inférieur à Bon

2.2.4.2 Antilles

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d'eau

Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées à 1 m au-dessus du fond (non pertinent si fond > à 30 m) sur les 6 années du plan de gestion – grille proposée en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
> 5	Très Bon
]5 – 3]	Bon
< 3	Inférieur à Bon

Température °C % de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d'une enveloppe de référence sur 6 ans – grille proposée en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 5[	Bon
≥ 5	Inférieur à Bon

Transparence (évaluée par la turbidité) NTU : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion – en cours de validation au niveau national

Proposition en 2017 FNU ME de types 1 (Baies)	Proposition en 2017 FNU ME de types 2-8	Classe
[0 – 1]	[0 – 0,6]	Très Bon
]1 – 2]	]0,6 – 1,6]	Bon
> 2	> 1,6	Inférieur à Bon

2.2.4.3 Guyane :

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d'eau

Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées à 1 m au-dessus du fond sur les 6 années du plan de gestion – grille proposée en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
> 5	Très Bon
]5 – 3]	Bon
< 3	Inférieur à Bon

Température °C % de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d'une enveloppe de référence sur 6 ans – grille proposée en cours de validation au niveau national

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
[0 – 5[	Bon
≥ 5	Inférieur à Bon

2.2.5 Hydromorphologie des Masses d'Eaux Littorales – métropole et DOM (sauf Méditerranée)

L'état hydromorphologique des masses d'eau est évalué sur la base du degré d'altérations ou de perturbations, par les activités ou pressions anthropiques, des paramètres hydromorphologiques.

Pour rappel, **les paramètres hydromorphologiques** (soutenant les paramètres biologiques) **des masses d'eau littorales**, tels que définis par la DCE (2000/60/EC), sont :

- Concernant les **conditions morphologiques** :
 - la variation de profondeur ;
 - la structure et le substrat de la côte pour les masses d'eau côtières et la quantité, structure et substrat du lit pour les masses d'eau de transition ;
 - la structure de la zone intertidale.
- Concernant **le régime des marées** (à opposer au régime hydrologique des masses d'eau de surface continentales) :
 - la direction des courants dominants pour les masses d'eau côtières et le débit d'eau douce pour les masses d'eau de transition ;
 - l'exposition aux vagues.

L'état hydromorphologique des masses d'eau joue un rôle particulier, par rapport aux autres éléments de qualité, dans l'état écologique (voir paragraphe 2.3.2) ; il intervient en effet seulement pour différencier le Très Bon État (TBE) du Bon État (BE) écologique. De ce fait, la méthode d'évaluation de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales vise simplement à déterminer si leur état est en TBE ou non TBE hydromorphologique ; le TBE étant défini comme correspondant à des conditions totalement ou presque totalement non perturbées (DCE, 2000/60/EC). Ainsi, selon cette définition, une masse d'eau ne peut donc s'écarter du très bon état que par une intervention anthropique, puisque toute autre modification fait partie de la dynamique naturelle (donc non perturbée) de ce système particulier.

Lors du premier plan de gestion, une méthode de classification de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales a été développée et utilisée au niveau national (Métropole, et DOM). Elle reposait sur une identification des pressions présentes dans chaque masse d'eau et l'avis d'experts locaux était sollicité pour évaluer, pour chaque pression et grâce à une grille de notation, les perturbations hydromorphologiques engendrées en termes d'étendue et d'intensité. À partir de ces notes d'étendue et d'intensité des perturbations induites, une règle de classement permettait d'évaluer si la masse d'eau était en TBE ou non TBE hydromorphologique.

Après avoir réalisé la classification du premier plan de gestion, une phase de réflexion a été lancée pour poser les bases de la surveillance hydromorphologique à mettre en place.

Les moyens permettant de mesurer directement les modifications hydromorphologiques (variation de profondeur, nature du fond...) induites par les activités ou occupations anthropiques ont été prioritairement recherchés. Le constat a montré d'une part que ce type de donnée n'existe pas ou très localement, et que leur acquisition, à un niveau de précision élevée permettant de voir les modifications, nécessiterait des moyens à la mer lourds et coûteux, qui ne peuvent pas être mis en place dans le cadre du programme de surveillance hydromorphologique DCE.

Il a donc été décidé d'évaluer l'occurrence de ces perturbations à partir des données sur les activités et occupations (en termes d'emprise sur le littoral). L'évaluation de l'état hydromorphologique des masses d'eau est ainsi basée sur le suivi des pressions anthropiques (présence/absence) et de leur importance (emprise et/ou intensité) pour dissocier le très bon état du non très bon état, sans avoir besoin de définir un état de référence.

La surveillance hydromorphologique proposée pour le deuxième plan de gestion se focalise donc sur le suivi des pressions anthropiques présentes dans chaque masse d'eau, via l'utilisation de plusieurs métriques. Ces métriques, relatives à différentes perturbations, et les données utilisées pour leur évaluation sont présentées dans les deux tableaux suivants.

Métrique	Perturbation	Pressions considérées	Métrique
M1	Perte d'habitats (surfaces gagnées sur la mer)	Poldérisation, ouvrages portuaires, ouvrages, terres gagnées sur la mer	Surface perdue/ Aire ME
M2_bis	Modification des échanges sédimentaires à la côte	Ouvrages de protection, ports, rechargement de plage...	Longueur de côte artificialisée par des protections ou aménagements/ Longueur totale des côtes
M4 (1) et M4 bis (2)	Perturbation du fond (hors ouvrages côtiers)	Extraction de matériaux, dragage, clapage, conchyliculture, (pêche au chalut)	(1) surface perturbée / Aire ME. (2) Pour la conchyliculture : surf. Cadastre/ surface Zone Intertidale
«M5»	Modification des apports d'eaux douces et de sédiments	Prélèvement d'eau, rejets, apport sédimentaire	Utilisation de Syrah_CE : classe d'altération la plus probable

Métriques	Données utilisées	Sources ou producteurs
Métrique 1	Surfaces gagnées sur la mer	Données créées par le BRGM à partir du Trait de côte Histolitt_v2 (SHOM) et des cartes d'Etat-major 1820-1866 (IGN, disponible sur Géoportail)
Métrique 2_bis	BdD sur les ouvrages côtiers	Données DDTM : DDTM76, DDTM14, DDTM50, DDTM22, DDTM29, DDTM56, DDTM44, DDTM85, DDTM17
		Données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine
		Données SIG-BAR (Programme Interreg IIIA)
		Données CEREMA (dans le cadre de la SNGITC)
Métriques 4	Cadastres conchylicoles	Données SRDAM (2011) : DIRM Manche Orientale Mer du Nord, DIRM Nord Atlantique Manche Ouest Données DDTM : DDTM17 et DDTM33
	Extraction de granulats marins	IFREMER, disponibles sur SEXTANT
	Immersion de matériaux de dragage	Données ponctuelles : CEREMA, disponibles sur Géolittoral Données surfaciques : CEREMA
Métriques 4_bis	Surface d'estran	Données créées par le BRGM à partir du Trait de côte Histolitt_v2 (SHOM) et des laines des plus basses eaux (IGN, BD Topo)
Métrique 5	Données SYRAH_CE	IRSTEA (données fournies par l'ONEMA)

Ces métriques ont été évaluées pour toutes les masses d'eau côtières de la façade Manche Atlantique et utilisées pour classer leur état hydromorphologique en 2016, un travail similaire est en cours pour les masses d'eau de transition de cette même façade. Cette méthode sera également utilisée dans les DOM en 2018 et 2019.

Initialement, lors du développement de la méthode de la surveillance hydromorphologique, il était prévu de définir des valeurs seuils pour chacune des métriques (et une règle de classement : one out all out par exemple) pour différencier le TBE du non TBE hydromorphologique. L'établissement de tels seuils n'a pas été possible d'un point de vue scientifique, l'utilisation du dire d'expert pour déterminer l'état hydromorphologique des masses d'eau (basé sur les valeurs des métriques) est donc toujours nécessaire.

Ainsi, la surveillance hydromorphologique actuelle, bien qu'elle permette de mieux appréhender la présence d'activités anthropiques potentiellement perturbantes pour l'hydromorphologie, présente de nombreuses limites quant à ces capacités à évaluer l'état de perturbation réel des masses d'eau. Ces métriques sont aujourd'hui incomplètes, car toutes les activités potentiellement impactantes ne sont pas encore prises en compte (dragage et pêche au fond par exemple). Des travaux en cours ou à mener devront permettre de réduire ces incertitudes en lien avec les travaux réalisés dans le cadre de la DCSMM.

2.2.6 Cas des exceptions typologiques et des exceptions locales :

Certains éléments ou paramètres (de nature biologique, physico-chimique...) ne sont pas pertinents pour évaluer l'état de certains types de masses d'eau. Dans ce cas, ces éléments ou paramètres ne font pas l'objet de collecte de données et ne sont pas considérés pour l'évaluation de l'état des sites et masses d'eau concernés. C'est le cas, par exemple, des estuaires turbides où l'élément phytoplancton n'est pas considéré comme pertinent. Les cas concernés sont explicités en annexe 1 de l'arrêté « surveillance » du 7 août 2015 modifié, relative à la **pertinence des éléments de qualité** de l'état écologique par type de masse d'eau de surface et rappelés en Annexe 2.

Par ailleurs, certains éléments ou paramètres physico-chimiques sont à adapter aux cas de certains types de milieux particuliers : ce sont des **exceptions typologiques**.

Certains éléments ou paramètres, ou certaines valeurs-seuils, peuvent s'avérer non pertinents localement, sur certains sites ou certaines masses d'eau, car la valeur de ces éléments ou paramètres sont naturellement influencées localement sans cause anthropique. Dans ce cas, on pourra ne pas considérer cet élément ou paramètre pour l'évaluation de cette ou de ces masse(s) d'eau, ou en ajuster les valeurs-seuils. Ces **exceptions locales** devront être dûment justifiées par un **argumentaire scientifique et technique** montrant la cause naturelle et l'absence d'influence anthropique sur cet élément ou paramètre.

La liste complète des cas relevant de ces exceptions typologiques ou locales, les justifications techniques correspondantes, ainsi que leur actualisation éventuelle, sont **établies et validées par le secrétariat technique de bassin (STB)**. Ces exceptions sont applicables à l'échelle de la masse d'eau et à celle de la station.

2.2.7 Cas où les limites de classes ne sont pas établies

Lorsque des valeurs numériques de limites de classes ne sont pas encore établies pour un élément de qualité de l'état écologique pour un type de masse d'eau donnée, il est recommandé de mobiliser l'expertise locale et les autres paramètres explicatifs (courantologie locale, temps de résidence...) ou pressions permettant de caractériser l'état.

2.3 Règles d'agrégation

2.3.1 Principes généraux d'agrégation spatiale au sein d'une même masse d'eau

Généralement, lorsqu'une masse d'eau est munie de plusieurs sites de suivi représentatifs de l'état de la masse d'eau, la classe d'état écologique de la masse d'eau est déterminée par la classe d'état la plus basse de ces sites.

Il existe des règles d'agrégation différentes pour quelques éléments de qualité et certains types de masses d'eau :

2.3.1.1 Façade Atlantique – Mer du Nord

Indicateur	Agrégation spatiale pour un diagnostic	Agrégation temporelle pour un diagnostic	Agrégation temporelle entre diagnostics
<i>MEC et MET – Phytoplancton</i>	Une seule valeur par ME/année/mois (max). Agrégation effectuée avant les calculs de l'EQR.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois, sur 6 ans. Agrégation effectuée avant les calculs de l'EQR.	Sans objet ¹
<i>MEC – Invertébrés benthiques</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic (tout les 3 ans).	Diagnostic le plus récent utilisé.
<i>MEC et MET – Macroalgues intertidales</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic (tout les 3 ans).	Moyenne des 2 diagnostics.
<i>MEC – Macroalgues subtidales</i>	Dans les cas où plusieurs sites sont dans la même masse d'eau, calcul de l'EQR moyen de ces derniers pour qualifier la masse d'eau.	Diagnostic calculé sur les données des 6 dernières années (moyenne glissante).	Sans objet ¹
<i>MEC et MET – Angiospermes</i>	Moyenne des EQR des métriques (composition, densité et extension) par station. Moyenne des 3 EQR pour avoir l'EQR indicateur sur la masse d'eau. Agrégation effectuée avant les calculs de l'EQR global.	Moyenne des EQR des métriques (composition, densité et extension) par station. Moyenne de ces 3 EQR pour avoir l'EQR indicateur sur la masse d'eau. Agrégation effectuée avant les calculs de l'EQR global.	Moyenne des diagnostics.
<i>MEC et MET – Nutriments</i>	Une valeur par station évaluée par mois (St/Année/Mois) : le max, puis une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : la valeur avec le plus de salinité.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois, sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC et MET – Oxygène</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le min.	Percentile 10 calculé à partir des valeurs min de chaque mois, sur 6 ans	Sans objet ¹
<i>MEC – Température</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Pourcentage de valeurs hors enveloppe de référence sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC – Transparence</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois.	Sans objet ¹
<i>MEC et MET – Blooms de Macroalgues</i>	La somme des dépôts digitalisés effectuée par masse d'eau et par mois sont utilisées pour le calcul des différentes métriques.	Pour les métriques de pourcentages : la moyenne des valeurs annuelles. Pour les métriques de fréquence : nombre de fois où la surface des dépôts d'algues vertes (ha équi 100) est représentative d'un état écologique moyen (surface > 1.5 % de l'aire potentiellement colonisable) divisé par le nombre total d'inventaires effectués. Pour les métriques de surface : somme des aires brutes des dépôts algaux.	Diagnostic le plus récent utilisé (Le diagnostic annuel est fourni sur la base d'une moyenne glissante des résultats obtenus sur une période de 6 ans).
<i>MET – Poissons</i>	Sans objet : résultats directement regroupés à l'échelle de la masse d'eau.	Moyenne des notes ELFI obtenues annuellement sur une période de 3 ans.	Diagnostic le plus récent utilisé.

¹ Un seul diagnostic par période de 6 ans.

2.3.1.2 Façade Méditerranée

Indicateur	Agrégation spatiale pour un diagnostic	Agrégation temporelle pour un diagnostic	Agrégation temporelle entre diagnostics
<i>Lagunes – Nutriments</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : la moyenne.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois, sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>Lagunes – Macrophytes</i>	Valeurs des moyennes arithmétiques des métriques (RT, RR et RS) sur l'ensemble des stations.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic.	Diagnostic le plus récent utilisé.
<i>Lagunes – Phytoplancton</i>	Données de chaque paramètre agrégées en prenant chaque mois moyenne des valeurs acquises sur les différentes stations de la masse d'eau.	Si plusieurs valeurs pour même station par mois, sélection d'une seule valeur par paramètre/lieu/année/mois (la première du mois).	Sans objet ¹
<i>MEC – Nutriments</i>	Une valeur par station évaluée par mois (St/Année/Mois) : le max, puis une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : la valeur avec le plus de salinité.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois, sur 6 ans.	Un seul diagnostic par période de 6 ans.
<i>MEC – Angiospermes</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic.	Si les diagnostics restent dans la même couleur : faire la moyenne. Si la couleur change, prendre le plus déclassant et/ou consulter expert.
<i>MEC – Macroalgues</i>	Sans objet	Sans objet : un seul suivi par diagnostic.	Sans objet ¹
<i>MEC – Phytoplancton</i>	Sélection d'une seule valeur par ME/année/mois (max).	Si plusieurs valeurs pour même station par mois, sélection d'une seule valeur par paramètre/lieu/année/mois (la première du mois). Indicateur : percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois, sur une période de 6 années.	Sans objet ¹
<i>MEC et MET – Invertébrés benthiques</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic (tout les 3 ans).	Diagnostic le plus récent utilisé.
<i>MEC – Oxygène</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le min.	Percentile 10 calculé à partir des valeurs min de chaque mois, sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC – Température</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Pourcentage de valeurs hors enveloppe de référence sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC – Transparence</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes de chaque mois.	Sans objet ¹

1 Un seul diagnostic par période de 6 ans.

2.3.1.3 Départements d'Outre-mer

Indicateur	Agrégation spatiale pour un diagnostic	Agrégation temporelle pour un diagnostic	Agrégation temporelle entre diagnostics
<i>MEC- La Réunion – Phytoplancton</i>	Sélection d'une seule valeur par ME/année/mois (max).	Percentile 90 de toutes les mesures de chlorophylle a effectuées sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC- La Réunion – Invertébrés benthiques de substrat meuble</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic (tout les 3 ans).	Diagnostic le plus récent utilisé.
<i>MEC – La Réunion – Communautés coralliennes</i>	Moyenne des EQR des stations donne l'EQR de la masse d'eau.	Sans objet : un seul suivi par diagnostic (tout les 3 ans).	Diagnostic le plus récent utilisé.
<i>MEC – Antilles – Phytoplancton</i>	Sélection d'une seule valeur par ME/année/mois (max).	Si plusieurs valeurs pour même station par mois, sélection d'une seule valeur par paramètre/lieu/année/mois (la première du mois). Indicateur : percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes obtenues toutes l'année, sur les 6 dernières années.	Sans objet ¹
<i>MEC – Antilles – Communautés coralliennes</i>	Sélection d'une seule valeur par ME/année/mois (max).	Moyenne des indices sur 6 ans. L'indice calculé pour chaque transect (soit 6 répliqués par an) puis la moyenne des répliqués est réalisée pour l'ensemble des années (suivi annuel).	Sans objet ¹
<i>MEC – Oxygène</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le min.	Percentile 10 calculé à partir des valeurs min par mois disponibles, sur 6 ans.	Sans objet ¹
<i>MEC- Transparence</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Percentile 90 calculé à partir des valeurs moyennes par mois disponibles.	Sans objet ¹
<i>MEC – Température</i>	Une valeur par ME évaluée par mois (ME/Année/Mois) : le max.	Pourcentage de valeurs hors enveloppe de référence sur 6 ans.	Sans objet ¹

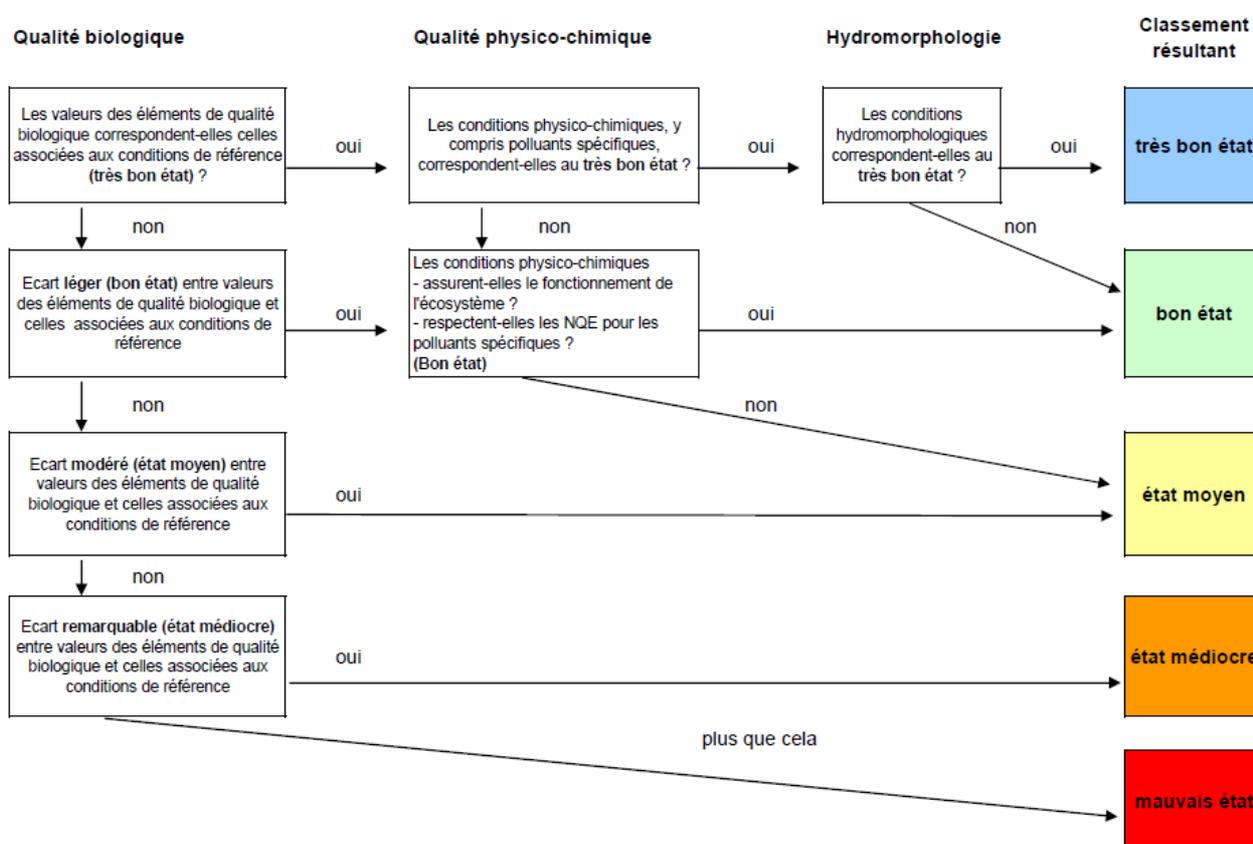
¹ Un seul diagnostic par période de 6 ans.

2.3.2 Principes généraux d'agrégation des différents éléments de qualité dans la classification de l'état écologique

Selon les termes de la DCE, lorsque les valeurs-seuils des différents éléments sont établies conformément aux prescriptions de la DCE, la règle d'agrégation qui s'impose est celle du **principe de l'élément le plus déclassant, au niveau de l'élément de qualité**.

Le rôle des différents éléments de qualité (biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques) dans la classification de l'état écologique est différent pour la classification en état écologique très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais.

Le **schéma** suivant¹ indique les **rôles respectifs des éléments de qualité** biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques **dans la classification de l'état écologique**, conformément aux termes de la DCE (définitions normatives de l'annexe V.1.2).



L'attribution d'une classe d'état écologique « **très bon** » ou « **bon** » est déterminée par les valeurs des contrôles des éléments **biologiques**, **physico-chimiques** (paramètres physico-chimiques généraux et substances spécifiques de l'état écologique) sur les éléments de qualité pertinents pour le type de masse d'eau considéré, et **hydromorphologiques** dans le cas où tous les éléments biologiques et physico-chimiques correspondent au très bon état.

Ainsi, en particulier, lorsqu'au moins un élément de qualité biologique est en état moyen, médiocre ou mauvais, les éléments de qualité physico-chimiques n'ont pas d'incidence sur le classement de l'état

¹ Ce schéma est inspiré du document guide « approche générale de la classification de l'état écologique et du potentiel écologique, ECOSTAT, nov. 2003 ».

écologique. Dans ce cas, la classe d'état attribuée est celle de l'**élément de qualité biologique le plus déclassant**.

Règle d'assouplissement :

Pour réduire les erreurs de classement lorsque les valeurs sont proches du seuil entre les états « bon » et « moyen », un élément de qualité physico-chimique général constitué de plusieurs paramètres pourra être classé en état « bon » lorsque les deux conditions suivantes sont réunies :

- tous les éléments de qualité biologiques et les autres éléments de qualité physico-chimiques généraux sont classés dans un état « bon » ou « très bon » ;
- un seul paramètre constitutif de cet élément de qualité est classé dans un état « moyen ».

Dans ce cas, le paramètre physico-chimique déclassant est classé en état « moyen » et l'élément de qualité correspondant est classé en état « bon ».

2.4 Règles d'extrapolation spatiale pour les masses d'eau non suivies

Les principes généraux sont à décliner par bassin, au regard de leurs spécificités (qu'il s'agisse du contexte géographique, des usages, etc) mais aussi des outils développés localement.

2.4.1 Évaluation de l'état écologique des masses d'eau non suivies à partir des outils de modélisation

Une évaluation de l'état écologique pour certains éléments de qualité biologiques peut être faite sur la base des informations issues de la modélisation (exemple : modélisation biogéochimique).

2.4.2 Évaluation de l'état écologique des masses d'eau non suivies à partir de données « pressions »

L'extrapolation pourra se faire au niveau de la masse d'eau ou, le cas échéant, si des données détaillées sont disponibles, au niveau des éléments de qualité biologiques ou indicateurs.

2.4.2.1 Au niveau des indicateurs de pression

La relation pression-état étant établie pour les masses d'eau suivies de même type que la masse d'eau à évaluer, l'extrapolation pourra se faire à partir des pressions connues.

Pour suivre cette démarche, les pressions doivent être caractérisées selon la typologie suivante correspondant à leur nature ou leur origine :

1. Pressions relatives aux apports de nutriments et aux autres polluants :

- pollutions directes et chroniques (sources urbaines, industrielles, plaisance) ou ponctuelles (sédiments contaminés issues du clapage, rejets illicites) dont apports fluviaux ;
- pollutions diffuses (agricoles (nutriments et pesticides), retombées atmosphériques, etc.).

2. Pressions hydromorphologiques :

- Modification de la morphologie et des paramètres physiques du fond (pertes et dommages physiques) provoquée notamment par les activités suivantes : conchyliculture, construction anthropiques permanentes empiétant sur le Domaine Public Maritime, rechargement des plages, mouillages, pêche à pied récréative, pêches aux arts traïnants aquacultures, récifs artificiels et épaves, extraction des granulats, dragage portuaire, clapage...

- Modification des paramètres physiques de la colonne d'eau (température, salinité, transparence, oxygène) provoquée notamment par des modifications des apports en eaux douces, des apports d'eau chaude dans le milieu, des activités générant la remise en suspension de sédiments...

3. Pressions par l'extraction d'espèces (pêche aux arts traïnants, pêche à pied)

4. Pressions par les espèces non indigènes (cultures marines, transports maritimes, etc)

À noter qu'une même activité peut être source de plusieurs types de pressions

Afin d'estimer si ces pressions sont de nature à avoir un impact sur l'indicateur que l'on évalue, il s'agira de définir le niveau d'impact (intensité et emprise spatiale et/ou temporelle de la pression):

- sur la base de l'intensité des pressions évaluées ;
- sur la base du dire d'experts et de l'expérience du rapportage 2016 ;
- sur la base d'un modèle déterministe ;
- sur la base d'un modèle statistique.

Seuls les impacts significatifs seront à prendre en compte.

Un état écologique « très bon » ou « bon » peut être attribué à un indicateur à la condition qu'aucune pression ne soit susceptible d'avoir un impact sur cet indicateur.

Un état écologique « médiocre » ou « mauvais » sera attribué à un indicateur lorsque:

- tous ou presque tous les types de pressions possibles ont un impact significatif ;
- au moins une pression identifiée a un impact fort sur l'indicateur.

Un état écologique « moyen » sera attribué dans les autres cas.

Cette règle pourra être adaptée au contexte local le cas échéant, sur la base du dire d'experts.

2.4.2.2 *Au niveau de la masse d'eau*

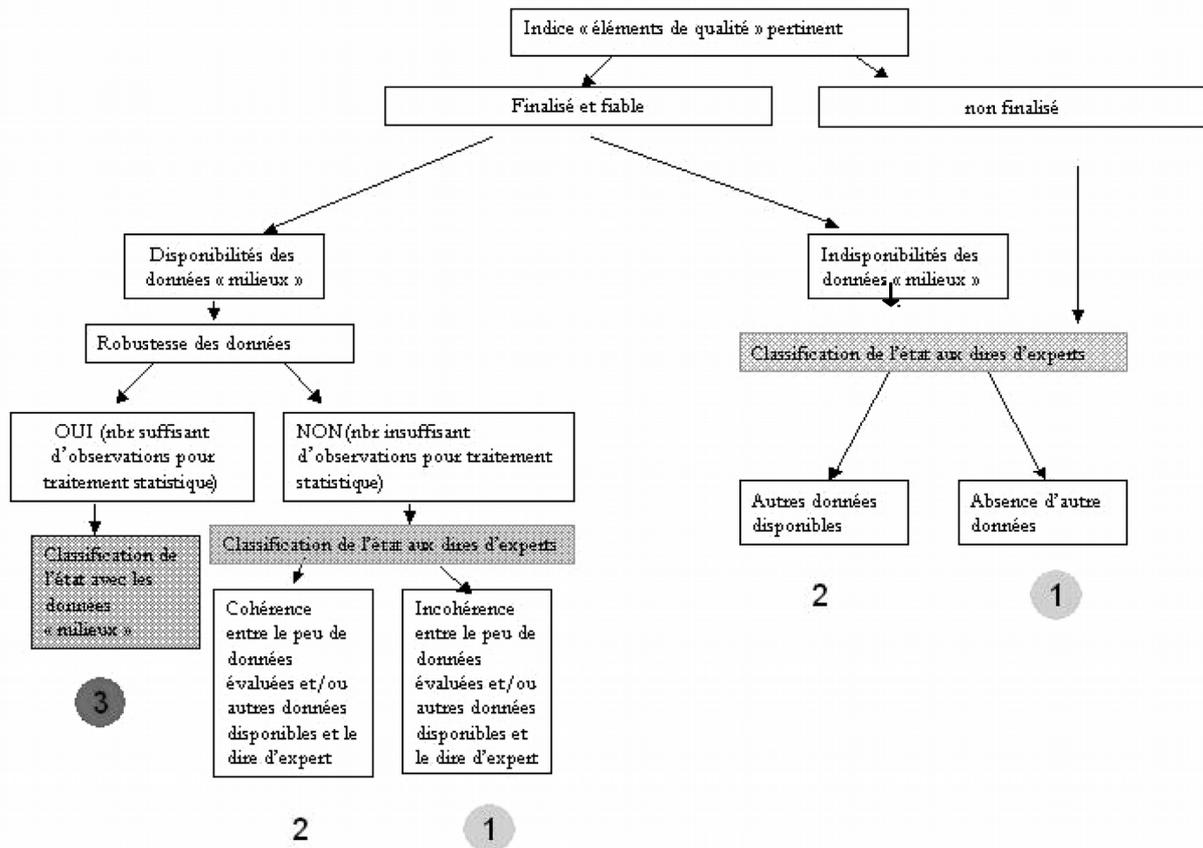
Dans le cas d'un groupe homogène de masses d'eau présentant un contexte similaire du point de vue de la typologie des milieux et des pressions, l'état de la masse d'eau peut être estimé par rapprochement à des masses d'eau évaluées à partir des données de suivi.

Dans le cas des masses d'eaux de transition de type estuaire, l'extrapolation spatiale pourra s'appuyer sur l'information de l'état des masses d'eaux environnantes et des pressions s'exerçant sur ces masses d'eau. Plus particulièrement, on notera que cette extrapolation pourra se faire sur la base des informations de la masse d'eau « cours d'eau » située en amont de la masse d'eau.

NB : La base de données « Pressions littorales », réalisée en 2013 par l'Ifremer et l'Onema et utilisée en particulier pour l'intercalibration, est en cours de mise à jour et sera disponible en 2018. Cette base de données tend vers une harmonisation avec les pressions considérées pour la DCSMM.

2.5 Attribution d'un niveau de confiance

Le niveau de confiance est déterminé globalement pour l'état écologique attribué à une masse d'eau littorale, tous éléments de qualité confondus et non, élément de qualité par élément de qualité. Trois niveaux de confiance sont possibles : 3 (élevé), 2 (moyen) 1 (faible).



Pour les masses d'eau non suivies, l'indice de confiance à attribuer est généralement faible.

2.6 Cas des Masses d'Eau Fortement Modifiées (MEFM)

Les éléments de qualité applicables aux masses d'eau de surface artificielles et fortement modifiées sont ceux qui sont applicables à la masse d'eau qui ressemble le plus à la MEFM.

3 Règles d'évaluation de l'état chimique

3.1 Données mobilisables

Pour pouvoir attribuer un état chimique à chacune des masses d'eau, il s'avère indispensable de s'appuyer sur l'ensemble des informations adéquates disponibles. En priorité, on utilisera les données sur les paramètres définissant l'état chimique acquises à partir des réseaux établis dans le cadre de l'application de la DCE (réseau de contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, réseau de référence). Peuvent être mobilisées aussi les données issues d'autres réseaux, dès lors que les sites de suivi sont représentatifs de l'état d'une masse d'eau et que les protocoles de prélèvement et d'analyse sont conformes à ceux prescrits dans le cadre des réseaux DCE (préconisations de l'arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement). Les chroniques de données à utiliser pour l'état des lieux 2019 sont les suivantes :

- moyenne des 3 années de suivi les plus récentes pour le calcul de l'état (ex. de 2014 à 2016) ;
- moyenne des années précédentes (2013, 2012, 2011) pour suivre l'évolution par rapport à l'évaluation antérieure.

3.2 Consignes nationales d'évaluation de l'état chimique

3.2.1 Métropole

Substances hydrophobes :

Pour les substances hydrophobes, la matrice biote est retenue en priorité (cf. la Directive 2013/39/UE¹). Ainsi, l'État des Lieux 2019 utilisera les valeurs seuils suivants, par ordre de priorité :

- 1) les NQE biote existantes (Directive 2013/39/UE dite « Substances ») ;
- 2) les résultats du GT biote : Valeurs Guides Environnementales (VGE) proposées par l'Ifremer pour les mollusques bivalves ;
- 3) les seuils OSPAR et Barcelone pour établir l'état chimique à dire d'expert si les deux consignes précédentes ne peuvent pas être utilisées.

Les travaux sur les VGE mollusques étant en cours, tous les résultats ne seront pas disponibles début 2018 pour réaliser l'État des Lieux 2019. En revanche, ces résultats seront disponibles en 2019 et pourront être utilisés pour calculer l'état des masses d'eau dans les SDAGE 2021-2027.

Lorsque des campagnes sur la matrice « poisson » ont été réalisées et sont représentatives de l'état de la masse d'eau, celles-ci doivent être utilisées.

Substances hydrophiles :

Comme stipule la Directive 2013/39/UE, il est préconisé d'utiliser les données des substances dans la matrice « eau » lorsque celles-ci sont disponibles. Toutefois, les résultats des campagnes du cycle précédent ne montrent pas de dépassement des normes européennes ou ne permettent pas de statuer sur l'état chimique à partir des mesures dans l'eau pour deux raisons :

- soit les concentrations des substances sont inférieures aux normes avec les limites de quantifications en accord avec la Directive QAQC ;
- soit les méthodes analytiques actuelles ne permettent pas d'atteindre les limites de quantifications compatibles avec la Directive QAQC, à des coûts raisonnables.

1 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:226:0001:0017:FR:PDF>

Ainsi, pour les eaux littorales, cette matrice est, à l'heure actuelle, considérée comme non pertinente.

Méthodes complémentaires :

- Échantillonneurs passifs : les travaux exploratoires sur les échantillonneurs intégratifs ou passifs ont donné des résultats exploitables, cependant cette méthodologie n'est pas, à l'heure actuelle, validée par la Commission Européenne. Des travaux d'Aquaref sur les échantillonneurs passifs vs matrice « eau » et « biote » ainsi que sur les effets biologiques sont en cours.
- Matrice « sédiment » : bien que les questions de normalisation ne soient pas encore résolues pour l'interprétation des résultats, la matrice sédiment peut être utilisée pour l'évaluation des tendances ou pour compléter l'expertise sur l'état chimique des masses d'eau. Un guide technique regroupe les recommandations techniques d'Aquaref¹ pour la réalisation des opérations d'échantillonnage dans les programmes de surveillance chimique liés à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en milieu littoral.

L'évaluation de l'état chimique pour les substances se fera à dire d'expert sur la base de toutes données de surveillance disponibles et jugées pertinentes (matrice eau, sédiment, échantillonneurs passifs, etc).

Eaux territoriales :

La DCE impose une surveillance chimique dans les eaux territoriales (jusqu'au 12 milles marins). Comme précisé en début de chapitre, les données issues de réseaux non DCE peuvent être utilisées, notamment les données des niveaux de contamination chimique issues du Descripteur 8 DCSMM.

Un Tableau de synthèse des substances à évaluer pour l'État des Lieux 2019 figure en Annexe 7.

3.2.2 DOM

Le suivi, tel que préconisé par l'arrêté surveillance, est difficile à mettre en œuvre dans les départements d'outre-mer (suivi sur les matrices biote, sédiment et eau) puisqu'il n'intègre pas les spécificités des DOM. Un travail pour compléter la stratégie nationale de suivi sur biote et l'étendre aux DOM a été entamé par la DEB et l'AFB et se poursuivra au cours du cycle.

Il est donc préconisé pour l'État des Lieux 2019 de s'appuyer sur les surveillances réalisées par échantillonneurs passifs afin de déterminer à dire d'expert l'état chimique des eaux littorales en utilisant les résultats de la dernière campagne de surveillance.

Pour l'état des lieux 2019, la Réunion s'appuiera sur les échantillonneurs passifs et sur le biote. Cependant, ce dernier ne sera peut-être plus suivi à l'avenir pour des raisons de faisabilité et de pressions sur le gisement de modioles de la Réunion.

3.3 Attribution d'un état chimique à l'échelle d'une Masse d'Eau

Masses d'eau disposant d'une ou plusieurs stations répondant aux critères énoncés au 3.1

Pour les masses d'eau disposant de plusieurs sites d'évaluation représentatifs de l'état de la masse d'eau, l'état chimique de la masse d'eau correspond à l'état chimique de la station la plus déclassante.

1 http://www.aquaref.fr/system/files/Guide_Echantillonnage_Milieu_Marin_vf_2015_0.pdf

Masses d'eau ne disposant pas de stations répondant aux critères énoncés au 3.1

Pour les masses d'eau ne disposant pas de stations représentatives de la masse d'eau sur lesquelles les méthodes de suivi répondent aux préconisations de l'arrêté du 7 août 2015 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, il sera fait appel à l'ensemble des informations disponibles ou modélisables. On pourra par exemple procéder par analogie (regroupement par masses d'eau cohérentes), par modélisation des pressions ou encore s'appuyer sur du dire d'expert.

3.4 Attribution du niveau de confiance de l'état chimique

Le niveau de confiance attribué à l'état d'une masse d'eau est déterminé dans le tableau ci-dessous :

INFORMATION DISPONIBLE SUR LA MASSE D'EAU :		Niveau de confiance associé :	
Masse d'eau suivie directement	La station est en mauvais état	élevé	
	La station est en bon état	Et on peut se prononcer sur le bon état d'au moins 80 % des 53 polluants incluant le Benzo(a)pyrène, le fluoranthène et le DEHP	élevé
		Et on peut se prononcer sur le bon état de 50 à 80 % des 53 polluants incluant le Benzo(a)pyrène, le fluoranthène et le DEHP	moyen
		Et on ne peut pas se prononcer au bon état d'au moins 50 % des polluants	faible
Et on ne peut pas se prononcer pour l'un au moins des polluants Benzo(a)pyrène, le fluoranthène et le DEHP			
Masse d'eau non suivie directement	Il est avéré qu'il n'y a pas de pressions anthropiques, la station est considérée en bon état	moyen	
	Des méthodes de modélisation de l'état peuvent être utilisées (par regroupement de masses d'eau, modélisation des pressions...)	faible	
	Aucune information n'est disponible (la modélisation n'est pas possible, la masse d'eau ne peut pas être groupée à des masses d'eau similaires pour lesquelles on dispose de l'information)	Information insuffisante pour attribuer un état	

Pour les eaux littorales, le nombre de polluants pouvant être évalués étant relativement faible (substances hydrophobes ayant une Valeur Guide Environnementale ou une NQE biote), l'indice de confiance sera faible ou moyen.

4 ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHE INDICATEURS.....	50
ANNEXE 2 : PERTINENCE DES ÉLÉMENTS DE QUALITÉ PAR BASSIN :.....	244
ANNEXE 3 : LISTE DES RÉSEAUX NATIONAUX OU RÉGIONAUX COMPLÉMENTAIRES AU RCS.....	251
ANNEXE 4 : RÉCAPITULATIF DES DONNÉES BANCARISÉES PAR DISTRICT HYDROGRAPHIQUE, DEPUIS 2007.....	252
ANNEXE 5 : FRÉQUENCES DE SUIVI PRÉCONISÉES POUR LE RÉSEAU DE CONTRÔLE DE SURVEILLANCE (RCS) (ARRÊTÉ SURVEILLANCE DU 7 AOÛT 2015 MODIFIÉ).....	267
ANNEXE 6 : ÉLÉMENTS RELATIFS AUX ZONES PROTÉGÉES.....	272
ANNEXE 7 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SUBSTANCES HYDROPHOBES À SURVEILLER ET À ÉVALUER (MÉTROPOLE) POUR L'ÉTAT DES LIEUX 2019.....	274

Annexe 1 : Fiche Indicateurs¹

Le présent guide contient des éléments relatifs aux pressions-impacts complémentaires au cadrage formulé dans le guide pour la mise à jour des états des lieux. Il s'agit notamment d'éléments relatifs à la relation pression-état développé en quatrième partie du présent guide et dans les fiches indicateurs en Annexe. Ces derniers pourront être utilisés pour l'analyse des incidences prévue dans le guide de mise à jour des états des lieux.

Fiches indicateurs renseignées :

ANNEXE 1 : FICHE INDICATEURS.....	50
<u>4.1 PARAMÈTRES DE SOUTIEN (PHYSICO-CHIMIE).....</u>	<u>52</u>
4.1.1 <i>France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Nutriments.....</i>	52
4.1.2 <i>Lagunes oligo- et méso-halines méditerranéennes – Nutriments (proposition).....</i>	60
4.1.3 <i>France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Oxygène dissous.....</i>	65
4.1.4 <i>France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Température.....</i>	72
4.1.5 <i>France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Transparence.....</i>	79
<u>4.2 FAÇADE ATLANTIQUE – MER DU NORD.....</u>	<u>86</u>
4.2.1 <i>Masses d'eau côtières et de transition – Phytoplancton.....</i>	86
4.2.2 <i>Masses d'eau côtières et de transition – Angiospermes.....</i>	98
4.2.3 <i>Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 1.....</i>	105
4.2.4 <i>Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 3.....</i>	109
4.2.5 <i>Masses d'eau côtières – Blooms de macroalgues de type 2.....</i>	113
4.2.6 <i>Masses d'eau côtières – Macroalgues subtidales.....</i>	116
4.2.7 <i>Masses d'eau côtières – Macroalgues intertidales.....</i>	121
4.2.8 <i>Masses d'eau de transition – Macroalgues intertidales.....</i>	127
4.2.9 <i>Masses d'eau côtières – Invertébrés benthiques.....</i>	130
4.2.10 <i>Masses d'eau de transition – Poissons.....</i>	137
<u>4.3 FAÇADE MÉDITERRANÉE.....</u>	<u>148</u>
4.3.1 <i>Masses d'eau côtières et de type Delta – Phytoplancton.....</i>	148
4.3.2 <i>Masses d'eau côtières – Angiospermes.....</i>	157
4.3.3 <i>Masses d'eau côtières – Invertébrés benthiques.....</i>	162
4.3.4 <i>Masses d'eau côtières – Macroalgues.....</i>	166
4.3.5 <i>Lagunes poly-euhalines – Phytoplancton.....</i>	173
4.3.6 <i>Lagunes poly-euhalines – Invertébrés benthiques.....</i>	179
4.3.7 <i>Lagunes poly-euhalines – Macrophytes.....</i>	186
4.3.8 <i>Lagunes oligohalines et mesohalines – Phytoplancton (proposition).....</i>	195
4.3.9 <i>Lagunes oligohalines et mesohalines – Macrophytes (proposition).....</i>	201
<u>4.4 ANTILLES.....</u>	<u>208</u>
4.4.1 <i>Masses d'eaux côtières – Phytoplancton.....</i>	208
4.4.2 <i>Masses d'eaux côtières – Benthos de substrats durs.....</i>	212
4.4.3 <i>Autres travaux.....</i>	217

¹ Le contenu des fiches correspond aux éléments et à la bibliographie qui ont permis de développer l'indicateur et de proposer les grilles d'évaluation.

<u>4.5 LA RÉUNION.....</u>	<u>218</u>
4.5.1 <i>Masses d'eau côtières – Phytoplancton.....</i>	218
4.5.2 <i>Masses d'eau côtières – Invertébrés de substrats meubles.....</i>	222
4.5.3 <i>Masses d'eau côtières – Benthos de substrats durs.....</i>	227
<u>4.6 MAYOTTE.....</u>	<u>234</u>
4.6.1 <i>Phytoplancton.....</i>	234
4.6.2 <i>Autres travaux.....</i>	238
<u>4.7 GUYANE.....</u>	<u>239</u>
4.7.1 <i>Masses d'eaux côtières – Phytoplancton.....</i>	239
4.7.2 <i>Autre travaux.....</i>	243

4.1 Paramètres de soutien (Physico-chimie)

4.1.1 France métropolitaine et Départements d'Outre-mer – Nutriments

Ifremer

**FRANCE
MÉTROPOLITAINE ET
DOMS**

Toutes masses d'eau



INDICATEUR NUTRIMENTS (Azote et Phosphore)

Anne Daniel¹, Valérie Derolez², Dominique Soudant³

¹ Ifremer, Laboratoire d'Écologie 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 dûs 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.

Dans les masses d'eau côtières et les estuaires, l'azote est considéré comme facteur limitant et a donc été développé en priorité. Le phosphore et le silicate sont également conseillés mais leur évolution dans le milieu, complexe, n'a pas encore permis de mettre au point un indicateur pour mesurer ces paramètres.

Éléments de qualité physico-chimiques (selon l'Annexe V de la DCE)

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

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.

Fréquence de suivi

Le suivi nutriment est réalisé :

- tous les ans, une fois par mois de novembre à février en Manche Atlantique car étant la période la plus représentative des apports en nutriments par les bassins versant ;
- tous les ans, une fois par mois de juin à août en MET en Méditerranée car étant la période où le risque d'anoxie est le plus important ;
- une année par plan de gestion, tous les mois en MEC en Méditerranée ;
- tous les ans, tous les trimestres dans les Antilles ;

- tous les ans, tous les 2 mois à la Réunion ;
- tous les ans, tous les trimestres en Guyane.

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

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
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 profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
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	2
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

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRGC39	Golfe du Morbihan	C12 – Côte vaseuse abritée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
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	1
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'Ile 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	Étang de Salses-Leucate	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRDT03	Étang de La Palme	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRDT04	Étang de Bages-Sigean	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRDT05a	Complexe du Narbonnais Ayrolle	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRDT05b	Complexe du Narbonnais Campagnol	T10 – Lagunes méditerranéennes	5
FRDT06a	Complexe du Narbonnais Gruissan	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRDT08	Vendres	T10 – Lagunes méditerranéennes	4
FRDT09	Étang du Grand Bagnas	T10 – Lagunes méditerranéennes	4
FRDT10	Étang de Thau	T10 – Lagunes méditerranéennes	2

FRDT11a	Étang de l'Or	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRDT11b	Étangs Palavasiens Est	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRDT11c	Étangs Palavasiens Ouest	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRDT12	Étang du Ponant	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRDT13e	Petite Camargue Murette	T10 – Lagunes méditerranéennes	4
FRDT13h	Petite Camargue Scamandre/Charnier	T10 – Lagunes méditerranéennes	11
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	Étang de Berre Grand Etang	T10 – Lagunes méditerranéennes	5
FRDT15b	Étang de Berre Vaine	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRDT15c	Étang de Berre Bolmon	T10 – Lagunes méditerranéennes	3
FRET01	Étang de Biguglia	T10 – Lagunes méditerranéennes	2
FRET02	Étang de Diana	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRET03	Étang d'Urbino	T10 – Lagunes méditerranéennes	1
FRET04	Étang 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

Les données subissent une série de filtres de qualification et de tri des données avant calcul de l'indicateur. 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	Classe
< 20	Très Bon
]20 – 29] ou si >29 et si EQR biomasse > « bon état »	Bon
si ≥ 29 ou si]20 – 29] et si EQR biomasse < « bon état »	Inférieur à Bon

Seuils utilisés en 2017 MEC et MET Manche-Atlantique 1/26a	Classe
< 20	Très Bon
]20 – 33] ou si >33 et si EQR biomasse > « bon état »	Bon
si ≥ 33 ou si]20 – 33] et si EQR biomasse < « bon état »	Inférieur à Bon

France métropolitaine – Lagunes Méditerranéennes

Lagunes poly-euhalines

Azote Inorganique Dissous ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines

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

Seuils utilisés en 2017	Classe
≤ 2	Très Bon
]2 – 6]	Bon
> 6	Inférieur à Bon

Azote Total ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines

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

Seuils utilisés en 2017	Classe
≤ 50	Très Bon
]50 – 75]	Bon
> 75	Inférieur à Bon

Phosphate ($\mu\text{mol/L}$) – Lagunes poly-euhalines

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

Seuils utilisés en 2017	Classe
$\leq 0,3$	Très Bon
]0,3 – 1]	Bon
> 1	Inférieur à Bon

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

Seuils utilisés en 2017	Classe
≤ 2	Très Bon
]2 – 3]	Bon
> 3	Inférieur à Bon

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 DOM en raison de la faiblesse des apports terrigènes et du 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 – Masses d'eau côtières

À 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 bibliographiques

- 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.
- Sanchez A., Grillas P., Derolez V., Bec B. & Giraud A., 2017. Adaptation des grilles DCE de qualité nutriments, du phytoplancton (abondance et biomasse) et des macrophytes, pour les lagunes oligo et mésohalines. Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/Agence de l'Eau RM, 65p.
- Telesh I., Schubert H. & Skarlato S., 2013. Life in the salinity gradient: discovering mechanisms behind a new biodiversity pattern. Estuarine, Coastal and Shelf Science 135: 317-327.
- Witkowski F. Andral B. X Derolez V., Tomasino C.(2016). « Campagne de surveillance 2015 (DCE et DCMM) en Méditerranée française - Districts « RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS » ET « CORSE » ». Rapport Ifremer, 221p.

4.1.2 Lagunes oligo- et méso-halines méditerranéennes – Nutriments (proposition)

Cette fiche est une proposition de méthode de suivi des nutriments dans les lagunes oligo et mésohalines, actuellement en place sur ces milieux.



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

FAÇADE MÉDITERRANÉE

Lagunes oligo- et méso- halines



INDICATEUR NUTRIMENTS (Azote et Phosphore)

Patrick Grillas¹, Ana Elena Sanchez¹, Marie-Claude Ximénès⁴, Valérie Derolez³, Anaïs Giraud²

¹ Tour du Valat, Arles

² Agence de l'Eau, Montpellier

³ Ifremer (UMR MARBEC), Sète

⁴ ONEMA, Vincennes

Résumé

Les lagunes sont à l'interface entre les eaux continentales et les eaux marines. Les lagunes oligo et mésohalines sont relativement plus riches en eaux douces continentales que les lagunes eu et polyhalines. Les concentrations en nutriments correspondant aux seuils de qualité des eaux douces sont supérieures à celles des eaux marines et lagunaires justifiant une adaptation des seuils pour les lagunes peu salées.

Des seuils pour les formes de l'azote et du phosphore ont été recherchées pour les lagunes oligo et mésohalines en s'appuyant sur leurs relations avec la biomasse de chlorophylle-a et la métrique EQR_{PHY}. Seules les formes totales de l'azote et du phosphore ont montré des relations significatives. Les seuils proposés pour le phosphore total sont intermédiaires entre ceux utilisés pour les eaux douces et les lagunes eu – et polyhalines (l'azote total n'est pas retenu dans les eaux douces).

Les concentrations de NT et PT ne montrent pas de relation significative avec des variables de pression. Un indicateur de pression satisfaisant reste à construire. Des lacunes importantes dans la compréhension des flux de nutriments dans les lagunes peu salée et dans la structuration entre les compartiments phytoplancton et macrophytes, limitent actuellement la capacité à consolider les indicateurs d'état écologique.

Éléments de qualité physico-chimiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les nutriments sont retenus comme paramètres physico-chimiques de soutien pour la classification de l'état écologique des masses d'eaux superficielles.

Historique

L'une des principales perturbations d'origine anthropique pesant sur les masses d'eau de transition est l'eutrophisation. De 2000 à 2013, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) a permis d'évaluer l'état vis-à-vis de

l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon, notamment au travers du diagnostic des nutriments (Ifremer *et al.*, 2000 ; Baehr *et al.*, 2013). Les méthodes et grilles d'évaluation élaborées dans le cadre du RSL ont servi de base à la création et à l'application des 2006 des outils de diagnostic des lagunes méditerranéennes répondant aux exigences de la DCE (Andral et Derolez, 2007, Andral et Orsoni, 2007, Andral *et al.*, 2010, Sargian *et al.*, 2013a et b).

Jusqu'à présent les paramètres suivis étaient identiques pour toutes les lagunes méditerranéennes (l'azote total, l'azote minéral dissous, le phosphore total et le phosphore dissous (Derolez *et al.* 2015, J.O. 28/08/2015). Les travaux sur ces lagunes ont montré que la gamme de salinité oligo à méso-haline (0,5-18) correspond à une transition entre les milieux d'eau douce et les milieux salés qui présentent des concentrations en nutriments différentes ; les seuils de concentration pour le bon état sont sensiblement plus élevés dans les eaux douces que dans les eaux marines et lagunaires (J.O. 28/08/2015). Ces différences de concentration sont associées à des différences d'organisation de tous les compartiments des écosystèmes. La gamme 5-8 a été identifiée comme une zone critique (Khlebovich 1968, Kinne 1971) caractérisée par un minimum de richesse spécifique des organismes grands et benthiques et un maximum de richesse des peuplements des organismes petits et planctoniques (Telesh 2013).

Les travaux précédents sur un indicateur macrophytes pour les lagunes oligo et méso-halines (Grillas & David 2010, Sanchez *et al.* 2014) ont conduit à reconsidérer les seuils de qualité pour le phytoplancton et les nutriments (Sanchez *et al.* 2017).

Typologies

France : deux types sont distingués selon le niveau de salinité (moyenne annuelle), séparant les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Les éléments détaillés ci-dessous concernent uniquement les lagunes oligo- et méso-halines.

Europe : 1 seul type avec exclusion des lagunes oligo-halines (salinité ≤ 5).

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 10 sites correspondant à 8 masses d'eau de transition (3 sites, Crey, Charnier et Scamandre sont regroupées en une seule masse d'eau). Ces données ont été acquises dans le cadre des études menées de 2009 à 2013.

LAGUNE	MASSE D'EAU (nom)	MASSE D'EAU (code)	STATION	LATITUDE	LONGITUDE	OBSERVATIONS				
VENDRES	Vendres	FRDT08	VDR2	43,237820	3,231470	Point RSL benthos				
			VDR6	43,244980	3,229220	Point RSL benthos				
			VDR9	43,259150	3,228600	Point RSL benthos				
			VDR11	43,256714	3,221996	Nouvelle station				
CAMPIGNOL	Complexe du Narbonnais Campagnol	FRDT05b	CAM	43,103670	3,046170	Point RSL eau				
			CAM1	43,101200	3,044100	Point RSL benthos				
			CAM2	43,100300	3,047060	Point RSL benthos				
			CAM3	43,097080	3,043550	Point RSL benthos				
			CAM5	43,096733	3,049025	Nouvelle station (4 dépla				
BAGNAS	Grand Bagnas	FRDT09	BAN1	43,319022	3,515136	Nouvelle station (2 dépla				
			BAN4	43,320930	3,520900	Point RSL benthos				
			BAN5	43,326050	3,516280	Point RSL benthos				
			BAN6	43,328600	3,521450	Point RSL benthos				
MARETTE	Petite Camargue Marette	FRDT13e	MARN	43,563720	4,172530	Point RSL eau				
			MARS	43,556050	4,171970	Point RSL eau				
			MARN2	43,563720	4,176440	Point RSL benthos				
			MARS5	43,556460	4,176210	Point RSL benthos				
BOLMON	Etang de Berre Bolmon	FRDT15c	BOL1	43,40283	5,156891	Station 2010 (11)				
			BOL2	43,41343	5,18016	Point DCE				
			BOL3	43,421031	5,192274	Station 2010 (3)				
GRAND PALUN	Camargue La Palissade	FRDT14c	GP1	43,357289	4,8021	Nouvelle station				
			GP2	43,354926	4,811736	Station 2010				
			GP3	43,350517	4,805436	Station 2010				
			GP4	43,351556	4,810597	Point DCE				
			GP5	43,350321	4,817766	Station 2010				
SCAMANDRE	Petite Camargue Scamandre-Charnier	FRDT13h	SC1	43,632344	4,360225	Nouvelle station				
			SC2	43,614581	4,345892	Nouvelle station				
			SC3	43,622617	4,356317	Station 2010				
			SC4	43,619267	4,368433	Station 2010 (8)				
CHARNIER			CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	43,611283	4,311367	Station 2010 (8)
							CH2	43,625834	4,303242	Nouvelle station
							CH3	43,61875	4,284467	Station 2010
							CH4	43,613433	4,291283	Station 2010 (7)
CREY			CR1	CR2	CR3	CR1	43,624413	4,317987	Nouvelle station	
						CR2	43,632825	4,329127	Nouvelle station	
						CR3	43,63438	4,316049	Nouvelle station	

Les concentrations de nutriments dans l'eau sont mesurées mensuellement en juin, juillet et août avec un prélèvement par station.

Métriques

Paramètre 1. Percentile 90 des données mensuelles de la concentration en azote total mesurées pendant les 6 années du plan de gestion.

Paramètre 2. Percentile 90 des données mensuelles de la concentration en phosphore total mesurées pendant les 6 années du plan de gestion.

Valeurs de références

Les seuils ont été calculés à partir de la régression entre la concentration en azote total et en phosphore total avec la métrique EQR_{PHY} biomasses de chlorophylle-a. Sur cette droite de régression, la fonction de prédiction a été utilisée (Statistica) afin de calculer les valeurs du P90 Ntot et leurs intervalles de confiance ($p=0.95$) pour les valeurs seuils de EQR_{PHY} (0,71 ; 0,35 ; 0,19 ; 0,08) après transformation logarithmique. Ces valeurs ont ensuite été retransformées en valeurs naturelles.

Indicateur et grille de qualité

Paramètre 1. Percentile 90 des données mensuelles de la concentration en azote total

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 70	Très Bon
]70 – 95]	Bon
> 95	Inférieur à Bon

Paramètre 2 : Percentile 90 des données mensuelles de la concentration en phosphore total

Seuils à utiliser pour EdL 2019	Classe
≤ 2,5	Très Bon
]2,5 – 3,5]	Bon
>3,5	Inférieur à Bon

Relation Pressions-État

Le fonctionnement des lagunes oligo-mésohalines est souvent complexe et les bilans d'apports de nutriments par les bassins versants ne sont pas disponibles. Un indicateur de pression satisfaisant reste à construire.

À défaut, les seuils ont été calculés à partir de la régression entre la concentration en azote total et en phosphore total avec la métrique EQR_{PHY} biomasses de chlorophylle-a.

Limites d'application – Commentaires

Les seuils proposés pour le phosphore total sont intermédiaires entre ceux utilisés pour les eaux douces et les lagunes eu – et polyhalines (l'azote total n'est pas retenu dans les eaux douces).

La mesure estivale des concentrations de nutriments alors qu'une fraction variable est mobilisée dans le phytoplancton et les macrophytes rend plus difficile l'interprétation des résultats. Les corrélations entre les concentrations en azote total et phosphore total d'une part avec EQR_{PHY} et avec la biomasse de chlorophylle d'autre part sont significatives, mais ces variables ne sont pas indépendantes. L'utilisation de concentrations des formes dissoutes aurait été préférable pour le critère d'indépendance des variables, mais ces corrélations étaient globalement faibles et non significatives. Le faible nombre de lagunes complique la recherche de variables significatives. Plus globalement, une étude des flux de nutriments dans les lagunes oligo et mésohalines est nécessaire pour mieux comprendre les relations entre le bassin versant et l'état des lagunes.

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V., 2007. Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Rhône et côtiers méditerranéens". RST/DOP/LER-PAC/07-28. 193p.
- Andral B., Gonzalez J-L., Cuet P., Bigot L., Turquet J., Nicet J-B., 2010. Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la directive cadre sur l'eau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00028/13914/>
- Andral B., Orsoni V., 2007. Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Corse". RST/DOP/LER-PAC/07-29. 144p.
- Baehr A., Derolez V., Fiandrino A., Le Fur I., Malet N., Messiaen G., Munaron D., Oheix J., Ouisse V., Roque d'Orbcastel E., Bec B. (2013). Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation RSL. Quatorze années de résultats en Région Languedoc-Roussillon. RST/LER/LR 13-01. 279 p.
- Grillas P. & David T., 2010. Etude pilote pour une évaluation de l'état des macrophytes des lagunes méditerranéennes oligo et méso-halines Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/IFREMER, 64p.

- Ifremer, Créocéan, Université de Montpellier 2 (2000). Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. 236 p. Site web : <http://rsl.cepralmar.org/telecharger.html>
- Khlebovich, V.V., 1968. Some peculiar features of the hydrochemical regime and the fauna of mesohaline waters. *Mar. Biol.* 2: 4-49.
- Kinne, O., 1971. *Marine Ecology*. Wiley Interscience, London.
- Sanchez, A.E. & Grillas, P., 2012. Indicateur Macrophytes dans les Lagunes Oligo et Méso-halines. Onema, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Ifremer et Tour du Valat. 72p.
- Sanchez A.E., Grillas P., 2014. Mise au point d'un indicateur macrophytes DCE compatible pour les lagunes oligo et mesohalines. Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/Agence de l'Eau RM,, 80p.
- Sanchez A., Grillas P., Derolez V., Bec B. & Giraud A., 2017. Adaptation des grilles DCE de qualité nutriments, du phytoplancton (abondance et biomasse) et des macrophytes, pour les lagunes oligo et mésohalines. Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/Agence de l'Eau RM, 65p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013a. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Rhône et côtiers méditerranéens». 132p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00170/28133/>
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013b. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Corse». 109 p.
- Telesh I., Schubert H. & Skarlato S., 2013. Life in the salinity gradient: discovering mechanisms behind a new biodiversity pattern. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 135: 317-327.

Ifremer

**FRANCE
MÉTROPOLITAINE ET
DOMS**

**Toutes masses d'eau sauf
lagunes**



INDICATEUR OXYGÈNE DISSOUS

Anne Daniel¹, Dominique Soudant²

¹ Ifremer, Laboratoire d'Ecologie Pélagique, Brest

² Ifremer, VIGIES, Nantes

Résumé

L'oxygène dissous est un paramètre vital qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. En dessous de certaines concentrations, de nombreuses espèces vivantes meurent. Les concentrations en oxygène dissous dans l'eau de mer dépendent de facteurs physiques (température, salinité, mélange de la masse d'eau), chimiques (oxydation) et biologiques (photosynthèse, respiration). La mesure de l'oxygène dissous est cruciale notamment à la suite d'efflorescences phytoplanctoniques dont la décomposition peut conduire à une anoxie (épuisement en oxygène dissous) du milieu.

Éléments de qualité physico-chimiques (selon l'Annexe V de la DCE)

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,**
- **bilan d'oxygène.**

Historique

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 2009. Aucune intercalibration n'a eu lieu au niveau européen.

Typologies

Il n'y a pas de typologie pour l'indicateur oxygène dissous, toutes les MEC et MET (sauf les lagunes) étant évaluées selon la même grille.

Fréquence de suivi

Le suivi oxygène dissous est réalisé :

- tous les ans, une fois par mois de juin à septembre en Manche Atlantique car étant la période où le risque d'anoxie est le plus important ;
- tous les ans, une fois par mois de juin à septembre MEC en Méditerranée car étant la période où le risque d'anoxie est le plus important ;
- tous les ans, tous les trimestres dans les Antilles ;
- tous les ans, tous les 2 mois à la Réunion ;
- tous les ans, tous les trimestres en Guyane.

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 « Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses » (Aminot & Kérouel, 2004).

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2011-2016 comprend 121 points échantillonnés dans 72 masses d'eau côtières et 25 masses d'eau de transition.

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	C7 – Côte à grande zone intertidale et à	EC Manche Atlantique 1/26a	2

	la Hougue	dominante vaseuse		
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 profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
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	ET Manche Atlantique	3

		intertidale et à turbidité moyenne à forte		
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
FRDC01	Frontière espagnole – Racou plage	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02a	Racou plage – Embouchure de l'Aude	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02f	Frontignan – Pointe de l'Espiguette	Type 2A	Type 2A	1
FRDC04	Golfe de Fos	Type 1	Type 1	1
FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du Frioul	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07g	Cap Cépet – Cap de Carqueiranne	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07h	Iles du Soleil	Type 3W	Type 3W	1

FRDC09d	Rade de Villefranche	Type 3W	Type 3W	1
FREC01a b	Pointe Palazzu – Sud Nonza	Type Iles	Type Iles	1
FREC02d	Plaine orientale	Type Iles	Type Iles	1

La Réunion

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRLC101	Saint-Denis	/	/	1
FRLC102	Saint-Benoît	/	/	1
FRLC103	Volcan	/	/	1
FRLC104	Saint-Joseph	/	/	1
FRLC105	Saint-Louis	/	/	1
FRLC106	Ouest	/	/	1
FRLC107	Saint-Paul	/	/	1
FRLC108	Le Port	/	/	1
FRLC109	Saint-Pierre	/	/	1
FRLC110	Etang-Salé	/	/	1
FRLC111	Saint-Leu	/	/	1
FRLC112	Saint-Gilles	/	/	1

Antilles

Département	Code ME	Nom ME	Nombre de stations
Guadeloupe	FRIC01	Côte Ouest Basse Terre	2
Guadeloupe	FRIC02	Pointe du Vieux Fort- Sainte Marie	1
Guadeloupe	FRIC03	Petit Cul de Sac Marin	2
Guadeloupe	FRIC04	Pointe Canot – Pointe des châteaux	1
Guadeloupe	FRIC05	Pointe des Château-Pointe de la Grande Vigie	2
Guadeloupe	FRIC06	Grande Vigie – Port Louis	1
Guadeloupe	FRIC07A	Grand Cul de Sac Marin Sud	1
Guadeloupe	FRIC07B	Grand Cul de Sac Marin Nord	2
Guadeloupe	FRIC08	Pointe Madame – Pointe du Gros Morne	2
Guadeloupe	FRIC10	Saint Martin (partie Française)	1
Guadeloupe	FRIC11	Les Saintes	2
Martinique	FRJC001	Baie de Génipa	1
Martinique	FRJC002	Nord-Caraïbes	2
Martinique	FRJC003	Anses d'Arlet	1
Martinique	FRJC004	Nord-Atlantique, plateau insulaire	3
Martinique	FRJC005	Fond Ouest de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC007	Est de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC008	Littoral du François au Vauclin	1
Martinique	FRJC009	Baie de Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC010	Baie du Marin	2
Martinique	FRJC011	Récif barrière Atlantique	1
Martinique	FRJC012	Baie de la Trinité	1

Martinique	FRJC013	Baie du Trésor	1
Martinique	FRJC014	Baie du Galion	1
Martinique	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	2
Martinique	FRJC018	Baie du Diamant	1
Martinique	FRJC019	Eaux côtières du Sud du Rocher du Diamant	2
Martinique	FRJT001	Étang des Salines	1

La Guyane

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRKC001	Masse d'eau côtière	C35	/	4
FRKT002	Iracoubo	T17	/	3
FRKT003	Sinnamary	T17	/	2
FRKT004	Kourou	T17	/	3
FRKT005	Cayenne	T17	/	3
FRKT006	Mahury	T17	/	3
FRKT007	Approuague	T17	/	3
FRKT008	Oyapock	T14	/	3
FRKT009	Mana	T17	/	1
FRKT010	Maroni	T14	/	3

Métriques

La métrique est le percentile 10 des concentrations d'oxygène dissous (mg/L) mesurées au fond pendant les 6 années du plan de gestion.

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 ».

France métropolitaine et départements d'Outre-mer

Oxygène dissous (mg/L) – Toutes masses d'eau (sauf lagunes)

Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées au fond entre juin et septembre sur 6 ans en métropole.

Percentile 10 des valeurs mensuelles mesurées toute l'année sur 6 ans.

Seuils utilisés en 2017	Classe
> 5	Très Bon
]5 - 3]	Bon
<3	Moyen

Limites d'application – Commentaires

L'évaluation n'est pas effectuée en métropole s'il y a moins de 6 données dans la masse d'eau pendant les 6 années du plan de gestion.

Références bibliographiques

- 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 Oxygène 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.
- GT DCE Réunion "Physico-chimie et phytoplancton". Fascicule technique pour la mise en œuvre du suivi "Paramètres Physico-Chimiques & Phytoplancton" du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion : Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais.. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27915/>
- 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.

Ifremer

FRANCE
MÉTROPOLITAINE ET
DOMS

Toutes masses d'eau sauf
lagunes



INDICATEUR TEMPÉRATURE

Anne Daniel¹, Dominique Soudant²

¹ Ifremer, Laboratoire d'Écologie Pélagique, Brest

² Ifremer, VIGIES, Nantes

Résumé

La température est un paramètre fondamental pour l'évaluation des caractéristiques des masses d'eaux, car elle joue un rôle important dans la variabilité des cycles biologiques. La mesure de la température est indispensable pour l'interprétation ou le traitement d'autres paramètres (salinité, oxygène dissous...).

Éléments de qualité physico-chimiques (selon l'Annexe V de la DCE)

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,
- bilan d'oxygène.

Historique

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 2009. Aucune intercalibration n'a eu lieu au niveau européen.

Typologies

L'indicateur température a été déterminé comme la distance d'une série de mesures par rapport à une référence.

La référence est définie comme une sinusoïde modélisant les données de température acquises entre 1988 et 2007 en métropole. Il est apparu nécessaire de définir plusieurs sinusoïdes de référence (typologies) en regroupant les masses d'eaux sur la base :

- d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) utilisant les moyennes et les écart-types trimestriels (le trimestre étant défini à partir du mois de janvier) ;
- de la typologie existante ;
- de l'expertise thématique.

Le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique a été découpé arbitrairement en 5 groupes en métropole et en un seul groupe pour chaque DOM.

Fréquence de suivi

Le suivi température est réalisé :

- tous les ans, une fois par mois en métropole (sauf MET Méditerranée) ;
- tous les ans, tous les trimestres dans les Antilles ;
- tous les ans, tous les 2 mois à la Réunion ;
- tous les ans, tous les trimestres en Guyane.

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 « Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses » (Aminot & Kérouel, 2004).

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2012-2016 comprend 80 points échantillonnés dans 72 masses d'eau côtières. Les données prises en compte pour l'évaluation sont : une donnée mensuelle par masse d'eau toute l'année en métropole.

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 Warene à Ault	C9 – Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	EC Mer du Nord 1/26b	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	EC Manche Atlantique 1/26a	2

		dominante vaseuse		
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
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
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
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
FRGC20	Baie – Douarnenez	C13 – Côte sableuse stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC28	Concarneau – Large	C14 – Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC34	Lorient – Groix	C10 – Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	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
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	Île 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
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
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	EC Manche Atlantique 1/26a	1

		exposée		
FRFC09	Lac d'Hossegor	C5 – Lac marin	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRFC11	Côte Basque	C14 – Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRDC01	Frontière espagnole – Racou plage	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02a	Racou plage – Embouchure de l'Aude	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02f	Frontignan – Pointe de l'Espiguette	Type 2A	Type 2A	1
FRDC04	Golfe de Fos	Type 1	Type 1	1
FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du Frioul	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07g	Cap Cépet – Cap de Carqueiranne	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07h	Iles du Soleil	Type 3W	Type 3W	1
FRDC09d	Rade de Villefranche	Type 3W	Type 3W	1
FREC01ab	Pointe Palazzu – Sud Nonza	Type Iles	Type Iles	1
FREC02d	Plaine orientale	Type Iles	Type Iles	1

La Réunion

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRLC101	Saint-Denis	/	/	1
FRLC102	Saint-Benoit	/	/	1
FRLC103	Volcan	/	/	1
FRLC104	Saint-Joseph	/	/	1
FRLC105	Saint-Louis	/	/	1
FRLC106	Ouest	/	/	1
FRLC107	Saint-Paul	/	/	1
FRLC108	Le Port	/	/	1
FRLC109	Saint-Pierre	/	/	1
FRLC110	Étang-Salé	/	/	1
FRLC111	Saint-Leu	/	/	1
FRLC112	Saint-Gilles	/	/	1

Antilles

Département	Code ME	Nom ME	Nombre de stations
Guadeloupe	FRIC01	Côte Ouest Basse Terre	2
Guadeloupe	FRIC02	Pointe du Vieux Fort- Sainte Marie	1
Guadeloupe	FRIC03	Petit Cul de Sac Marin	2
Guadeloupe	FRIC04	Pointe Canot - Pointe des châteaux	1
Guadeloupe	FRIC05	Pointe des Château-Pointe de la Grande Vigie	2
Guadeloupe	FRIC06	Grande Vigie – Port Louis	1
Guadeloupe	FRIC07A	Grand Cul de Sac Marin Sud	1
Guadeloupe	FRIC07B	Grand Cul de Sac Marin Nord	2
Guadeloupe	FRIC08	Pointe Madame – Pointe du Gros Morne	2
Guadeloupe	FRIC10	Saint Martin (partie Française)	1

Guadeloupe	FRIC11	Les Saintes	2
Martinique	FRJC001	Baie de Génipa	1
Martinique	FRJC002	Nord-Caraïbes	2
Martinique	FRJC003	Anses d'Arlet	1
Martinique	FRJC004	Nord-Atlantique, plateau insulaire	3
Martinique	FRJC005	Fond Ouest de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC007	Est de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC008	Littoral du François au Vauclin	1
Martinique	FRJC009	Baie de Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC010	Baie du Marin	2
Martinique	FRJC011	Récif barrière Atlantique	1
Martinique	FRJC012	Baie de la Trinité	1
Martinique	FRJC013	Baie du Trésor	1
Martinique	FRJC014	Baie du Galion	1
Martinique	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	2
Martinique	FRJC018	Baie du Diamant	1
Martinique	FRJC019	Eaux côtières du Sud du Rocher du Diamant	2
Martinique	FRJT001	Étang des Salines	1

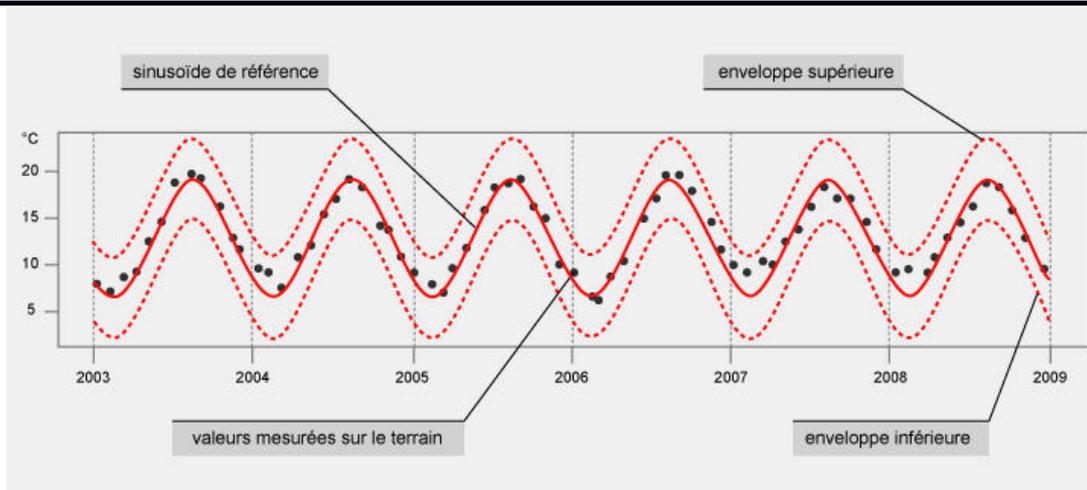
La Guyane

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRKC001	Masse d'eau côtière	C35	/	4
FRKT002	Iracoubo	T17	/	3
FRKT003	Sinnamary	T17	/	2
FRKT004	Kourou	T17	/	3
FRKT005	Cayenne	T17	/	3
FRKT006	Mahury	T17	/	3
FRKT007	Approuague	T17	/	3
FRKT008	Oyapock	T14	/	3
FRKT009	Mana	T17	/	1
FRKT010	Maroni	T14	/	3

Métriques

L'élément de qualité température est évalué à l'aide des mesures de température enregistrées en sub-surface (0-1 m) tous les mois (en métropole) ou entre 2 à 8 fois par an (dans les DOM) pendant les 6 ans d'un plan de gestion.

L'indicateur est défini comme le pourcentage de valeurs de température de l'eau considérées comme exceptionnelles c'est-à-dire qui sortent d'une enveloppe de référence, définie comme représentant le bon fonctionnement écologique d'un écosystème. Étant donné la variabilité des masses d'eau côtières, cinq enveloppes de référence ont été définies pour la métropole à partir des données enregistrées sur la période 1988-2007. La sinusoïde de La Réunion a été élaborée en 2015 à partir des données acquises entre 2000 et 2014.



Exemple de sinusoïde de référence

Cette approche a l'avantage de définir une valeur de température de référence pour n'importe quel jour de l'année. La forme générale du modèle sinusoïdal est la suivante :

$$T = a \sin\left(\frac{2\pi}{365} t + p\right) + b$$

avec :

- T : la température en degré Celsius,
- t : le temps en jour julien,
- a , p et b : les paramètres du modèle.

Ce modèle est complété par une enveloppe constituée de deux courbes : celles des valeurs maximales et minimales acceptables autour du modèle sinusoïdal. Par référence à l'outil de représentation box and whisker plot (i.e. « boîtes à moustaches »), les courbes maximales et minimales sont définies par l'intervalle interquartile multiplié par un facteur. Après plusieurs essais, la valeur choisie pour ce dernier est 3. L'enveloppe ainsi définie permet alors de désigner les observations acceptables et exceptionnelles. Finalement, si le nombre d'observations exceptionnelles dépasse un certains taux, alors la masse d'eau est désignée hors norme au regard de l'élément de qualité température. Le taux seuil choisi est de 5 %.

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 ».

France métropolitaine et départements d'Outre-mer

Température °C % de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors d'une enveloppe de référence

Seuils utilisés en 2017	Classe
[0 – 5[	Bon
≥5	Inférieur à Bon

Pour les DOM, les sinusoïdes de référence de La Réunion, des Antilles et de la Guyane sont en cours de validation au niveau national (et la grille de seuils utilisée est la même).

Limites d'application – Commentaires

Métropole

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

Références bibliographiques

- 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 Température 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.
- GT DCE Réunion "Physico-chimie et phytoplancton". Fascicule technique pour la mise en oeuvre du suivi "Paramètres Physico-Chimiques & Phytoplancton" du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion : Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais.. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27915/>
- Witkowski F. Andral B. X Derolez V., Tomasino C.(2016). « Campagne de surveillance 2015 (DCE et DCMM) en Méditerranée française - Districts « RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS » ET « CORSE » ». Rapport Ifremer, 221p.

Ifremer

FRANCE
MÉTROPOLITAINE ET
DOMS

Toutes masses d'eau sauf
lagunes



INDICATEUR TRANSPARENCE

Anne Daniel¹, Dominique Soudant²

¹ Ifremer, Laboratoire d'Écologie Pélagique, Brest

² Ifremer, VIGIES, Nantes

Résumé

La transparence est représentée par le paramètre turbidité. La turbidité évalue la transparence d'une eau par la perte de lumière résultant de sa traversée. Elle est donc fonction de la quantité, de la taille et de la forme des particules en suspension et varie en fonction des apports des fleuves, de la remise en suspension du sédiment et de la concentration en plancton. La turbidité permet de déterminer la quantité de lumière disponible pour le développement des végétaux aquatiques.

Éléments de qualité physico-chimiques (selon l'Annexe V de la DCE)

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,
- bilan d'oxygène.

Historique

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 2011. Aucune intercalibration n'a eu lieu au niveau européen.

Typologies

Le littoral français a été découpé en écotypes au regard de l'atlas de turbidité de surface élaboré par Gohin (2011). En effet, les cartes moyennes de turbidité de surface calculées entre 2003 et 2009 d'après les données de réflectance du capteur MODIS mettent en évidence les phénomènes suivants (Figure 1) :

- un gradient de turbidité décroissant de la côte vers le large, notamment aux débouchés des fleuves ;
- des concentrations plus élevées en période hivernale qu'en période estivale ;
- des zones naturellement plus turbides en raison de la nature de leur sédiment, de leur profondeur, de leur exposition au vent et à la houle ou encore de l'intensité des courants les traversant.

Ainsi, les masses d'eau côtières ont été séparées en deux écotypes :

- écotype 1 : les zones rocheuses de la Manche et de l'Atlantique, les côtes méditerranéennes (sauf celles du Languedoc), les côtes de l'île de la Réunion ;
- écotype 3 : les zones vaseuses/sableuses et les masses d'eau situées à l'embouchure des principaux fleuves.

Toutefois, les masses d'eau ayant une typologie C1 et C10 sont réparties dans les deux groupes car certaines masses d'eau à côte rocheuse peu profonde sont sous l'influence directe de débouchés de fleuves, et certaines côtes sableuses sont partiellement stratifiées et peu influencées par des remises en suspension du sédiment.

Fréquence de suivi

Le suivi transparence est réalisé :

- tous les ans, une fois par mois de mars à octobre en métropole (sauf MET Méditerranée), car étant la période où la turbidité liée aux apports et activités humaines est la plus importante (et où le risque de remise en suspension est le plus faible) ;
- 2 fois par plans de gestion, de juin à août en MET de Méditerranée car étant où le risque d'anoxie est le plus important ;
- tous les ans, tous les trimestres dans les Antilles ;
- tous les ans, tous les 2 mois à la Réunion.

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 « Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses » (Aminot & Kérouel, 2004).

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2012-2016 comprend 80 points échantillonnés dans 72 masses d'eau côtières. Les données prises en compte pour l'évaluation sont : une donnée mensuelle par masse d'eau toute l'année en métropole.

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 Wrenne à Ault	C9 – Côte à dominante sableuse macrotidale mélangée	EC Mer du Nord 1/26b	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
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
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
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
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
FRGC20	Baie – Douarnenez	C13 – Côte sableuse stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC28	Concarneau – Large	C14 – Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGC34	Lorient – Groix	C10 – Côte sableuse partiellement stratifiée	EC Manche Atlantique 1/26a	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
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	Île 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
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
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
FRFC11	Côte Basque	C14 – Côte rocheuse mésotidale peu profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRDC01	Frontière espagnole – Racou plage	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02a	Racou plage – Embouchure de l'Aude	Type 2A	Type 2A	1
FRDC02f	Frontignan – Pointe de l'Espiguette	Type 2A	Type 2A	1
FRDC04	Golfe de Fos	Type 1	Type 1	1
FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du Frioul	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07g	Cap Cépet – Cap de Carqueiranne	Type 3W	Type 3W	1
FRDC07h	Iles du Soleil	Type 3W	Type 3W	1
FRDC09d	Rade de Villefranche	Type 3W	Type 3W	1
FREC01ab	Pointe Palazzu – Sud Nonza	Type Iles	Type Iles	1
FREC02d	Plaine orientale	Type Iles	Type Iles	1

La Réunion

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRLC101	Saint-Denis	/	/	1
FRLC102	Saint-Benoit	/	/	1
FRLC103	Volcan	/	/	1
FRLC104	Saint-Joseph	/	/	1
FRLC105	Saint-Louis	/	/	1
FRLC106	Ouest	/	/	1
FRLC107	Saint-Paul	/	/	1
FRLC108	Le Port	/	/	1
FRLC109	Saint-Pierre	/	/	1
FRLC110	Étang-Salé	/	/	1
FRLC111	Saint-Leu	/	/	1
FRLC112	Saint-Gilles	/	/	1

Antilles

Département	Code ME	Nom ME	Nombre de stations
Guadeloupe	FRIC01	Côte Ouest Basse Terre	2
Guadeloupe	FRIC02	Pointe du Vieux Fort- Sainte Marie	1
Guadeloupe	FRIC03	Petit Cul de Sac Marin	2
Guadeloupe	FRIC04	Pointe Canot – Pointe des châteaux	1
Guadeloupe	FRIC05	Pointe des Château-Pointe de la Grande Vigie	2
Guadeloupe	FRIC06	Grande Vigie – Port Louis	1

Guadeloupe	FRIC07A	Grand Cul de Sac Marin Sud	1
Guadeloupe	FRIC07B	Grand Cul de Sac Marin Nord	2
Guadeloupe	FRIC08	Pointe Madame – Pointe du Gros Morne	2
Guadeloupe	FRIC10	Saint Martin (partie Française)	1
Guadeloupe	FRIC11	Les Saintes	2
Martinique	FRJC001	Baie de Génipa	1
Martinique	FRJC002	Nord-Caraïbes	2
Martinique	FRJC003	Anses d'Arlet	1
Martinique	FRJC004	Nord-Atlantique, plateau insulaire	3
Martinique	FRJC005	Fond Ouest de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC007	Est de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC008	Littoral du François au Vauclin	1
Martinique	FRJC009	Baie de Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC010	Baie du Marin	2
Martinique	FRJC011	Récif barrière Atlantique	1
Martinique	FRJC012	Baie de la Trinité	1
Martinique	FRJC013	Baie du Trésor	1
Martinique	FRJC014	Baie du Galion	1
Martinique	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	2
Martinique	FRJC018	Baie du Diamant	1
Martinique	FRJC019	Eaux côtières du Sud du Rocher du Diamant	2
Martinique	FRJT001	Étang des Salines	1

Métriques

La métrique de la transparence est le percentile 90 des données mensuelles de turbidité mesurées en NTU de mars à octobre pendant les 6 années du plan de gestion.

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 ».

En 2011, la méthode de mesure de la turbidité (méthode US EPA 1980) utilisait le NTU comme unité. Aujourd'hui, l'ensemble des labos utilise une nouvelle technique (Norme ISO 7027) dont l'unité est le FNU. Un transfert d'unité pour la transparence de façon à être cohérent avec la nouvelle méthode analytique qui est utilisée aujourd'hui serait donc pertinent. Le changement d'unité de NTU (Nephelometric Turbidity Unit) en FNU (Formazine Nephelometric Unit) entre les mesures effectuées respectivement selon la méthode d'analyse US-EPA (1980) et la norme ISO 7027" est de 35 %. Les grilles présentées ci-dessous sont donc présentées dans les 2 unités.

Transparence (évaluée par la turbidité) : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion

Écotype 1 :

Seuils utilisés en 2017 NTU	Seuils utilisés en 2017 FNU	Classe
[0 – 5[	[0 – 7[	Très Bon
[5 – 10[	[7 – 14[	Bon
> 10	> 14	Moyen

Écotype 3 :

Seuils utilisés en 2017 NTU	Seuils utilisés en 2017 FNU	Classe
[0 – 30[	[0 – 40[	Très Bon
[30 – 45[	[40 – 60[	Bon
> 45	> 60	Moyen

Écotype 4 : Corse

Seuils utilisés en 2017 NTU	Seuils utilisés en 2017 FNU	Classe
[0 – 0,6[	[0 – 0,8]	Très Bon
]0,6 – 3[	]0,8 – 4,0]	Bon
> 3	> 4,0	Moyen

La Réunion:

Pour la Réunion, une nouvelle grille a été proposée aux référents DCE nationaux et est en cours de validation.

Transparence (évaluée par la turbidité) : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion

Proposition du GT en 2017 NTU	Proposition du GT en 2017 FNU	Classe
[0 – 0,6]	[0 – 0,8]	Très Bon
]0,6 – 3,0]	]0,8 – 4,0]	Bon
> 3,0	> 4,0	Moyen

Antilles

Les seuils suivants sont proposés dans les Antilles et sont en cours de validation.

Transparence (évaluée par la turbidité) : Percentile 90 des valeurs mensuelles mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion

Proposition en 2017 FNU ME de types 1 (Baies)	Proposition en 2017 FNU ME de types 2-8	Classe
[0 – 1]	[0 – 0,6]	Très Bon
]1 – 2]	]0,6 – 1,6]	Bon
> 2	> 1,6	Moyen

Guyane

La transparence a été déclarée non pertinente (ou à étudier au cas par cas) en Guyane en raison de l'influence du panache des eaux de l'Amazonie qui provoquent des concentrations extrêmes auxquelles l'écosystème est adapté.

Limites d'application – Commentaires

Métropole

L'évaluation n'est pas effectuée s'il y a moins de 12 données dans la masse d'eau pendant les 6 ans du plan de gestion.

Références bibliographiques

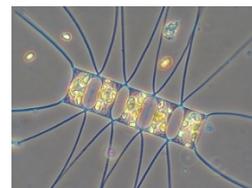
- Aminot A. & Kérouel R. 2007. « Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines ». Edition Quae (Ifremer, MEDDE, Quae).188p
- Daniel A. Lamoureux A., Provost C., Soudant D. (2017). Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Transparence 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.
- GT DCE Réunion "Physico-chimie et phytoplancton". Fascicule technique pour la mise en oeuvre du suivi "Paramètres Physico-Chimiques & Phytoplancton" du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion : Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais.. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27915/>
- 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.

4.2 Façade Atlantique – Mer du Nord

4.2.1 *Masses d'eau côtières et de transition – Phytoplancton*



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eaux côtières et de transition



Chaetoceros decipiens
Photo Nadine Neaud-Masson

INDICATEUR PHYTOPLANCTON

Maud Lemoine¹, Catherine Belin¹ et Dominique Soudant¹

¹ IFREMER, VIGIES, Nantes

Résumé

L'indicateur phytoplancton est actuellement composé de deux indices (biomasse et abondance) ; un troisième indice (composition) est en cours d'étude. L'indice biomasse est évalué par les mesures de chlorophylle-a. L'indice abondance est évalué par les développements importants du phytoplancton (blooms) en termes de quantité de cellules.

Cet indicateur répond généralement à l'enrichissement en éléments nutritifs qui conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau. Les facteurs relevés comme importants et quantifiés par le groupe d'intercalibration européen sont l'Azote Inorganique Dissous et, pour les masses d'eaux côtières, la turbidité et l'hydrodynamisme.

Éléments de qualité biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **composition et abondance des taxa phytoplanctoniques ;**
- **biomasse ;**
- **fréquence et intensité de l'efflorescence planctonique.**

Historique

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 l'élément de qualité 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 l'indicateur phytoplancton (avec ses trois indices : biomasse, abondance et composition) a tout d'abord été discutée au sein d'un groupe de travail *ad hoc* piloté par Ifremer en 2004 et 2005. Les propositions françaises ont ensuite été portées dans les réunions

du GIG-NEA (Groupe européen d'Intercalibration Géographique Nord Est Atlantique), qui ont eu lieu entre 2007 et 2013, et ont été suivies d'échanges par mails depuis 2014.

Le seul indice retenu pour l'intercalibration est la biomasse du phytoplancton, évalué par les mesures de chlorophylle-a : en effet, la chlorophylle-a est présente dans une très grande majorité de cellules phytoplanctoniques, elle est simple à mesurer, et elle traduit bien la biomasse du phytoplancton tout en étant complémentaire de l'information apportée par le dénombrement des espèces. La métrique proposée initialement par la France et retenue pour l'intercalibration est le Percentile 90 (P90). Les seuils ayant fait consensus lors des réunions du GIG-NEA ont été utilisés jusqu'en 2016 inclus. Quelques modifications de seuils ont été introduites en 2017 dans les conclusions du 3^{ème} round de l'intercalibration.

Le paramètre et la métrique retenus pour l'indice abondance, discutés lors de discussions dans les réunions initiales du GIG-NEA, ont été conservés pour le calcul de l'indicateur phytoplancton français, en plus de l'indice biomasse. Cet indice abondance utilise la notion d'efflorescence phytoplanctonique (bloom), et complète avantageusement l'information donnée par la chlorophylle-a, en ciblant sur la partie du micro-phytoplancton identifiable au microscope. La métrique utilisée est le pourcentage d'échantillons pour lesquels au moins un taxon dépasse un seuil de bloom, défini de façon différente selon qu'il s'agit de grandes ou de petites cellules phytoplanctoniques (respectivement 100 000 et 250 000 cellules par litre).

L'indice composition n'a jamais été discuté dans les réunions du GIG-NEA. En France une étude sur trois années (Ifremer / ONEMA 2013-2015) a permis de comparer les avantages respectifs de trois méthodes susceptibles d'apporter une information sur la composition taxinomique : les pigments, la cytométrie en flux, et la biodiversité génétique (Lampert, 2014 ; Hernandez-Farinas *et al.*, 2016 ; Artigas *et al.*, 2016). En 2016, des campagnes d'échantillonnage en vue d'analyses pigmentaires par HPLC ont débuté sur une quinzaine de points en Manche et en Atlantique (sur les littoraux de l'AEAP, l'AESN, et de l'AELB) : le traitement des résultats acquis aboutira fin 2018 à une description détaillée d'un indice de composition basé sur la composition pigmentaire (étude Ifremer / AFB 2018).

Typologies

France :

- Mer du Nord : MEC et MET de la frontière belge à la Baie de Somme incluse ;
- Manche-Atlantique : MEC et MET du sud de la Baie de Somme à la frontière.

Europe :

- Mer du Nord : MEC type européen NEA 1/26b ; MET type européen NEA 11) ;
- Manche-Atlantique : MEC type européen NEA 1/26a ; MET type européen NEA 11).

Fréquence de suivi

Le suivi phytoplancton est réalisé tous les ans, une fois par mois.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2012-2016 comprend 57 points échantillonnés dans 50 masses d'eau côtières (certaines ME comprenant deux, voire trois points), et 20 points échantillonnés dans 20 masses d'eau de transition. Les données correspondantes ont été collectées selon les méthodes prescrites par Belin & Neaud-Masson (2017), Daniel & Lampert (2016), Neaud-Masson (2015). Les données prises en compte pour l'évaluation sont : pour la chlorophylle-a une fois par mois de mars à octobre, pour le phytoplancton une fois par mois toute l'année.

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	1
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	EC Manche Atlantique 1/26a	1

		macrotidale		
FRGT06	Rivière – Morlaix	T9 – Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide	ET Manche Atlantique	1
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	1
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
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 profonde	EC Manche Atlantique 1/26a	1
FRGT14	Rivière – Pont l’Abbé	T1 – Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
FRGT15	Odet	T8 – Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	ET Manche Atlantique	1
FRGT16	Aven	T1 – Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide	ET Manche Atlantique	1
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	1
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	1
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
FRGT31	Sèvre Niortaise	T8 – Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte	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	1
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
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	Île 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
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

Métriques

Métrique 1 – Biomasse : Percentile 90 des mesures de chlorophylle-a sur six ans, en µg/l de chl-a.

Métrique 2 – Abondance : % d'échantillons d'eau avec bloom d'un taxon unique, sur six ans. Un bloom est défini par un nombre de cellules/L > 100 000 (grandes cellules > 20 µm) ou > 250 000 (petites cellules < 20 µm). Le taxon est l'espèce lorsqu'il est possible de l'identifier, sinon il s'agit du genre.

La métrique pour l'indicateur intégré phytoplancton correspond à la moyenne des EQR des deux indices biomasse et abondance.

Valeurs de références

En eaux côtières, les valeurs de référence et les grilles de qualité ont été établies en France à dire d'expert à partir des données disponibles avant 2007, puis ont fait l'objet d'un consensus à dire d'expert lors des travaux d'intercalibration européenne du 1^{er} round (2006-2008). Les mêmes valeurs ont été appliquées aux eaux de transition.

Indicateur et grille de qualité

Les tableaux de cette partie présentent les grilles de qualité, en valeur de l'indice et en EQR, de la façon suivante :

- état des grilles à la date de l'arrêté du 27 juillet 2015, utilisées jusqu'en 2016 inclus dans les évaluations ;
- pour les indices intercalibrés : modifications éventuellement apportées au terme du 3^{ème} round de l'intercalibration, et inscrites dans l'annexe de la décision à venir de la Commission européenne (décembre 2017) ;
- état des grilles qui seront utilisées à partir de 2017.

Lorsque l'intercalibration n'a pas pu se dérouler, ou qu'elle ne modifie pas les valeurs seuils et les références, la réglementation en place n'est pas à modifier.

Biomasse – chlorophylle-a

Lors du 3^{ème} round de l'intercalibration européenne, certaines grilles ont été modifiées pour la chlorophylle-a (elles sont indiquées en gras dans le tableau). Les seuils de l'indice sont en µg par litre.

Type Manche-Atlantique : eaux côtières

Référence : 3,33 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0 – 5]	[1,00 – 0,67]	[0,0 – 4,4]	[1,00 – 0,76]	Très Bon
]5 – 10]	]0,67 – 0,33]	]4,4 – 10,0]	]0,76 – 0,33]	Bon
]10 – 20]	]0,33 – 0,17]	]10,0 – 20,0]	]0,33 – 0,17]	Moyen
]20 – 40]	]0,17 – 0,08]	]20,0 – 40,0]	]0,17 – 0,08]	Médiocre
> 40	]0,08 – 0,00]	> 40,0	]0,08 – 0,00]	Mauvais

Type Manche-Atlantique : eaux de transition

Référence : 3,33 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0 – 5]	[1,00 – 0,67]	[0,00 – 5,00]	[1,000 – 0,670]	Très Bon
]5 – 10]	]0,67 – 0,33]	]5,00 – 8.39]	]0,670 – 0,397]	Bon
]10 – 20]	]0,33 – 0,17]	]8.39 – 20,00]	]0,397 – 0,170]	Moyen
]20 – 40]	]0,17 – 0,08]	]20,00 – 40,00]	]0,170 – 0,080]	Médiocre
> 40	]0,08 – 0,00]	> 40,00	]0,080 – 0,000]	Mauvais

Type Mer du Nord : eaux côtières

Référence : 6,67 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0,0 – 10,0]	[1,00 – 0,67]	Inchangé	Inchangé	Très Bon
]10,0 – 15,0]	]0,67 – 0,44]	Inchangé	Inchangé	Bon
]15,0 – 22,5]	]0,44 – 0,30]	Inchangé	Inchangé	Moyen
]22,5 – 45,0]	]0,30 – 0,15]	Inchangé	Inchangé	Médiocre
> 45,0	]0,15 – 0,00]	Inchangé	Inchangé	Mauvais

Type Mer du Nord : eaux de transition

Référence : 6,67 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0,0 – 10,0]	[1,00 – 0,67]	[0,0 – 10,0]	[1,000 – 0,670]	Très Bon
]10,0 – 15,0]	]0,67 – 0,44]	]10,0 – 16,8]	]0,670 – 0,397]	Bon
]15,0 – 22,5]	]0,44 – 0,30]	]16,8 – 22,5]	]0,397 – 0,300]	Moyen
]22,5 – 45,0]	]0,30 – 0,15]	]22,5 – 45,0]	]0,300 – 0,150]	Médiocre
> 45,0	]0,15 – 0,00]	> 45,0	]0,150 – 0,000]	Mauvais

Abondance – Blooms

La valeur de référence et les seuils ont été définis à dire d'expert lors des travaux d'intercalibration européenne du 1^{er} round (2006-2008). Ils restent valables à ce jour. Deux valeurs seuils sont définis :

- 100 000 cellules pour les espèces de taille $\geq 20 \mu\text{m}$;
- 250 000 cellules pour les espèces de taille $5 \mu\text{m} \leq x \leq 20 \mu\text{m}$

La référence de 16.7 % correspond à deux blooms par an, ce qui représente le fonctionnement d'un écosystème phytoplanctonique en zone tempérée (un bloom au printemps, un autre en automne). Les seuils de l'indice sont en %.

Tous types (Manche-Atlantique et Mer du Nord) : eaux côtières et de transition

Référence : 16,7 %

Indice Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice Abondance après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR Abondance après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0 – 20]	[1,00 – 0,84]	Il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration pour raisons justifiées.		Très Bon
]20 – 39]	]0,84 – 0,43]			Bon
]39 – 70]	]0,43 – 0,24]			Moyen
]70 – 90]	]0,24 – 0,19]			Médiocre
> 90	]0,19 – 0,00]			Mauvais

Indicateur phytoplancton

Il est calculé en faisant la moyenne équipondérée des EQR biomasse et abondance. Cet indicateur n'est pas intercalibré, mais certaines grilles ayant été modifiées pour la chlorophylle-a, cela entraîne mécaniquement des modifications dans le calcul de l'indicateur phytoplancton, indiquées dans les tableaux ci-dessous.

Type Manche-Atlantique : eaux côtières

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]0,75 – 0,38]	]0,80 – 0,38]	Bon
]0,38 – 0,20]	]0,38 – 0,20]	Moyen
]0,20 – 0,13]	]0,20 – 0,13]	Médiocre
]0,13 – 0,00]	]0,13 – 0,00]	Mauvais

Type Mer du Nord : eaux côtières

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	Inchangé	Très Bon
]0,75 – 0,44]	Inchangé	Bon
]0,44 – 0,27]	Inchangé	Moyen
]0,27 – 0,17]	Inchangé	Médiocre
]0,17 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

Type Manche-Atlantique : eaux de transition

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	[1,000 – 0,750]	Très Bon
]0,75 – 0,38]	]0,750 – 0,413]	Bon
]0,38 – 0,20]	]0,413 – 0,200]	Moyen
]0,20 – 0,13]	]0,200 – 0,130]	Médiocre
]0,13 – 0,00]	]0,130 – 0,000]	Mauvais

Type Mer du Nord : eaux de transition

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	[1,000 – 0,750]	Très Bon
]0,75 – 0,44]	]0,750 – 0,413]	Bon
]0,44 – 0,27]	]0,413 – 0,270]	Moyen
]0,27 – 0,17]	]0,270 – 0,170]	Médiocre
]0,17 – 0,00]	]0,170 – 0,000]	Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

L'enrichissement en éléments nutritifs conduit en général à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau.

Masses d'eaux côtières (Devlin et al, 2017)

Lors de l'exercice du 3^e round d'intercalibration, un modèle a été développé recensant les pressions citées à dire d'experts comme influentes sur l'indicateur phytoplancton par les différents pays. Comme il n'a été intercalibré que la chlorophylle A, l'exercice État-Pression s'est également concentré sur cet indice uniquement.

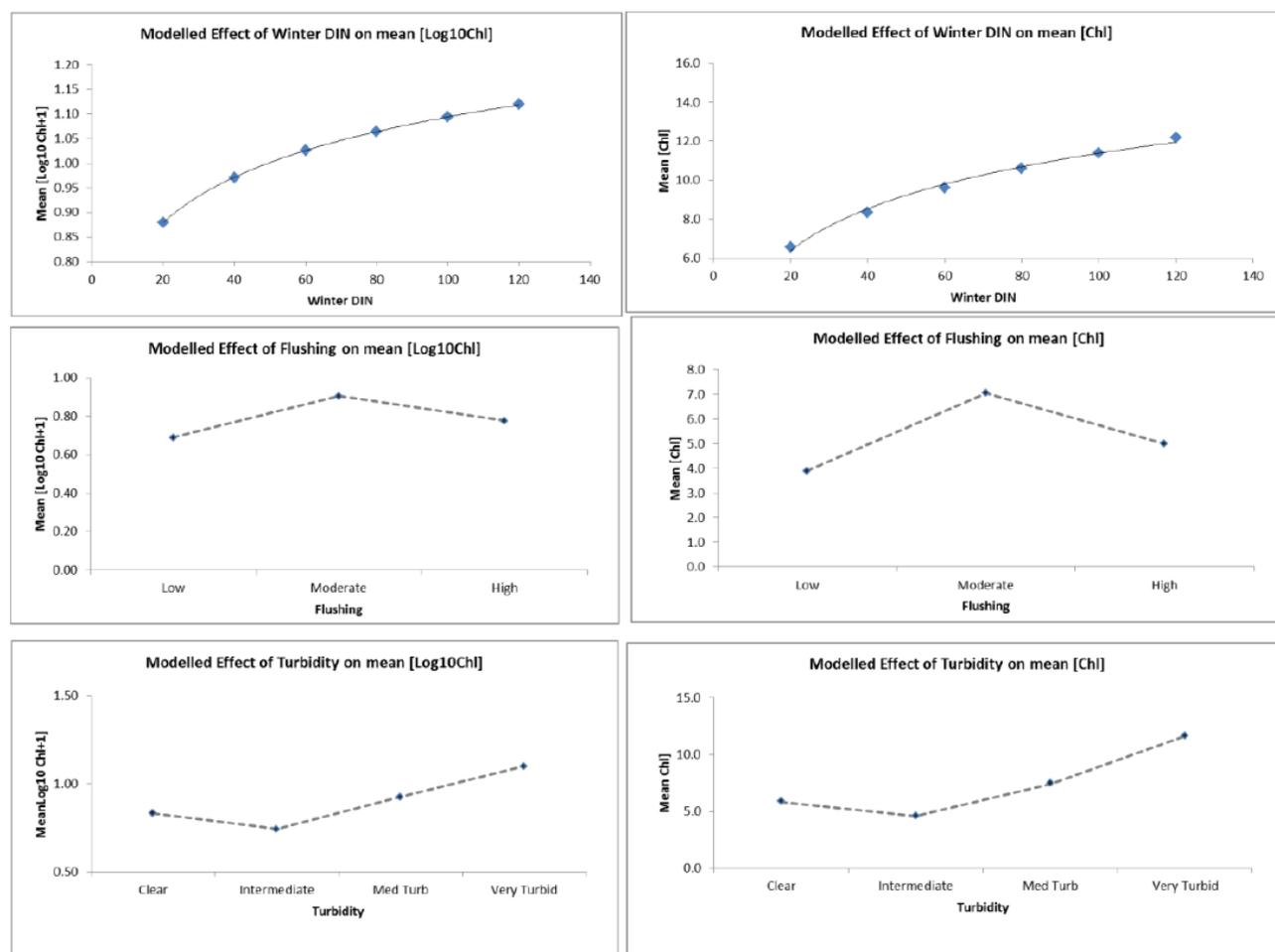
Qualitativement

De part le modèle, il a été montré que les trois pressions considérées comme les plus influents sur ce type de masses d'eau, pour le phytoplancton sont la turbidité, l'hydrodynamisme (renouvellement des eaux) et la concentration en azote inorganique dissous.

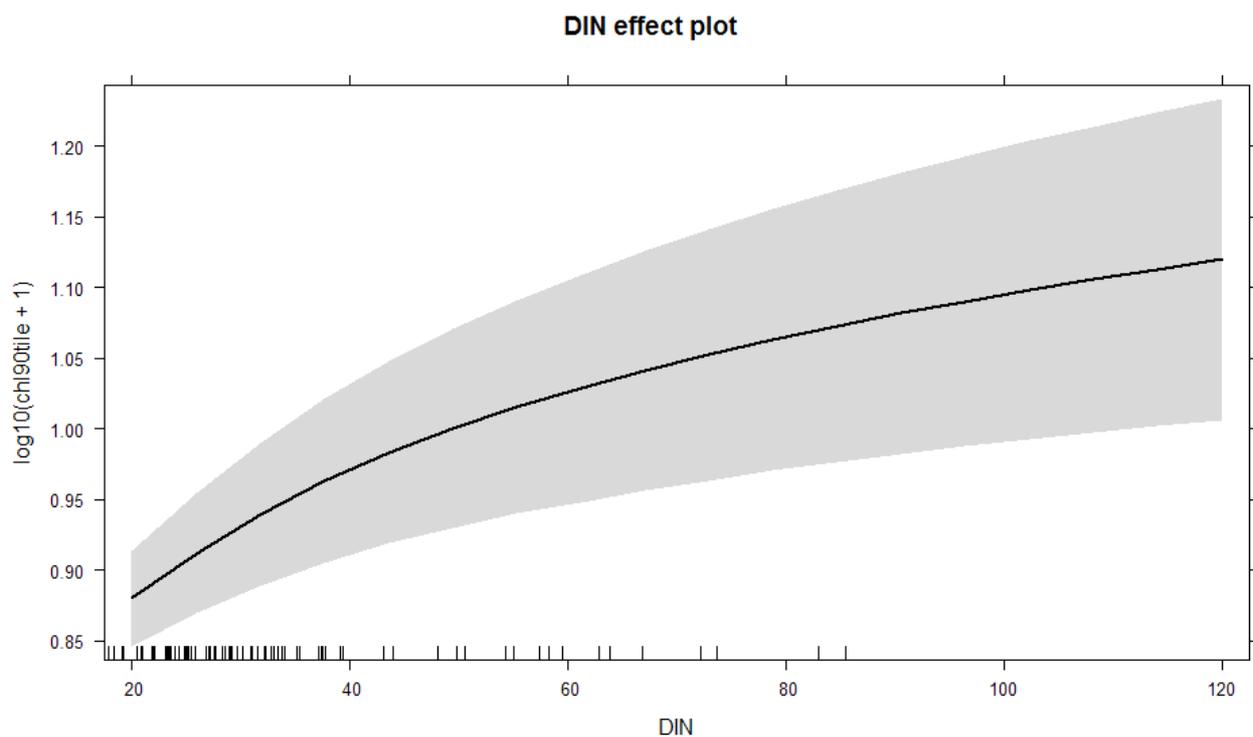
Facteur	Part de la variance de la chlorophylle A expliquée par le modèle
Turbidité (Turbidity)	0,304
Hydrodynamisme (Flushing)	0,271
Azote inorganique dissous (Log 10 (DIN +1))	0,425

Relation Pressions-État

On peut représenter la relation entre les facteurs et la chlorophylle A par la figure suivante.



Le meilleur facteur est la concentration en Azote inorganique dissous ($R^2=0.523$)



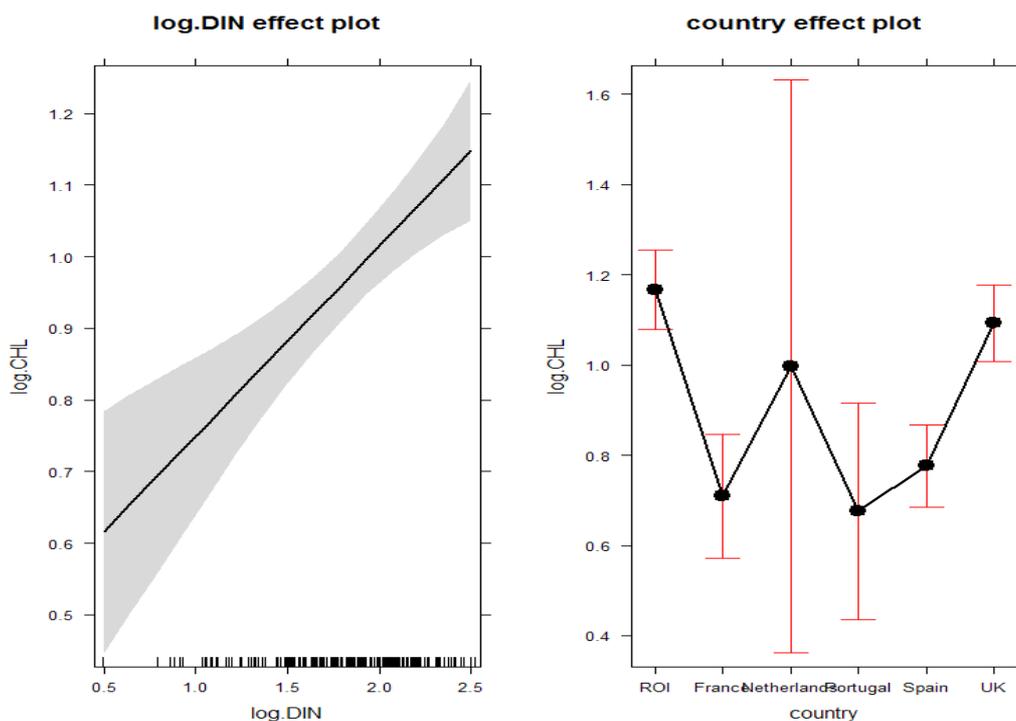
Masses d'eau de transition (Devlin et al. 2016)

Qualitativement

Une méthodologie et un résultat similaire aux masses d'eau côtière est observé : le facteur le plus explicatif est la concentration en azote inorganique dissous.

Relation Pressions-État

Il est toutefois démontré dans l'exercice que les spécificités régionales jouent un rôle majeur dans la relation État Pression. En effet, le modèle construit ($R^2=0.59$) considère comme non homogènes les pays entre eux. La relation démontrée entre Azote inorganique dissous et chlorophylle A, ainsi que l'impact de chaque pays sur ce résultat est représenté dans la figure suivante.



Limites d'application – Commentaires

L'indicateur phytoplancton pourra être complété début 2019, avec le nouvel indice de composition basé sur la diversité pigmentaire.

Les sites de référence ont été revus en 2017, car les résultats d'évaluation pour plusieurs de ceux qui avaient été décrits auparavant étaient problématiques au regard de leur statut (Buchet, 2010 ; Belin *et al.*, 2014).

Références bibliographiques

- Artigas L.F., Didry M., Bonato S., Fenaux A., Prévost E., & Breton E., 2016. Propositions pour un indice de composition du phytoplancton, basé sur les résultats de cytométrie en flux. Convention Ifremer / Onema 2015. Action 3 – Indice composition - Livrable 2. Février 2016. 39 p.
- Belin C., Lamoureux A. & 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. Rapport DYNECO / VIGIES / 14-05, avril 2014. Tome 1 - Etat des lieux, méthodes et synthèse des Résultats <http://envlit.ifremer.fr/content/download/81901/580117/version/3/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+1.pdf>. Tome 2 - Résultats détaillés : fiches par masse d'eau et éléments d'expertise <http://envlit.ifremer.fr/content/download/81902/580120/version/4/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+2.pdf>
- Belin C. & Neaud-Masson N., 2017. Cahier de Procédures REPHY. Document de prescription. Version 1. Rapport ODE/VIGIES/17-01, janvier 2017. <http://envlit.ifremer.fr/content/download/83300/602862/file/Cahier+REPHY+2017.pdf>
- Buchet, 2010. Consolidation des conditions de référence pour les éléments de qualité biologiques impliqués dans l'évaluation des masses d'eau littorales. Rapport Ifremer/ODE/DYNECO/VIGIES, juin 2010.
- Daniel A. & Lampert L., 2016. Consignes pour le prélèvement d'échantillons d'eau en vue de mesures hydrologiques. Document de méthode hydrologie. Version 2. Rapport Ifremer ODE/DYNECO/PELAGOS/16-03. Novembre 2016.

http://envlit.ifremer.fr/content/download/83285/602681/version/10/file/doc_methode_hydrologie_prelevement_V2-novembre+2016.pdf

■

Devlin M., et al., 2016 "Intercalibration of biological elements for transitional water bodies. - Report to ECOSTAT: on the intercalibration of chlorophyll a in transitional waters of the North East Atlantic (NEA) water bodies NEA 11". Rapport Intermédiaire 89p

Devlin M., et al., 2017. "Intercalibration of biological elements for coastal water bodies. report to ECOSTAT: on the intercalibration of chlorophyll a in coastal waters of the North East Atlantic (NEA) water bodies NEA 1/26 and NEA 3/4". Rapport intermédiaire 80p.

Hernandez-Farinas T., Brun M., Siano R. & Delmas D., 2016. Propositions pour un indice de composition du phytoplancton, basé sur les résultats des méthodes microscopie, pigments et diversité génétique. Convention Ifremer / Onema 2015. Action 3 - Indice Composition - Livrable 1. Rapport final, février 2016. 68 p.

Lampert L., 2014. Test d'un Indice de composition pigmentaire pour les secteurs Atlantique et Manche. DCE. R.INT.DIR ODE/DYNECO/PELAGOS 2014-06. pp. 23-76

Neud-Masson N., 2015. Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique - Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY. Document de méthode. R.INT.ODE/DYNECO/VIGIES/15-13. 54 p.

<http://envlit.ifremer.fr/content/download/82996/600020/version/8/file/REPHY-Manuel-Phytooct2015.pdf>

■ ■

4.2.2 Masses d'eau côtières et de transition – Angiospermes

Ifremer

FAÇADE ATLANTIQUE
Masses d'eaux côtières et de
transition



INDICATEUR ANGIOSPERMES

Herbiers de zostères (*Zostera noltei* et *Zostera marina*) intertidaux et subtidaux

Isabelle Auby & Hélène Oger-Jeanneret

Ifremer, LER Arcachon

Résumé

L'indicateur « Angiosperme » est basé sur les deux espèces *Zostera marina* et *Zostera noltei*, et sur l'utilisation de trois métriques : composition taxinomique, extension et abondance. Compte tenu de la variabilité importante des herbiers de zostères en fonction des conditions de salinité, de bathymétrie et de substrat il a été choisi de définir les conditions de référence non pas par type de masse d'eau, mais pour chaque masse d'eau. Elles correspondent au meilleur état possible des herbiers au cours de la période sur laquelle des données sont disponibles.

Globalement, les trois métriques (et donc l'indicateur qui en résulte) répondent aux mêmes pressions principales s'appliquant dans les masses d'eau, notamment celles de nature morpho-bathymétrique et les conditions d'éclairement sub-aquatique.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'angiospermes sensibles aux perturbations ;**
- **niveau d'abondance des angiospermes.**

Historique

Aucun **indicateur** « Angiosperme » n'existait avant la mise en œuvre de la DCE (bien que des suivis aient été réalisés).

Typologies

France : pas de distinction de types.
Europe : 1 type (GIG NEA type 1/26).

Fréquence de suivi

Le suivi angiospermes est réalisé tous les ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 17 sites en masses d'eau côtières (ajout de l'Anse de St-Vaast la Hougue depuis 2013) depuis des dates différentes selon les sites (entre le début du XX^{ème} siècle et les années 2000).

N°	Nom	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>
FRFC09	Hossegor		X
FRFC06	Arcachon amont	X	X
FRFC02	Pertuis charentais		X
FRGC53	Pertuis breton		X
FRGC48	Baie de Bourgneuf		X
FRGC39	Golfe du Morbihan	X	X
FRGC28	Concarneau (large)	X	
FRGC18	Iroise (large)	X	
FRGC16	Rade de Brest	X	
FRGC13	Les Abers (large)	X	
FRGC11	Baie de Morlaix	X	
FRGC08	Perros-Guirec (large)	X	
FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	X	
FRGC03	Rance Fresnaye	X	X
FRHC01	Archipel Chausey	X	
FRHC03	Ouest Cotentin	X	
FRHC09	Anse de St-Vaast la Hougue		X

Le jeu de données comprend 4 sites en masses d'eau de transition pour lequel on dispose de données obtenues depuis des dates correspondantes au début du suivi DCE sauf pour l'Estuaire de Bidassoa où les dates varient selon les métriques considérées (1913 pour la composition, 1976 pour l'extension spatiale, 2007 pour la densité).

N°	Nom	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>
FRFT08	Estuaire Bidassoa		X
FRGT30	Estuaire du Lay		X
FRGT03	Le Trieux		X
FRHT06	Baie des Veys (fond)		X

Les données correspondantes ont été collectées selon des méthodes différentes en fonction des secteurs et des dates. Depuis 2004 (mise en œuvre du réseau REBENT), les protocoles ont été harmonisés pour le suivi des herbiers bretons (Hily, 2004). Le protocole REBENT a servi de modèle à celui mis en œuvre dans le cadre de la DCE (Hily *et al.*, 2007) mais a par la suite été modifié pour les herbiers intertidaux (Auby *et al.*, 2014).

Métriques

Métrique 1. Évolution de l'extension spatiale de l'herbier (%).

Métrique 2. Évolution de l'abondance de l'herbier (%) (densité de pieds pour *Z. marina* ; pourcentage de recouvrement pour *Z. noltei*).

Métrique 3. Évolution du nombre d'espèces au cours du temps : 2 espèces sont prises en compte, *Zostera noltei* et *Zostera marina* (métrique qualitative présence/absence).

Valeurs de références

Les herbiers de zostères des côtes françaises diffèrent en termes d'extension, de densité et de composition. Ces paramètres dépendent de facteurs géographiques, édaphiques, bathymétriques et hydrodynamiques propres à chaque masse d'eau. Pour cette raison, les **valeurs de référence** sont spécifiques à chaque masse d'eau : elles correspondent au meilleur état possible des herbiers au cours de la période historique pendant laquelle on dispose d'information sur leur état. Elles sont déterminées sur la base de données historiques quand elles existent, ou du dire d'expert dans le cas contraire. Dans le cas de la métrique 1 (extension spatiale), la référence historique est choisie après la période d'épidémie des années 1930 qui décima *Zostera marina*.

Indicateur et grille de qualité

Les **seuils de classes** ont été établis par les experts pour les trois métriques et des valeurs d'EQR ont été attribuées aux seuils de classes, selon des pas différents entre chaque classe pour les 3 métriques. 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 1 et 2.

Métriques 1 et 2 Perte de l'herbier	Métriques 1 et 2 EQR	Classe
[0 % – 10 %]	[1 – 0,8] (-0,02 pour 1 %)	Très Bon
]10 % – 17 %]	]0,8 – 0,66] (-0,02 pour 1 %)	Bon
]17 % – 30 %]	]0,66 – 0,5] ((-0,02 pour 1 % jusqu'à 20 %, puis -0,01 pour 1 %)	Moyen
]30 % – 50 %]	]0,5 – 0,3] (-0,01 pour 1 %)	Médiocre
]50 % – 100 %]	]0,3 – 0] (-0,04 pour 1 %)	Mauvais

Métrique 3 Espèces	Métrique 3 EQR	Classe
Espèces apparues ou perte d'aucune espèce	1	Très Bon
Perte d'une espèce : <i>Zostera marina</i>	0,7	Bon
Perte d'une espèce : <i>Zostera noltei</i>	0,5	Moyen
Perte de 2 espèces	0	Mauvais

L'**indicateur** est la moyenne des EQR des trois métriques ; on lui applique une grille avec un pas régulier de 0,2 entre chaque classe. Toutefois, ce classement a été remis en cause à l'issue de l'intercalibration européenne (Neto et Salas Herrero, 2016) qui a modifié la valeur du seuil entre le bon état et l'état moyen, qui est passé de 0,6 à 0,645.

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,000 – 0,800]	Inchangé	Très Bon
]0,800 – 0,600]	]0,800 – 0,645]	Bon
]0,600 – 0,400]	]0,645 – 0,400]	Moyen
]0,400 – 0,200]	Inchangé	Médiocre
]0,200 – 0,000]	Inchangé	Mauvais

La modification de cette limite sera effective rapidement et retranscrite dans la prochaine législation.

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

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.

		Métrique 1. Evolution de l'extension spatiale	Métrique 2. Evolution de la densité de l'herbier	Métrique 3. Evolution du nombre d'espèces
Atteintes morphologiques	Emprises et constructions	*		*
	Dragage	*	*	*
Modification clarté de l'eau	Clapage (augmentation de la turbidité), rejets du bassin versant	*	*	*
	Navigation (agitation de l'eau augmentant la turbidité)	*	*	*
	Rejets substances nutritives (développement micro et macroalgues)	*	*	*
Destruction mécanique	Pêche à pied ou à la drague, mouillages, navigation, dragage	*	*	*
Rejets polluants (peintures antifouling, épandages de pesticides agricoles ou non)	Navigation (peintures antifouling) Rejet des pesticides d'origine agricole et non agricole	*	*	*

Relation Pressions-État

Au niveau européen, un indice de pression a été constitué pour les besoins du second exercice d'intercalibration.

Il prend en compte les pressions du tableau ci-dessous, classées selon 3 typologies :

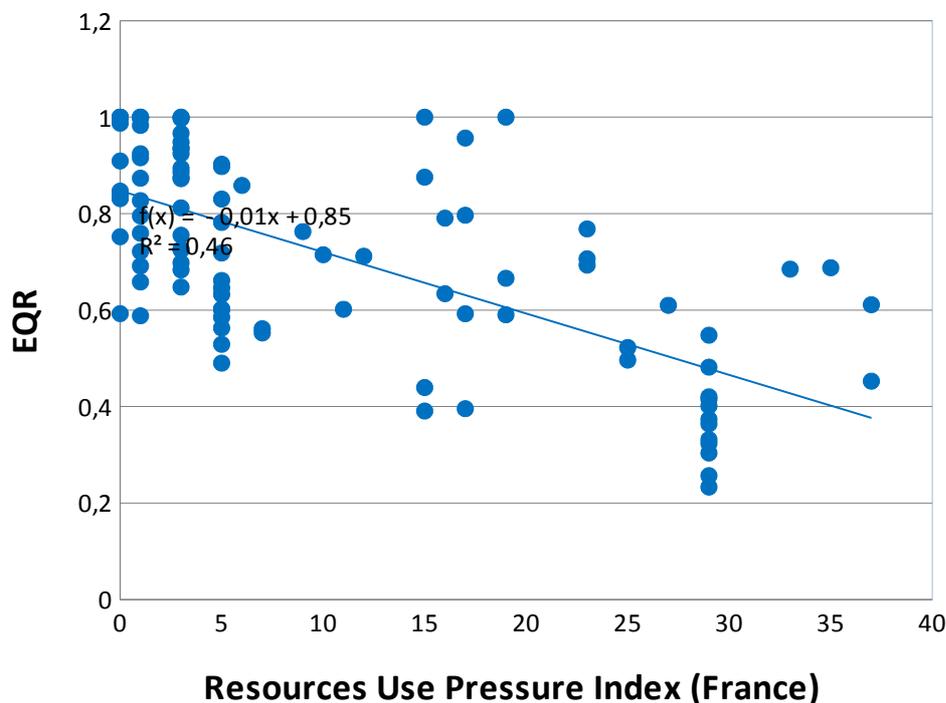
- HM : pressions sur l'hydromorphologie ;
- RU : pressions liées à l'usage de la ressource ;
- QE : pressions sur la qualité environnementale (paramètres d'état).

Des cotations sont attribuées selon le barème pré-défini (cf. tableau). L'indice de pression est la somme des scores de chaque pression.

Pression	Type	Critère/métrique	Pas de changement (0)	Très faible (1)	Faible (3)	Modéré (5)	Fort (7)	Très fort (9)
Terres gagnées sur la masse d'eau (ha)	HM	<ul style="list-style-type: none"> • Surface en hectares gagnés sur la masse d'eau (dernières décennies), en considérant à la fois les vasières et les marais littoraux • NB : indicateur intégrant les changements d'origine anthropique ET les variations naturelles 	Aucun changement	Perte de moins de 0,5 % au cours des dernières décennies	< 1 %	< 5 %	< 10 %	≥ 10 %

Artificialisation	HM	<ul style="list-style-type: none"> Prise en compte des structures implantées en domaines intertidal et subtidal, et des deux rives en estuaire En % surface ME OU de la longueur de la côte/ des rives 	Aucune	< 5 % du rivage artificialisé	< 30 %	< 60 %	< 90 %	≥ 90 %
Dragages d'entretien (surface)	UR	<ul style="list-style-type: none"> Surface cumulée (ha) draguée pour l'entretien des chenaux de navigation En % de la surface de la ME 	Aucun dragage	< 1 % de la surface ME draguée	< 10 %	< 30 %	< 50 %	≥ 50 %
Dragages d'entretien (quantités)	UR	Quantité annuelle (en tonnes) de matériaux dragués dans la ME	Aucun dragage	< 5000 tonnes annuelles	< 100 000 t	< 1 millions t	< 4 millions t	≥ 4 millions t
Clapage de matériaux de dragages (surface)	UR	<ul style="list-style-type: none"> Surface cumulée (ha) des zones de clapage dans la ME (intertidal et subtidal) En % de la surface subtidale de la ME 	Aucun clapage	< 1% de la surface subtidale de la ME	< 10 %	< 30 %	< 50 %	≥ 50 %
Clapage de matériaux de dragages (quantités)	UR	Quantité annuelle (en tonnes) de matériaux de dragage clapés dans la ME (dans les zones intertidale et subtidale)	Aucun clapage	< 5000 tonnes	< 100 000 t	< 1 millions t	< 4 millions t	≥ 4 millions t
Pêches côtières (récréative et professionnelle)	UR	<ul style="list-style-type: none"> % en longueur de côte (ou rives en estuaire) OU % de la surface ME concernée par des activités de pêche 	Absence	< 10 % du rivage (ou surface ME) concerné	< 30 %	< 60 %	< 90 %	≥ 90 %
Ports de plaisance	UR	Nombre d'anneaux dans les ports de plaisance de la ME par km ² de masse d'eau	Pas de ports de plaisance	< 100 anneaux/km ² ME	< 150 anneaux/km ² ME	< 300 anneaux/km ² ME	< 500 anneaux/km ² ME	≥ 500 anneaux/km ² ME
Tourisme et loisirs	UR	<ul style="list-style-type: none"> % en longueur de côte (ou rives en estuaire) OU % de la surface ME concernés par les activités de tourisme et loisirs 	Absence	< 10 % du rivage (ou surface ME) concerné	< 30 %	< 60 %	< 90 %	≥ 90 %
Apports de nutriments	QE	Concentration en azote inorganique dissous (NID) hivernale (µM) normalisée à 25 ‰ pour les MET et les MEC polyhalines, à 32 ‰ pour les MEC	[NID] hivernale < 6,5 µM	< 10 µM	< 30 µM	< 60 µM	< 90 µM	≥ 90 µM
Transparence	QE	<ul style="list-style-type: none"> Profondeur (mètres) disque Secchi (moyenne pendant la période de croissance de mai à septembre) Normaliser avec les mêmes critères que pour le NID hivernal (si possible) 	Transparence Secchi ≥ 2,5 mètres	< 2,5 m	< 2 m	< 1,5 m	< 1 m	< 0,5 m

Suite au 3^e round d'intercalibration, il a été démontré que les pressions liées à l'usage de la ressource sont les seules à être significativement corrélées à l'EQR (impact négatif, $p\text{-value} < 0,001$, sur les données MEC et MET). Toutefois il n'est pas possible de mettre une relation linéaire significative sur cette corrélation, comme visible dans les graphiques ci-dessous, correspondant à la France, et à tous les pays du groupe d'intercalibration.



$$EQR_{\text{métrique}} = \text{limite supérieure } EQR_{\text{classe}} - \frac{\text{valeur mesurée} - \text{limite inf métrique}_{\text{classe}}}{\text{largeur de la classe}_{\text{métrique}}} * \text{largeur de classe}_{EQR}$$

Limites d'application – Commentaires

La définition de la valeur de référence est le point délicat pour cet indicateur, car on ne dispose pas toujours de données historiques pour les trois métriques. Dans ce cas, il est convenu de prendre la valeur la plus élevée, postérieure à l'épisode de « wasting disease » (années 1930) ayant affecté les herbiers de zostères. Toutefois, l'historique de suivi des herbiers est variable selon les masses d'eau. Il faudra donc être attentif au niveau de confiance qui sera accordé à cet indicateur. Par cette méthode, il faut donc prêter une attention toute particulière aux valeurs de référence, car elles peuvent changer au cours du temps.

L'indicateur « angiospermes » varie généralement autour des limites entre les « bon état » et « état moyen ». Cette évolution apparente repose sur de très légères variations du EQR. Pour cette raison, la classification en « bon état » obtenue en 2013 était supposée fragile et le classement en « état moyen » depuis 2014 indique qu'une attention particulière doit toujours être apportée à ce compartiment biologique.

Références bibliographiques

Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P.G., Hily C., Barillé L. (2010). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique. Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Rapport Ifremer RST/LER/MPL/10-15, 72 p+ annexes, 152 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/>

- Auby Isabelle, Sauriau Pierre-Guy, [Oger-Jeanneret Helene](#), Hily Christian, Dalloyau Sebastien, [Rollet Claire](#), [Trut Gilles](#), [Fortune Mireille](#), [Plus Martin](#), Rigouin Loic (2014). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) *Zostera marina* - *Zostera noltei*. Version 2. <http://doi.org/10.13155/29685>
- Buchet, R., 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.
- 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
- Hily, C., 2004. Fiche technique Rebent n°4 (V2) : suivi des herbiers de zostères, 6 p. http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/FT04_Hily_Rebent_Herbiers_2006.pdf
- Hily C., Sauriau P.G., Auby I. (2007). Protocoles suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) - *Zostera marina* - *Zostera noltii*. Rapport LEMAR, CNRS, IFREMER, 10 p. http://envlit.ifremer.fr/content/download/78103/536620/file/ProtocoleSuiviStat_Zostera.pdf

4.2.3 *Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 1*



FAÇADE ATLANTIQUE **Masses d'eaux côtières et de** **transition**



INDICATEUR BLOOM DE MACRO-ALGUES (Type 1)

CW-OGA

(Coastal Waters – Opportunistic Green Algae)

Nadège Rossi¹ & Patrick Dion¹

¹ **Centre d'Etude et de Valorisation des Algues, Pleubian**

Résumé

Cet indicateur, baptisé CW-OGA (Coastal Waters – Opportunistic Green Algae), a été construit sur la base de 3 métriques qui permettent de quantifier les blooms macroalgaux d'algues vertes, à la fois en termes d'importance et de fréquence. Il est adapté aux « marées vertes de type 1 », réalisant la totalité (ou quasi-totalité) de leur cycle annuel de biomasse sous forme libre, en zone de balancement des marées par petits fonds de systèmes sableux représentant leur habitat potentiel et appartenant le plus souvent à des MEC. De façon à avoir une représentation correcte du phénomène de marée verte de type 1, dont les dépôts sont très mobiles, seulement mesurés sur estran et dont la dynamique se rapproche de celle du phytoplancton, avec une forte variabilité intra- et inter-annuelle, les données utilisées pour le calcul de l'indicateur sont acquises tous les ans et 3 fois par an (mai, juillet et septembre). Sur le plan relation pression/impact, cet indicateur est sensible au degré d'enrichissement des masses d'eaux en sels nutritifs et a fait l'objet de corrélations simples avec les concentrations hivernales en azote inorganique dissous.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;**
- niveau de **couverture d'algues macroscopiques.**

Historique

Le suivi des zones de marée verte à ulves est mené depuis de nombreuses années en Bretagne, avec observations de l'étendue, des biomasses des dépôts sur les plages ; les données relatives au ramassage étaient aussi regroupées. Ce suivi a été étendu plus largement à l'occasion de la surveillance DCE.

Typologies

France : pas de distinction de types.

Europe : 1 type (GIG NEA 1/26).

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues opportunistes de type 1 est réalisé tous les ans, trois fois par an en mai, juillet et septembre.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données initial pour la mise en place de l'indicateur est sous forme de données surfaciques et d'occurrence acquises dans 13 ME pour les années 2004 à 2009 dans le cadre de programmes de contrôle de surveillance portés par l'Ifremer. Les ME concernées sont les suivantes : FRGC01, FRGC03, FRGC05, FRGC06, FRGC09, FRGC10, FRGC12, FRGC20, FRGC26, FRGC29, FRGC34, FRGC35, FRGC36.

Les données correspondantes ont été collectées selon l'une des méthodes d'échantillonnage prescrite par Scanlan et al. (2007) à savoir l'acquisition des surfaces algales à partir de photographies aériennes. Le protocole détaillé est décrit par Miossec (2013). Le jeu de données utilisé pour l'intercalibration a été restreint du fait de l'absence de données de pression pour certaines des masses d'eau. Seules les données de 6 masses d'eau ont pu être utilisées dans le processus d'intercalibration (FRGC03, FRGC05, FRGC26, FRGC34, FRGC35, FRGC36).

Aujourd'hui les suivis sont réalisés sur 217 sites, parfois exclusif à une masse d'eau, parfois chevauchant plusieurs masses d'eau, entre l'estuaire de la Gironde et l'estuaire de la Seine.

Métriques

Métrique 1. Pourcentage maximum de l'aire colonisable* recouverte par les algues vertes**, sélectionné sur 3 mesures au cours de la saison de prolifération.

Métrique 2. Pourcentage moyen de l'aire colonisable* recouverte par les algues vertes**, calculé sur 3 mesures au cours de la saison de prolifération.

Métrique 3. Pourcentage de fréquence des blooms***, calculé sur 3 mesures au cours de la saison de prolifération.

Chacune des métriques est moyennée à l'échelle de 6 années et ce sont ces métriques moyennes qui sont utilisées pour le calcul final de l'EQR.

* l'aire colonisable est définie comme l'aire de substrat meuble (sable + vase) de la zone intertidale à coefficient de marée 120.

** couverture algale en ha équivalent 100 % (noté équi100). L'expression de l'aire en équi100 permet de traduire l'aire que recouvriraient les algues présentes si celles-ci ne formaient qu'un seul dépôt dont le taux de couverture serait de 100 %. Elle est obtenue en multipliant l'aire d'un dépôt algal par le pourcentage de recouvrement des algues constituant le dépôt. Ce travail étant effectué à partir de photos aériennes, il a été estimé qu'un pourcentage de recouvrement inférieur à 5 % n'était pas détectable.

*** dépôts d'algues vertes supérieurs à 1,5 % de l'aire colonisable*

Valeurs de références

Pour chaque métrique, aucune valeur de référence n'a été définie, des masses d'eau de référence n'ayant pu être identifiées. En revanche, les valeurs des seuils des classes ont pu être établies, à partir du dire d'expert. Ainsi la classe du très bon état est définie par une absence ou une faible présence d'algues vertes échouées.

Indicateur et grille de qualité

Pour chaque métrique, aucune valeur de référence n'a été définie, des masses d'eau de référence n'ayant pu être identifiées. En revanche, les valeurs des seuils des classes ont pu être établies, à partir du dire d'expert et de données historiques. Ainsi la classe du très bon état est définie par une absence ou de très faibles traces d'algues vertes échouées.

Pour chaque classe, des valeurs correspondantes d'EQR sont attribuées, entre 1 et 0, par division en intervalles égaux (0,2).

L'indicateur est calculé en faisant la moyenne des EQR des trois métriques ; certaines valeurs seuils ont été ajustées après intercalibration.

Métrique 1	Métrique 2	Métrique 3	Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
Seuils	Seuils	Seuils			
[0 – 0,5[	[0 – 0,25[	[0 – 10[	[1,00 – 0,80[	[1 – 0,825[	Très Bon
[0,5 – 1,5[	[0,25 – 0,75[	[10 – 30[	[0,80 – 0,60[	[0,825 – 0,617[	Bon
[1,5 – 4[	[0,75 – 2[	[30 – 60[	[0,60 – 0,40[	[0,617 – 0,4[	Moyen
[4 – 10[	[2 – 5[	[60 – 90[	[0,40 – 0,20[	inchangé	Médiocre
[10 – 100]	[5 – 100]	[90 – 100]	[0,20 – 0,00]	inchangé	Mauvais

Le résultat de l'intercalibration avec l'Allemagne est validé et est présenté dans ce tableau.

Pour une ME donnée, le calcul de l'EQR de chaque métrique se calcule selon la formule suivante :

$$EQR_{métrique} = \text{limite supérieure } EQR_{classe} - \frac{\text{valeur mesurée} - \text{limite inf métrique}_{classe}}{\text{largeur de la classe}_{métrique}} * \text{largeur de c classe}_{EQR}$$

Relations Pressions – État et diagnostic

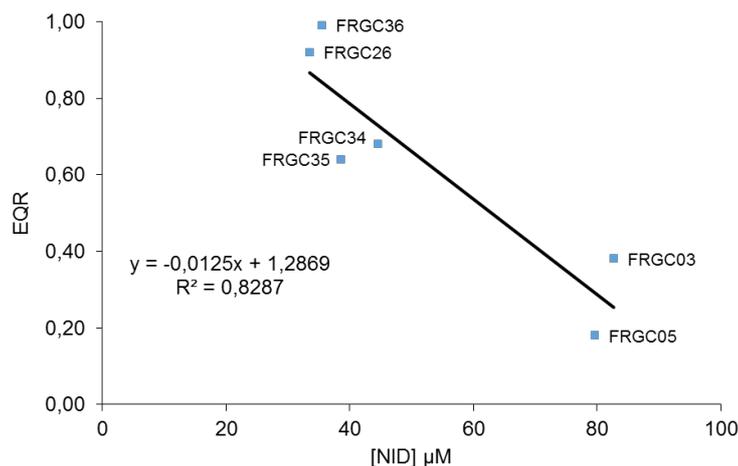
Les blooms d'algues vertes se développent en réponse aux apports d'azote en provenance des bassins versants. La prolifération dépend aussi des caractéristiques de la masse d'eau ; elle est favorisée dans les masses d'eau comportant des secteurs littoraux de faibles profondeurs, peu turbides et confinés sur un plan hydrodynamique (rétention dans le système des sels nutritifs et des algues dérivantes).

Qualitativement

Les trois métriques répondent à la même pression.

Relation Pressions-État

Une relation significative (bien que basée sur un faible nombre de données) a été mise en évidence entre l'EQR de l'indicateur biologique et un indicateur d'état associé à la pression : la concentration hivernale en azote minéral dissous dans l'eau (NID).



Limites d'application – Commentaires

L'outil correspond aux « marées vertes de type 1 » réalisant la totalité de leur cycle annuel de biomasse sous forme dérivante, c'est-à-dire les « marées vertes » typiques de Bretagne. Il ne s'applique pas aux

« marées vertes de type 2 », dites d'arrachage et réalisant une partie importante voire la totalité de leur cycle annuel de biomasse sous forme fixée sur substrats durs, avant une phase d'arrachage suivie d'échouage. Un autre outil de classement a été élaboré pour ce type de développement d'algues vertes.

Références bibliographiques

Miossec, L. (2013) Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale. Zostères, Blooms opportunistes, Phytoplancton. Aquaref-I-A-04 – Méthodes de bioindication en eaux littorales.

Scanlan C.M., Foden J., Wells E., Best M.A. 2007. The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. Marine Pollution Bulletin 55: 162-171.

4.2.4 *Masses d'eau côtières et de transition – Blooms de macroalgues de type 3*



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eaux côtières et de transition



INDICATEUR BLOOM DE MACRO-ALGUES (Type 3)

TW-OGA

Transitional Waters Opportunistic Green Algae

Nadège Rossi¹ & Patrick Dion¹

¹ Centre d'Étude et de Valorisation des Algues, Pleubian

Résumé

Cet indicateur, baptisé TW-OGA (Transitional Waters Opportunistic Green Algae), a été construit sur la base de 2 métriques surfaciques qui permettent de quantifier l'importance des blooms macroalgaux d'algues vertes. Il est adapté aux « marées vertes de type 3 » réalisant la totalité (ou quasi-totalité) de leur cycle annuel de biomasse sous forme libre, en zone de balancement des marées de systèmes vaseux abrités représentant leur habitat potentiel et appartenant le plus souvent à des MET. Les dépôts dans les systèmes vaseux étant peu mobiles, les données utilisées pour le calcul de l'indicateur sont acquises tous les ans et 1 fois par an, au maximum du développement algal. Sur le plan relation pression/ impact, cet indicateur est sensible au degré d'enrichissement des masses d'eau en sels nutritifs et a fait l'objet de corrélations simples avec un indice de pression combinant les concentrations hivernales en azote inorganique dissous, la turbidité et la proportion de particules fines (<63 µm).

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taux d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;**
- niveau de **couverture d'algues macroscopiques.**

Historique

Cet indicateur a été développé à l'occasion de la mise en place de la DCE, avec des premiers échantillonnages à partir de 2008.

Typologies

France : pas de distinction de types.

Europe : 1 type (GIG NEA 1/11).

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues opportunistes de type 3 est réalisé tous les ans, une fois par an, au maximum du développement algal.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données initial concernait 28 ME (FRGT02, FRGT03, FRGT04, FRGT05, FRGT06, FRGT07, FRGT08, FRGT09, FRGT10, FRGT11, FRGT12, FRGT14, FRGT15, FRGT16, FRGT17, FRGT18, FRGT19, FRGT20, FRGT21, FRGT22, FRGT23, FRGT24, FRGT25, FRGT27, FRGC07, FRGC11, FRGC16, FRGC39) pour les années 2008 à 2010.

Les données correspondantes ont été collectées selon l'une des méthodes d'échantillonnage prescrite par Scanlan et al. (2007) à savoir l'acquisition des surfaces algales à partir de photographies aériennes. Le protocole détaillé est décrit par Miossec (2013). Le jeu de données utilisé pour l'intercalibration a été restreint du fait de l'absence de données de pression pour certaines des masses d'eau. Seules les données de 10 masses d'eau ont pu être utilisées dans le processus d'intercalibration (FRGT03, FRGT07, FRGT08, FRGT10, FRGT12, FRGT15, FRGT16, FRGT17, FRGT22, FRGT23).

Aujourd'hui les suivis sont réalisés sur 217 sites, parfois exclusif à une masse d'eau, parfois chevauchant plusieurs masses d'eau, entre l'estuaire de la Gironde et l'estuaire de la Seine.

Métriques

Métrique 1. Pourcentage de l'aire colonisable* recouverte par les algues vertes**, calculé sur 1 mesure au cours de la saison de prolifération.

Métrique 2. Aire affectée par des dépôts d'algues (ha)***.

* l'aire colonisable est définie comme l'aire de substrat meuble (sable + vase) de la zone intertidale à coefficient de marée 120.

** couverture algale en ha équivalent 100 % (noté équi100). L'expression de l'aire en équi100 permet de traduire l'aire que recouvriraient les algues présentes si celles-ci ne formaient qu'un seul dépôt dont le taux de couverture serait de 100 %. Elle est obtenue en multipliant l'aire d'un dépôt algal par le pourcentage de recouvrement des algues constituant le dépôt. Ce travail étant effectué à partir de photos aériennes, il a été estimé qu'un pourcentage de recouvrement inférieur à 5 % n'était pas détectable.

*** somme des aires des dépôts algaux bruts c'est-à-dire sans prise en compte du taux de recouvrement des algues.

Chacune des métriques a été moyennée à l'échelle des années disponibles lors du travail mené pour l'intercalibration (3 ans). Ces métriques moyennes sont utilisées pour le calcul final de l'EQR. Désormais, la note finale est issue de la moyenne des données acquises sur 6 ans.

Valeurs de références

Pour chaque métrique, aucune valeur de référence n'a été définie, des masses d'eau de référence n'ayant pu être identifiées. En revanche, les valeurs des seuils des classes ont pu être établies, à partir du dire d'expert. Ainsi la classe du très bon état est définie par une absence ou une faible présence d'algues vertes échouées.

Indicateur et grille de qualité

Pour chaque métrique, aucune valeur de référence n'a été définie, des masses d'eau de référence n'ayant pu être identifiées. En revanche, les valeurs des seuils des classes ont pu être établies, à partir du dire d'expert et de données issues d'autres États européens. Ainsi la classe du très bon état est définie par une absence ou une présence faible d'algues vertes échouées. Pour chaque classe, des valeurs correspondantes d'EQR sont attribuées, entre 1 et 0, par division en intervalles égaux (0,2). L'indicateur est calculé en faisant la moyenne des EQR des deux métriques.

Métrique 1	Métrique 2	Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
Seuils	Seuils			
[0 – 5[	[0 – 10[	[1,00 – 0,80[	Inchangé	Très Bon
[5 – 15[	[10 – 50[	[0,80 – 0,60[	Inchangé	Bon
[15 – 25[	[50 – 100[	[0,60 – 0,40[	Inchangé	Moyen
[25 – 75[	[100 – 250[	[0,40 – 0,20[	Inchangé	Médiocre
[75 – 100]	[250 – 6000]	[0,20 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

Le résultat de l'intercalibration avec l'Irlande et l'Angleterre est validé et est présenté dans ce tableau.

Pour un site donné, le calcul de l'EQR de chaque métrique se calcule selon la formule suivante :

$$EQR_{métrique} = limite\ supérieure\ EQR_{classe} - \frac{valeur\ mesurée - limite\ inf\ métrique_{classe}}{largeur\ de\ la\ classe_{métrique}} * largeur\ de\ classe_{EQR}$$

Relations Pressions – État et diagnostic

Les blooms d'algues vertes se développent en réponse aux apports d'azote à la masse d'eau en provenance des bassins versants. La prolifération dans une masse d'eau donnée dépend des caractéristiques de la masse d'eau ; elle est favorisée dans les masses d'eau de faibles profondeurs, à faible taux de renouvellement et peu turbides.

Qualitativement

Les deux métriques répondent à la même pression.

Relation Pressions-État

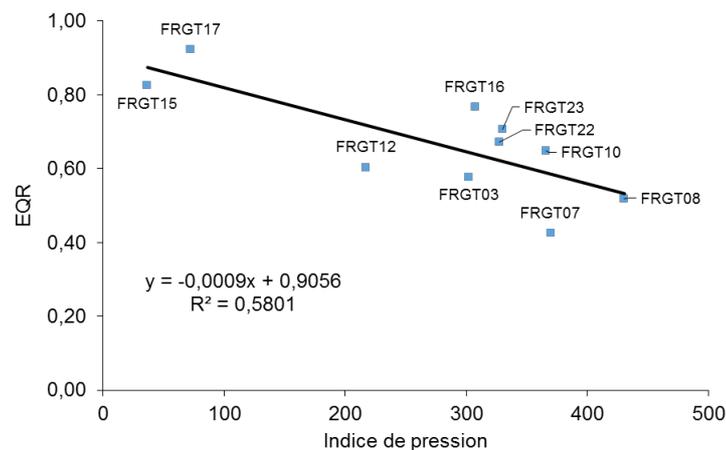
Une relation significative a été mise en évidence entre l'EQR de l'indicateur biologique et un indicateur d'état associé à un indice de pression (IP) calculé selon la formule suivante :

$$IP = N * T * PF$$

N = LnNID normalisé à une salinité de 25 ;

T = Turbidité ;

PF = Proportion particules fines (% <63µm).



Limites d'application – Commentaires

L'outil est adapté aux « marées vertes de type 3 » réalisant la totalité (ou quasi-totalité) de leur cycle annuel de biomasse sous forme libre, en zone de balancement des marées de systèmes vaseux abrités représentant leur habitat potentiel et appartenant le plus souvent à des MET.

Références bibliographiques

Miossec, L. (2013) Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale. Zostères, Blooms opportunistes, Phytoplancton. Aquaref-I-A-04 - Méthodes de bioindication en eaux littorales.

Scanlan C.M., Foden J., Wells E., Best M.A. 2007. The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. Marine Pollution Bulletin 55: 162-171.

4.2.5 *Masses d'eau côtières – Blooms de macroalgues de type 2*



FAÇADE ATLANTIQUE **Masses d'eaux côtières**



INDICATEUR BLOOM DE MACRO-ALGUES (Type 2)

Nadège Rossi¹

¹ **Centre d'Étude et de Valorisation des Algues, Pleubian**

Résumé

Cet indicateur, a été construit sur la base de 3 métriques de façon à tenir compte du cycle de développement des algues d'arrachage et des différents substrats colonisés au cours de la saison. Il est important de rappeler que les marées vertes d'arrachage (Type 2) s'initient et se développent sur les platiers rocheux. Les conditions hydrodynamiques entraînent par la suite un décrochage/arrachage des algues fixées sur les platiers qui finissent par s'échouer sur les plages généralement à proximité des platiers rocheux sur lesquels elles ont effectuées leur croissance. De façon à avoir une représentation correcte du phénomène de marée verte de type 2, avec une forte variabilité intra- et inter-annuelle, les données utilisées pour le calcul de l'indicateur sont acquises tous les ans et 3 fois par an (mai, juillet et septembre). Sur le plan relation pression/impact, la connaissance du phénomène de par la littérature scientifique et les observations faites au cours des différentes campagnes de surveillance montrent que ce type de développement d'algues vertes dépend de la surface de substrat rocheux disponible et est sensible au degré d'enrichissement des masses d'eaux en sels nutritifs.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;**
- niveau de **couverture d'algues macroscopiques.**

Historique

Le suivi des zones de marée verte à ulves est mené depuis de nombreuses années en Bretagne, avec observations de l'étendue, des biomasses des dépôts sur les plages ; les données relatives au ramassage étaient aussi regroupées. Ce suivi a été étendu plus largement à l'occasion de la surveillance DCE.

Typologies

France : pas de distinction de types.
Europe : 1 type (GIG NEA 1/26).

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues opportunistes de type 2 est réalisé tous les ans, trois fois par an en mai, juillet et septembre.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données utilisé pour la mise en place de l'indicateur est sous forme de données surfaciques acquises dans 15 ME pour les années 2006 (ou 2008 selon disponibilité des données) à 2011 dans le cadre de programmes de contrôle de surveillance portés par l'Ifremer. Les ME concernées sont les suivantes : FRGC13, FRGC28, FRGC32, FRGC38, FRGC42, FRGC44, FRGC45, FRGC46, FRGC47, FRGC50, FRGC51, FRHC07, FRHC08, FRHC10, FRHC11.

Les données correspondantes ont été collectées selon l'une des méthodes d'échantillonnage prescrite par Scanlan et al. (2007) à savoir l'acquisition des surfaces algales à partir de photographies aériennes. Le protocole détaillé est décrit par Miossec (2013).

Aujourd'hui les suivis sont réalisés sur 200 sites, parfois exclusif à une masse d'eau, parfois chevauchant plusieurs masses d'eau, entre l'estuaire de la Gironde et l'estuaire de la Seine.

Métriques

Métrique 1. Pourcentage des dépôts printaniers d'ulves (mai) par rapport à la surface de substrat rocheux*.

Métrique 2. Pourcentage moyen des dépôts estivaux d'ulves (juillet-septembre) par rapport à la surface de substrat rocheux.

Métrique 3. Pourcentage maximum de l'aire colonisable** touchée par des échouages d'ulves.

Chacune des métriques est moyennée à l'échelle de 6 années et ce sont ces métriques moyennes qui sont utilisées pour le calcul final de l'EQR.

* Il n'est question que de la surface rocheuse intertidale

**l'aire colonisable est définie comme l'aire de substrat meuble (sable + vase) de la zone intertidale à coefficient de marée 120.

Valeurs de références

Pour chaque métrique, aucune valeur de référence n'a été définie, des masses d'eau de référence n'ayant pu être identifiées. En revanche, les valeurs des seuils des classes ont pu être établies, à partir du dire d'expert. Ainsi la classe du très bon état est définie par une absence ou une faible présence d'algues vertes échouées.

Indicateur et grille de qualité

Pour chaque classe, des valeurs correspondantes d'EQR sont attribuées, entre 1 et 0, par division en intervalles égaux (0,2). L'indicateur est calculé en faisant la moyenne des EQR des trois métriques.

Métrique 1	Métrique 2	Métrique 3	Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
Seuils	Seuils	Seuils			
[0 – 1[	[0 – 0,5[	[0 – 0,5[	[1,00 – 0,80[	Pas de travaux européens d'intercalibration	Très Bon
[1 – 2[	[0,5 – 1[	[0,5 – 1,5[	[0,80 – 0,60[		Bon
[2 – 10[	[1 – 5[	[1,5 – 4[	[0,60 – 0,40[		Moyen
[10 – 20[	[5 – 10[	[4 – 10[	[0,40 – 0,20[		Médiocre
[20 – 100]	[10 – 100]	[10 – 100]	[0,20 – 0,00]		Mauvais

Pour une ME donnée, le calcul de l'EQR de chaque métrique se calcule selon la formule suivante :

$$EQR_{métrique} = \text{limite supérieure } EQR_{classe} - \frac{\text{valeur mesurée} - \text{limite inf métrique}_{classe}}{\text{largeur de la classe}_{métrique}} * \text{largeur de classe}_{EQR}$$

Aucune intercalibration n'a pu être menée sur cette grille d'évaluation, la France étant le seul pays à avoir identifié ce phénomène à l'échelle de masse d'eau.

Relations Pressions – État et diagnostic

Les blooms d'algues vertes se développent en réponse aux apports d'azote en provenance des bassins versants mais dépendent également de la surface de substrat rocheux disponible pour leur développement. Ce phénomène est donc dépendant de la dynamique des populations sur les estrans rocheux. Cette complexité implique qu'aucune relation pressions – état n'est pu être mise en évidence à ce jour.

Limites d'application – Commentaires

L'outil correspond aux « marées vertes de type 2 » dites d'arrachage et réalisant une partie importante voire la totalité de leur cycle annuel de biomasse sous forme fixée sur substrats durs, avant une phase d'arrachage suivie d'échouage.

Références bibliographiques

- Miossec, L. (2013) Guide méthodologique des méthodes DCE en hydrobiologie littorale. Zostères, Blooms opportunistes, Phytoplancton. Aquaref-I-A-04 - Méthodes de bioindication en eaux littorales.
- Scanlan C.M., Foden J., Wells E., Best M.A. 2007. The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. Marine Pollution Bulletin 55: 162-171.

4.2.6 *Masses d'eau côtières – Macroalgues subtidales*



Concarneau



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eaux côtières



Ifremer

INDICATEUR MACRO-ALGUES DE SUBSTRAT DUR SUBTIDAL

Sandrine Derrien-Courtel¹, Aodren Le Gal¹, Marie-Noëlle De Casamajor², François Gevaert³, Anne-Laure Barillé⁴

¹ MNHN, Station de Biologie Marine de Concarneau

² Ifremer, LER Arcachon

³ Université de Lille 1, Laboratoire d'Océanologie et de Géoscience

⁴ Bureau d'étude Biolittoral

Résumé

L'indicateur macro-algues de substrat dur subtidal est construit à partir de 8 métriques. Chacune de ces métriques est notée suivant un barème de notation défini à partir de l'analyse des données historiques issues du REBENT (REseau BENThique). La totalité des masses d'eau sont regroupées en 3 ensembles appelés supertypes afin de prendre en compte certains facteurs physiques (nature du sédiment dominant et turbidité naturelle) qui conditionnent leur potentiel vis-à-vis des métriques définies. Cet indicateur répond principalement aux pressions qui agissent sur la qualité des eaux (transparence, eutrophisation, température) ou qui provoquent la destruction des algues (sédimentation, exploitation).

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;**
- **niveau de couverture d'algues.**

Historique

Les données quantitatives standardisées portant sur les macroalgues de substrat dur subtidal sont rares (voire inexistantes), en dehors de celles acquises depuis 2003 dans le cadre du REseau BENThique. Il en résulte qu'aucun indicateur n'existait avant la mise en place de la DCE. Le protocole, la définition des sites de références, les métriques et leur barème de notation sont tous issus des données du REBENT. Les données de ce réseau ne concernant que la Bretagne, d'autres experts (Marie-Noëlle De Casamajor¹, François Gevaert², Anne Laure Barillé³) ont été associés à la démarche afin d'optimiser l'applicabilité de ce protocole à l'ensemble du littoral Manche-Atlantique.

1 Station Ifremer-Anglet

2 Station Marine de Wimereux-CNRS

3 Bureau d'étude Biolittoral

Typologies

France : Les types suivants ne sont pas concernés par cet indicateur : C5, C6, C8, C16. Les autres types sont agrégés en 3 super-types, comme suit :

Super-types	Types
A : côte rocheuse peu turbide	C1, C2, C14, C 15
B : côte sablo-vaseuse peu turbide	C3, C4, C7, C9, C10, C11, C13, C17
C : côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	C12

Europe : pas d'intercalibration pour cet élément de qualité.

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues de substrat dur subtidal est réalisé tous les six ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données sur lequel a été construit l'indicateur comprend 45 sites. Aujourd'hui les suivis sont réalisés sur 54 sites réparti dans 40 masses d'eau.

Code ME	Nom ME	Nombre Stations	Code ME	Nom ME	Nombre Stations
FRAC02	Malo-Gris Nez	1	FRGC37	Groix (large)	1
FRAC03	Gris nez-Slack	1	FRGC38	Golfe du Morbihan large	1
FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	3	FRGC39	Golfe du Morbihan	1
FRGC03	Rance – Fresnaye	1	FRGC42	Belle-Ile	2
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	1	FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	1
FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	2	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	2
FRGC08	Perros-Guirec (large)	1	FRGC46	Loire (large)	3
FRGC09	Perros-Guirec – Morlaix (large)	0	FRGC47	Île d'Yeu	1
FRGC10	Baie de Lannion	2	FRGC50	Nord Sables d'Olonne	2
FRGC11	Baie de Morlaix	1	FRGC53	Pertuis Breton	1
FRGC12	Léon – Trégor (large)	1	FRGT02	Bassin maritime de la Rance	1
FRGC13	Les Abers (large)	2	FRGT21	Rivière d'Etel	1
FRGC16	Rade de Brest	1	FRHC01	Archipel Chausey	1
FRGC18	Iroise (large)	2	FRHC03	Ouest Cotentin	1
FRGC20	Baie de Douarnenez	1	FRHC04	Cap de Carteret – Cap de la Hague	1
FRGC26	Baie d'Audierne	1	FRHC07	Cap Levi – Gatteville	1
FRGC28	Concarneau (large)	2	FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	1
FRGC29	Baie de Concarneau	1	FRHC13	Côte de Nacre (est)	1
FRGC34	Lorient – Groix	1	FRHC16	Le Havre – Antifer	1
FRGC35	Baie d'Etel	1	FRHC17	Pays de Caux (sud)	1

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par S. Derrien-Courtet et A. Le Gal.

Métriques

Les métriques sont mesurées en infralittoral (supérieur et inférieur), en privilégiant un échantillonnage aux profondeurs -3m, -8m et -13m quand elles existent. Pour chaque niveau, une valeur mesurée est transformée en classe (note), selon une grille définie pour les niveaux de 1-2 et pour le niveau 3.

Métrique	Notes
Métrique 1. Limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales (m C.M.*)	Note sur 30
Métrique 2. Densité des espèces d'algues définissant l'étagement (nb. individus / m ²)	Note sur 20
Métrique 3. Nombre d'espèces d'algues caractéristiques ayant une occurrence > 10 % (nb)	Note sur 20
Métrique 4. Densité d'espèces d'algues opportunistes (nb. individus / m ²)	Note sur 20
Métrique 5. Présence d'espèces d'algues indicatrices de bon état écologique (oui/non)	Note 0-1
Métrique 6. Richesse spécifique algale totale (nb)	Note sur 10
Métrique 7. Longueur moyenne des stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> (cm)	Note sur 20
Métrique 8. Surface de stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> couverte par des épibioses (surface/ml)	Note sur 20

* Côte Marine = Profondeur corrigée et rapportée au zéro des cartes marines françaises du SHOM

Valeurs de références

Les valeurs de référence ont été définies pour chaque super-type, sur des sites de référence peu ou pas impactés.

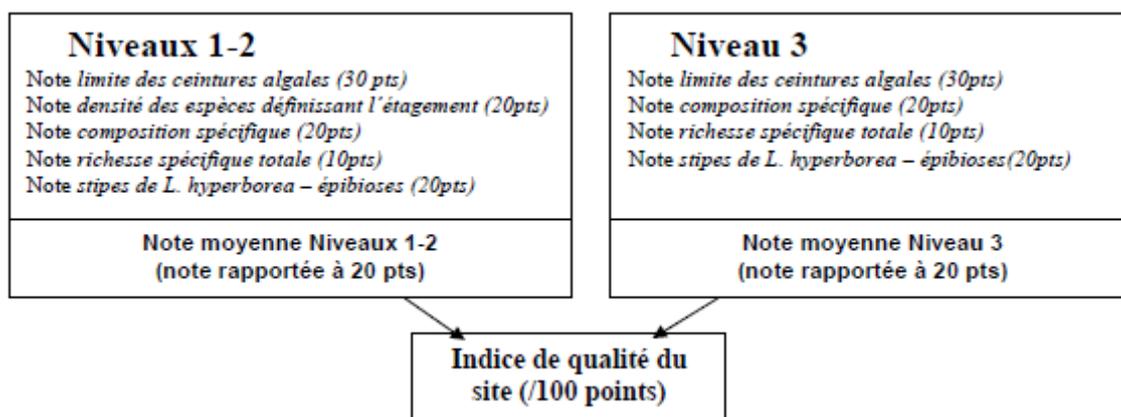
Supertype	Typologie française correspondante	Masses d'eau de référence
Supertype A	C01, C02, C14, C15	La Barrière (Les 7 îles-FRGC08), Ar Forc'h Vihan (Ouessant-FRGC18) et les Bluiniers (Glénan-FRGC28)
Supertype B	C03, C04, C07, C09, C10, C11, C13, C17	La Cancalaise (Chausey-FRHC01), Les Haies de la Conchée (Saint Malo-FRGC03), Les Pierres Noires (Baie d'Etel-FRGC35)
Supertype C	C12	Ile Ronde (Rade de Brest - FRGC16)

Indicateur et grille de qualité

Les métriques sont assemblées comme suit :

- limite des ceintures (métrique 1) : note sur 30 ;
- densité des espèces définissant l'étagement (métrique 2) : note sur 20 ;
- composition spécifique (moyenne des métriques 3 et 4 à laquelle on ajoute le score de la métrique 5) : note sur 20 avec attribution d'un point bonus supplémentaire si présence d'une espèce indicatrice d'un bon état écologique ;
- richesse spécifique totale (métrique 6) : note sur 10 ;
- épibioses (moyenne des métriques 7 et 8) : note sur 20 ;

L'indicateur du site est obtenu en rapportant sur 100 (règle de 3) la moyenne des notes des niveaux 1-2 et 3.



L'EQR est défini par le rapport entre l'indice de qualité du site et l'indice de qualité de référence.

Valeurs de référence de l'indice			Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
Supertype A 74,8	Supertype B 56,8	Supertype C 80,8	[1,00 – 0,85]	Il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration.	Très Bon
			]0,85 – 0,65]		Bon
			]0,65 – 0,45]		Moyen
			]0,45 – 0,25]		Médiocre
			]0,25 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

L'indicateur macroalgues subtidales est essentiellement sensible aux pressions anthropiques qui agissent sur la clarté de l'eau, la sédimentation, la teneur en nutriments :

- travaux, aménagements et activités littorales : extensions portuaires, dragages et clapages de sédiment, extraction de granulats, aménagements favorisant le dépôt de sédiments ;
- rejets de nutriments, favorisant la croissance du phytoplancton et des algues opportunistes ;
- contaminations chimiques (Derrien-Courtel S. et Le Gal A., 2011. Rapport sur les observations d'un phénomène de nécroses sur la laminaire *Laminaria hyperborea* pendant l'année 2008, Contrat IFREMER-MNHN, 28p.) ;
- l'exploitation des champs de laminaires (Derrien-Courtel S., Le Gal A. et Catherine E., 2013. Etude d'incidence de l'utilisation du peigne à *Laminaria hyperborea* sur la biocénose à laminaires – Rapport final – Données 2012, Contrat PNMI-MNHN, mars 2013, 30p.) ;

L'indicateur est également sensible aux conditions climatiques naturelles, comme les fortes pluviométries (lessivage des sols), les tempêtes (remise en suspension des sédiments) et semble être également sensible à l'indice climatique NAO (Oscillation du Nord Atlantique). Depuis 2014, le nouveau protocole a introduit le suivi annuel des paramètres ceintures algales et structure de la strate arbustive (nouveau paramètre) sur une sélection de sites considérés comme sensibles et/ou à variabilité naturelle. Depuis 2014, le compartiment faune est également suivi dans l'objectif de permettre de renforcer l'indicateur macroalgues subtidales.

Qualitativement

	Métrique 1.	Métrique 2.	Métrique 3.	Métrique 4.	Métrique 5.	Métrique 6.	Métrique 7.	Métrique 8.
Travaux et aménagements augmentant la turbidité et le dépôt de sédiments	important	important	Modéré	Modéré	important	Faible	important	important
Rejet de nutriments et eutrophisation	Modéré	Modéré	Modéré	important	Faible	Faible	Modéré	Modéré
Pêche industrielle : exploitation des champs de laminaires	Faible	Important	Faible	Faible	Quasi nul	Quasi nul	important	important

*sensibilité définie à dire d'expert.

Relation Pressions-État

À ce stade, il n'a pas été établi de relation entre les pressions et l'indicateur.

Limites d'application – Commentaires

Il y a peu de sites de référence (respectivement pour les supertypes A, B et C : 3, 2, 1). La fiabilité de cet indice doit encore être testée.

Références bibliographiques

- Derrien-Courtel S. et Le Gal A., 2011. Rapport sur les observations d'un phénomène de nécroses sur la laminaire *Laminaria hyperborea* pendant l'année 2008, Contrat IFREMER-MNHN, 28p.
- Derrien-Courtel S. et Le Gal A., 2014. Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) - Version 2014-V1, Contrat Ifremer-MNHN, 28p.
- Le Gal A. et Derrien-Courtel S., 2015. Quality Index of Subtidal Macroalgae (QISubMac): A suitable tool for ecological quality status assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Mar Pollut Bull*
- Derrien-Courtel S., Le Gal A. et Catherine E., 2013. Etude d'incidence de l'utilisation du peigne à *Laminaria hyperborea* sur la biocénose à laminaires - Rapport final – Données 2012, Contrat PNMI-MNHN, mars 2013, 30p.

4.2.7 Masses d'eau côtières – Macroalgues intertidales



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eaux côtières



INDICATEUR MACRO-ALGUES DE SUBSTRAT DUR INTERTIDAL

Erwan Ar Gall¹ & Michel Le Duff²

¹ Lémear UMR 6539 – OSU - IUEM

² UBO (UEB)

Résumé

L'indice CCO (Cover - Characteristic species - Opportunistic species) est calculé pour des sites considérés globalement comme bien végétalisés au sein de la MEC correspondante, c'est-à-dire présentant une couverture macroalgale importante sur un maximum de niveaux bathymétriques. Ainsi, l'indicateur a été conçu pour être adaptable à tout type d'estran comptant entre 2 et 6 ceintures de macroalgues. Il est basé d'une part sur l'extension du couvert végétal sur roche, à chaque niveau, avec une notation pondérée en fonction de l'importance surfacique de chaque ceinture, représentant chacune un habitat particulier. D'autre part, il tient compte de la répartition dans chaque ceinture des groupes fonctionnels de macroalgues : les espèces caractéristiques, comptabilisées à partir d'un seuil surfacique par niveau, et les espèces opportunistes, dont l'importance est donnée par leur pourcentage de recouvrement. Ces trois métriques sont complémentaires en ce sens qu'elles évitent les phénomènes de compensation globale, d'une part, et d'exagération, d'autre part, sur l'état des peuplements macroalgaux et leur évolution face à 4 types potentiels de pressions anthropiques dans la masse d'eau.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;**
- niveau de **couverture d'algues macroscopiques.**

Historique

2004-2006 : premier cycle d'échantillonnage dans le cadre du **Réseau Benthique (Rebent)** Bretagne portant sur des métriques choisies pour établir un indice d'état des peuplements (diversité spécifique et couverture / groupes taxonomiques, fonctionnels et strates) pour établir un indice d'état des peuplements.

Depuis 2006 : Suivis assurés dans le cadre du **Réseau Benthique (Rebent)** national.

Typologies

France et Europe : Depuis les travaux de Ramos *et al.* (2012) et de Ramos *et al.* (2014), les côtes Manche Atlantique de l'hexagone sont concernées par 2 typologies au niveau des macroalgues intertidales :

- GIG NEA type 1/26 biotype A2;
- GIG NEA type 1/26 biotype B21.

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues de substrat dur intertidaux est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

L'indicateur est suivi sur un total de 27 masses d'eau côtières le long de la Façade Atlantique :

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Nombre de sites suivis
FRAC03	Gris Nez – Slack	1
FRFC01	Côte nord est île d'Oléron	1
FRFC11	Côte basque	2
FRGC03	Rance-Fresnaye	1
FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	1
FRGC08	Perros-Guirec (large)	1
FRGC11	Baie de Morlaix	1
FRGC13	Les Abers (large)	1
FRGC16	Rade de Brest	2
FRGC18	Iroise (large)	1
FRGC20	Baie – Douarnenez	1
FRGC26	Baie d'Audierne (large)	1
FRGC28	Concarneau (large)	1
FRGC34	Lorient – Groix	1
FRGC36	Baie de Quiberon	1
FRGC39	Golfe du Morbihan	1
FRGC44	Baie Vilaine – Côte	1
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	1
FRGC46	Loire (large)	2
FRGC47	Ile d'Yeu	1
FRGC48	Baie de Bourgneuf	1
FRGC50	Nord Sables d'Olonne	1
FRGC53	Pertuis Breton	1
FRHC01	Archipel Chausey	1
FRHC04	Cap de Carteret – Cap de la Hague	1
FRHC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue	1
FRHC10	Baie des Veys	1
FRHC13	Côte de Nacre Est	1
FRHC16	Le Havre – Antifer	1
FRHC17	Pays de Caux Sud	2
FRHC18	Pays de Caux Nord	1

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Ar Gall & Le Duff (2010).

Métriques

Métrique 1. % de surface végétalisée par ceinture végétale (6 ceintures au maximum) : valeur transformée en score.

Indice 1 : somme des scores de la métrique 1 pour les 6 ceintures ; note sur 40.

Métrique 2. nombre d'espèces caractéristiques par ceinture (si plus de 2,5 % de couverture par espèce) : valeur transformée en score. La liste des espèces est adaptée par ceinture et par région biogéographique : Manche Orientale, Bretagne (du Cotentin à la Vendée), Charentes, Pays Basque.

Indice 2 : somme des scores de la métrique 2 pour les 6 ceintures ; note sur 30.

Métrique 3. % de recouvrement des espèces opportunistes par ceinture : valeur transformée en score.

Indice 3 : somme des scores de la métrique 3 pour les 6 ceintures ; note sur 30.

Valeurs de références

Au niveau français, les **valeurs de référence** ont été définies à dire d'expert, sur des sites de référence peu ou pas impactés. Il s'agit de Portsall (FRGC13) et Molène (FRGC18) (Argall *et al*, 2016). Des classes d'amplitude égale ont été définies à dire d'expert.

Au niveau européen, la valeur de référence a été établie à partir des données de sites exempts de pressions anthropiques (score pression = 0, *cf. infra*) et les seuils des classes ont été ajustés dans le cadre de l'intercalibration. C'est le seuil européen qu'il faut prendre en compte.

Indicateur et grille de qualité

L'indicateur est composé en sommant les notes des 3 indices. Sa valeur maximale est 100.

Les ajustements par rapport aux seuils français avant intercalibration sont minimes.

Macro-algues substrat dur intertidal – Masses d'eau de type NEA1/26 A2

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,80]	Intercalibré lors du round 2	Très Bon
]0,80 – 0,60]		Bon
]0,60 – 0,40]		Moyen
]0,40 – 0,20]		Médiocre
]0,20 – 0,00]		Mauvais

Macro-algues de substrat dur intertidal – Masses d'eau de type NEA1/26 B21

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,80]	Intercalibration non terminée	Très Bon
]0,80 – 0,60]		Bon
]0,60 – 0,40]		Moyen
]0,40 – 0,20]		Médiocre
]0,20 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Les principales pressions anthropiques qui affectent l'indicateur sont les rejets d'eau chaude, la turbidité, l'eutrophisation, les pollutions chimiques – pesticides, marées noires-, la pêche à pied professionnelle ou récréative, l'exploitation industrielle.

L'indicateur est aussi potentiellement sensible à des évolutions dans le cadre du changement climatique, comme, par exemple les proliférations de brouteurs.

Qualitativement

	Indice 1. Surface végétalisée des niveaux	Indice 2. Espèces caractéristiques	Indice 3. Espèces opportunistes
Turbidité	*	*	
Eutrophisation			*
Pollution chimique	*	*	
Pêche à pied et exploitation industrielle	*	*	*

Relation Pressions-État

À ce stade, un indice de pression combinant des pressions d'origines urbaine, industrielle et « diffuse » (agricole, assainissement non collectif...) a été élaboré, prenant en compte des scores de diverses pressions évalués comme suit (Buchet 2012) :

- Les pressions urbaines

Des seuils et notations ont été définis sur la base des seuils de la directive eaux résiduaires urbaines :

Équivalent habitant (EH)	Distance			
	> 500 m	500 m -100 m	100 m - 50 m	< 50 m
< 2000 EH	0	0	1	2
2000 – 10 000 EH	0	1	2	3
10 000 – 150 000 EH	1	2	3	4
> 150 000 EH	2	3	4	4

- Les pressions industrielles :

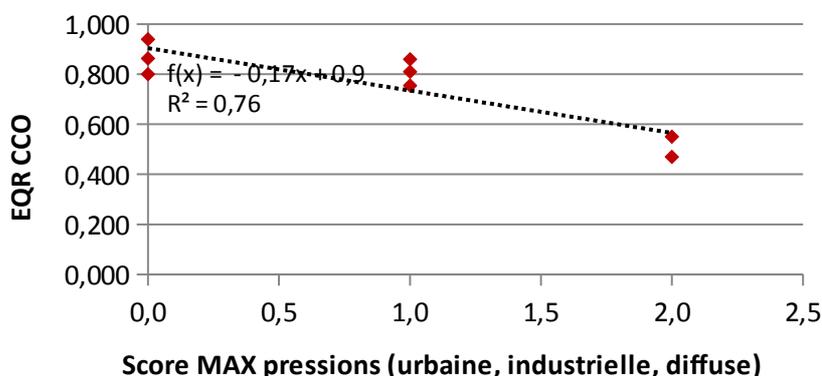
Type de rejet industriel	Équivalent habitant (EH)	Distance			
		> 500 m	500 m -100 m	100 m - 50 m	< 50 m
Autre	< 2000 EH	0	0	1	2
Matière organique, eau chaude, etc.	2000 – 10 000 EH	0	1	2	3
Matière organique, eau chaude, etc.	10 000 – 150 000 EH	1	2	3	4
Rejet polluants organiques et/ou MES générant de la turbidité (activités donnant lieu à une licence IPPC...)		2	3	4	4

Les rejets d'eaux chaudes sont également pris en compte. Le risque le plus fort correspond aux rejets de produits chimiques organiques et les rejets turbides riches en MES (papeteries et autres).

- Les pressions par pollutions diffuses sont estimées qualitativement à dire d'expert.

Intensité pressions pollution diffuse (dire d'expert)	Score
Absence	0
Faible	1
Modérée	2
Forte	3

Le score final pour l'indice de pression est la **note maximale** obtenue parmi les 3 types de pressions, en utilisant les différents barèmes ; sa relation avec l'EQR est indiquée ci-dessous.



Relation entre l'indice de pression et l'état (EQR) (Buchet 2012)

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur a été construit à partir d'un jeu limité de données (huit sites situés à l'écart de perturbations au sein de huit masses d'eau réparties en Bretagne et Normandie). La grille de classement est cependant validée dans le cadre de l'exercice européen d'intercalibration. L'application en France devra être assortie d'une évaluation des incertitudes liées à cet outil, afin de pondérer si besoin le classement brut indiqué par cette méthode.

Références bibliographiques

- Ar Gall E. & Le Duff M. 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. Rapport Ifremer – ONEMA. 16 pp.
- Ar Gall E., Le Duff M., Sauriau P.-G., De Casamajor M.-N., Gevaert F., Poisson E., Hacquebart P., Joncourt Y., Barillé A.-L., Buchet R., Bréret M., Miossec L. (2016) Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. Ecological Indicators, 60 : 162-173.
- Buchet, R. 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.

- E. Ramos, A. Puente, J-A Juanes, J. M. Neto, A. Pedersen, I. Bartsch, C. Scanlan, R. Wilkes, E. Van den Bergh, E. Ar Gall, R. Melo (2014) Biological validation of physical coastal waters classification along the NE Atlantic region based on rocky macroalgae distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Vol 147 .p 103-112
- E.Ramos, J.A.Juanes, C. Galván, J.M. Neto, R.Melo, A.Pedersen, C. Scanlan, R;Wilkes, E.van den Bergh, M.Blomqvist, H.P. Karup, W;Heiber (2012). Coastal waters classification based on physical attributes along the NE Atlantic region. An approach for rocky macroalgae potential distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol 112. p 105–114

4.2.8 Masses d'eau de transition – Macroalgues intertidales



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eau de transition



0

INDICATEUR MACROALGUES DE SUBSTRAT DUR INTERTIDAL

Erwan Ar Gall¹ & Michel Le Duff¹

¹ Lémear UMR 6539 – OSU – IUEM
UBO (UEB)

Résumé

L'indice **ABER (Algal Belts Estuarine Ratios)** a été conçu pour des estuaires présentant à la fois des roches végétalisées et des vases indurées recouvertes au moins partiellement par des banquettes à *Vaucheria* (Tribophyceae). Ainsi, l'indicateur est constitué de deux métriques : une métrique basée sur le rapport de couvert végétal entre les espèces de macroalgues rouges et brunes non opportunistes et les macroalgues opportunistes sur substrat rocheux et une métrique basée sur la proportion de Tribophyceae (Xanthophyceae) et de Chlorophyceae par rapport aux Cyanobacteria au sein des banquettes à *Vaucheria*, donc sur substrat meuble. La notation tient compte de ces deux métriques à parts égales.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- niveau de **couverture des algues macroscopiques** sur substrat rocheux ;
- occurrence des macroalgues vertes et des Cyanobactéries dans les banquettes à *Vaucheria*.

Historique

2004-2006 : premier cycle d'échantillonnage dans le cadre du **Réseau Benthique (Rebent)** Bretagne dans les MEC.

Depuis 2007 : suivis assurés dans le cadre du **RCS DCE dans les MEC pour le sous-élément de qualité macroalgues intertidales**.

2008 : début des suivis **ABER** en Bretagne.

Typologies

Types d'estuaires échantillonnés pour l'obtention du jeu de données.

- T1 : petit estuaire à grande zone intertidale, mésohalin à polyhalin, faiblement à moyennement turbide ;
- T3 : petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité ;
- T5 - Estuaire, petit ou moyen, macrotidal, fortement salé, à débit moyen ;
- T7 : grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit ;
- T8 : petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte ;

- T9 : petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide.

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues de substrat dur intertidaux est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

L'indicateur est suivi pour l'instant sur un total de 21 masses d'eau de transition le long de la Façade Manche – Atlantique :

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Nombre de sites suivis
FRFT01	Charente	1
FRFT07	Adour Aval	1
FRGT03	Trieux	1
FRGT07	Penzé (NB : MET non retenue pour le RCS)	1
FRGT08	Aber Ac'h (Wrac'h)	1
FRGT10	Elorn	1
FRGT12	Aulne	1
FRGT13	Goyen	1
FRGT14	Pont-L'Abbé	1
FRGT15	Odet	1
FRGT16	Aven	1
FRGT17	Belon	1
FRGT18	Laïta	1
FRGT19	Scorff	1
FRGT20	Blavet	1
FRGT27	Vilaine	1
FRGT28	Loire	1
FRGT29	Vie (NB : MET non retenue pour le RCS)	1
FRGT30	Lay(NB : MET non retenue pour le RCS)	1
FRHT03	Seine Aval	1
FRHT04	Orne	1

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Ar Gall & Le Duff (2014).

Métriques

Métrique 1. % de surface occupée par les macroalgues brunes et rouges non opportunistes et par les macroalgues opportunistes, par ceinture végétale (2 ceintures au minimum, 3 ceintures au maximum) : valeur transformée en score.

Indice 1 : somme des scores de la métrique 1 pour les 2-3 ceintures ; note sur 100.

Métrique 2. Occurrence de filaments de Tribophyceae (*Vaucheria* spp.) et de Chlorophyceae par rapport à l'occurrence de trichomes de Cyanobactéries, par observation au microscope. Prélèvements par quadrat (3 par quadrat, 3 quadrats par point) au niveau de chaque point (5 points par site) : valeur transformée en score.

Indice 2 : moyenne des scores de la métrique 2 pour 5 points de vase indurée (banquettes à *Vaucheria*) ; note sur 100.

Valeurs de références

Au niveau français, les **valeurs de référence** ont été définies à dire d'expert, comme étant égales à 100. Les classes d'amplitude ont été également définies à dire d'expert.

Indicateur et grille de qualité

L'indicateur est composé en faisant la moyenne des notes des deux indices. Sa valeur maximale est 100.

Au niveau européen, aucune intercalibration n'a été réalisée pour l'instant.

Macroalgues de substrats dur et meuble intertidaux – Masses d'eau de transition

Évaluation initiale	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,80]	Intercalibration non réalisée	Très Bon
]0,80 – 0,65]		Bon
]0,65 – 0,40]		Moyen
]0,40 – 0,20]		Médiocre
]0,20 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Les principales pressions anthropiques qui affectent l'indicateur sont les perturbations impactant l'hydrodynamisme et la courantologie, les rejets d'eau chaude, la turbidité, l'eutrophisation, les pollutions chimiques – pesticides, marées noires-, la pêche à pied professionnelle ou récréative, l'exploitation industrielle. L'indicateur est aussi potentiellement sensible à des évolutions dans le cadre du changement climatique, par exemple les proliférations de brouteurs.

Une étude reste à mener pour développer un indicateur de pression adéquat et établir un lien entre pressions anthropiques et notes de l'indicateur.

Limites d'application – Commentaires

L'échantillonnage est réalisé tous les trois ans dans le cadre du RCS, au cours d'une seule saison comprise entre la fin du printemps et le début de l'été.

Références bibliographiques

- Ar Gall E. & Le Duff M. 2014. Proposition d'un indicateur pour le sous-élément de qualité « macroalgues intertidales » dans les MET. Rapport ONEMA. 11 pp.
- Ar Gall E., Le Duff M., Sauriau P.-G., De Casamajor M.-N., Gevaert F., Poisson E., Hacquebart P., Joncourt Y., Barillé A.-L., Buchet R., Bréret M., Miossec L. (2016) Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. Ecological Indicators, 60 : 162-173.

Ifremer

FAÇADE ATLANTIQUE
Masses d'eaux côtières



INDICATEUR INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE SUBSTRAT MEUBLE

Aurélie Foveau¹, Nicolas Desroy¹, Mélanie Brun²

¹ Ifremer, LER Bretagne Nord, Dinard

² Ifremer, VIGIES, Nantes

Résumé

Le Multivariate-AMBI [M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007)] est une méthode synthétique, qui combine dans une analyse factorielle, puis une analyse discriminante, les valeurs de l'AMBI, de la diversité de Shannon-Weaver et de la richesse spécifique. Cette méthode robuste permet de mettre en évidence un état de perturbation. Elle a déjà été éprouvée sur de nombreux jeux de données provenant de zones géographiques différentes (Borja *et al.*, 2008a). Elle a été testée le long de gradients de perturbation (Borja *et al.*, 2011). Cet indice varie de 0 à 7.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique 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**.

Historique

Le choix d'une méthode permettant de répondre aux exigences de la DCE en milieu côtier a été rendu complexe par la profusion d'indices existant. Deux des métriques les plus utilisées en Europe (M-AMBI et BQI) ont été retenues et testées sur des jeux de données variés [*i.e.* les communautés benthiques côtières de sables fins plus ou moins envasés que la DCE recommande de cibler, localisées entre la frontière belge et le cap d'Antifer (Desroy *et al.*, 2003), en baie de Seine orientale (Janson, 2007), en Rance maritime (Desroy & Retière, 2004), en Rade de Brest (données non publiées, J. Grall), dans le bassin de Marennes-Oléron et les pertuis Charentais (données non publiées, P.G. Sauriau) et dans le bassin d'Arcachon (hors herbier, données non publiées H. Blanchet)]. Le choix de ces métriques, dont aucune ne s'avérait entièrement satisfaisante, a été partiellement guidé par le fait que la quasi-totalité des États membres du Groupe d'Intercalibration Géographique Nord-Est Atlantique (GIG-NEA) aient, à l'époque, adopté des méthodes basées sur au moins un de ces deux indices. Le M-AMBI est la métrique retenue pour les façades Mer du Nord – Manche – Atlantique.

Typologies

En France : pas de types.

En Europe : un type (GIG NEA 1/26).

Fréquence de suivi

Le suivi invertébrés benthiques est réalisé tous les trois ans sur les sites classiques et tous les ans sur les sites d'appui.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 84 sites pour les années 2006 à 2016. Les données correspondantes ont été collectées dans le cadre de la DCE selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Guillaumont et Gauthier (2005). Depuis 2015, les données collectées se font selon le protocole défini par Garcia *et al.* (2014).

Code ME	Nom ME	Nombre Stations	Code ME	Nom ME	Nombre Stations
FRAC02	Malo – Gris Nez	3	FRGC36	Baie de Quiberon	2
FRAC05	La Warente – Ault	3	FRGC38	Golfe – Large	1
FRFC01	Côte Nord-Est de l'île d'Oléron	1	FRGC39	Golfe du Morbihan	1
FRFC02	Pertuis charentais	3*	FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	2
FRFC06	Arcachon amont	3*	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	2
FRFC08	Côte landaise	1	FRGC46	Loire (large)	1
FRFC09	Lac d'Hossegor	3	FRGC47	Ile d'Yeu	1
FRFC11	Côte basque	1	FRGC48	Baie de Bourgneuf	3*
FRGC01	Baie du Mont-Saint-Michel	2	FRGC50	Nord Sables d'Olonne	2*
FRGC03	Rance-Fresnaye	2	FRGC53	Pertuis Breton	3
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	2	FRHC01	Archipel Chausey	4
FRGC07	Paimpol – Perros-Guirec	1	FRHC02	Baie du Mont-Saint-Michel : centre baie	2
FRGC10	Baie de Lannion	2	FRHC03	Ouest Cotentin	4
FRGC11	Baie de Morlaix	2*	FRHC04	Cap de Carteret – Cap de la Hague	2
FRGC13	Les Abers (large)	2*	FRHC06	Rade de Cherbourg	2
FRGC16	Rade de Brest	2	FRHC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue	1
FRGC18	Iroise (large)	1	FRHC10	Baie des Veys	2
FRGC20	Baie de Douarnenez	3	FRHC13	Côte de Nacre Est	1
FRGC26	Baie d'Audierne (large)	2	FRHC14	Baie de Caen	2
FRGC28	Concarneau (large)	1	FRHC15	Côte Fleurie	2
FRGC34	Lorient – Groix	2	FRHC16	Le Havre – Antifer	1
FRGC35	Baie d'Étel	1	FRHC18	Pays de Caux Nord	1

* Contient un site d'appui qui permet de suivre annuellement l'évolution des populations. Seul l'année de données ou tous les autres suivis sont réalisés est utilisée pour les diagnostics.

Métriques

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-Weaver (Shannon & Weaver, 1949), 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.

Métrique 3 : AZTI's Marine Biotic Index (Borja et Muxika, 2005 ; Borja *et al.*, 2000), 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 (Tableau 1) :

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

Tableau 1 : Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (d'après Hily, 1984).

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 dépositives 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	- dépositives 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	- dépositives de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- dépositives

Ces métriques sont calculées pour chaque station.

Valeurs de références, indicateur et grille de qualité

Calcul de l'indice

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 (cf. Borja *et al.*, 2008b). La projection dans ce nouveau repère des valeurs des deux stations de référence permet de définir un nouvel axe sur lequel sont projetés orthogonalement 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. À 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.

Valeurs seuils

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. Les valeurs relatives au très bon état pour les trois paramètres intégrés dans le calcul du M-AMBI, correspondent au percentile 95 des valeurs maximales observées et sont reportées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Conditions de référence applicables pour le calcul de la valeur de M-AMBI dans les masses d'eaux côtières pour les façades Manche et Atlantique (d'après Desroy *et al.*, 2010).

	État Écologique	Richesse Spécifique	Diversité de Shannon-Wiener	AMBI
<i>Sables fins, plus ou moins envasés subtidaux</i>	Très Bon	58	4	1
	Mauvais	1	0	6
<i>Sables fins plus ou moins envasés intertidaux</i>	Très Bon	35	4	1
	Mauvais	1	0	6
<i>Sables fins battus</i>	Très Bon	15	3,5	1
	Mauvais	1	0	6

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 grille de lecture du M-AMBI (Tableau 3), telle qu'adoptée par la France au sein du GIG-NEA, est la suivante (arrêté du 25 janvier 2010) :

Tableau 3 : Grille d'EQR retenue pour l'évaluation de qualité « Invertébrés benthiques » dans les masses d'eaux côtières pour la façade Mer du Nord – Manche – Atlantique (arrêté du 25/01/2010).

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,77]	Inchangé	Très Bon
]0,77 – 0,53]	Inchangé	Bon
]0,53 – 0,39]	Inchangé	Moyen
]0,39 – 0,20]	Inchangé	Médiocre
]0,20 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

Du fait de l'intégration d'une analyse factorielle des correspondances dans le calcul de l'indicateur (voir les recommandations de Borja *et al.*, 2008a), les résultats peuvent différer légèrement en fonction du nombre de stations utilisées dans le jeu de données employé. Le calcul du M-AMBI est effectué par façades du littoral français : Manche d'une part, et Atlantique d'autre part. La valeur du M-AMBI retenue pour une masse d'eau donnée correspond à celle observée à la station échantillonnée dans cette masse d'eau (lorsqu'elle est unique) ou à la moyenne des valeurs relatives aux différentes stations (lorsqu'il y en a plusieurs).

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

Le M-AMBI, qui intègre l'AMBI, est avant tout sensible à l'enrichissement en matière organique du milieu. Il est néanmoins capable de réagir à quelques autres perturbations. Des corrélations significatives ont pu être mises en évidence avec plusieurs métaux tels le cadmium, le chrome, le cuivre, le nickel et le plomb ($p < 0,01$), mais pas l'arsenic et le mercure, ainsi que les composés polychlorobiphényles (Borja *et al.*, 2000). Malgré tout, et bien que Grall *et al.* (2003) et Simboura *et al.* (2007) défendent l'existence de relations entre l'appartenance à un groupe écologique et la tolérance aux métaux lourds ou contaminants organiques, la capacité à détecter l'impact de pollutions autres que celles liées à un enrichissement non-naturel en matière organique reste faible.

Cependant, toutes les pressions susceptibles d'apporter de la matière organique aux masses d'eau, d'y générer une forte production intrinsèque de MO ou d'y amplifier un phénomène naturel peuvent impacter l'indicateur (par exemple, rejets de MO, apports liés à une production intrinsèque ou venant de fleuves côtiers, rejets issus de l'aquaculture, envasement liés à des phénomènes de chasse) (Buchet & Guégan, 2012).

D'autres pressions doivent également être prises en compte dans une recherche d'impact potentiel sur les communautés benthiques, comme les travaux de dragage ou de clapage, les activités de pêche aux arts traînants (domaine subtidal), les espèces invasives, etc.

Relation Pressions-État

La capacité de cette méthode à mettre en évidence un état de perturbation a été testée le long de gradients de perturbation situés sur cinq sites différents (Borja *et al.*, 2011). La régression entre cet indicateur et l'indice de pression est présente à la figure 1.

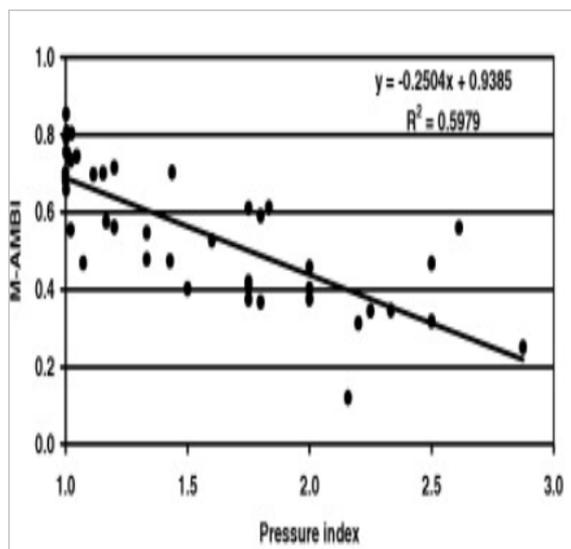


Figure 1 : Régression entre le M-AMBI et l'index de pression (d'après Borja et al., 2011).

Limites d'application – Commentaires

Cet indicateur ne s'applique qu'aux masses d'eaux côtières et pour les façades Mer du Nord, Manche et Atlantique. Un autre indicateur a été choisi pour la Méditerranée. Des évaluations sont en cours pour définir un indicateur pour les masses d'eaux de transition.

Références bibliographiques

- 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.
- 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.
- Borja A., Daurer D.M., Diaz R., Llanso R.J., Muxika I., Rodriguez J.G. & Schaffner L., 2008a. Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: a comparison of three indices. *Ecological Indicators*, 8: 395-403.
- Borja A., Mader J., Muxika I., Rodríguez J.G. & Bald J., 2008b. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1377–1379.
- Borja A., Barbone E., Basset A., Borgersen G., Brkljacic M., Elliot M., Garmendia J.M., Marques J.C., Mazik K., Muxika I., Neto J.M., Norling K., Rodriguez J.G., Rosati I., Rygg B., Teixeira H. & Trayanova A., 2011. Response of single benthic metrics and multi-metric methods to anthropogenic pressure gradients, in five distinct European coastal and transitional ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 499-513.
- Buchet R. & Guégan C., 2012. Directive Cadre sur l'Eau : les pressions anthropiques et leur impact sur les indicateurs de l'état écologique des masses d'eau littorales de la façade Manche-Atlantique. Développement d'une base de données quantitatives sur les pressions anthropiques littorales. Hocer/Ifremer. 144 p.
- Desroy N., Warembourg C., Dewarumez J.M. & Dauvin J.C., 2003. Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 120-131.

- Desroy N. & Retière C., 2004. Using benthos as a tool for coastal management. Example of the impact of the tidal power station on benthic communities of the Rance basin. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 7: 59-72.
- Desroy N., Soudant D., Auby I., Barillé A.L., Blanchet H., Gentil F., Hily C., Oger-Jeanneret H. & Sauriau P.-G., 2010. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Etat écologique des masses d'eau - Année 2007 - Façade Atlantique. Rapport Ifremer LER Finistère Nord-Bretagne/Station de Dinard. 18 p + annexe.
- Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. (2014). Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique – Rapport AQUAREF 2014 – 13 p. + Annexes.
- Grall J., Quiniou F. & Glemarec M., 2003. L'indice d'évaluation de l'endofaune côtière I2EC. In: Alzieu C. (éditeur), Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, édition Ifremer: 89-115.
- Guillaumont B., Gauthier E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE – Recommandations concernant le benthos marin. Rapport Ifremer, 27 p.
- Hily C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Doctorat d'Etat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 696 p.
- Janson A.L., 2007. Evolution de la biodiversité benthique des vasières subtidales de l'estuaire de la Seine en réponse à la dynamique sédimentaire. De l'approche descriptive à l'approche fonctionnelle. Thèse de troisième cycle, Université de Rouen, 282 p.
- Muxika I., Borja A. & Bald J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 16-29.
- Shannon C.E. & Weaver W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 144 p.
- Simboura N., Papathanassiou E. & Sakellariou D., 2007. A comparative approach of assessing ecological status in two coastal areas of Eastern Mediterranean. *Ecological indicators*, 7: 455-468.

4.2.10 *Masses d'eau de transition – Poissons*



FAÇADE ATLANTIQUE Masses d'eaux de transition (Estuaires)



INDICATEUR Poisson ELFI

Mario Lepage¹, Christine Delpech¹, Anne Courrat¹, Michel Girardin¹, Stéphanie Pasquaud¹, Jérémy Lobry¹, Olivier Le Pape¹, Philippe Boët¹

¹ Irstea, Unité Écosystèmes Estuariens et Poissons Migrateurs Amphihalins, Bordeaux

Résumé

L'indicateur ELFI est un indicateur multimétrique DCE-compatible, prenant en compte la fonction de nourricerie des estuaires, la fonction de milieu d'interface pour les espèces migratrices et les fonctions de reproduction, de zones d'abri et d'alimentation pour les espèces résidentes. Ces fonctions sont appréhendées par l'utilisation de guildes écologiques¹. Les métriques sont calculées en termes de densité pour intégrer la notion d'abondance en plus de la diversité ; elles sont sensibles à la pollution chimique, aux pressions sur l'habitat et le vivant (dragages, navigation, pêches). L'indicateur final est lié à un ensemble de pressions, comprenant celles relatives aux métriques, mais aussi des pressions d'occupation du sol et des pressions hydromorphologiques. L'indicateur doit être complété pour prendre en compte des espèces sensibles.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Composition et abondance de l'ichthyofaune sont les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique. Les **espèces sensibles aux perturbations anthropogéniques** sont à prendre en compte dans la définition du bon état ou des états plus dégradés.

Historique

Les indicateurs de la qualité environnementale, basés sur la composante « Poisson » du peuplement, ont été développés et utilisés d'abord pour les eaux douces. En France le premier indicateur de ce type a été développé en cours d'eau par Oberdorff et coll. dans les années 2000 (Oberdorff et al. 2001, 2002). Aucun indicateur de la qualité environnementale DCE compatible, n'était disponible pour les estuaires lors de la mise en place de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) en 2000.

Le développement de l'indicateur DCE en estuaires a bénéficié du projet LITEAU II « Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition » en 2005, permettant de poser les bases conceptuelles de l'indicateur et d'une vaste campagne d'acquisition de données dans les estuaires soutenue par les agences de l'eau concernées. Ceci a permis de construire une première version d'un indicateur poisson. Ce projet a trouvé des prolongements dans le cadre des conventions entre l'Onema et Irstea afin de finaliser l'indicateur.

¹Les guides regroupent les espèces selon leurs caractéristiques écologiques, trophiques et de répartition

Ce nouvel indicateur porte le nom de ELFI (Estuarine and Lagoon Fish Index) dans sa version estuaire, a suivi le processus d'intercalibration européenne (2006-2012) et est aujourd'hui un indicateur validé au niveau européen pour l'évaluation de la qualité écologique des estuaires.

Typologies

France : les travaux de développement de ELFI, ne permettent pas d'associer des types de peuplements de poissons aux types « physiques » des estuaires français proposés dans le cadre de la DCE. On considère donc que ELFI s'applique à tous les types physiques mais qu'on appliquera des conditions de référence adaptées aux conditions de l'écorégion, de la taille de l'estuaire et de la saison d'échantillonnage.

Europe : 4 types, parmi lesquels 3 concernent la France (types GIG NEA 11-TW2, 11-TW3, 11-TW4). Comme l'intercalibration des indicateurs poisson du GIG NEA a été traité globalement et pas uniquement pour un type particulier, il en résulte une seule grille européenne.

Fréquence de suivi

Le suivi poisson est réalisé trois années consécutives par plan de gestion.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 27 estuaires mais 36 masses d'eau (certains estuaires sont découpés en plusieurs masses d'eau) pour les années 2005 à 2009. La liste des masses d'eau ayant été échantillonnées au moins une fois entre 2005 et 2009 et fournie dans le Tableau 1. L'échantillonnage se réalise au chalut à perche et comporte 6 à 8 réplicats par zone haline par estuaire. Les traits de chalut sont répartis sur la masse d'eau de façon à obtenir une bonne couverture géographique de la masse d'eau. En général il est effectué 8 traits de chalut par zone haline c'est-à-dire 8 en eau douce et secteur oligohalin, 8 en secteur mésohalin et 8 en secteur polyhalin et euhalin. Les deux extrémités de la masse d'eau vers l'amont et vers l'aval ont été poolées pour des raisons d'homogénéité des cortèges de poissons qui les fréquentent. Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Lepage et al. (2008) et en appliquant la norme AFNOR XP T90-70.

Tableau 1 : Masses d'eau prises en compte dans l'élaboration de l'indicateur

Code ME	Nom ME	Code ME	Nom ME
FRFT06	Estuaire Adour Amont	FRGT13	Le Goyen
FRFT07	Adour Aval	FRGT18	La Laita
FRFT08	Estuaire Bidassoa	FRGT28	Loire
FRFT01	Estuaire Charente	FRGT06	Rivière – Morlaix
FRFT32	Estuaire Fluvial Dordogne	FRGT15	Odet
FRFT33	Estuaire Fluvial Garonne Amont	FRGT14	Rivière de Pont-L'Abbé
FRFT34	Estuaire Fluvial Garonne Aval	FRGT19	Scorff
FRFT35	Gironde amont	FRGT31	Sèvre – Niortaise
FRFT09	Estuaire Gironde aval	FRGT03	Trieux
FRFT04	Gironde centrale	FRGT27	Vilaine
FRFT02	Estuaire Seudre	FRDT21	Delta du Rhone
FRAT01	Baie de Somme	FRHT06	Baie des Veys

FRGT08	Aber Ac'h (Wrac'h)	FRHT05	Baie du Mont-Saint-Michel
FRGT12	Aulne	FRHT04	Orne
FRGT16	Aven	FRHT07	La Risle maritime
FRGT17	La Belon	FRHT01	Estuaire de Seine – Amont
FRGT20	Blavet	FRHT03	Seine Aval
FRGT10	Elorn	FRHT02	Estuaire de Seine – Moyen

Métriques

Les métriques ont été choisies parmi 80 métriques candidates, susceptibles de traduire la diversité et les fonctionnalités dans les estuaires. Elles concernent des guildes et des métriques descriptives globales, pour dépasser le niveau taxinomique et s'affranchir des variabilités de répartition biogéographique des espèces. Elles ont été sélectionnées en fonction de leur réponse significative à trois types de pressions (pressions de pollution, pressions sur l'habitat et le vivant et pressions d'occupation des sols). Chaque type de pressions étant composé de plusieurs pressions, un indice les agrégeant a été constitué (voir la présentation des pressions au paragraphe « Relations Pressions-Etats et diagnostic »). Cet « indice de pressions partiel » est testé vis-à-vis des métriques. Est pris en compte aussi le sens de la réponse des métriques (correspondant à la réponse théorique attendue) ainsi que la faible corrélation entre métriques (principe de non redondance).

Les métriques sont calculées à l'échelle du trait de chalut. Les métriques 1-4-5-6 et 7 sont calculées pour toutes les zones de salinité alors que la métrique 2 n'est calculée qu'en zone polyhaline et mésohaline et la métrique 3 est calculée uniquement en zone oligohaline.

- Métrique 1. (3 zones de salinité). Densité de migrateurs – DDIA (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des DIA) ;
- Métrique 2. (zones polyhaline et mésohaline) Densité de juvéniles marins – DMJ (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des MJ) ;
- Métrique 3. (zones oligohalines). Densité de poissons d'eau douce dans les zones oligohalines – DFW (densité / 1000 m² pour les traits où il y a des FW) ;
- Métrique 4. (3 zones de salinité) Densité de poissons benthiques – DB (Log (x+1) / 1000 m²) ;
- Métrique 5. (3 zones de salinité) Densité totale de poissons – DT (Log (x+1) / 1000 m²) ;
- Métrique 6. (3 zones de salinité) Densité de poissons résidents – DER (Log (x*10+1) / 1000 m²) ;
- Métrique 7. (3 zones de salinité) Richesse taxinomique normalisée – RT_InS (Nb de taxons / Logarithme népérien de la surface échantillonnée).

Valeurs de références

La valeur de référence et les seuils de classe ont été définis à partir de la relation entre « l'indice de pressions global » et l'indicateur ELFI des divers estuaires échantillonnés. L'indicateur ELFI étant normalisé entre 0 et 1, il représente directement une valeur d'EQR. La valeur de l'indicateur ELFI correspondant à des pressions nulles (EQR = 0,91) a été considérée comme la limite inférieure du très bon état après intercalibration, et non comme la valeur de référence car l'ensemble des pressions susceptibles d'affecter les poissons ne sont pas prises en compte dans l'indice global de pression. Les seuils d'EQR des autres classes sont obtenus par division en classes égales à partir de 0,91.

Indicateur et grille de qualité

L'élaboration de l'indicateur à partir des métriques sélectionnées comporte trois étapes.

Pour chaque métrique sélectionnée, une modélisation de la réponse aux pressions est établie.

Les trois types de pressions (pressions de pollution, pressions sur l'habitat et le vivant et pression d'occupation des sols) sont agrégés en un « indice de pressions partiel », qui sont eux-mêmes agrégés en un « indice de pressions global », obtenu en sommant les notes de chaque « indice de pressions partiel ». (voir infra, paragraphe « Relations Pressions-États et diagnostic »).

La réponse de chaque métrique à « l'indice de pressions global » est modélisée, en incluant des valeurs extrêmes de l'indice de pressions : valeur très faible (correspondant aux plus faibles valeurs observées sur le terrain ou en réglant la valeur des pressions à « zéro »), pour une valeur forte (correspondant à des valeurs observées entraînant des dégradations de la qualité des milieux et des peuplements). Des valeurs intermédiaires de « l'indice de pressions global » sont aussi calculées. Enfin, à l'aide de bootstrap (5000 tirages), des intervalles de confiance de la métrique (quantiles à 10 et 90 %) sont calculés autour de ces valeurs de l'indice de pressions grâce aux paramètres issus du modèle. La valeur de la métrique est ensuite calculée pour la comparer aux intervalles de classes de qualité ainsi définis. On vérifie dans quel intervalle se situe la valeur de la métrique et on attribue le score correspondant à la classe de qualité : 0, 2 ou 4, (cas a) lorsque les quantiles 10 et 90 ne se chevauchent pas. Les seuils sont définis à égale distance entre deux quantiles successifs (figure 1). Ces scores peuvent prendre des valeurs intermédiaires (0, 1, 2, 3 ou 4, cas b) quand deux quantiles se chevauchent et que la valeur de la métrique tombe dans cet intervalle. Les métriques ayant une réponse trop faible vis-à-vis des pressions et pour lesquelles les quantiles se chevauchent trop fortement ont été abandonnées (cas c). Dans quelques cas (cas d), il est possible de distinguer 4 seuils (soit 5 classes DCE, l'exigence de résultat en 5 classes de la DCE concerne le résultat final de l'indicateur et pas forcément les résultats au niveau de chaque métrique) mais dans la majorité des cas, seuls deux seuils peuvent être individualisés.

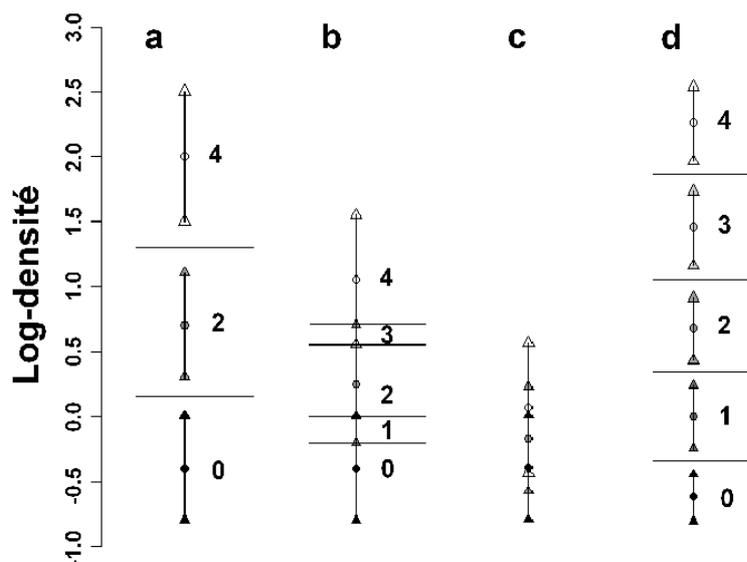


Figure 2 : Système de scoring utilisé pour les métriques

- a : système classique en 3 classes en l'absence de chevauchement des intervalles de confiance.
- b : système adapté en 5 classes lorsque le chevauchement des 3 classes est limité.
- c : chevauchement trop important, impossibilité de définir des seuils robustes, la métrique n'est pas retenue.
- d : système en 5 classes sans chevauchement des intervalles de confiance.

Ce travail de modélisation a été mené pour chaque métrique, pour chaque écorégion, pour les petits et les grands estuaires, en fonction de la saison (printemps/automne) et de la zone haline (oligo, méso ou polyhaline) et présenté dans un tableau des seuils par métrique. (voir Tableau 2). La distinction en 5 classes est possible, le score de la métrique est attribué comme suit :

- 4 pour une valeur de la métrique supérieure à S4
- 3 pour une valeur de la métrique entre S3 et S4

- 2 pour une valeur de la métrique entre S2 et S3
- 1 pour une valeur de la métrique entre S1 et S2
- 0 pour une valeur de la métrique inférieure à S1.

Tableau 2 :Exemple de tableau de seuils pour la métrique densité de poissons benthiques (métrique 4)

Écorégion	Classe de superficie	Saison	Classe de Salinité	S1	S2	S3	S4
Atlantique	1-Petit Estuaire	automne	1-oligo	0,73	1,30	1,90	2,50
Atlantique	1-Petit Estuaire	automne	2-méso	1,40	2,00	2,60	3,20
Atlantique	1-Petit Estuaire	automne	3-poly	1,10	1,70	2,30	2,90
Atlantique	1-Petit Estuaire	printemps	1-oligo	0,73	1,30	1,90	2,50
Atlantique	1-Petit Estuaire	printemps	2-méso	1,40	2,00	2,60	3,20
Atlantique	1-Petit Estuaire	printemps	3-poly	1,10	1,70	2,30	2,90
Atlantique	2-Grand Estuaire	automne	1-oligo	0,54	1,10	1,70	2,30
Atlantique	2-Grand Estuaire	automne	2-méso	1,20	1,80	2,40	3,00
Atlantique	2-Grand Estuaire	automne	3-poly	0,89	1,50	2,10	2,70
Atlantique	2-Grand Estuaire	printemps	1-oligo	0,54	1,10	1,70	2,30
Atlantique	2-Grand Estuaire	printemps	2-méso	1,20	1,80	2,40	3,00
Atlantique	2-Grand Estuaire	printemps	3-poly	0,89	1,50	2,10	2,70
Manche	1-Petit Estuaire	automne	1-oligo	0,73	1,30	1,90	2,50
Manche	1-Petit Estuaire	automne	2-méso	1,40	2,00	2,60	3,20
Manche	1-Petit Estuaire	automne	3-poly	1,10	1,70	2,30	2,90
Manche	1-Petit Estuaire	printemps	1-oligo	0,73	1,30	1,90	2,50
Manche	1-Petit Estuaire	printemps	2-méso	1,40	2,00	2,60	3,20
Manche	1-Petit Estuaire	printemps	3-poly	1,10	1,70	2,30	2,90
Manche	2-Grand Estuaire	automne	1-oligo	0,54	1,10	1,70	2,30
Manche	2-Grand Estuaire	automne	2-méso	1,20	1,80	2,40	3,00
Manche	2-Grand Estuaire	automne	3-poly	0,89	1,50	2,10	2,70
Manche	2-Grand Estuaire	printemps	1-oligo	0,54	1,10	1,70	2,30
Manche	2-Grand Estuaire	printemps	2-méso	1,20	1,80	2,40	3,00
Manche	2-Grand Estuaire	printemps	3-poly	0,89	1,50	2,10	2,70

Calcul de l'indice

- Par année

L'indicateur multimétrique est basé sur la moyenne des notes obtenues pour chacune des métriques et il est normalisé entre 0 et 1.

$ELFI = \frac{\sum^n}{n}$ (somme des scores observés pour la métrique n / somme des scores maxi pour la métrique n)
(nombre de métriques, en général = 6)

Dans le cas où une masse d'eau n'aurait pas de classe de salinité oligohaline, la métrique 3 concernant les espèces d'eau douces n'est pas calculée et le dénominateur de l'équation a la valeur 6. De même, la métrique 2 « Densité des juvéniles marins » n'est pas calculée en zone oligohaline.

- Agrégation temporelle

Il est préconisé de calculer l'indicateur sur 3 ans de surveillance pour limiter les effets de variation saisonnière et interannuelle et sa valeur est la moyenne de l'indicateur calculé annuellement.

Valeurs seuils

Les travaux d'intercalibration européenne, ont eu une incidence faible et uniquement sur la limite inférieure du très bon état (Tableau 3).

Tableau 3 : Ecological Quality Ratio obtenus pour l'indicateur ELFI, avant et après intercalibration européenne

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,000 – 0,910]	Intercalibré lors du round 2.	Très Bon
]0,910 – 0,675]		Bon
]0,675 – 0,450]		Moyen
]0,450 – 0,225]		Médiocre
]0,225 – 0,000]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Indices de pressions partiels et métriques

Trois catégories de pressions sont étudiées (pressions sur l'habitat et le vivant, pressions de pollution et pressions liées à l'occupation du sol). Pour chaque catégorie de pression, un indice de pressions partiel est élaboré en faisant la somme des notes de chaque pression constituant l'indice. Les indices de pressions sont calculés à l'échelle de l'estuaire, car les pressions présentes dans une masse d'eau peuvent avoir des effets importants dans la masse d'eau contiguë dans les estuaires ayant été découpés en plusieurs masses d'eau.

- **Indice pressions sur l'habitat et le vivant (HV)** : l'indice est composé à partir de la somme des notes des pressions suivantes.

Tableau 4: Pressions sur l'habitat et le vivant

Pression	Unité	Source, années	Notes				
			0	1	2	3	4
Barrages	Présence-absence	Expertise locale	0	n/a	n/a	n/a	4
Dragage	x.1000m ³ / km ² d'estuaire	CETMEF 2004-2005	0	]0 – 20]	]20 – 70]	]70 – 200]	> 200
Nombre de pêcheurs	Nombre / km ² d'estuaire	SIH Ifremer Données Gérard Castelnau, Irstea	0	]0 – 6]	]6 – 20]	]20 – 40]	> 40
Navigation plaisance	Nombre d'anneaux / km ² d'estuaire	http://www.escales-en-france.com/		]0 – 30]	]30 – 120]	]120 – 400]	> 400
Navigation commerciale	Tonnes de fret/km ² d'estuaire	http://www.mer.equipement.gouv.fr/commerce/00_prese-ntation/index.htm http://www.quid.fr/2006/Tran-sports_Maritimes/Ports_Mar-itimes_De_Commerce/1	0	]0 – 0,2]	]0,2 – 1]	]1 – 2]	> 2
Pêche commerciale	Tonnes annuelles en criée/km ² d'estuaire	source ofimer 2005	0	]0 – 300]	]300 – 2000]	]2000 – 4000]	> 4000

- **Indice pressions de pollution** : l'indice est composé de la somme des notes des pressions suivantes :

- les nitrates (NO₃⁻) ;
- les phosphates (PO₄⁺) ;
- les métaux lourds : cadmium, mercure, zinc, plomb, cuivre ;
- les polluants organiques : lindane, PCB, HAP.

Les seuils utilisés pour chaque type de pression sont donnés dans les tableaux 5 à 7.

Tableau 5 : Seuils des concentrations en nitrates et phosphates de la grille des Agences de l'eau et note attribuée pour notre analyse

	Très Bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
NO3	0 – 2	2 – 10	10 – 25	25 – 50	>50
PO4	0 – 0,1	0,1 – 0,5	0,5 – 1	1 – 2	>2
Note donnée	1	2	3	4	5

Pour les polluants organiques, les seuils des classes fournis par les Agences de l'eau ne permettent pas de discriminer les 55 masses d'eau estuariennes. Toutes les masses d'eau se voient classées en mauvaise qualité pour les HAP et en très bonne qualité pour les PCB et le lindane.

Afin d'obtenir un classement discriminant entre les différentes masses d'eau, nous avons établi 4 classes, à partir des distributions de fréquence de chaque polluant, différentes de celles des Agences de l'eau (Tableau 6).

Tableau 6 : Seuils des concentrations (µg/kg sec) des polluants organiques

Note attribuée	1	2	3	4
PCB	< ou = 15	>15 et < ou = 30	>30 et < ou = 75	>75
HCH Gamma	< ou = 0,04	>0,04 et < ou = 0,8	>0,8 et < ou = 2,2	>2,2
HAP	< ou = 100	>100 et < ou = 200	>200 et < ou = 300	>300

Tableau 7 : Seuils des concentrations en métaux lourds et polluants organiques fournis par les Agences de l'eau.

Type	Élément	Biote	Très Bon	Bon	Médiocre	Mauvais
Métaux (mg/kg sec)	Zinc	Moule	<100	100 – 150	150 – 200	>200
		Huître	<1500	1500 – 2000	2500 – 4500	>4500
	Cuivre	Moule	<5	5 – 10	10 – 15	>15
		Huître	<100	100 – 350	350 – 700	>700
	Mercure		<0.2	0.2 – 0.3	0.3 – 0.4	>0.4
	Cadmium	Moule	<1	1 – 2	2 – 4	>4
Huître		<3	3 – 6	6 – 12	>12	
Composés organiques (µg/Kg sec)	Plomb		<2	2 – 4	4 – 6	>6
	PCB		<250	250 – 800	800 – 1500	>1500
	Lindane		<5	5 – 10	10 – 15	>15
	HAP		<4	4 - 12	12 - 20	>20

- **Indice pressions d'occupation du sol** : l'indice est composé de la somme des notes des pressions suivantes.

Les classes d'occupation du sol sont estimées par SIG en croisant l'outil Corine Land Cover 2000 et les polygones des masses d'eau dans une zone de 500 m (Taille des pixels de 250 m X 250 m dans CLC) à partir de la ligne de base (trait de côte des masses d'eau défini par le référentiel géographique des masses d'eau) pour les catégories mentionnées au Tableau 8.

Tableau 8 : Pressions de pollution d'occupation du sol

Pression	Unité	Source, années	Notes				
			1	2	3	4	5
Les zones urbanisées (ZU)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %
Les zones industrielles (ZI)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %
Les mines, décharges et chantiers (Mines)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %
Les terres arables (TA)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %
Les cultures permanentes (CP)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %
Les zones agricoles hétérogènes (ZA)	Classe de % d'occupation	CLC (2000)	0	>0 et ≤ 10 %	>10 % et ≤ 20 %	> 20 % et ≤30 %	> 30 %

- Relations entre métriques et « indices de pressions partiels »

La principale pression en relation avec les métriques est la pression de pollution.

Pour les métriques 1 (DDIA), 2 (DMJ) et 3 (DFW), les traits de chalut où ces guildes sont présentes (modèle Delta présence/absence) sont sélectionnés puis les calculs de densité sont effectués uniquement sur les traits où les densités ont une valeur positive (non nulles). Le tableau ci-dessous indique les relations les plus significatives.

Tableau 9 : Relations entre métriques et « indices de pressions partiels »

		Métrique 1 DDIA	Métrique 2 DMJ	Métrique 3 DFW	Métrique 4 DB	Métrique 5 DT	Métrique 6 DER	Métrique 7 RT_InS
		Delta	Delta	Delta	log(x+1)	log(x+1)	log(x*10+1)	Ln
Indice Pression de pollution	significatif	***	***	***	***	***		
	part expl. (%)	15,1	9,5	11,6	10,7	6,2		
Indice Pression Métaux uniquement	significatif			***				***
	part expl. (%)			12,7				4,4
Indice Pression sur habitat et le vivant	significatif						***	
	part expl. (%)						2,3	

*** : significativité de l'effet au seuil de 0,001

Indice de pressions global et indicateur ELFI

Un « indice de pressions global » a été établi en faisant la somme des indices pressions partielles (Pollution, Habitat et vivant et Occupation des sols) de façon à intégrer les différentes pressions en une seule valeur de pression globale. La corrélation entre la pression globale et les valeurs des EQR de l'indicateur ELFI par masse d'eau a été recherchée. La droite de régression obtenue et le R^2 montrent une bonne corrélation entre l'indicateur ELFI et l'indice de pression (Figure 3).

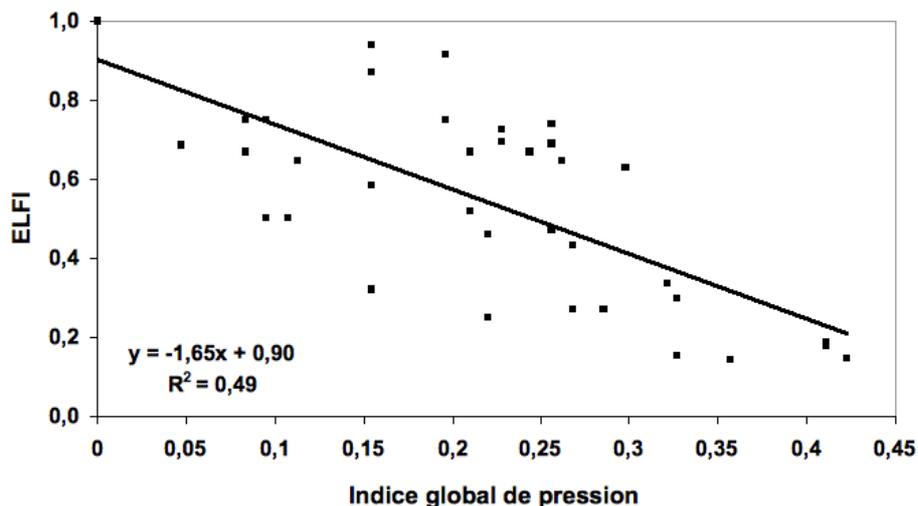


Figure 3 : Régression linéaire entre les pressions (indice global) et l'état mesuré par l'indicateur poisson ELFI (valeur des EQR entre 0 et 1)

Cette relation est très significativement améliorée avec l'utilisation de l'indice de pression commun européen, développé par le groupe d'expert poisson du GIG NEA dans le cadre de l'intercalibration européenne (Figure 4).

Cet indice de pression intégrateur prend en compte des altérations hydromorphologiques des habitats, des éléments de la qualité de l'eau et des usages. Il contient 8 métriques pour lesquelles on peut attendre une réponse biologique des peuplements de poissons. La corrélation entre l'ICM et les valeurs d'EQR de l'indicateur ELFI est très satisfaisante ($R^2=0.76$, $p<0.001$, $n=26$). Cet indice de pression montre qu'au-delà des pressions de pollution, l'indicateur ELFI répond à des pressions hydromorphologiques.

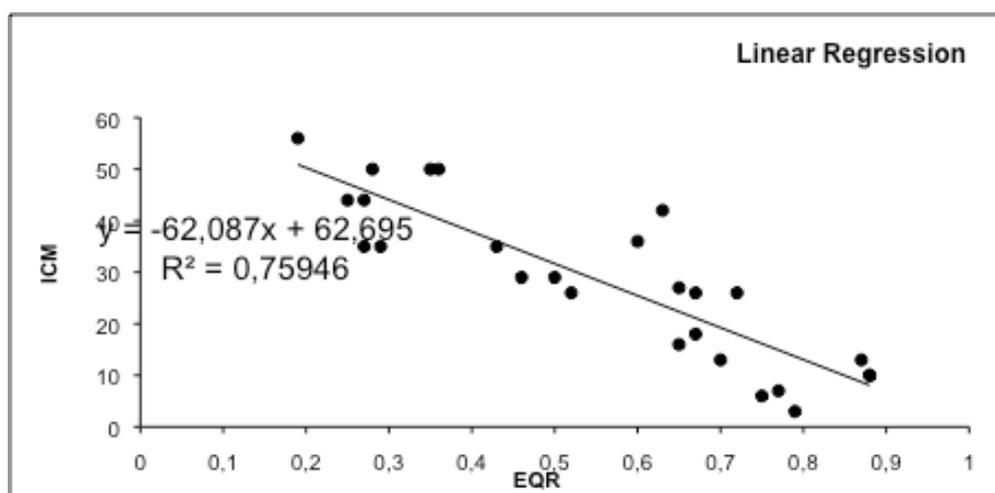


Figure 4 : Régression linéaire entre l'indice de pression commun européen (ICM) et les valeurs de l'indicateur ELFI (EQR)

Limites d'application – Commentaires

Lorsque des densités exceptionnellement fortes d'une seule espèce sont capturées (en général cela concerne les gobies et les mullets, possible effet de banc), la note de l'indicateur ELFI doit être interprétée avec prudence. Il est toujours nécessaire de regarder le détail des notes par métrique pour obtenir la meilleure interprétation des résultats. Ceci est d'autant plus vrai lorsque l'espèce capturée en forte abondance contribue à plusieurs guildes représentées par les métriques. Par exemple, les gobies appartiennent à la guilde ER (espèces résidentes) et à la guilde B (espèces benthiques). La forte abondance contribue également à la métrique Densité totale.

Du fait de sa conception, l'indicateur ELFI ne représente qu'une partie de l'information sur les populations de poissons en estuaires. En effet, le protocole cible plutôt la capture de juvéniles et d'adultes de petite taille. L'image du peuplement est donc partielle même si elle représente quelques grandes fonctionnalités écologiques des estuaires pour les espèces (nourriceries pour les juvéniles, zone de repos, d'alimentation et de reproduction pour les espèces résidentes, connectivité pour les espèces migratrices). Les métriques retenues sont celles qui répondent à des pressions, exprimées à partir de données disponibles. Les poissons sont intégrateurs de l'état des autres compartiments biologiques (invertébrés benthiques, phytoplancton, macroalgues) mais dans l'état actuel de l'indicateur ELFI, les notes obtenues ne peuvent pas renseigner sur l'état des autres compartiments. Des indicateurs complémentaires s'intéressant au fonctionnement trophique des estuaires et permettant de mieux mesurer les interactions entre les différents compartiments biologiques serait un sérieux avantage pour la compréhension du fonctionnement de l'écosystème estuarien.

Il semble important que ce travail de relation entre les pressions et les réponses biologiques soit poursuivi de façon à mieux connaître les véritables impacts liés à certaines activités humaines et à des altérations des habitats du poisson.

Références bibliographiques

- AFNOR, 2011. XP T 90-701 juin 2011 - Qualité de l'eau - Echantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires, AFNOR/T95F, p. 16.
- Courrat, A., Lobry, J., Nicolas, D., Laffargue, P., Amara, R., Lepage, M., Girardin, M. and Le Pape, O., 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81, 179-190.
- Delpech, C. et Lepage, M., 2009. Perfectionnements et ajustements de l'indicateur poisson pour les eaux de transition. Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2008, Cestas.
- Delpech, C. et Lepage, M., 2012. Indicateur ELFI : Agrégation temporelle et incertitude. Etat d'avancement de l'intercalibration européenne. Rapport final. Partenariat ONEMA-Irstea 2011, Domaine 2.4, Action 24. Cestas, 37p.
- Delpech, C., Courrat, A., Pasquaud, S., Lobry, J., Le Pape, O., Nicolas, D., Boët, P., Girardin, M., Lepage, M., 2010. Development of a fish-based index to assess the ecological quality of transitional waters: The case of French estuaries. *Marine Pollution Bulletin* 60, 908–918.
- Delpech, C., Drouineau, H. and Lepage, M., 2010. Développement de l'indicateur « poisson » pour les eaux de transition, intercalibration européenne et interfaçage avec le système d'évaluation (SEEE). Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2009, Cestas. 98p.
- Delpech, C., Drouineau, H. and Lepage, M., 2011. Amélioration de la robustesse de l'indicateur ELFI et état d'avancement de l'intercalibration européenne. Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2010, Cestas, 98p.
- Girardin, M., Lepage, M., Amara, R., Boët, P., Courrat, A., Delpech, C., Durozoi, B., Laffargue, P., Le Pape, O., Lobry, J., Parlier, E. and Pasquaud, S., 2009. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition. Programme Liteau

- Lepage, Mario, Girardin, Michel, Bouju, V., 2008. Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Mise à jour du protocole d'échantillonnage pour le District Rhône Méditerranée et Corse, Procédure EPBX_802_3. Cemagref - groupement de Bordeaux, Cestas, p. 30.
- Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Chessel D. 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*, 46, 399-415.
- Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Porcher J.P. 2002. Development and validation of a fish-based index for the assessment of 'river health' in France. *Freshwater Biology* 47, 1720-1734.

4.3 Façade Méditerranée

4.3.1 *Masses d'eau côtières et de type Delta – Phytoplancton*



FAÇADE MÉDITERRANÉE Masses d'eaux côtières et de transition de type delta



Protoperidinium
photo : Nadine Neaud-Masson

INDICATEUR PHYTOPLANCTON

Maud Lemoine¹, Catherine Belin¹ et Dominique Soudant¹

¹ IFREMER, VIGIES, Nantes

Résumé

L'indicateur phytoplancton est actuellement composé de deux indices (biomasse et abondance) ; un troisième indice (composition) est en cours d'étude. L'indice biomasse est évalué par les mesures de chlorophylle-a. L'indice abondance est évalué par les développements importants du phytoplancton (blooms) en termes de quantité de cellules.

Cet indicateur répond principalement à l'enrichissement en éléments nutritifs qui conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme. A ce jour, une relation est établie entre cet indicateur et un indicateur de pression anthropique basé sur les types d'occupation du sol dans la bande côtière susceptibles de générer des apports en éléments nutritifs au milieu côtier ; cet indice de pression prend également en compte les apports d'eau douce ainsi que le confinement de la masse d'eau (morphologie de la côte).

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **composition et abondance des taxa phytoplanctoniques ;**
- **biomasse ;**
- **fréquence et intensité de l'efflorescence planctonique.**

Historique

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 l'élément de qualité phytoplancton. Un réseau national a été retenu pour acquérir les données nécessaires à l'évaluation pour les eaux côtières de Méditerranée : REPHY (renommé en 2016 Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales).

La caractérisation des paramètres et des métriques constituant l'indicateur phytoplancton (avec ses trois indices : biomasse, abondance et composition) a tout d'abord été discutée au sein d'un groupe de travail *ad hoc* piloté par Ifremer en 2004 et 2005. Les propositions françaises ont ensuite été portées dans les réunions

et échanges avec le GIG-MED (Groupe européen d'Intercalibration Géographique Méditerranée), qui ont eu lieu entre 2007 et 2016.

Le seul indice retenu pour l'intercalibration est la biomasse du phytoplancton, évalué par les mesures de chlorophylle-a : en effet, la chlorophylle-a est présente dans une très grande majorité de cellules phytoplanctoniques, elle est simple à mesurer, et elle traduit bien la biomasse du phytoplancton tout en étant complémentaire de l'information apportée par le dénombrement des espèces. La métrique proposée initialement par la France et retenue pour l'intercalibration est le Percentile 90 (P90). Les seuils et les valeurs de référence ayant fait consensus lors des réunions du GIG-MED ont été utilisés jusqu'en 2016 inclus. Des modifications ont été introduites en 2017 dans les conclusions du 3^{ème} round de l'intercalibration : elles impactent les seuils mais aussi les valeurs de référence.

Le paramètre et la métrique retenus pour l'indice abondance, n'ont pas été discutés dans les réunions du GIG-MED, mais ils ont été conservés pour le calcul de l'indicateur phytoplancton français, en plus de l'indice biomasse. Cet indice abondance utilise la notion d'efflorescence phytoplanctonique (bloom), et complète avantageusement l'information donnée par la chlorophylle-a, en ciblant sur la partie du micro-phytoplancton identifiable au microscope. La métrique utilisée est le pourcentage d'échantillons pour lesquels au moins un taxon dépasse un seuil de bloom, défini de façon différente selon qu'il s'agit de grandes ou de petites cellules phytoplanctoniques (respectivement 100 000 et 250 000 cellules par litre).

L'indice composition n'a jamais été discuté dans les réunions du GIG-MED. En France une étude Ifremer / ONEMA a permis de décrire un indice composition basé sur la diversité pigmentaire mesurée par HPLC (Goffart & Andral, 2014). Le traitement des résultats collectés depuis, en particulier dans les eaux corses, aboutira fin 2018 à une description détaillée d'un indice de composition basé sur la composition pigmentaire (étude Ifremer / AFB 2018).

Typologies

Les types français sont regroupés dans les quatre types européens définis lors de l'intercalibration pour les eaux côtières. Les correspondances sont indiquées ci-dessous.

Types européens (eaux côtières)	Masses d'eau et typologies françaises correspondantes
I : masses d'eau sous forte influence des apports d'eau douce (salinité < 34.5)	concerne une seule masse d'eau proche du Rhône : FRDC04 (Golfe de Fos), présentant une typologie spécifique à cette masse d'eau
II A : masses d'eau modérément influencées par les apports d'eau douce (salinité comprise entre 34.5 et 37.5)	concerne les masses d'eaux à l'ouest du Rhône correspondant à la typologie « côte sableuse languedocienne » (soit FRDC02a à DC02f incluses), plus la Côte bleue (FRDC05) correspondant à une typologie spécifique à cette masse d'eau
III W : masses d'eau non affectées par les apports d'eau douce (salinité > 37.5)	concerne les masses d'eaux situées à l'est de la Côte bleue (soit FRDC06a à DC10c incluses, décrites dans quatre typologies françaises spécifiques à la région), plus Banyuls (FRDC01) dont la typologie (côte rocheuse) est beaucoup plus proche de la côte catalane que de la côte sableuse du Roussillon et du Languedoc.
Iles	concerne toutes les masses d'eau côtières de la Corse, soit FREC01ab à FREC04ac

Il faut ajouter à cela un type français, non défini au niveau européen : le type « delta », concernant trois masses d'eau de transition dans le Bras du Rhône : FRDT19, DT20 et DT21.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données utilisé en 2017 pour les évaluations de la période 2012-2016 comprend 8 points échantillonnés dans 8 masses d'eau côtières, et 1 point échantillonné dans une masse d'eau de transition de type delta.

Les données correspondantes ont été collectées selon les méthodes prescrites par Belin & Neaud-Masson (2017), Daniel & Lampert (2016), Neaud-Masson (2015). Les données prises en compte pour l'évaluation sont : une fois par mois toute l'année, pour la chlorophylle-a et le phytoplancton.

L'apport de l'imagerie satellitaire et des algorithmes de traitement des données de couleur de l'eau ont permis de réduire le plan d'échantillonnage initialement composé de 24 points de suivi.

Code ME	Libellé ME	Typologie ME française	Typologie ME européenne	Nombre de points
FRDC02a	Racou Plage – Embouchure de l'Aude	C19 – Cote sableuse languedocienne	EC Méditerranée type 2A	1
FRDC02e	De Sète à Frontignan	C19 – Cote sableuse languedocienne	EC Méditerranée type 2A	1
FRDT21	Delta du Rhône	T12 – Bras du Rhône	ET Méditerranée type delta	1
FRDC04	Golfe de Fos	C20 – Golfe de Fos et Rade de Marseille	EC Méditerranée type 1	1
FRDC07g	Cap Cepet – Cap de Carqueiranne	C22 – Des calanques de Marseille à la Baie de Cavalaire	EC Méditerranée type 3W	1
FRDC07h	Iles du Soleil	C22 – Des calanques de Marseille à la Baie de Cavalaire	EC Méditerranée type 3W	1
FRDC09b	Port Antibes – Port de commerce de Nice	C25 – Baie des Anges et environs	EC Méditerranée type 3W	1
FREC01ab	Pointe Palazzu – Sud Nonza	C23 – Littoral Nord-ouest de la Corse	EC Méditerranée type Iles	1
FREC02c	Littoral Bastiais	C26 – Cote sableuse Est Corse	EC Méditerranée type Iles	1

Métriques

Métrique 1 – Biomasse : Percentile 90 des mesures de chlorophylle-a sur six ans, en µg/l de chl-a.

Métrique 2 – Abondance : % d'échantillons avec bloom d'un taxon unique, sur six ans. Un bloom est défini par un nombre de cellules/L > 100 000 (grandes cellules > 20 µm) ou > 250 000 (petites cellules < 20 µm). Le taxon est l'espèce lorsqu'il est possible de l'identifier, sinon il s'agit du genre.

La métrique pour l'indicateur intégré phytoplancton correspond à la moyenne des EQR des deux indices biomasse et abondance.

Indicateur et grille de qualité

Les tableaux de cette partie présentent les grilles de qualité, en valeur de l'indice et en EQR, de la façon suivante :

- état des grilles à la date de l'arrêté du 27 juillet 2015, utilisées jusqu'en 2016 inclus dans les évaluations ;
- pour les indices intercalibrés : modifications éventuellement apportées au terme du 3^{ème} round de l'intercalibration, et inscrites dans l'annexe de la décision à venir de la Commission européenne (décembre 2017) ;
- état des grilles qui seront utilisées à partir de 2017.

Lorsque l'intercalibration n'a pas pu se dérouler, ou qu'elle ne modifie pas les valeurs seuils et les références, la réglementation en place n'est pas à modifier.

Biomasse – chlorophylle-a

Les valeurs de référence et les grilles de qualité ont été établies en France à dire d'expert à partir des données disponibles avant 2007, puis ont fait l'objet d'un consensus à dire d'expert lors des travaux d'intercalibration européenne du 1^{er} round (2006-2008). Lors du 3^{ème} round de l'intercalibration européenne, certaines grilles et valeurs de référence ont été modifiées pour la chlorophylle-a (elles sont indiquées en gras dans le tableau). Les seuils de l'indice sont en µg par litre.

ME côtières Type I et ME de transition de Type Delta

Référence : 3,33 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0 – 5]	[1,00 – 0,67]	Il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration pour raisons justifiées.		Très Bon
]5 – 10]	]0,67 – 0,33]			Bon
]10 – 20]	]0,33 – 0,17]			Moyen
]20 – 40]	]0,17 – 0,08]			Médiocre
> 40	]0,08 – 0,00]			Mauvais

ME côtières Type II A

Référence : 1,90 µg/L, **devenue 1.29 µg/L en 2017**, suite aux modifications concomitantes sur les seuils de l'indice et sur les EQRs. La modification de la valeur de référence modifie mécaniquement tous les EQRs, y compris ceux qui ne font pas partie de l'intercalibration (c'est-à-dire moyen/médiocre et médiocre/mauvais).

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0,0 – 2,4]	[1,00 – 0,79]	[0,00 – 1,92]	[1,00 – 0,67]	Très Bon
]2,4 – 3,6]	]0,79 – 0,53]	]1,92 – 3,50]	]0,67 – 0,37]	Bon
]3,6 – 7,2]	]0,53 – 0,26]	]3,50 – 7,20]	]0,37 – 0,18]	Moyen
]7,2 – 14,4]	]0,26 – 0,13]	]7,20 – 14,40]	]0,18 – 0,09]	Médiocre
> 14,4	]0,13 – 0,00]	> 14,40	]0,09 – 0,00]	Mauvais

ME côtières Type III W

Référence : 0,90 µg/L, **devenue 0.79 µg/L en 2017**, suite aux modifications concomitantes sur les seuils de l'indice et sur les EQRs. La modification de la valeur de référence modifie mécaniquement tous les EQRs, y compris ceux qui ne font pas partie de l'intercalibration (c'est-à-dire moyen/médiocre et médiocre/mauvais).

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0,0 – 1,1]	[1,00 – 0,82]	[0,00 – 1,18]	[1,00 – 0,67]	Très Bon
]1,1 – 1,8]	]0,82 – 0,50]	]1,18 – 1,89]	]0,67 – 0,42]	Bon
]1,8 – 3,6]	]0,50 – 0,25]	]1,89 – 3,60]	]0,42 – 0,22]	Moyen
]3,6 – 7,2]	]0,25 – 0,12]	]3,60 – 7,20]	]0,22 – 0,11]	Médiocre
> 7,2	]0,12 – 0,00]	> 7,20	]0,11 – 0,00]	Mauvais

ME côtières Type Iles

Référence : 0,60 µg/L

Indice CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR CHLA Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR CHLA après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0,00 – 0,75]	[1,00 – 0,80]	Il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration pour raisons justifiées.		Très Bon
]0,75 – 1,22]	]0,80 – 0,49]			Bon
]1,22 – 2,44]	]0,49 – 0,25]			Moyen
]2,44 – 4,88]	]0,25 – 0,12]			Médiocre
> 4,88	]0,12 – 0,00]			Mauvais

Abondance – Blooms

La valeur de référence et les seuils ont été définis à dire d'expert lors des travaux d'intercalibration européenne du 1^{er} round (2006-2008). La grille s'applique à tous les types. Ils restent valables à ce jour. La référence de 16.7 % correspond à deux blooms par an, ce qui représente le fonctionnement d'un écosystème phytoplanctonique en zone tempérée (un bloom au printemps, un autre en automne). Les seuils de l'indice sont en %.

ME côtières tous types, et ME de transition de type delta

Référence : 16,7 %

Indice Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Abondance Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Indice Abondance après le 3 ^e round d'intercalibration	EQR Abondance après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[0 – 20]	[1,00 – 0,84]	Il n'y a pas de travaux européens d'intercalibration pour raisons justifiées.		Très Bon
]20 – 39]	]0,84 – 0,43]			Bon
]39 – 70]	]0,43 – 0,24]			Moyen
]70 – 90]	]0,24 – 0,19]			Médiocre
> 90	]0,19 – 0,00]			Mauvais

Indicateur phytoplancton

Il est calculé en faisant la moyenne des EQR biomasse et abondance. Cet indicateur n'est pas intercalibré, mais certaines grilles ayant été modifiées pour la chlorophylle-a, cela entraîne mécaniquement des modifications dans le calcul de l'indicateur phytoplancton, indiquées dans les tableaux ci-dessous.

ME côtières Type I et ME de Type Delta

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	Inchangé	Très Bon
]0,75 – 0,38]	Inchangé	Bon
]0,38 – 0,20]	Inchangé	Moyen
]0,20 – 0,13]	Inchangé	Médiocre
]0,13 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

ME côtières Type II A

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,81]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,81 – 0,48]	]0,75 – 0,40]	Bon
]0,48 – 0,25]	]0,40 – 0,21]	Moyen
]0,25 – 0,16]	]0,21 – 0,14]	Médiocre
]0,16 – 0,00]	]0,14 – 0,00]	Mauvais

ME côtières Type III W

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,83]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]0,83 – 0,46]	]0,75 – 0,42]	Bon
]0,46 – 0,24]	]0,42 – 0,23]	Moyen
]0,24 – 0,16]	]0,23 – 0,15]	Médiocre
]0,16 – 0,00]	]0,15 – 0,00]	Mauvais

ME côtières Type Iles

EQR Phyto Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR Phyto après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,82]	Inchangé	Très Bon
]0,82 – 0,46]	Inchangé	Bon
]0,46 – 0,24]	Inchangé	Moyen
]0,24 – 0,15]	Inchangé	Médiocre
]0,15 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

L'enrichissement en éléments nutritifs conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme : la turbidité limite les développements du phytoplancton ; un fort renouvellement des eaux n'est pas favorable à l'accumulation de biomasses ou à l'apparition de blooms.

Qualitativement

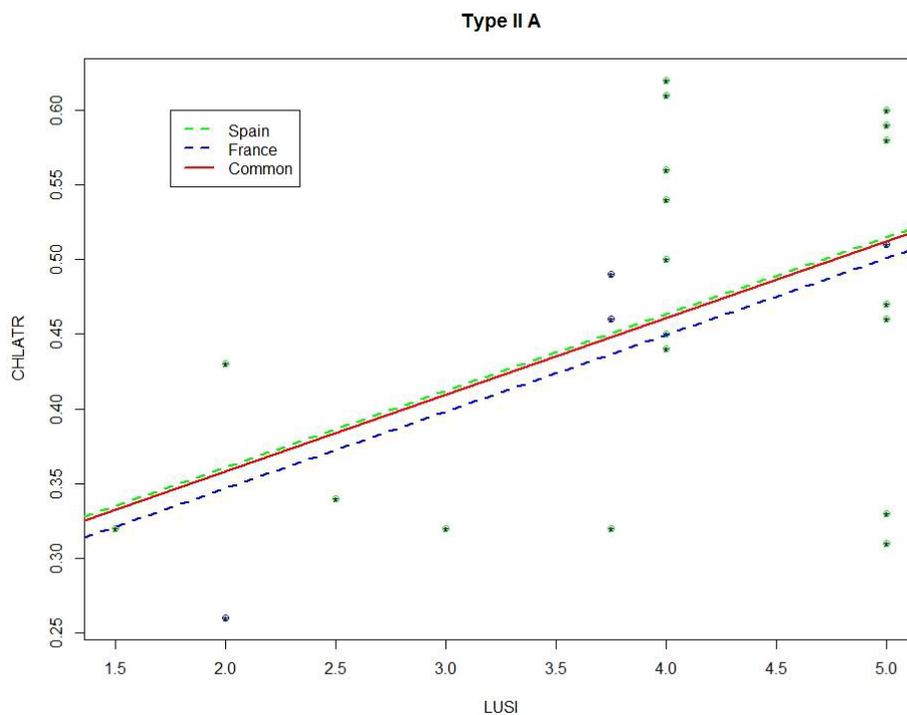
	Métrieque 1. Biomasse	Métrieque 2. Blooms
Turbidité	*	*
Eutrophisation	*	*

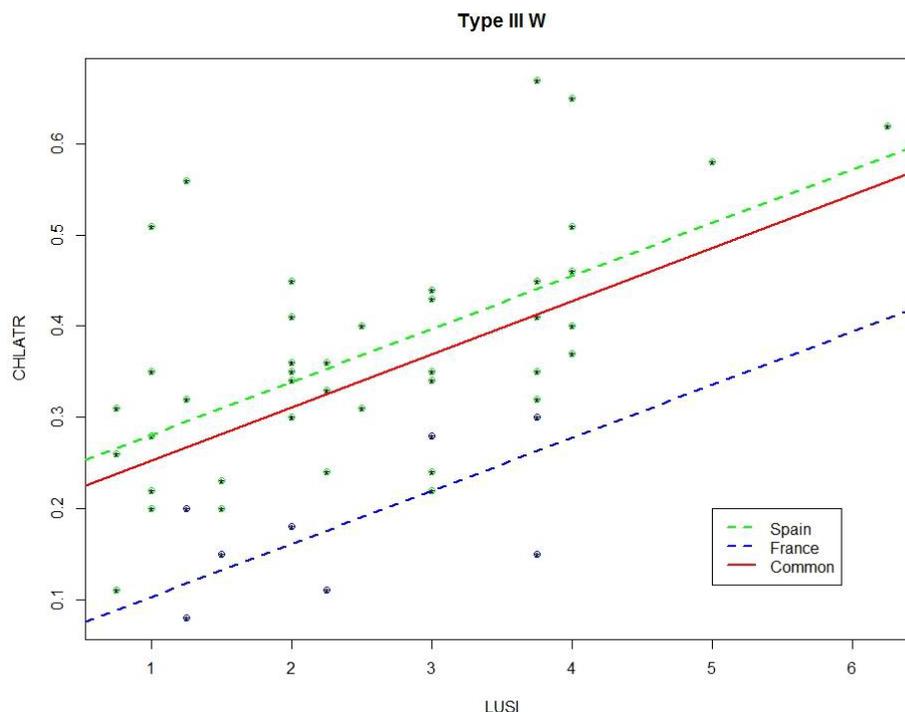
Relation Pressions-État

La sensibilité des métriques « biomasse » et « blooms » aux pressions anthropiques a été documentée au moyen de l'indice d'eutrophisation LUSI (Land Uses Simplified Index ; Flo *et al.*, 2011).

Cet indice est composé à partir de l'occupation du sol (pour la France : utilisation de données Corine Land Cover de 2006), dans une bande continentale de 1500 mètres à partir de la côte. Il prend également en compte les apports d'eau douce ainsi que le confinement de la masse d'eau (morphologie de la côte).

L'intercalibration de la Chlorophylle A avec l'Espagne, réalisée lors du 3^e round d'intercalibration, a utilisé une méthode d'évaluation par comparaisons de valeurs de chlorophylle A transformées par logarithme avec l'index LUSI (Flo *et al.*, 2015).





Les relations État-Pression par pays trouvées avec ces valeurs de chlorophylle récentes ont permis de mettre au point les nouvelles valeurs seuils et valeurs de référence.

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur phytoplancton pourra être complété avec le nouvel indice de composition basé sur la diversité pigmentaire. Les sites de référence ont été revus en 2017, car les résultats d'évaluation pour plusieurs de ceux qui avaient décrit auparavant étaient problématiques au regard de leur statut (Buchet, 2010 ; Belin *et al.*, 2014).

Références bibliographiques

- Belin C., Lamoureux A. & 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. Rapport DYNECO / VIGIES / 14-05, avril 2014. Tome 1 - Etat des lieux, méthodes et synthèse des Résultats <http://envlit.ifremer.fr/content/download/81901/580117/version/3/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+1.pdf> . Tome 2 - Résultats détaillés : fiches par masse d'eau et éléments d'expertise <http://envlit.ifremer.fr/content/download/81902/580120/version/4/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+2.pdf>
- Belin C. & Neaud-Masson N., 2017. Cahier de Procédures REPHY. Document de prescription. Version 1. Rapport ODE/VIGIES/17-01, janvier 2017. <http://envlit.ifremer.fr/content/download/83300/602862/file/Cahier+REPHY+2017.pdf>
- Buchet, 2010. Consolidation des conditions de référence pour les éléments de qualité biologiques impliqués dans l'évaluation des masses d'eau littorales. Rapport Ifremer/ODE/DYNECO/VIGIES, juin 2010.
- Daniel A. & Lampert L., 2016. Consignes pour le prélèvement d'échantillons d'eau en vue de mesures hydrologiques. Document de méthode hydrologie. Version 2. Rapport Ifremer ODE/DYNECO/PELAGOS/16-03. Novembre 2016. http://envlit.ifremer.fr/content/download/83285/602681/version/10/file/doc_methode_hydrologie_prelevement_V2-novembre+2016.pdf

- Goffart A. & Andral B., 2014. Validation de l'indice de composition IC Medit dans des masses d'eau côtières méditerranéennes caractérisées par un gradient croissant d'eutrophisation. Convention Ifremer / Onema 2013. Action Indice Composition - Livrable n°B. Rapport final, juillet 2014. 33 p.
- Flo E., Garces E., Camps J., Buchet R., 2015. « Water Framework Directive 3rd intercalibration phase, Mediterranean geographical intercalibration group, Coastal waters, biological quality element phytoplankton, type II-a (Spain and France) and type III-w (France and Spain). Rapport intermédiaire, 19p.
- Neaud-Masson N., 2015. Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique - Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY. Document de méthode. R.INT.ODE/DYNECO/VIGIES/15-13. 54 p.
<http://envlit.ifremer.fr/content/download/82996/600020/version/8/file/REPHY-Manuel-Phytooct2015.pdf>

4.3.2 Masses d'eau côtières – Angiospermes



FAÇADE MÉDITERRANÉE
Masses d'eaux côtières



INDICATEUR ANGIOSPERMES / HERBIERS DE POSIDONIE

The NDSM PREI

(The Non Destructive Shoot Method *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index)

**Sylvie Gobert¹, Stéphane Sartoretto², Valérie Rico-Raimondino³, Bruno Andral²,
Aurelia Chery⁴, Pierre Lejeune⁴, Pierre Boissery⁴**

¹ MARE Centre, Laboratoire d'Océanologie, Université de Liège, Sart-Tilman, B6, 4000 Liège, Belgium

² IFREMER, Zone Portuaire de Brégaillon, 83500 La Seyne-sur-mer, France

³ Région PACA Service Mer 27 Place Jules Guesde, 13481 Marseille Cedex 20, France

⁴ STARESO, Pointe Revellata BP33, 20260 Calvi, France

⁵ Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 62 La Canebière, 13001 Marseille, France

Résumé

Le PREI est une méthode qui permet de définir le statut écologique des masses d'eau côtières en Méditerranée à partir de *P. oceanica*. Cet indice a été mis au point en respectant les prérogatives de la DCE (WFD 2000/60/EC). Il a été testé en 42 stations du littoral français (Corse et PACA). Il est basé sur 5 métriques d'utilisation et d'application simple et peu coûteuse (Giraud, 1979 ; Meneisz et Laurent, 1978; Soullard et al., 1994). Le PREI a été validé en regard des pressions anthropiques (Gobert et al., 2009).

Actuellement, la technique de prélèvement classique (arrachage des faisceaux à mesurer) est remplacée par la « Non Destructive Shoot Method : NDSM » qui consiste en plongée, à couper les faisceaux avec une paire de ciseaux juste au-dessus de l'écaïlle visible à l'extérieur du faisceau. Les feuilles peuvent être groupées par faisceau grâce à un clips de fermeture pour sachet (style Bevara Ikéa) (Gobert et al. 2012 ; de los santos et al, 2016). Les faisceaux coupés repoussent, la méthode est non destructive.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **taxa d'angiospermes sensibles aux perturbations ;**
- **niveau d'abondance des angiospermes.**

Choisie pour sa large distribution, sa sensibilité et sa réponse aux perturbations anthropiques, *Posidonia oceanica* L. Delile est une magnoliophyte (=angiosperme, phanérogame) marine, elle est dominante en Méditerranée (Gobert et al. 2006).

Historique

Depuis les années 1980 : RSP : Réseau Surveillance Posidonies.

2005 et 2006 : premières grilles d'interprétation mais difficultés à définir les bornes « état modéré » et « bon état ». Mise en avant du « caractère régional » des valeurs de références des différents paramètres pris en compte pour le BQE Posidonie. Quatre sous-éco-régions ont été définies le long du littoral français méditerranéen : le Languedoc, le Roussillon, la Provence et Côte d'Azur, et la Corse.

2017 : mise à jour de la technique de prélèvement des faisceaux pour la biométrie.

Typologies

France : 4 types spécifiques à cet élément de qualité, correspondant à des zones bio-géographiques : Roussillon, Languedoc, PACA, Corse.

Les herbiers à Posidonies du Languedoc et du Roussillon sont situés en limites de répartition de cette espèce (Gobert et al., 2006) et subissent l'influence naturelle négative du Rhône (forte turbidité, diminution de la salinité, conditions hydrodynamiques fortes...) Ils sont moins développés qu'en région PACA et Corse. Les observations (passées et récentes) montrent des herbiers morcelés, sans réels signes d'expansion ou de régression, ces herbiers ont une stratégie d'adaptation aux conditions environnementales locales et la comparaison avec les autres régions n'est pas appropriée. Ces 2 types n'ont plus été considérés dans la suite des travaux.

Europe : pas de distinction de types.

Fréquence de suivi

Le suivi angiospermes est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données utilisé pour construire l'indicateur comprend 42 sites :

(Corse : FREC04ac : Cargèse, Tiucca, Porto Pollo; FREC04b :Ajaccio nord, Ajaccio sud; FREC03eg: Figari-Bruzzi; FREC03ad: Piantarella, Santa Amanza extérieur baie; FREC03c : Santa Amanza fond de baie; FREC02d : large de Diana, Bravone, Taglio Isolaccio; FREC02c :large de Biguglia; FREC02ab: Erbalunga, Maccinagio; FREC01c: St Florent; FREC01ab: Aregno; FREC01ab: Calvi)

(PACA : FRDC04 : Ponteau; FRDC05: Couronne, Carry, Ensues, La Vesse; FRDC06a : Corbière; FRDC06b: Nord Pomègues, Prado; FRDC07a: Plateau des Chèvres; FRDC07b : Riou, Calanque, Cassis, Figuerolle; FRDC07e: Bandol, Brusc ; FRDC07f: Carqueiranne ; FRDC07g: Baie de la Garonne ; FRDC07h: Giens, Levant, Bénat; FRDC08d: Cap Roux, St Raphael; FRDC09a: Antibes; FRDC09d: Villefranche) en 2007.

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Gobert et al., 2009 modifiée par Gobert et al., 2012. Aujourd'hui le suivi est effectué sur 18 masses d'eau, contenant un herbier de posidonies, à raison d'un site par masse d'eau.

Région	Code ME	Nom ME	Site
LR	FRDC02f	Frontignan – Pointe de l'Espiguet	Grand_Travers PI
PACA	FRDC05	Cote bleue	Carry PI
PACA	FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du frioul	Frioul PI
PACA	FRDC07a	Iles de Marseille hors Frioul	Ile_Plane PI
PACA	FRDC07b	Cap croisette – Bec de l'Aigle	Cap_Canaille PI
PACA	FRDC07e	Ilot Pierreplane – Pointe du Gaou	Embiez_Nord PI
PACA	FRDC07g	Cap Cepet – Cap de Carqueiranne	Carqueiranne PI
PACA	FRDC08a	Pointe des Issambres – ouest Frejus	Pampelonne PI

PACA	FRDC08d	Ouest Sainte Maxime – Pointe de la Galere	Cap_Roux PI
PACA	FRDC09a	Cap d'Antibes – sud port Antibes	Cap_Gros_Nord PI
PACA	FRDC09d	Rade de Villefranche	Pte_Rube PI
PACA	FRDC10c	Monte-Carlo – frontière italienne	Pte_Vieille_Est PI
CORSE	FREC01ab	Pointe Palazzu – Sud Nonza	Calvi
CORSE	FREC02ab	Cap Est de la Corse	Rogliano
CORSE	FREC02d	Plaine Orientale	Aleria
CORSE	FREC03ad	Littoral S-E de la Corse	Rondinara
CORSE	FREC03eg	Littoral S-O de la Corse	Bruzzi
CORSE	FREC04ac	Pointe Senetosa – Pointe Palazzu	Cargese

Métriques

- Métrique 1. Limite inférieure de l'herbier (m) (*in situ*) ;
- Métrique 2. Type de limite inférieure (franche, progressive, régressive) (*in situ*) ;
- Métrique 3. Densité des faisceaux à -15m (nb faisceaux/m²) (*in situ*, n=20) ;
- Métrique 4. Surface foliaire par faisceau, mesurée en laboratoire, prélevés sur 15 m de profondeur (cm²/faisceau) selon la NDSM) (n=20) ;
- Métrique 5. Rapport biomasse épibiontes/biomasse des feuilles d'un faisceau = E/F (n=20).

Valeurs de références

Les valeurs de référence des métriques 1, 3, 4 et 5 sont fixées à dire d'expert (données et connaissances bibliographiques). La métrique 2 suit la classification décrite par Meneisz et Laurent, 1978.

	Référence PACA	Référence Corse
Métrique 1. Limite inférieure	37	41
Métrique 3. Densité des faisceaux	675	483
Métrique 4. Surface foliaire par faisceau	465	546
Métrique 5. Rapport biomasse épibiontes/ biomasse des feuilles	0	0

Des valeurs des métriques ont aussi été précisées pour la classe du mauvais état : borne supérieure du mauvais état.

	Référence PACA	Référence Corse
Métrique 1. Limite inférieure	12	17
Métrique 3. Densité des faisceaux	0	0
Métrique 4. Surface foliaire par faisceau	0	0
Métrique 5. Rapport biomasse épibiontes/ biomasse des feuilles	1	1

Indicateur et grille de qualité

Calcul de l'indice

Étape 1 : calcul d'un EQR intermédiaire (EQR')

$$EQR' = (N_{\text{densité}} + N_{\text{surface foliaire}} + \frac{1}{2} N_{(E/F)} + N_{\text{limite inférieure c}}) / 3.5$$

- $N_{\text{paramètre}} = (\text{valeur station} - \text{valeur de la classe rouge}) / (\text{valeur de référence} - \text{valeur de la classe rouge})$
- $N_{(E/F)} = 1 - (E/F)$
- $N_{\text{limite inférieure c}} = (\text{valeur station c} - \text{valeur de la classe rouge}) / (\text{valeur de référence} - \text{valeur de la classe rouge})$

Étape 2 : calcul de l'EQR final

$$EQR = (EQR' + 0.11) / (1 + 0.10)$$

L'indice varie entre 0 et 1.

Valeurs seuils

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,000 – 0,775]	Intercalibré lors du round 2.	Très Bon
]0,775 – 0,550]		Bon
]0,550 – 0,325]		Moyen
]0,325 – 0,100]		Médiocre
]0,100 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

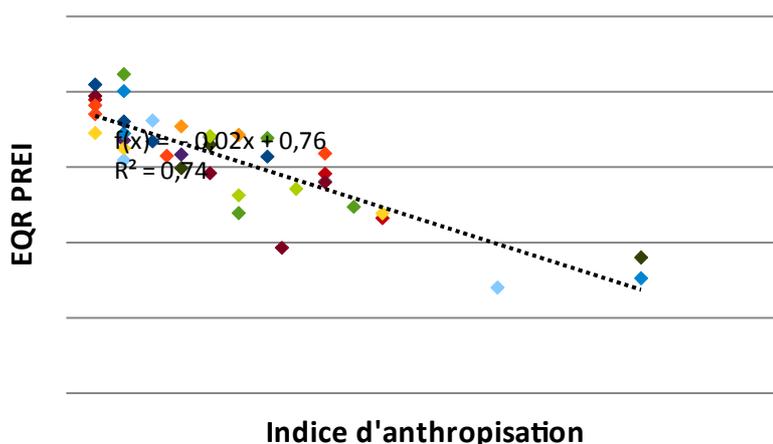
Les herbiers de Posidonies sont de puissants intégrateurs de la qualité globale des eaux, ils sont sensibles à la pollution et aux autres agressions humaines ; ainsi les modifications de la turbidité, des courants, du taux de sédimentation, des apports de polluants et autres stress peuvent être mesurés sur des paramètres (métriques) caractéristiques des posidonies et des herbiers qu'elles forment (Boudouresque et al., 2006).

Relation Pressions-État

Un indice de pression a été élaboré afin de tester la sensibilité de l'indicateur aux pressions (http://envlit.ifremer.fr/region/provence_alpes_cote_d_azur/activites/introduction; Boudouresque et al., 2000 ; Benoît et Comeau, 2005 ...). Il comprend les pressions suivantes :

- urbanisation (nombre d'habitants / km² dans les communes de la bande littorale) ;
- développement industriel (surfaces en km² sur la bande littorale) ;
- agriculture (surfaces en ha sur la bande littorale) ;
- tourisme (nombre de campings/agglomération ; nombre de maisons secondaires dans les communes de la bande littorale) ;
- ports commerciaux (nombre de ports et nombre de bateaux) ;
- pêche (nombre et type de bateaux (grande pêche, pêche au large, pêche côtière...) ;
- pisciculture (production en tonnes / an).

Chaque pression est cotée selon un score allant de 0 (pas d'impact sur les posidonies) à 5 (effet dramatique sur les posidonies). L'indice global d'anthropisation est la somme des scores des 7 pressions.



Limites d'application – Commentaires

L'absence de *P. oceanica* n'est pas nécessairement liée à une dégradation, donc la classe « mauvaise » ne peut être attribuée qu'à des situations où est constatée une disparition récente (< 5 années) de l'herbier.

Références bibliographiques

- Benoit, G., Comeau, A. 2005. Méditerranée. Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement. L'Aube (France), 428pp
- Boudoureque CF, Charbonel E, Meinesz A, Pergent G, Pergent-Martini C, Cadiou G, Bertrand MC, Foret, P, Rico-Raimondino V. 2000. A monitoring network based on the seagrass *Posidonia oceanica* in the Northwestern Mediterranean Sea. *Biologia Marina Mediterranea* 7 (2), 328-331.
- Boudouresque CF, Bernard G, Bonhomme P, Charbonnel E, Diviacco G, Meinesz A, Pergent G, Pergent-Martini C, Ruitton S, Tunesi L. 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. Ramoge pub., 1-202.
- De los Santos C, Vicencio-Rammsy B, Lepoint G, Remy F, Bouma T, Gobert S (2016) Ontogenic variation and effect of collection procedure on leaf biomechanical properties of Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology* 1-10. <http://hdl.handle.net/2268/195370>
- Giraud G (1979). Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull Mus Hist Nat Marseille Fr.* 39: 33-39.
- Gobert S, Cambridge M, Velimirov B, Pergent G, Lepoint G, Bouquegneau JM, Pergent-Martini C, Walker D (2006) *Biology of Posidonia*. AWD Larkum et al. (eds), *Seagrasses, Biology and Conservation*, pp387-408. Springer ; Printed in the Netherlands.
- 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.
- Gobert S, Lejeune P, Chery A, Boissery P, Sartoretto S, Andral B, Lepoint G, Richir J. (2012) Assessment of the ecological status of *Posidonia oceanica* meadow with a non destructive shoot method. *Proceedings 3rd Mediterranean Seagrass Workshop 2012*: 18 p <http://hdl.handle.net/2268/124326>
- Meinesz A et R Laurent (1978). Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans les Alpes-Maritimes. *Campagne Poséidon*. 1976. *Bot. Mar.* 21 (8) : 513-528.
- Soullard M, Bourge I, Fogel J, Lardinois D, Mathieu T, Veeschens C, Bay D, Dauby P et JM Bouquegneau (1994). Evolution de la densité de l'herbier de *Posidonies* de la baie de Calvi (Corse). *Vie Milieu* 44: 199-201.

4.3.3 *Masses d'eau côtières – Invertébrés benthiques*



Ifremer

FAÇADE MÉDITERRANÉE Masses d'eaux côtières



INDICATEUR INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE SUBSTRAT MEUBLE

Celine Labrune¹, Corine Pelaprat², Valérie Derolez³, Annick Donnay², Jean-Michel Amouroux⁴

¹ Laboratoire Arago, Banyuls

² Stareso, Calvi

³ Ifremer, LER Languedoc Roussillon, Sète

⁴ Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques, UMPC

Résumé

L'AMBI (AZTI Marine Biotic Index) est basé sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978 ; Hily et al, 1986), observées suite à un enrichissement en matière organique. Il s'agit d'un indice également susceptible d'indiquer d'autres types de perturbations humaines comme des enrichissements en métaux, où des perturbations physiques du milieu (Borja et al., 2000). Basé sur la répartition des espèces en 5 groupes de polluo-sensibilité, cet indice varie de 0 à 7.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

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

Historique

L'indice AMBI (Borja et al., 2000) est l'indice proposé par la France durant la seconde phase d'intercalibration. En effet durant la première phase, la France avait proposé l'utilisation de l'indice M-AMBI (Borja et al., 2004), mais cette proposition était basée uniquement sur le jugement d'expert. Dans la seconde phase, en accord avec les recommandations du MED-GIG, les corrélations entre pressions et indices ont été recherchées. Il a été démontré que l'indice M-AMBI n'était pas corrélé avec les pressions contrairement à l'indice AMBI qui montrait une corrélation significative avec la matière organique. Sur la base de ces résultats, les experts français ont décidé de retenir l'indice AMBI comme métrique.

Typologies

France : Masses d'eau réparties selon leur région administrative (Occitanie, Provence Alpes Côte d'Azur et Corse).

Europe : pas de distinction de types.

Fréquence de suivi

Le suivi invertébrés benthiques est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

Le suivi actuel contrôle 34 stations au sein de 26 masses d'eau.

Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Nombre de stations
FRDC01	Frontière espagnole – Racou Plage	3
FRDC02a	Racou Plage – embouchure de l'Aude	2
FRDC02c	Cap d'Agde	1
FRDC02f	Frontignan – Pointe de l'Espiguette	1
FRDC04	Golfe de Fos	2
FRDC05	Cote bleue	1
FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du frioul	1
FRDC07a	Iles de Marseille hors Frioul	1
FRDC07b	Cap croisette – Bec de l'Aigle	1
FRDC07e	Ilot Pierreplane – Pointe du Gaou	1
FRDC07g	Cap Cepet – Cap de Carqueiranne	1
FRDC07h	Iles du soleil	2
FRDC08a	Pointe des Issambres – ouest Frejus	1
FRDC08d	Ouest Sainte Maxime – Pointe de la Galere	1
FRDC09a	Cap d'Antibes – sud port Antibes	1
FRDC09b	Sud port Antibes – port de commerce de Nice	2
FRDC09d	Rade de Villefranche	1
FRDC10c	Monte-Carlo – frontière italienne	1
FRDT21	Delta du Rhone	3
FREC01ab	Pointe Palazzu – Sud Nonza	1
FREC02ab	Cap Est de la Corse	1
FREC02d	Plaine Orientale	1
FREC03ad	Littoral S-E de la Corse	1
FREC03eg	Littoral S-O de la Corse	1
FREC03f	Goulet de Bonifaccio	1
FREC04ac	Pointe Senetosa – Pointe Palazzu	1

Les données correspondantes ont été collectées dans le cadre de la DCE selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Ifremer (Guillaumont et Gaithier, 2005) et la norme ISO 16665.

Métriques

L'indice est l'AMBI (Borja & Muxica, 2005), indice d'abondance relative des espèces par classes de polluo-sensibilité. Les espèces sont classées selon leur polluo-sensibilité en 5 groupes.

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	Sensibles à une eutrophisation	Largement dominantes en condition normales, disparaissent les premières lors de l'enrichissement du milieu, dernières à se réinstaller	Suspensivores, carnivores sélectifs, quelques dépositives 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	Dépositives tubicoles de surface profitant du film superficiel chargé de MO
IV	Opportunistes de second ordre	Cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	dépositives de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	Prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	dépositives

Valeurs de références

Afin d'établir les valeurs de référence, les masses d'eau côtières en Méditerranée ont été réparties selon trois sous-régions : Occitanie, région PACA et Corse. Chaque année, les valeurs de référence par sous-région sont réévaluées. Les valeurs de référence retenues sont celles des stations (hors pression anthropique) ayant eu l'AMBI le plus bas sur l'ensemble des années.

Indicateur et grille de qualité

L'indice se calcule en pondérant le nombre d'individus dans chaque groupe, comme suit :

$$AMBI = \frac{(0 * \%GI) + (1.5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4.5 * \%GIV) + (6 * \%GV)}{100}$$

- %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations ;
- %GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations ;
- %GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations ;
- %GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre ;
- %GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre .

On peut consulter cette liste d'espèces sur le logiciel permettant de calculer les valeurs de l'indice (<http://ambi.azti.es/index.php?lang=en>).

L'EQR est calculé comme suit :

$$EQR_{site} = \frac{AMBI_{site\ de\ référence}}{AMBI_{du\ site}}$$

Les **seuils** de classes de l'EQR ont été fixés à dire d'expert, lors des travaux européens d'intercalibration.

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,83]	Intercalibré lors du round 2.	Très Bon
]0,83 – 0,58]		Bon
]0,58 – 0,39]		Moyen
]0,39 – 0,21]		Médiocre
]0,21 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

L'indicateur répond principalement à un enrichissement en matière organique des sédiments ; cet enrichissement peut résulter d'un rejet ponctuel, ou de l'accumulation progressive par sédimentation de la colonne d'eau.

Relation Pressions-État

La relation (significative), établie dans le cadre de l'intercalibration, entre l'EQR et la teneur en matière organique des sédiments est la suivante (Buchet, 2012) :

$$EQ = \frac{\sum (Ii * SLi)}{\sum li}$$

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur répond principalement à un enrichissement en matière organique des sédiments ; cet enrichissement peut résulter d'un rejet ponctuel, ou de l'accumulation progressive par sédimentation de la colonne d'eau.

Références bibliographiques

- Borja, A., Franco, J., Perez, 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.
- Borja, A., Franco, J., Muxika, I. (2004). The Biotic Indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin* 48 (3–4), 405– 408.
- 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.
- Buchet, R., 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.
- Guillaumont B. & Gauthier E. (2005). Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Rapport IFREMER
- Hily C., Le Bris H. and M. Glemarec (1986). Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques. *Oceanis* 12, 419-426.

4.3.4 *Masses d'eau côtières – Macroalgues*



FAÇADE MÉDITERRANÉE Masses d'eaux côtières



INDICATEUR MACROALGUES DE SUBSTRAT DUR CARLIT (CARTografiá LIToral)

Thierry Thibaut¹

¹Aix Marseille Université, UMR 7294, Mediterranean Institute of Oceanography, Campus de Luminy – Oceanomed – Bât. Méditerranée, Marseille (thierry.thibaut@univ-amu.fr)

Résumé

Le descripteur macroalgues CARLIT permet de mesurer la qualité écologique d'une masse d'eau à partir de la cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des espèces dominantes et des caractéristiques du substrat des étages médio- et infralittoraux supérieurs. Les relevés de terrain se font à l'aide d'une embarcation légère, à faible vitesse, à quelques mètres du rivage. Toutes ces données sont ensuite intégrées dans un SIG. Un indice de qualité environnementale (EQR compris entre 0 et 1) est calculé à partir des données acquises et géo-référencées, pour un secteur de côte ou une masse d'eau donnée, permettant d'attribuer un statut écologique (ES) défini par les critères de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, allant de mauvais à très bon.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- taxa d'algues macroscopiques sensibles aux perturbations ;
- niveau de couverture d'algues macroscopiques.

Historique

Dans le cadre du contrôle de surveillance DCE – Bassin Rhône Côtiers Méditerranée, la mise en œuvre du descripteur macroalgues a eu lieu pour la première fois au printemps 2007 et s'est poursuivie aux printemps 2008, 2009, 2010, 2012 et 2015 (Thibaut *et al.* 2008, Thibaut & Markovic 2009, Thibaut *et al.* 2010, 2011, Thibaut & Blanfuné, 2014, Blanfuné *et al.* 2017a, 2017b). L'ensemble du littoral rocheux méditerranéen français, Corse incluse, a été cartographié durant ces quatre dernières années ce qui représente plus de 4 500 km de linéaire côtier à l'échelle 1/2500^{ème} analysé par notre équipe. La méthode a également été appliquée en Albanie (Blanfuné *et al.* 2016a).

Typologies

France : pas de distinction de types.
Europe : 1 type (GIG MED, Eaux côtières)

Fréquence de suivi

Le suivi macroalgues de substrat dur est réalisé une fois par plan de gestion.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 39 masses d'eau pour les années allant de 2007 à 2015.

Masses d'eau rocheuses continentales : FRDC01, FRDC 02c, FRDC04, FRDC05, FRDC06a, FRDC06b, FRDC07a, FRDC07b, FRDC07e, FRDC07g, FRDC08d, FRDC09a, FRDC09b, FRDC09c, FRDC09d et FRDC10a ont été cartographiées au printemps 2007 (Thibaut *et al.* 2008). FRDC07c, FRDC07d, FRDC07f, FRDC07i, FRDC07j, FRDC08a, FRDC08b, FRDC08c, FRDC08e, FRDC10b et FRDC10c ont été cartographiées au printemps 2008 (Thibaut & Markovic 2009).

Masses d'eau rocheuses corses : FREC01c, FREC01d, FREC01e, FREC02ab, FREC03b, FREC03c, FREC03eg, FREC03f et FREC04b ont été cartographiées au printemps 2009 (Thibaut *et al.* 2010). FREC01ab, FREC03ad et FREC04ac ont été cartographiées au printemps 2010 (Thibaut *et al.* 2011).

Réévaluation des Masses d'eau au printemps 2012 : FRDC01, FRDC02c, FRDC04, FRDC06a, FRDC06b, FRDC08c, FRDC09b, FRDC09d et FRDC10b, FREC01c, FREC03b et FREC03f. (Thibaut & Blanfuné 2014).

Réévaluation des Masses d'eau au printemps 2015 : FRDC05, FRDC07a, FRDC07b, FRDC07c, FRDC07d, FRDC07f, FRDC07g, FRDC08b et FRDC8d, FREC01d et FREC02ab (Blanfuné *et al.* 2017b).

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par le protocole décrit par Ballesteros *et al.* (2007) et Blanfuné *et al.* (2017a).

Métriques

Métrique 1. Longueur de côte occupée par chaque type géomorphologique* (m).

Métrique 2. Longueur de côte occupée par chaque type de communauté végétale** dans chaque type morphologique (m).

Métrique 3. Niveau de sensibilité de chaque type de communauté végétale* (entre 1 et 20).

* les types morphologiques sont les suivants : Blocs naturels, Côte basse naturelle, Côte haute naturelle, Blocs artificiels, Côte basse artificielle, Côte haute artificielle

** les 22 types de communautés végétales et leur sensibilité sont donnés par le tableau ci-dessous (Tableau 1)

Tableau 1. Niveau de vulnérabilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes françaises de Méditerranée (Thibaut et Blanfuné, 2014a, modifié d'après Ballesteros et al., 2007). Cystoseira mediterranea (en gris) ne concerne que Le Languedoc où elle est l'espèce vicariante de C. amentacea.

Communautés ou espèces	Niveau de vulnérabilité (NV)
<i>Cystoseira mediterranea</i> 5	20
<i>Cystoseira amentacea</i> 5	20
<i>Cystoseira crinita</i>	20
<i>Cystoseira brachycarpa</i> var. <i>balearica</i>	20
Récif frangeant de <i>Posidonia oceanica</i>	20
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i> *	20
<i>Cystoseira mediterranea</i> 4	19
<i>Cystoseira amentacea</i> 4	19
<i>Cystoseira mediterranea</i> 3	15

<i>Cystoseira amentacea</i> 3	15
<i>Cystoseira mediterranea</i> 2	12
<i>Cystoseira amentacea</i> 2	12
<i>Cystoseira compressa</i>	12
<i>Cystoseira mediterranea</i> 1	10
<i>Cystoseira amentacea</i> 1	10
<i>Corallina caespitosa</i>	8
Gazon algal	8
Corallinacées encroûtantes	6
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
Ulvaes	3
Cyanobactéries	1

Classes d'abondance de *Cystoseira* : *C. amentacea* et *C. mediterranea* 5 : ceinture continue ; *C. amentacea* et *C. mediterranea* 4 : ceinture discontinue ; *C. amentacea* et *C. mediterranea* 3 : taches abondantes ; *C. amentacea* et *C. mediterranea* 2 : individus abondants ; *C. amentacea* et *C. mediterranea* 1 : individu isolé.

*Les trottoirs à *Lithophyllum byssoides* ont été exclus de CARLIT, car la remontée des eaux est la principale cause de mortalité des trottoirs (Blanfuné *et al.* 2017, Blanfuné *et al.* 2016b).

Valeurs de références

La **valeur de référence** est établie à partir de données acquises sur des sites jugés comme non impactés ou subissant des perturbations mineures, situés en Catalogne, dans les îles Baléares et en Corse (Scandola, FRECO4ac), et jugés comme représentatifs de l'ensemble des côtes de Méditerranée occidentale, excepté une zone (la mer d'Alboran, située au sud de l'Espagne). Les données historiques disponibles ont aussi été mobilisées. Les données collectées comprennent les communautés végétales et les caractéristiques géomorphologiques de la côte rocheuse (morphologie du littoral, nature du substrat, orientation de la côte, exposition aux vagues). Une analyse statistique (MDS - MultiDimensional Scaling analysis) a permis de conclure que la morphologie du littoral est le facteur prépondérant qui explique la distribution des communautés algales. Au final, six situations morphologiques pertinentes ont été définies ainsi que les valeurs de référence correspondantes (Ballesteros *et al.* 2007). En accord avec l'ONEMA et l'agence de l'eau, pour les substrats artificiels, nous utilisons l'EQ de référence du type géomorphologique « naturel » correspondant (Thibaut *et al.* 2010).

Tableau 2. EQ de référence calculée pour chaque type de morphologie de la côte (Thibaut *et al.* 2010, modifié d'après Ballesteros *et al.* 2007)

Type morphologique	Valeur de référence
Blocs décimétriques naturels ou artificiels	12,2
Côte basse naturelle ou artificielle	16,6
Côte haute naturelle ou artificielle	15,3

Indicateur et grille de qualité

L'indicateur CARLIT est composé comme suit.

Un indice de qualité environnementale (EQ pour Environmental Quality) est calculé à partir de ces mesures par secteur de côte, défini par un type morphologique homogène (voir infra les 6 types morphologiques).

Équation 1 :

$$EQ = \frac{\sum (I_i * SL_i)}{\sum I_i}$$

Avec : I_i = longueur de côte occupée par la communauté i pour un secteur de côte
 SL_i = niveau de sensibilité pour la communauté i
 Ici i s'applique à la communauté végétale

Ensuite, un EQR (équation 2) est obtenu en pondérant le EQ (équation 1) par une valeur mesurée dans un site de référence (EQref) pour chacun des 6 types géomorphologiques (Tableau 2).

Équation 2 :

$$EQR_{\text{masse d'eau X}} = \frac{\sum \frac{EQ_{ssi} * I_i}{EQ_{rsi}}}{\sum I_i}$$

Avec : i = situation morphologique de la côte étudiée
 EQ_{ssi} = EQ dans le site étudié pour la situation i
 EQ_{rsi} = EQ dans le site de référence pour la situation i
 I_i = longueur de la côte étudiée dans la situation i
 Ici i s'applique au type morphologique

Les **seuils des classes** de l'EQR ont été définis à partir de l'apparition ou la disparition d'espèces indicatrices différentes. La limite Bon/Moyen est notamment caractérisée par la disparition des espèces du genre *Cystoseira* (Tableau 3).

Tableau 3. Classe des EQR et statut écologique associé

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,75]	Intercalibré au round 1.	Très Bon
]0,75 – 0,60]		Bon
]0,60 – 0,40]		Moyen
]0,40 – 0,25]		Médiocre
]0,25 – 0,00]		Mauvais

Les littoraux non rocheux ne sont pas pris en compte ainsi que l'intérieur des ports et des marinas (ces zones sont trop perturbées et nécessitent l'utilisation d'autres indices).

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

L'indicateur est potentiellement sensible aux pressions anthropiques qui modifient la qualité de l'eau (rejets turbides, apports en éléments nutritifs enrichissant les eaux, substances polluantes), ou provoquent des destructions ou modifications du substrat rocheux (aménagement du littoral), ou des atteintes directes (fréquentation humaine sur le rivage).

Dans les zones médiolittorales et infralittorales supérieures des espèces forment des communautés structurantes de l'habitat, c'est le cas des espèces du genre *Cystoseira* et des encorbellements à *Lithophyllum byssoides*. Les perturbations induisent pour les espèces du genre *Cystoseira*, qui elles forment une strate arborescente complexe, dans un premier temps une fragmentation des populations jusqu'à leurs

remplacements par de strates gazonnantes ou encroûtantes qui sont états stables alternatifs mais dont la structuration tridimensionnelle est bien moindre qu'une strate arborescente. Pour les encorbellements de *L. byssoides*, qui forment une structure extrêmement complexe, la mort de l'encorbellement se traduit par soit le maintien d'un encorbellement mort abritant moins d'espèces ou par la disparition physique avec une roche nue. *Cystoseira* et encorbellement sont les deux habitats les plus sensibles de la zone littorale.

Relation Pressions-État

Sensibilité à l'eutrophisation

La sensibilité de l'indicateur CARLIT aux pressions anthropiques a été testée avec l'indice de perturbation HAPI (Human Activities and Pressures Index) afin de valider le lien existant entre le statut écologique de la masse d'eau défini par les éléments de qualités écologiques 'macrophytes' et les pressions anthropiques s'exerçant sur les étages médio- et infralittoraux supérieurs (Blanfuné *et al.* 2017a). L'indicateur CARLIT et HAPI sont significativement et fortement corrélés ($r = -0.79$, $p < 0.05$), et par conséquent valident l'utilisation de l'indicateur CARLIT pour mesurer la qualité écologique d'une masse d'eau.

Les pressions prises en compte dans HAPI, doivent s'exercer en surface, être persistantes, mesurables à l'échelle de la masse d'eau et avoir des impacts avérés sur les communautés caractéristiques du substrat des étages médio- et infralittoraux supérieurs.

Cet indice est composé de pressions continentales et de pressions anthropiques s'exerçant en mer.

Pour les pressions continentales, le pourcentage de surface couverte de zone urbaine (Corine Land Cover codes, CLC codes, 111, 112, 141 and 142), de zone Industrielle (CLC codes 121 to 124 and 131 to 133) et de zone agricole (CLC codes 211-213, 221-223, 231 and 241-244), mesurés à l'échelle du bassin versant de chaque masse d'eau (données Corine Land Cover, 2006) sont pris en compte.

Pour les pressions s'exerçant en mer, les pressions retenues sont : (i) le pourcentage de linéaire côtier artificialisé (données de terrain), (ii) le linéaire rocheux potentiellement impacté par l'aquaculture (en mètre) (données de terrain et données issues de la base de données IMPACT (Medtrix, 2015)), et (iii) l'apport d'eau douce regroupant les apports venant des stations d'épuration et ceux des rivières (données de terrain, données issues de la base de données IMPACT (Medtrix, 2015) pour les stations d'épuration et de CARMEN (20015a, 2015b) pour les rivières, exprimé en linéaire rocheux potentiellement impacté en mètre).

Une échelle semi-quantitative allant de 1 à 4 a été attribuée pour chaque pression est permet d'obtenir un Score de la pression (PS):

Score de la pression (PS)	Zone urbaine (% bassin-versant)	Zone industrielle (% bassin-versant)	Zone agricole (% bassin-versant)	Artificialisation (% linéaire de côte)	Aquaculture (% linéaire de côte)	Eau douce (% linéaire de côte)
1	0 – 10	0 – 10	0 – 5	0 – 5	0 – 1	0 – 5
2	11 – 35	11 – 25	6 – 15	6 – 25	2 – 15	6 – 25
3	36 – 75	26 – 75	16 – 30	26 – 75	16 – 40	26 – 75
4	> 75	> 75	> 30	> 75	> 40	> 75

Les scores de chaque pression sont ensuite pondérés par le coefficient de corrélation de l'ACP entre les pressions et les EQRs :

Pression	Zone urbaine	Zone industrielle	Zone agricole	Artificialisation	Aquaculture	Eau douce
r	|0,14|	|0,31|	|0,06|	|0,68|	|0,15|	|0,40|

L'index de pression est ensuite pondéré par le taux de renouvellement de la masse d'eau (Ganzin *et al.*, 2008) :

Taux de renouvellement de la masse d'eau	Score du taux de renouvellement (TS)
> 1 400	1,33
100 - 1 400	1
< 100	0,80

L'index HAPI pour chaque masse d'eau est donné par :

$$\text{HAPI}_j = \sum(\text{PS}_i * r_i) / \text{TS}_j$$

Avec :

PS_i: Score de la pression i

r_i: valeur absolue du coefficient de corrélation r entre la pression i

TS_j: Score du taux de renouvellement de la masse d'eau j

En théorie, l'index HAPI varie de 1,31 (pression minimale) à 8,70 (pression maximale). En pratique HAPI est compris entre 1,64 et 5,55 pour les masses d'eau côtières françaises.

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur s'applique aux masses d'eau côtières de Méditerranée caractérisées par des côtes rocheuses. L'indicateur ne peut s'appliquer dans des masses d'eaux avec de grandes plages et simplement des épis (plages du Languedoc, côte est de la Corse). La colonisation de ces roches par des espèces structurantes (*Cystoseira*), dont les distances de dispersions des zygotes sont très faibles (quelques mètres), est impossible à échelle humaine. Il évalue la qualité à partir de données acquises en infralittoral supérieur (0 à – 1 m). Cet indicateur est utilisable pour la DCSSM sans modification. Il donne une bonne représentation de l'état de conservation de la frange littorale sensible aux perturbations de surface (e.g. eutrophisation). Pour l'infralittoral rocheux (> 1 m), où d'autres pressions s'exercent (e.g. herbivorie) l'approche écosystémique est à privilégier (Thibaut *et al.* 2017).

Références bibliographiques

- Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., Garcia, M., Mangialajo, L., 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.
- Blanfuné A., Thibaut T., Boudouresque C.F., Mačić V., Markovic L., Palomba L., Verlaque M., Boissery P., 2017a. The CARLIT method for the assessment of the ecological quality of European Mediterranean waters: relevance, robustness and possible improvements. *Ecological Indicators*, 72, 249-259.
- Blanfuné A., Thibaut T., Palomba L. 2017b. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau – Rapport d'état écologique des masses d'eau – Littoral rocheux méditerranéen français – Deuxième phase de réévaluation. Contrat Agence de l'eau RMC – ProtisValor : 53 pp. + Atlas cartographique. www.medtrix.fr.

- Blanfuné A., Boudouresque C.F., Verlaque M., Beqiraj S., Kashta L., Nasto I., Ruci S., Thibaut T., 2016a. Response of rocky shore communities to anthropogenic pressures in Albania (Mediterranean Sea): ecological status assessment through the CARLIT method. *Marine Pollution Bulletin*, 109, 409-418.
- Blanfuné A., Boudouresque C.F., Thibaut T., Verlaque M., 2016b. The sea level rise and the collapse of a Mediterranean ecosystem, the *Lithophyllum byssoides* algal rim. In : *The Mediterranean region under climate change. A scientific update*. Thiébaud S., Moatti J.P. (eds.), AllEnvi, IRD éditions publisher, Marseille : 285-289.
- CARMEN, 2015a. http://carmen.carmencarto.fr/74/at_entree.map.
- CARMEN, 2015b. <http://carmen.carmencarto.fr/80/siecorse.map>.
- Corine Land Cover, 2006.
- Ganzin, N., Fiandrino, A., Garreau, P., Coudray S., 2009. Evaluation de la sensibilité des eaux côtières à la contamination à partir des parties de modèle MARS-3D. Journées Dynecouvertes, Brest. <http://www.corse.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Nganzin.pdf>.
- Medtrix, 2015. Database IMPACT: modélisation des pressions anthropiques côtières et des seuils de vulnérabilité. www.medtrix.fr.
- Thibaut T., Blanfuné A., 2014. Préfiguration du réseau macroalgues - Bassin Rhône Méditerranée Corse - Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau - Littoral rocheux méditerranéen français - Réévaluation de 12 masses d'eau. Contrat Agence de l'eau RMC – UNS, Nice. 36pp + Atlas cartographique. www.medtrix.fr. Consulté le 02 décembre 2016.
- Thibaut T., Markovic L. 2009. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Ensemble du littoral rocheux continental français de Méditerranée. Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa : 31 p + Atlas cartographique. www.medtrix.fr.
- Thibaut T., Blanfuné A., Boudouresque C.F., Personnic S., Ruitton S., Ballesteros E., Bellan-Santini D., Bianchi C.N., Bussotti S., Cebrian E., Cheminée A., Culioli J.M., Derrien-Courtel S., Guidetti P., Harmelin-Vivien M., Hereu B., Morri C., Poggiale J.C., Verlaque M. 2017. An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean shallow algae-dominated rocky reefs. *Marine Pollution Bulletin*. 117, 311-329.
- Thibaut T., Markovic L., Blanfuné A., 2010. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa : 24 p. + Atlas cartographique. www.medtrix.fr.
- Thibaut T., Markovic L., Blanfuné A., 2011. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa : 22 p. + Atlas cartographique. www.medtrix.fr.
- Thibaut T. Mannoni PA, Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda JM. 2008. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa : 38 p + Atlas cartographique. www.medtrix.fr.

4.3.5 *Lagunes poly-euhalines – Phytoplancton*



Ifremer

FAÇADE MÉDITERRANÉE
Masses d'eaux de transition de
type lagunes



INDICATEUR PHYTOPLANCTON POUR LES LAGUNES POLY- ET EU-HALINES

Valérie Derolez², Catherine Belin¹, Dominique Soudant¹, Béatrice Bec³

¹ IFREMER, VIGIES, Nantes

² IFREMER, LER-LR - MARBEC

³ Université de Montpellier - MARBEC

Résumé

L'indicateur phytoplancton est actuellement composé de deux métriques (biomasse et abondance). Des travaux vont être engagés en 2018 (AFB) pour évaluer les possibilités et l'intérêt de compléter l'indicateur avec une métrique de composition.

Cet indicateur répond principalement à l'enrichissement en éléments nutritifs qui conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme.

Au niveau français, deux types sont distingués selon le niveau de salinité : les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Cette fiche détaille l'indicateur des lagunes poly- et eu-halines, pour lequel une relation est établie avec plusieurs indicateurs de pressions anthropiques. Pour les lagunes oligo- et méso-halines, une étude est en cours pour définir des grilles de diagnostics adaptées à ces milieux (Grillas *et al.*, 2016).

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **composition et abondance des taxa** phytoplanctoniques ;
- **biomasse** ;
- **fréquence et intensité de l'efflorescence** planctonique.

Historique

L'une des principales perturbations d'origine anthropique pesant sur les masses d'eau de transition est l'eutrophisation. De 2000 à 2013, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) a permis d'évaluer l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon, notamment au travers du diagnostic du phytoplancton (Ifremer *et al.*, 2000 ; Baehr *et al.*, 2013). Les méthodes et grilles d'évaluation élaborées dans le cadre du RSL ont servi de base à la création et à l'application dès 2006 des outils de diagnostic des lagunes méditerranéennes répondant aux exigences de la DCE (Andral et Derolez, 2007, Andral et Orsoni, 2007, Andral *et al.*, 2010, Sargian *et al.*, 2013a et b, Witkowski *et al.*, 2016).

Typologies

Au niveau français, deux types sont distingués selon le niveau de salinité (moyenne annuelle) : les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Pour ce dernier type, une étude est en cours, réalisée par la Tour du Valat en collaboration avec Ifremer et l'Université de Montpellier (financements AERMC et AFB) pour définir des grilles de diagnostics adaptées à ces milieux (Grillas *et al.*, 2016).

Au niveau européen, sept types de lagunes ont été définis, dont quatre types correspondant à des lagunes françaises.

Types européens	Masses d'eau françaises correspondant au type européen
Lagunes oligohalines*** « choked* »	2 masses d'eau : Bolmon, La Palissade
Lagunes mésohalines « choked* »	4 masses d'eau : Campagnol, Grand Bagnas, Marette, Vendres, Vaccarès
Lagunes poly-euhalines « choked* »	4 masses d'eau : Biguglia, Canet, Palavasiens Est, Vaccarès
Lagunes poly-euhalines « restricted** »	14 masses d'eau : Ayrolle, Bages-Sigean, Berre, Diane, Gruissan, La Palme, Leucate, Or, Palavasiens Ouest, Palo, Ponant, Thau, Urbino, Vaïne

* choked : temps de résidence long. L'échange d'eau avec la mer dépend en grande partie du cycle hydrologique

** restricted : temps de résidence moins long. Marées, vents et apports d'eau douce sont les composantes principales de l'hydrodynamisme, les vents dominants étant généralement très importants pour le mélange et la circulation de l'eau dans la lagune.

*** oligohaline : salinité inférieure à 5, mésohaline : salinité 5-18, poly-euhaline : salinité >18 .

Jeu de données utilisé

Le jeu de données de l'exercice d'intercalibration comprend 23 lagunes pour les années 2004 à 2009. Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par Baehr *et al.*, 2013 et Soudant et Belin, 2009.

Pour le suivi DCE, un total de 30 stations sont suivies sur 19 masses d'eau lagunaires :

Code Masse d'eau	Nom Masse d'eau	Nombre de stations
FRDT01	Canet	1
FRDT02	Étang de Salses-Leucate	2
FRDT03	Étang de La Palme	1
FRDT04	Étang de Bages-Sigean	3
FRDT05a	Complexe du Narbonnais Ayrolle	1
FRDT06a	Complexe du Narbonnais Gruissan	1
FRDT06b	Complexe du Narbonnais Grazel/Mateille	2
FRDT10	Étang de Thau	2
FRDT11a	Étang de l'Or	2
FRDT11b	Étangs Palavasiens Est	3
FRDT11c	Étangs Palavasiens Ouest	2
FRDT12	Étang du Ponant	1
FRDT14a	Camargue Complexe Vaccarès	1
FRDT15a	Étang de Berre Grand Etang	1
FRDT15b	Étang de Berre Vaïne	1
FRET01	Étang de Biguglia	2
FRET02	Étang de Diane	2
FRET03	Étang d'Urbino	1
FRET04	Étang de Palu	1

Métriques

Métrique 1. Biomasse phytoplanctonique (percentile 90 sur 6 ans en $\mu\text{g/L}$ de chlorophylle *a*).

Métrique 2. Densité de nano-phytoplancton ($> 3 \mu\text{m}$) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L $> 3 \mu\text{M}$).

Métrique 3. Densité de pico-phytoplancton ($< 3 \mu\text{m}$) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L $< 3 \mu\text{M}$).

Valeurs de références

La valeur de référence biomasse ($3.33 \mu\text{g/L}$) a été établie à dire d'experts à partir de 2 lagunes, Leucate (FRDT02) et Palo(FRET04), présentant de faibles risques d'enrichissement en éléments nutritifs et disposant de séries historiques (Souchu *et al.*, 2010 ; Baehr *et al.*, 2013).

Les valeurs de référence abondance (15.10^6 cell/L pour le picophytoplancton et 3.10^6 cell/L pour le nanophytoplancton) ont été établies à dire d'experts à partir de 2 lagunes, Leucate(FRDT02) et Palo(FRET04), présentant de faibles risques d'enrichissement en éléments nutritifs et disposant de séries historiques (Souchu *et al.*, 2010 ; Baehr *et al.*, 2013).

Indicateur et grille de qualité

Biomasse

Les seuils de l'indicateur de biomasse sont les suivants :

Seuils métrique 1 Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	Arrêté évaluation 27 juillet 2015	Classe
[0 – 5]	[1,00 – 0,67]	Très Bon
]5 – 7]	]0,67 – 0,48]	Bon
]7 – 10]	]0,48 – 0,33]	Moyen
]10 – 20]	]0,33 – 0,17]	Médiocre
> 20	]0,17 – 0,00]	Mauvais

Abondance

L'indicateur d'abondance est obtenu en retenant le minimum des EQR des métriques 2 et 3. Les seuils de l'indicateur d'abondance sont les suivants :

Seuils métrique 3 nanophyto- plancton (10^6 cell/L)	Seuils métrique 3 picophyto- plancton (10^6 cell/L)	Seuils EQR abondance	Classe
[0 – 4]	[0 – 20]	[1,00 – 0,75]	Très Bon
]4 – 10]	]20 – 50]	]0,75 – 0,30]	Bon
]10 – 20]	]50 – 100]	]0,30 – 0,15]	Moyen
]20 – 100]	]100 – 500]	]0,15 – 0,03]	Médiocre
> 100	>500	]0,03 – 0,00]	Mauvais

L'indicateur phytoplancton est composé de la moyenne des EQR biomasse et abondance. Les seuils sont définis comme la moyenne des seuils des métriques biomasse et abondance.

Seuils indicateur EQR France	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,71]	Inchangé	Très Bon
]0,71 – 0,39]	Inchangé	Bon
]0,39 – 0,24]	Inchangé	Moyen
]0,24 – 0,10]	Inchangé	Médiocre
]0,10 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

L'exercice d'intercalibration réalisé en 2015 sur les données françaises (15 masses d'eau poly- et eu-halines, données 2007-2012), comparées aux données italiennes a permis de valider les seuils de la grille française (Salas *et al.*, 2015).

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

L'enrichissement en éléments nutritifs conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme : la turbidité limite les développements du phytoplancton ; un faible renouvellement des eaux est favorable à d'importantes biomasses ou à l'apparition de blooms.

Relation Pressions-État

Une relation entre les flux d'azote et de phosphore issus des bassins-versants et l'EQR de l'indicateur phytoplancton des lagunes poly- et eu-halines a été établie dans le cadre des travaux du second round d'intercalibration (Figure 1) (Salas *et al.*, 2015).

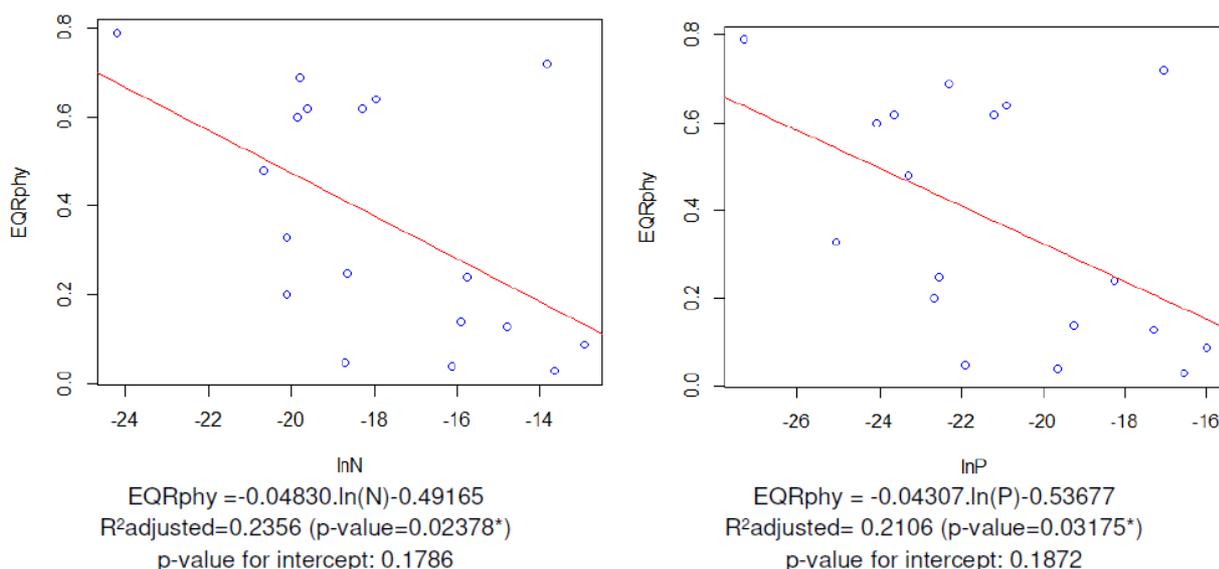


Figure 1. Relations entre l'EQR phytoplancton (données 2007-2012) et les log des flux d'azote (au dessus) et de phosphore (au dessous) issus des bassins-versants (en tonnes/an/m³ – divisés par le volume de la masse d'eau) (données 2010-2011, Meinesz *et al.*, 2013) (n=18).

Une étude ultérieure, réalisée sur le jeu de données de la campagne DCE de 2009 (17 lagunes poly- et eu-halines) a permis de mettre en évidence que l'écart de salinité moyen entre la mer et la lagune, le stock sédimentaire de phosphore et les variables liées aux pressions urbaines (rejets industriels de phosphore, capacité et rejets des STEU et surfaces urbaines) sont les plus fortement corrélées négativement aux EQR (coefficients de corrélation de Pearson de -0.63 à -0.4) (Derolez *et al.*, 2014).

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur phytoplancton pourra être complété pour inclure une métrique de composition, si l'étude programmée en 2018 par l'AFB (Université de Montpellier, Ifremer, Stareso, AERMC) met en évidence la pertinence d'une telle métrique sur les lagunes.

Un travail est en cours pour adapter les indicateurs et les grilles pour les lagunes oligo et mésosalines (Grillas *et al.*, 2016).

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V. (2007) Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Rhône et côtiers méditerranéens". RST/DOP/LER-PAC/07-28. 193p.
- Andral B., Orsoni V. (2007) Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Corse". RST/DOP/LER-PAC/07-29. 144p.
- Andral Bruno, Gonzalez Jean-Louis, Cuet Pascale, Bigot Lionel, Turquet Jean, Nicet Jean Benoit (2010). Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la directive cadre sur l'eau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00028/13914/>
- Baehr A., Derolez V., Fiandrino A., Le Fur I., Malet N., Messiaen G., Munaron D., Oheix J., Ouisse V., Roque d'Orbcastel E., Bec B. (2013). Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation RSL. Quatorze années de résultats en Région Languedoc-Roussillon. RST/LER/LR 13-01. 279 p.
- Derolez V., Cadoret M., Fiandrino A., Munaron D. (2014). Bilan sur les principales pressions pesant sur les lagunes méditerranéennes et leurs liens avec l'état DCE. RST-LER/LR 14-20. Convention-cadre AERMC/Ifremer 46 p. <https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00254/36574/35112.pdf>
- Grillas P., Derolez V., Bec B., Giraud A., Ximénès M.C. (2016). Adaptations des grilles DCE de qualité des nutriments et phytoplancton pour les lagunes oligo- et méso-halines. Partenariat Onema/Ifremer, action 34, 42 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46818/>
- Ifremer, Créocéan, Université de Montpellier 2 (2000). Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. 236 p. Site web : <http://rsl.cepralmar.org/telecharger.html>
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (2015). Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-18 du code de l'environnement.
- Salas F., Facca C., Bernardi Aubry F., Ponis E., Giovanardi F., Derolez V., Buchet R., Pagou K., Ninevic Z., Garcia E. (2015). MEDITERRANEANSEA GIG –TRANSITIONAL WATERS- PHYTOPLAKTON. 34 p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013a. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens ». 132 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00170/28133/>
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013b. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Corse ». 109 p.
- Souchu P., Bec B., Smith Val H., Laugier T., Fiandrino A., Benau L., Orsoni V., Collos Y. & Vaquer A. (2010). Patterns in nutrient limitation and chlorophyll a along an anthropogenic eutrophication gradient in

French Mediterranean coastal lagoons. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 67(4): 743-753.

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

4.3.6 *Lagunes poly-euhalines – Invertébrés benthiques*



Ifremer

FAÇADE MÉDITERRANÉE Masses d'eau de transition (type lagunes)



INDICATEUR INVERTÉBRÉS BENTHIQUES DE SUBSTRATS MEUBLES POUR LES LAGUNES POLY- ET EU-HALINES

Valérie Derolez¹, Nicolas Desroy², Corine Pélaprat³, Céline Labrune⁴, Thibault Schvartz⁵

¹ Ifremer, LER-LR – MARBEC, Sète

² Ifremer, LER Bretagne Nord, Dinard

³ STARESO, Calvi

⁴ LECOB, Laboratoire Arago, Banyuls

⁵ Créocéan, Montpellier

Résumé

Le M-AMBI (Multivariate-AMBI, Muxika et al., 2007) est une adaptation du AMBI (AZTI Marine Biotic Index, Borja et al., 2000), qui est basé sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978 ; Hily et al., 1986), observées suite à un enrichissement en matière organique. Basé sur la répartition des espèces en 5 groupes de polluo-sensibilité, l'attribution des groupes de sensibilité/tolérance à un enrichissement organique des espèces s'appuie sur la littérature existante.

Le M-AMBI est obtenu par analyse factorielle sur 3 métriques : AMBI, richesse spécifique et diversité spécifique (H', Shannon). Outre sa sensibilité à l'enrichissement organique des sédiments, cet indice répond aussi à l'eutrophisation (teneurs des eaux en azote et en chlorophylle *a* et variations en oxygène dissous). Cet indice peut en outre être sensible à d'autres types de perturbations telles que des pollutions chimiques humaines ou des perturbations physiques du milieu.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

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

Historique

À partir des travaux menés sur les estuaires atlantiques (Blanchet et al., 2008), une étude ONEMA a été menée en 2009 pour adapter l'indice MISS-TW aux lagunes méditerranéennes (Goullieux et al., 2010). Ces travaux n'ayant pas pu être finalisés avant les échéances de l'exercice d'intercalibration, le choix s'est porté sur le M-AMBI, car il présentait des corrélations significatives avec plusieurs proxy de pression.

Typologies

France : distinction de deux types selon le niveau de salinité (moyenne annuelle), séparant les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Pour ce dernier type, la macrofaune benthique a été considéré comme non pertinente dans le cadre de la DCE pour l'évaluation de l'état des masses d'eau (Provost et al., 2011). Les éléments détaillés ci-dessous concernent donc uniquement les lagunes poly- et eu-halines.

Europe : typologie fondée sur la salinité et le degré de confinement. 4 types pour lesquels des données sont disponibles : oligohalin (<5), mésohalin « choked » (salinité 5-18, confiné), polyeuhalin « choked » (salinité >18 , confiné) et polyeuhalin « restricted » (salinité >18 , bonne connexion à la mer).

Fréquence de suivi

Le suivi invertébrés benthiques est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données utilisé dans le cadre de l'exercice d'intercalibration comprend 24 stations en lagunes **poly-euhalines** (21 stations en lagunes poly-euhalines « restricted » : Bages-Sigean, Berre, Diane, Gruissan, La Palme, Salses-Leucate, Or, Palo, Pierre-Blanche, Ponant, Prévost, Thau, Urbino, Vaine, Vic ; 3 stations en lagunes poly-euhalines « choked » : Canet, Biguglia et Méjean-Ouest). Aujourd'hui, un total de 16 stations sont suivis sur 11 masses d'eau :

Code Masse eau	Nom Masse eau	Nombre de stations
FRDT02	Salses Leucate	2
FRDT03	Étang de La Palme	1
FRDT04	Complexe du Narbonnais Bages Sigean	2
FRDT10	Étang de Thau	2
FRDT11a	Étang de l'Or	2
FRDT11b	Étangs Palladiens Est	2
FRDT14d	Camargue Complexe Vaccares	1
FRDT15a	Étang de Berre Grand Etang	1
FRET01	Étang de Biguglia	2
FRET04	Étang de Palu	1

Métriques

Métrique 1. Diversité, mesurée par l'Indice de Shannon-Weaver (H'), indice expliquant la diversité d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (varie entre 0 et $\log S$ avec S =nombre d'espèces).

Métrique 2. Richesse spécifique (S) (nb d'espèces / station).

Métrique 3. Indice AMBI, indice d'abondance relative par classes de polluo-sensibilité. Les espèces sont classées selon leur sensibilité à l'enrichissement en matière organique des sédiments en 5 groupes. L'indice se calcule en pondérant le nombre d'individus dans chaque groupe, comme suit :

$$AMBI = \frac{(0 * \%GI) + (1.5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4.5 * \%GIV) + (6 * \%GV)}{100}$$

- %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations ;
- %GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations ;
- %GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations ;
- %GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre ;
- %GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre.

On peut consulter cette liste d'espèces sur le logiciel permettant de calculer les valeurs de l'indice (<http://ambi.azti.es/index.php?lang=en>).

Valeurs de références

Les valeurs de la borne haute ont été établies à partir de sites peu impactés par les activités humaines et dans lesquelles les teneurs en chlorophylle *a* et en azote sont faibles (Chl *a* ≤ 0,6 µM/L en moyenne estivale ; Azote Total ≤ 25 µM/L en moyenne estivale) et où la saturation en oxygénation dissous est bonne (ΔO₂sat (écart à la saturation) ≤ 30 % en moyenne estivale).

Deux lagunes : Thau (FRDT10) et Leucate (FRDT02) correspondent à ces définitions ; les meilleures valeurs de chacune des 3 métriques observées sont sélectionnées comme valeurs « de référence ».

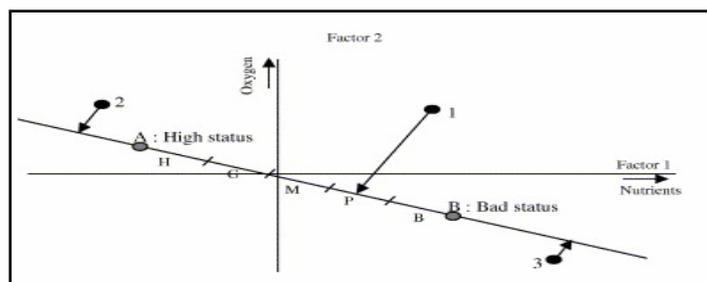
Indicateur et grille de qualité

Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage prescrite par la norme ISO 16665. Une à trois stations centrales sont échantillonnées au printemps sur chaque lagune. Chaque station est constituée de 3 sous-stations distantes de 100 à 300 m, pour lesquelles 4 réplicats sont prélevés au moyen d'une benne Ekman-Birge (225 cm²). 0,09 m² de sédiment sont prélevés par sous-station et un total de 0,27 m² par station. Une benne supplémentaire est prélevée pour les analyses de teneur en matière organique et de granulométrie. Les sédiments sont tamisés (maille 1 mm). La macrofaune est identifiée au niveau de l'espèce en suivant la nomenclature de l'European Register of Marine Species' nomenclature (ERMS) (Andral et Sargian, 2010).

L'indicateur est le **M-AMBI**.

Méthode de calcul

Le M-AMBI est défini par analyse factorielle des correspondances, portant sur les 3 métriques, calculées sur un ensemble de stations (1 à 3 stations par lagune). La projection des valeurs des stations détermine trois axes perpendiculaires qui minimisent le critère des moindres carrés. La projection, dans le plan défini par les deux premiers axes, des deux sites correspondant à l'état le plus dégradé et à l'état le meilleur, permet de définir un nouvel axe ; la distance entre ces deux points sur cet axe est bornée entre 0 et 1. L'ensemble des points des sites sont ensuite projetés sur l'axe pour obtenir la valeur du M-AMBI, qui est équivalente à une valeur d'EQR (figure ci-dessous).



La borne haute du M-AMBI, correspondant à un EQR de 1, est assimilée à une **valeur de référence**. Elle est définie par une station « de référence », pour laquelle les valeurs de 3 métriques ont été définies comme indiqué ci-dessous. Cette station peut être réelle, si existante, et sinon une station « fictive » est introduite dans le jeu de données. La borne basse du M-AMBI, correspondant à un EQR de 0, est définie par défaut comme correspondant aux plus mauvaises valeurs théoriques de chaque métrique. Dans le jeu de données, ces valeurs peuvent correspondre à une station existante, sinon, une station fictive est introduite.

Valeurs des bornes du M-AMBI	H'	S	AMBI	M-AMBI
Basse	0	0	7	0
Haute	4,23	46	0,6	1

Dans le cas où plusieurs stations sont échantillonnées par masse d'eau, le M-AMBI est la moyenne des M-AMBI obtenus sur les stations de la masse d'eau.

Les **seuils des classes d'EQR** ont été définis à dire d'experts en se basant sur un pas régulier. Ils ont été ajustés suite à l'exercice d'intercalibration et doivent être modifiés dans le prochain arrêté sur la surveillance DCE.

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,80]	[1,00 – 0,84]	Très Bon
]0,80 – 0,63]	]0,84 – 0,63]	Bon
]0,63 – 0,40]	Inchangé	Moyen
]0,40 – 0,20]	Inchangé	Médiocre
]0,20 – 0,00]	Inchangé	Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

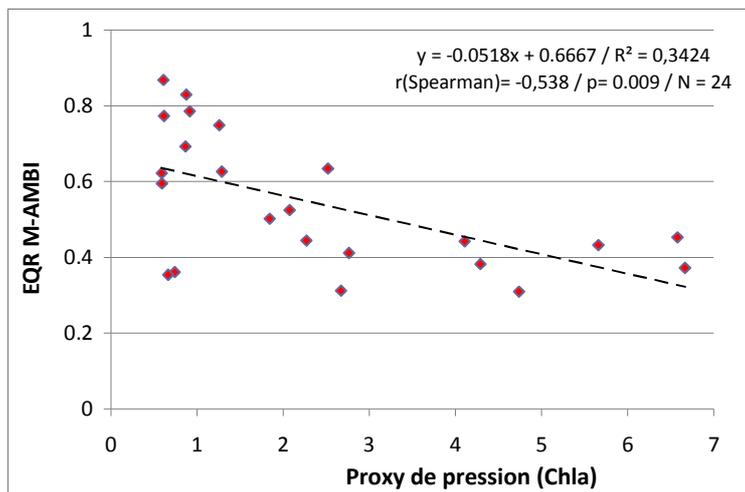
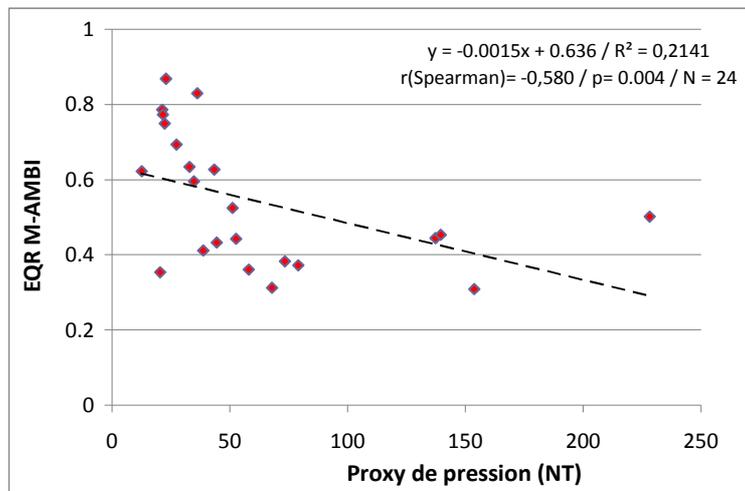
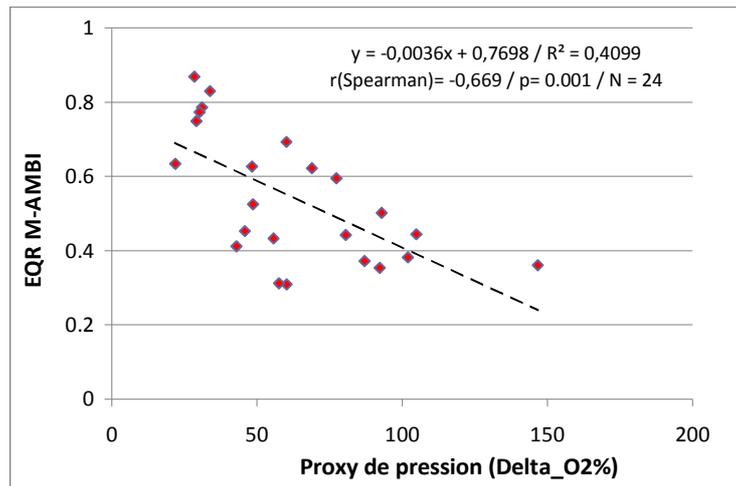
L'indicateur répond principalement à l'eutrophisation et à un enrichissement en matière organique des sédiments ; cet enrichissement peut résulter d'un rejet ponctuel, ou de l'accumulation progressive par sédimentation de la colonne d'eau. Cet indice peut en outre être sensible à d'autres types de perturbations telles que des pollutions chimiques humaines ou des perturbations physiques du milieu.

Relation Pressions-État

Trois « proxys » des pressions ont été utilisés dans le cadre de l'intercalibration pour démontrer la sensibilité de l'indicateur aux perturbations du milieu : l'écart à la saturation en oxygène dissous (ΔO_2 sat), la concentration en chlorophylle *a* ($\mu\text{g/L}$ de chl *a* en moyenne estivale) et la concentration en azote total¹ ($\mu\text{M/L}$ de NT en moyenne estivale). Pour les **lagunes poly et euhalines**, des relations significatives ont été établies entre l'indicateur M-AMBI et chacun de ces proxys (tableau et figures, Buchet, 2012)

	R (Spearman)	p
écart à la saturation en oxygène dissous	$r = -0,669$	$p = 0,001$
concentration en chlorophylle <i>a</i>	$r = -0,538$	$p = 0,009$
concentration en NT	$r = -0,58$	$p = 0,002$

¹ L'azote total comprend les nitrates, les nitrites, l'azote ammoniacal et l'azote lié à la matière organique. Toutes ces formes se trouvent en quantités variables dans la nature, les activités humaines étant d'importantes sources d'émission. L'azote total se trouve dans certains effluents industriels, dans les eaux usées municipales et dans les eaux de ruissellement des terres agricoles. Les fumiers, les lisiers et les boues d'usine d'épuration contiennent généralement des concentrations élevées de substances azotées.



Une étude ultérieure, réalisée sur le jeu de données de la campagne DCE de 2009 (17 lagunes poly- et eu-halines) a permis de mettre en évidence que l'écart de salinité moyen entre la mer et la lagune est fortement corrélé négativement aux métriques de diversité et de richesse spécifique (coefficients de corrélation de Pearson ≤ -0.6), mais que la métrique de composition (AMBI) est en revanche très peu corrélée aux variables de pressions (Derolez et al., 2014).

Limites d'application – Commentaires

L'outil ne s'applique qu'aux substrats meubles des **lagunes poly-euhalines**, échantillonnés en zone centrale de la lagune.

Des conditions de validité concernant le nombre minimum de taxons (3) ou d'individus (3) par benne (réplicat), leur position de vie épigée ou endogée (Borja & Muxika, 2005), ainsi que le nombre de stations du jeu de données (50), sont requises pour assurer d'une part la représentativité des résultats et, d'autre part, leur validité statistique. De plus l'AMBI ayant été mis au point pour les zones marines, cet indice présente des limites lorsqu'il est appliqué aux secteurs de salinité faible (estuaires, lagunes).

L'attribution des espèces des lagunes aux groupes de polluo-sensibilité demanderait donc à être validée. Si le pourcentage d'espèces non assignées par le logiciel excède 20 %, les résultats sont à prendre avec précaution et s'il dépasse 50 %, l'AMBI et par conséquent le M-AMBI ne sont pas valides.

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V. (2007). Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District Rhône et côtiers méditerranéens. 193 p.
- Andral B., Orsoni V. (2007). Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District Corse. 144 p.
- Andral B., Sargian P., 2010. Directive Cadre Eau. District Rhône et Côtiers Méditerranéens. Contrôles de surveillance/opérationnel. Campagne 2009, 127 p. Site web: <http://www.ifremer.fr/lerlr/surveillance/DCE.htm>
- Argillier C., Giordano L., Derolez V., Provost C., M. Gevrey, 2011. Convergence méthodologique des bioindicateurs invertébrés entre plans d'eau douce et lagunes oligohalines. Partenariat Cemagref/Onema. Action 15. 31 p.
- Blanchet, H., Lavesque, N., Ruellet, T., Dauvin, J. C., Sauriau, P. G., Desroy, N., et al. (2008). Use of biotic indices in semi-enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats. Implications for the implementation of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, 8(4), 360-372.
- Borja, A., Franco, J., Perez, 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.
- 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.
- Buchet, R., 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.
- Derolez V., Cadoret M., Fiandrino A., Munaron D. (2014). Bilan sur les principales pressions pesant sur les lagunes méditerranéennes et leurs liens avec l'état DCE. RST-LER/LR 14-20. Convention-cadre AERMC/Ifremer 46 p. <https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00254/36574/35112.pdf>
- Gouillieux B., Bachelet G., de Montaudouin X., Blanchet H., Grémare A., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.-C., Sauriau P.-G., Desroy N., Nebout T., Grall J., Barillé A.-L., Hacquebart P., Meirland A., Jourde J., Labrune C., Amouroux J.-M., Derolez V., Pelaprat C., Thorin S. (2010). Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la directive cadre sur l'eau - Lagunes méditerranéennes. Rapport CNRS, Action Onema A 231. 50 p.

- Hily C., Le Bris H. and M. Glemarec (1986). Impacts biologiques des émissaires urbains sur les écosystèmes benthiques. *Oceanis* 12, 419-426.
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (2015). Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-18 du code de l'environnement.
- Muxika I., Borja A., Bald J. (2007). Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive Marine Pollution Bulletin 55,16–29.
- PROVOST C., GEVREY M., ARGILLIER (2011). La macrofaune benthique indicatrice de l'état des lagunesoligohalines méditerranéennes ? Cemagref/Onema. 37 p.
- Reizopolou S., Penna M., Trabuco M., Buchet R., Derolez V., Garcia Adiego E., Travizi A., Salas F., (2015). Mediteranean GIG. Transitional waters. Benthic invertebrates. 20 p
- Sanchez A.E., Grillas P. (2014). Mise au point d'un indicateur macrophytes DCE compatible pour les lagunes oligo et mésohalines. 80 p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al. (2013a). Réseaux de surveillance DCE - Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens ». 132 p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al. (2013b). Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Corse ». 109 p.
- Witkowski F., Andral B., Derolez V., Tomasino C. (2016). Campagne de surveillance 2015 (DCE et DCSMM) en Méditerranée française. Districts « RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS » ET « CORSE ». Convention AERMC / Ifremer n° 2014-2292. 221 p.

4.3.7 *Lagunes poly-euhalines – Macrophytes*

Ifremer

FAÇADE MÉDITERRANÉE
Masses d'eaux de transition
(lagunes)



INDICATEUR MACROPHYTES EXCLAME
POUR LES LAGUNES POLY- ET EU-HALINES
(EXamination tool for Coastal Lagoon Macrophyte Ecological status)

Valérie Derolez¹, Jocelyne Oheix¹, Antonin Gimard², Thierry Laugier³

¹ Ifremer, LER-LR, Sète - MARBEC

² IFREMER, VIGIES, La Seyne-sur-mer

³ Ifremer, Nouméa

Résumé

Les macrophytes de substrat meuble dans les lagunes peuvent être séparés en deux groupes d'espèces, fondés sur leur forme de vie et sur la qualité du milieu associée :

- Les **phanérogames marines** (à l'exception de l'espèce *Potamogeton pectinatus* dans les lagunes oligo et mésahalines) **et les algues polluo-sensibles** : peuplements souvent fixés, qui sont considérés comme des espèces de **peuplements de référence** ;
- Les **algues opportunistes**, sous forme de **peuplements dérivants**.

Les phanérogames, comme les zostères, les cymodocées ou les ruppias, représentant les espèces de l'équilibre maximal d'une lagune, sont qualifiées d'**espèces de référence**. Ce sont les espèces formant des peuplements de référence pour étudier la qualité du milieu.

L'évolution vers des écosystèmes dégradés se traduit par une succession de communautés de macrophytes, où les espèces de référence sont remplacées par des espèces opportunistes ou dérivantes, caractéristiques d'une perte de la qualité de l'écosystème. La disparition des espèces de référence peut témoigner d'une eutrophisation des eaux (enrichissement en éléments nutritifs) et constitue un indicateur d'un état dégradé de la masse d'eau.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- composition et abondance des **taxa de macroalgues** ;
- composition et abondance des **taxa d'angiospermes**.

Historique

La principale perturbation d'origine anthropique qui répond généralement à des augmentations de concentration en nutriments dans les masses d'eau côtières et de transition, est l'eutrophisation. De 2000 à 2013, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) a permis d'évaluer l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon, notamment au travers du diagnostic des macrophytes (Lauret *et al.*, 2011). Les

méthodes et grilles d'évaluation élaborées dans le cadre du RSL ont servi de base à la création et à l'application dès 2006 des outils de diagnostic des lagunes méditerranéennes répondant aux exigences de la DCE (Andral et Derolez, 2007, Andral et Orsoni, 2007, Andral *et al.*, 2010, Sargian *et al.*, 2013a et b, Witkowski *et al.*, 2016).

Typologies

France : distinction de deux types selon le niveau de salinité (moyenne annuelle), séparant les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Pour ce dernier type, une méthode spécifique adaptée à ces milieux a été proposée par la Tour du Valat en collaboration avec Ifremer (Sanchez et Grillas, 2014). Les éléments détaillés ci-dessous concernent uniquement les lagunes poly- et eu-halines.

Europe : 1 seul type avec exclusion des lagunes oligohalines (salinité ≤ 5).

Fréquence de suivi

Le suivi macrophytes est réalisé tous les trois ans, lors de la période estivale.

Jeu de données utilisé

Dans le cadre de l'exercice d'intercalibration réalisé de 2009 à 2011, le jeu de données français comprenait 14 sites (172 stations répartie sur 11 lagunes : Leucate, Ayrolle, Palo, Ingril, Pierre-Blanche, Vic, Thau, La Palme, Grec, Prévost, Arnel) pour les années 2007 à 2009. Les données correspondantes ont été collectées selon la méthode d'échantillonnage détaillée dans le guide de Lauret *et al.*, 2011. L'indicateur EXCLAME a été validé suite aux traitements des données françaises, italiennes et grecques effectués dans le cadre de l'exercice d'intercalibration (Buchet, 2012). Pour le suivi DCE, un total de 529 stations sont suivies sur 22 masses d'eau lagunaires :

Code Masse d'eau	Nom Masse d'eau	Nombre de stations
FRDT01	Canet	14
FRDT02	Étang de Salses Leucate	74
FRDT03	Étang de La Palme	12
FRDT04	Complexe du Narbonnais Bages Sigean	36
FRDT05a	Complexe du Narbonnais Ayrolle	14
FRDT05b	Complexe du Narbonnais Campagnol	8
FRDT06a	Complexe du Narbonnais Gruissan	3
FRDT08	Vendres	11
FRDT09	Étang du Grand Bagnas	4
FRDT10	Étang de Thau	77
FRDT11a	Étang de l'Or	32
FRDT11b	Étangs Palavasiens Est	40
FRDT11c	Étangs Palavasiens Ouest	51
FRDT12	Étang du Ponant	7
FRDT13c	Étang du Medard	4
FRDT13e	Étang de Murette	6
FRDT14	Vaccares	55
FRDT15a	Étang de Berre	25
FRET01	Étang de Biguglia	17

FRET02	Étang de Diana	18
FRET03	Urbino	18
FRET04	Étang de Palo	3

Métriques

Métrique 1. Richesse spécifique – RS (nb espèces).

Métrique 2. Recouvrement par les espèces « de référence* » au sein de la végétation (ou recouvrement relatif) – RR (%).

Les métriques 1 et 2 renseignent sur la composition des macrophytes.

* Les espèces de référence sont les algues et angiospermes présents en conditions de référence et qui régressent avec l'eutrophisation : leur liste est indiquée ci-dessous (**Tableau 1**).

Métrique 3. Recouvrement du fond par les macrophytes (ou recouvrement total) – RT (%) – qui renseigne sur l'abondance des macrophytes.

Lorsque le recouvrement total (métrique 3) est inférieur à 5 %, on considère qu'on ne peut pas faire d'appréciation correcte de la composition du peuplement : la métrique 2 n'est pas calculée.

Tableau 1. Liste des espèces de macrophytes de référence pour les lagunes poly- et eu-halines.

<i>Acetabularia acetabulum</i>	<i>Lamprothamnium papulosum</i>
<i>Antithamnion cruciatum</i>	<i>Laurencia microcladia</i>
<i>Bryopsis hypnoides</i>	<i>Laurencia obtusa</i>
<i>Bryopsis plumosa</i>	<i>Lomentaria clavellosa</i>
<i>Centroceras clavulatum</i>	<i>Nitophyllum punctatum</i>
<i>Ceramium ciliatum</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>
<i>Ceramium diaphanum</i>	<i>Polysiphonia denudata</i>
<i>Ceramium gracillimum</i>	<i>Polysiphonia mottei</i>
<i>Ceramium tenerrimum</i>	<i>Polysiphonia opaca</i>
<i>Chondracanthus acicularis</i>	<i>Polysiphonia sertularioides</i>
<i>Chondria dasyphylla</i>	<i>Pterosiphonia parasitica</i>
<i>Chylocladia verticillata</i>	<i>Pterosiphonia pennata</i>
<i>Cladostephus spongiosus</i>	<i>Pterothamnion plumula</i>
<i>Cymodocea nodosa</i>	<i>Ruppia cirrhosa</i>
<i>Cystoseira barbata</i>	<i>Ruppia maritima</i>
<i>Cystoseira compressa</i>	<i>Spyridia filamentosa</i>
<i>Cystoseira fimbriata</i>	<i>Valonia aegagropila</i>
<i>Dictyota dichotoma</i>	<i>Valonia utricularis</i>
<i>Dictyota spiralis</i>	<i>Zostera marina</i>
<i>Gelidium crinale</i>	<i>Zostera noltei</i>
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	

Valeurs de références

Pour chacune des 3 métriques, les valeurs de référence sont définies à dire d'experts et avec des données de lagunes « de référence » (La Palme (FRDT03) et de Palo (FRET04)), caractérisées par l'absence de pressions anthropiques significatives et où les apports en eau douce sont peu chargés en nutriments :

- métrique 1 : RS \geq 3 ;
- métrique 2 : RR = 100 %;
- métrique 3 : RT = 100 %.

Cela correspond à une couverture végétale de 100 %, composée d'un peuplement de macrophytes dont toutes les espèces font partie de la liste des espèces de référence. Dans les conditions de référence, les EQR composition, abondance et macrophyte sont égaux à 1. Les **seuils des classes** sont ensuite définis à dire d'experts et les **EQR** correspondants sont définis par des classes d'amplitude égale (pas de 0,2).

Indicateur et grille de qualité

Les métriques 1 et 2 sont combinées pour former un indice de composition (**Tableau 2**). L'EQR de l'indice composition varie entre 0,1 et 1.

Tableau 2. Grille de calcul de l'indicateur de composition des macrophytes pour les lagunes poly- et eu-halines.

Indice Composition		EQR _c Composition	Classe
(Métrique 1. RS)	(Métrique 2. RR %)		
	[100 – 75]	[1,0 – 0,8]	Très Bon
	]75 – 50]	]0,8 – 0,6]	Bon
	]50 – 5]	]0,6 – 0,4]	Moyen
≥ 3	]5 – 0]	]0,4 – 0,2]	Médiocre
< 3	]5 – 0]	0,1	Mauvais
	Non défini (cas où RT < 5 %)	Non défini	

La métrique 3 constitue un indice d'abondance (**Tableau 3**). L'EQR d'abondance varie entre 0 et 1.

Tableau 3. Grille de calcul de l'indicateur d'abondance des macrophytes pour les lagunes poly- et eu-halines.

Indice Abondance	EQR _A Abondance	Classe
(Métrique 3. RT %)		
[100 – 75]	[1,00 – 0,80]	Très Bon
]75 – 50]	]0,80 – 0,60]	Bon
]50 – 25]	]0,60 – 0,40]	Moyen
]25 – 5]	]0,40 – 0,20]	Médiocre
]5 – 0]	]0,20 – 0,00]	Mauvais

L'**indicateur EXCLAME, indicateur final pour les macrophytes (EQR_{MAC})**, résulte de la combinaison de l'EQR_C de composition et de l'EQR_A d'abondance. Il est basé sur le principe suivant :

C'est la présence d'espèces de référence, donc la composition, qui va définir essentiellement la qualité de la masse d'eau pour les macrophytes. Cette qualité sera d'autant plus fortement déclassée que l'abondance n'est pas satisfaisante (à partir de EQR_A < 0,6 (recouvrement total <50 %), soit à partir de la classe de qualité « moyen »). Le principe du déclassement de l'indice de composition par l'indice d'abondance fonctionne selon le graphe ci-dessous (Figure 1). Pour des EQR_A supérieurs ou égaux à 0.6 (classe de qualité très bon et bon), la classe de qualité macrophytes est égale à celle de la composition (EQR_{MAC} = EQR_C). Pour des EQR_A inférieurs à 0,6, il y a un effet de déclassement progressif et qui s'accroît (fonction polynomiale) au fur et à mesure que l'on s'écarte du seuil bon-moyen de l'EQR_A (voir ci-dessous les formules). Les conditions d'un bon état correspondent à au moins 50 % de la végétation composée d'espèces de référence et un recouvrement total minimum de 50 %.

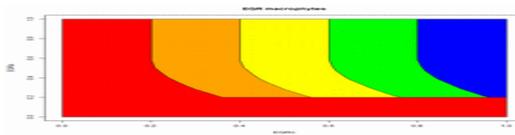


Figure 1. Evolution de l'EQR_{MAC} en fonction de l'EQR_C et l'EQR_A

L'EQR de l'indice d'abondance varie entre 0 et 1 (**Tableau 4**).

Tableau 4. Grille de correspondance de l'indicateur macrophytes avec les classes de qualité DCE pour les lagunes poly- et eu-halines.

Arrêté évaluation 27 juillet 2015	EQR après le 3 ^e round d'intercalibration	Classe
[1,00 – 0,80]	Intercalibré lors du round 2	Très Bon
]0,80 – 0,60]		Bon
]0,60 – 0,40]		Moyen
]0,40 – 0,20]		Médiocre
]0,20 – 0,00]		Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

Mesuré en pleine eau, l'indicateur est sensible aux perturbations modifiant la qualité des eaux : augmentation de la turbidité, eutrophisation. L'indicateur est potentiellement sensible à une gamme de pressions comme les pollutions diffuses (intrants agricoles, apports eaux douces), les pollutions ponctuelles (rejets domestiques et industriels), la destruction par artificialisation, les activités industrielles (zones industrielles, pompage d'eau, production d'énergie), les activités portuaires (navigation, dragages), les pêcheries.

Relation Pressions-État

Sensibilité à l'eutrophisation

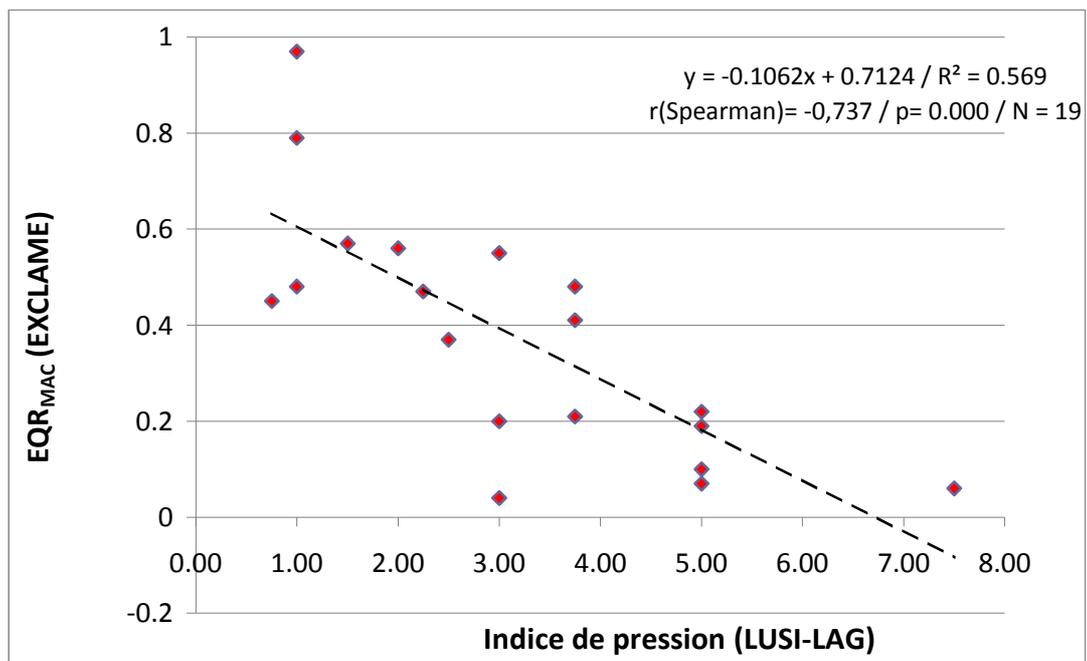
Dans le cadre de l'exercice d'intercalibration, la sensibilité de l'indicateur EXCLAME aux pressions anthropiques a été dans un premier temps, documentée au moyen de l'indice d'eutrophisation LUSI-Lag (Land Uses Simplified Index, Flo *et al.*, 2011), appliqué aux lagunes méditerranéennes (Buchet, 2012).

Cet indice est calculé à partir de l'occupation du sol (données Corine Land Cover, 2006), dans les bassins versants des lagunes. Les codes de la nomenclature CLC susceptibles d'engendrer des apports en éléments nutritifs sont sélectionnés, leur pourcentage d'occupation du sol est calculé. Ces pourcentages sont ventilés par classes auxquelles un score est attribué. Puis un score est appliqué selon la présence et l'importance des apports d'eau extérieurs au bassin versant de la lagune (pompages, canaux). Les deux scores sont sommés et on applique un coefficient multiplicateur permettant de prendre en compte la sensibilité de la lagune aux apports, tenant compte de son degré d'échanges avec la mer.

% Urbain	% Agricole	% Industriel	Apports en eau extérieurs au bassin versant	Score
CLC Code 11 : Zones urbanisées	CLC Code 21 : Terres arables CLC Code 22 : Cultures permanentes CLC Code 23 : Prairies CLC Code 24 : Zones agricoles hétérogènes	CLC Code 12 : Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication CLC Code 13 : Mines, décharges et chantiers		
< 10 %	<10 %	<10 %	Aucun	0
10 – 33 %	10 – 40 %	10 – 30 %	Modérés	1
33 – 66 %	40 – 60 %	≥ 30 %	Forts	2
≥ 66 %	≥ 60 %			3

Isolation du milieu marin	Facteur multiplicatif
Très importante	1,5
Importante	1,25
Modérée	1
Faible	0,75

Une relation significative a été établie entre l'indice de pression LUSI-Lag et l'EQR_{MAC} de l'indicateur EXCLAME, calculé sur 19 lagunes ($R^2 = 0,569$; $p < 0,001$) (Buchet, 2012).



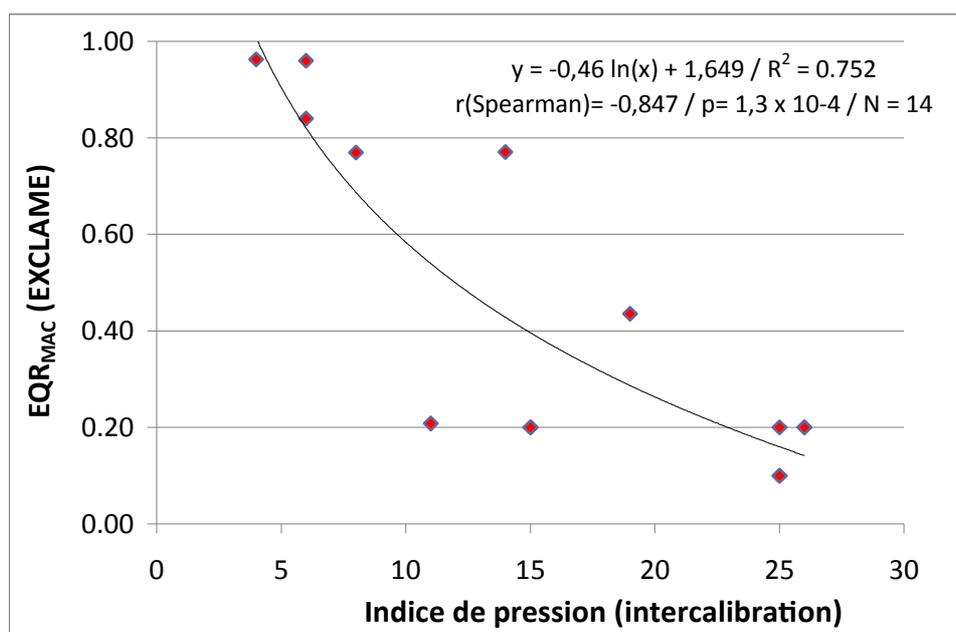
Sensibilité à des pressions multiples :

Afin d'obtenir une évaluation commune des pressions au niveau européen, un indice de pression a été constitué pour les besoins de l'exercice d'intercalibration. Il comprend les 19 items ci-dessous, auxquels une cotation qualitative est appliquée à dire d'expert (0 = Absence ; 1 = Faible ; 2 = Modérée ; 3 = Forte).

Type	Pressions
Pressions diffuses	Apports diffus d'origine agricole
	Apports d'eau douce
Pollution	Rejets domestiques
	Rejets mixtes domestiques/industriels
	Rejets industriels
Perte d'habitat	Terrains gagnés sur la lagune
Industrielles	Surfaces industrielles (% bassin versant)
	Prélèvement d'eau
	Production d'électricité
Portuaires	Activité portuaire
	Navigation
	Dragages
Pêches	Poissons
	Coquillages
Physico-chimie (paramètres d'état)	Chlorophylle
	Nutriments azotés (NID)
	Nutriments phosphorés
	Oxygène dissous
	Transparence

L'indice de pression est la somme des scores obtenus pour chacun des 19 items.

Une relation significative entre l'indice de pression et l'indicateur établie au niveau européen comprend 14 sites français (11 lagunes : Leucate, Ayrolle, Palo, Ingril, Pierre-Blanche, Vic, Thau, La Palme, Grec, Prévost, Arnel), excluant les lagunes oligohalines.



Une étude ultérieure, réalisée sur le jeu de données de la campagne DCE de 2009 (17 lagunes poly- et eu-halines) a permis de mettre en évidence que la superficie du bassin versant, les variables liées aux pressions urbaines (rejets industriels de phosphore et rejets des STEU) et l'écart de salinité moyen entre la mer et la lagune sont les plus fortement corrélés négativement aux EQR de l'indicateur macrophytes (coefficients de corrélation de Pearson de -0.65 à -0.4) (Derolez *et al.*, 2014).

Limites d'application – Commentaires

Dans la DCE, les macro-algues et angiospermes en eaux de transition sont considérés comme deux éléments de qualité distincts (tableaux de l'annexe V), mais regroupés dans le terme « composition et abondance de la flore aquatique (autre que phytoplancton) » dans le paragraphe 1.1.3 de cette même annexe ; un consensus a été établi entre États Membres pour élaborer un seul indicateur commun pour l'ensemble des macrophytes.

Le calcul de l'EQR d'un site (point ou masse d'eau) se fait en appliquant les formules ci-dessous. Dans le cas d'une application à plusieurs points (cas d'une masse d'eau), ce sont les valeurs des moyennes arithmétiques des métriques (RT, RR et RS) sur l'ensemble des stations qui sont utilisées :

1. Calcul par métrique

$EQR_{\text{Composition}}$ (EQR_C)

- Si $RT < 0,05$ → **EQR_C non défini (noté « nd »)**
- Si $RT \geq 0,05$ et :
 - si $RR \geq 0,5$ → **$EQR_C = 0,8 RR + 0,2$**
 - ou si $0,05 \leq RR < 0,5$ → **$EQR_C = 0,444 RR + 0,378$**
 - ou si $0 < RR < 0,05$ → **$EQR_C = 0,4 RR + 0,2$**
 - ou si $RR = 0$ et $RS \geq 3$ → **$EQR_C = 0,2$**
 - ou si $RR = 0$ et $RS < 3$ → **$EQR_C = 0,1$**

La valeur obtenue de l' EQR_C est arrondie à la seconde décimale

$EQR_{\text{Abondance}}$ (EQR_A)

Si $0,25 \leq RT < 1$

$$EQR_A = 0,8 RT + 0,2$$

Si $0,05 \leq RT < 0,25$

$$EQR_A = RT + 0,15$$

Si $RT < 0,05$

$$EQR_A = 4 RT$$

La valeur obtenue de EQR_A est arrondie à la seconde décimale

RT : recouvrement végétal total ; RR : recouvrement relatif espèces de références et RS : richesse spécifique

2. Calcul de l'indicateur macrophytes EXCLAME (EQR_{MAC})

- Si $EQR_C = \text{« non défini »}$ → **$EQR_{MAC} = EQR_{\text{Abondance}} / 2$**

- Sinon :

- Si $EQR_A \geq 0,6$

$$\rightarrow \mathbf{EQR_{MAC} = EQR_C}$$

- Sinon :

- Si $(0,6 - EQR_A)^2 \geq EQR_C$ → **$EQR_{MAC} = 0,05$**

- Sinon → **$EQR_{MAC} = EQR_C - (0,6 - EQR_A)^2$**

La valeur obtenue de l' EQR_{MAC} est arrondie à la seconde décimale.

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V. (2007). Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District Rhône et côtiers méditerranéens. 193 p.
- Andral B., Orsoni V. (2007). Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District Corse. 144 p.
- Andral B., Sargian P., 2010. Directive Cadre Eau. District Rhône et Côtiers Méditerranéens. Contrôles de surveillance/opérationnel. Campagne 2009, 127 p. Site web : <http://www.ifremer.fr/lerlr/surveillance/DCE.htm>

- Buchet, R., 2012. Assistance à la coordination des travaux européens d'intercalibration des indicateurs biologiques de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Rapport du contrat Ifremer/Hocer n°11/5210818. 133 p. + annexes.
- Derolez V., Cadoret M., Fiandrino A., Munaron D. (2014). Bilan sur les principales pressions pesant sur les lagunes méditerranéennes et leurs liens avec l'état DCE. RST-LER/LR 14-20. Convention-cadre AERMC/Ifremer 46 p. <https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00254/36574/35112.pdf>
- Flo, E., Camp., J., Garcés, E. (2011). Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI), BQE Phytoplankton. MED GIG Joint phytoplankton meeting, Roma, 17-18 janvier 2011.
- Lauret M., Oheix J., Derolez V., Laugier T. (2011). Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon. Ifremer, Cépralmar, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Région Languedoc-Roussillon. 148 p.
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (2015). Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-18 du code de l'environnement.
- Sanchez A.E., Grillas P. (2014). Mise au point d'un indicateur macrophytes DCE compatible pour les lagunes oligo et mésohalines. 80 p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. *et al.* (2013a). Réseaux de surveillance DCE - Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens ». 132 p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. *et al.* (2013b). Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Corse ». 109 p.
- Witkowski F., Andral B., Derolez V., Tomasino C. (2016). Campagne de surveillance 2015 (DCE et DCSMM) en Méditerranée française. Districts « RHONE ET COTIERS MEDITERRANEENS » ET « CORSE ». Convention AERMC / Ifremer n° 2014-2292. 221 p.

4.3.8 *Lagunes oligohalines et mesohalines – Phytoplancton (proposition)*

Cette fiche est une proposition de méthode de suivi du phytoplancton dans les lagunes oligo et mésohalines, actuellement en place sur ces milieux.



FAÇADE MÉDITERRANÉE Masses d'eaux de transition de type lagunes



Protoperidinium
photo : Nadine Neaud-Masson

Ifremer

INDICATEUR PHYTOPLANCTON

Patrick Grillas¹, Ana Elena Sanchez¹, Marie-Claude Ximénès⁴, Valérie Derolez³, Anaïs Giraud²

¹ Tour du Valat, Arles

² Agence de l'Eau, Montpellier

³ Ifremer (UMR MARBEC), Sète

⁴ ONEMA, Vincennes

Résumé

L'indicateur phytoplancton est actuellement composé de deux indices (biomasse et abondance). L'indice biomasse est évalué par les mesures de chlorophylle-a. L'indice abondance est évalué par les densités de cellules de nanophytoplancton et de picophytoplancton.

Cet indicateur répond principalement à l'enrichissement en éléments nutritifs qui conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme.

Au niveau français, deux types sont distingués selon le niveau de salinité : les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et meso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Cette fiche détaille l'indicateur pour les lagunes oligo- et meso-halines.

L'indicateur phytoplancton inclut 3 métriques (1) la biomasse phytoplanctonique (percentile 90 sur 6 ans en $\mu\text{g/L}$ de chlorophylle a), (2) la densité de nano-phytoplancton ($> 3 \mu\text{m}$) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L $> 3 \mu\text{M}$) et (3) la densité de pico-phytoplancton ($< 3 \mu\text{m}$) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L $< 3 \mu\text{M}$). Seule la métrique (1) est modifiée par rapport aux lagunes eu et polyhalines ; les seuils et la valeur de référence sont calculées par pondération par la salinité à partir de celles utilisées respectivement pour les lagunes eu- et polyhalines et pour les lacs d'eau douce.

La biomasse de chlorophylle et EQR sont significativement corrélées aux concentrations d'azote total et de phosphore total dans l'eau. En revanche aucune relation significative entre la biomasse de chlorophylle et EQRPHY d'une part et les concentrations des formes solubles de nutriments d'autre part n'a pu être établie.

La valeur de référence est cependant cohérente avec celles trouvées à partir de données historiques pour des eaux de transition oligo-mésohalines (Chesapeake Bay, Williams et al. 2009). Des travaux complémentaires sur les pressions et sur les densités de pico et nanoplancton dans les lagunes peu salées seraient nécessaires.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **abondance du picophytoplancton et du nanophytoplancton**
 - **biomasse de phytoplancton** (chlorophylle-a)
 - **composition et abondance des taxa phytoplanctoniques**
-

Historique

L'une des principales perturbations d'origine anthropique pesant sur les masses d'eau de transition est l'eutrophisation. De 2000 à 2013, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) a permis d'évaluer l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon, notamment au travers du diagnostic du phytoplancton (Ifremer *et al.*, 2000 ; Baehr *et al.*, 2013). Les méthodes et grilles d'évaluation élaborées dans le cadre du RSL ont servi de base à la création et à l'application des 2006 des outils de diagnostic des lagunes méditerranéennes répondant aux exigences de la DCE (Andral et Derolez, 2007, Andral et Orsoni, 2007, Andral *et al.*, 2010, Sargian *et al.*, 2013a et b).

L'indicateur « Phytoplancton » était identique pour toutes les lagunes méditerranéennes. Or les travaux sur les lagunes oligo-mésohalines ont montré la nécessité de définir des seuils différents pour la biomasse, compte tenu des niveaux trophiques naturellement plus importants de ces lagunes.

Typologies

Au niveau français, deux types sont distingués selon le niveau de salinité (moyenne annuelle) : les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et meso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Pour ce dernier type, des travaux récents sur ces lagunes (Grillas *et al.*, 2016) ont montré qu'elles faisaient une transition entre les eaux douces et les lagunes eu-polyhalines avec des niveaux trophiques plus importants que ces dernières, justifiant un ajustement des grilles de diagnostic.

Au niveau européen, sept types de lagunes ont été définis, dont quatre types correspondant à des lagunes françaises.

Types européens		Masses d'eau françaises correspondant au type européen
Lagunes « choked* »	oligohalines***	2 masses d'eau : La Palissade, Scamandre-Charnier-Crey
Lagunes « choked »	mésohalines	5 masses d'eau : Bolmon, Campagnol, Grand Bagnas, Murette, Vendres
Lagunes « choked »	poly-euhalines	4 masses d'eau : Biguglia, Canet, Palavasiens Est, Vaccarès
Lagunes « restricted** »	poly-euhalines	14 masses d'eau : Ayrolle, Bages-Sigean, Berre, Diane, Gruissan, La Palme, Leucate, Or, Palavasiens Ouest, Palo, Ponant, Urbino, Vaine.

* *choked* : temps de résidence long. L'échange d'eau avec la mer dépend en grande partie du cycle hydrologique

** *restricted* : temps de résidence moins long. Marées, vents et apports d'eau douce sont les composantes principales de l'hydrodynamisme, les vents dominants étant généralement très importants pour le mélange et la circulation de l'eau dans la lagune.

*** *oligohaline* : salinité inférieure à 5, *mésohaline* : salinité 5-18, *poly-euhaline* : salinité > 18 .

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 10 sites correspondant à 8 masses d'eau de transition (3 sites, Crey, Charnier et Scamandre sont regroupées en une seule masse d'eau). Ces données ont été acquises dans le cadre du Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) de 2000-2013, des campagnes DCE (2006, 2009, 2012 et 2014) et des études menées de 2009 à 2013. Les variables disponibles pour chaque station et date (Tableau 1)

sont les densités de pico (<3 µm) et nanophytoplancton (>3 µm) et la biomasse de chlorophylle-a mesurées pendant les mois de juin, juillet et août.

Pour chaque paramètre, une agrégation spatiale des données par lagune est réalisée en prenant pour chaque mois la moyenne des valeurs acquises sur les différentes stations de la masse d'eau.

Les données ont été réparties en blocs de 6 – 7 ans lorsque les séries le permettaient.

Code masse d'eau DCE	Lagunes	Code	Années	Nombre de stations suivies	Données
FRDT13e-1	Marette sud	MAS08	2003 – 2008	2	19
		MAS14	2009 – 2014	2	17
	Marette nord	MAN08	2003 – 2008	2	18
		MAN14	2009 – 2014	2	17
FRDT09-1	Bagnas	BAN05	2000 – 2005	5	16
		BAN14	2006 – 2014	5	15
FRDT15c-1	Bolmon	BOL13	2009 – 2013	3	9
FRDT05b-1	Campagnol	CAM01	1999 – 2001	5	7
		CAM07	2002 – 2007	5	18
		CAM14	2008 – 2014	5	20
FRDT14c-1	La Grand Palun (La Palissade)	LPS13	2009 – 2013	5	9
FRDT08-1	Vendres	VEN06	2000 – 2006	4	19
		VEN14	2008 – 2014	4	18
FRDT13h-1	Scamandre	SCM13	2013	4	3
	Crey	CRY13	2013	4	3
	Charnier	CHN13	2013	3	3

Métriques

Métrique 1. Biomasse phytoplanctonique (percentile 90 sur 6 ans en µg/L de chlorophylle a).

Métrique 2. Densité de nano-phytoplancton (> 3 µm) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L > 3µM).

Métrique 3. Densité de pico-phytoplancton (< 3 µm) (percentile 90 sur 6 ans du nombre de cellules/L < 3µM).

Valeurs de références

Le calcul des seuils pour les lagunes oligo- et mésohalines a été réalisé pour chaque classe de qualité par une pondération des seuils pour les lacs d'eaux douces (1 m) et ceux pour les lagunes eu- et polyhalines en fonction des proportions respectives des eaux douces et des eaux poly-halines. Pour ces dernières, la valeur de salinité de référence a été le milieu de la classe de salinité soit une valeur de 24PSU. Ainsi les taux de dilution des eaux oligo-halines est calculé comme le mélange de 12.5% d'eau poly-euhaline (salinité 24) et 87.5% d'eau douce et pour les eaux méso-halines de 54.17% d'eau poly-euhaline et 45.83% d'eau douce. Finalement, une seule classe de salinité, regroupant oligo et mésohalin, a été retenue avec une salinité médiane de 9PSU et des taux de dilution de 62,5 % d'eau douce et 37,5 d'eau poly-euhaline.

La valeur de référence pour la biomasse (6.0 µg/L) a été calculée comme les valeurs des seuils par une pondération des valeurs de référence des eaux douces et des lagunes salées en fonction de leur ratio.

Les valeurs de référence abondance (15.106 cellules.L-1 pour le picophytoplancton et 3.106 cellules.L-1 pour le nanophytoplancton) sont celles pour les lagunes eu et polyhalines, établies à dire d'experts à partir

de 2 lagunes, Leucate(FRDT02) et Palo(FRET04), présentant de faibles risques d'enrichissement en éléments nutritifs et disposant de séries historiques (Souchu et al., 2010 ; Baehr et al., 2013).

Indicateur et grille de qualité

Biomasse

Les seuils de l'indicateur de biomasse sont les suivants :

Seuils métrique 1 Chl-a (µg/L)	Arrêté 27 juillet 2015	Classe
[0 – 9]	[1 – 0,67]	Très bon
[9 – 15]	[0,67 – 0,40]	Bon
[15 – 27]	[0,40 – 0,22]	Moyen
[27 – 51]	[0,22 – 0,12]	Médiocre
> 51	[0,12 – 0,00]	Mauvais

Abondance

L'indicateur d'abondance est obtenu en retenant le minimum des EQR des métriques 2 et 3. Les seuils de l'indicateur d'abondance sont les suivants :

Seuils métrique 2 nano-phytoplancton (106 cell/L)	Seuils métrique 3 picophytoplancton (106 cell/L)	Seuils EQR abondance	Classe
[0 – 4]	[0 – 20]	[1 – 0,75]	Très bon
[4 – 10]	[20 – 50]	[0,75 – 0,30]	Bon
[10 – 20]	[50 – 100]	[0,30 – 0,15]	Moyen
[20 – 100]	[100 – 500]	[0,15 – 0,03]	Médiocre
> 100	> 500	[0,03 – 0,00]	Mauvais

L'indicateur phytoplancton est composé de la moyenne des EQR biomasse et abondance. Les seuils sont définis comme la moyenne des seuils des métriques biomasse et abondance.

Seuils indicateur EQR France	Classe
[1 – 0,71]	Très bon
[0,71 – 0,35]	Bon
[0,35 – 0,19]	Moyen
[0,19 – 0,07]	Médiocre
[0,07 – 0,00]	Mauvais

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

L'enrichissement en éléments nutritifs conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité, la biomasse de phanérogame ou de macro-algues et l'hydrodynamisme.

Les lagunes les mieux classées correspondent aux concentrations les plus faibles en azote et phosphore total ce qui est conforme aux hypothèses initiales. En revanche, les lagunes les mieux classées correspondent aux concentrations les plus fortes en azote minéral dissous. Ce résultat suggère une limitation de la production primaire par un autre facteur que les nutriments disponibles. Deux facteurs sont considérés : le déclin estival des biomasses de phanérogames et de macro-algues (relargage des nutriments) et la turbidité minérale résultant des effets des vagues et du vent dans des lagunes très peu profondes et dans des régions ventées.

Relation Pressions – État

Les flux d'azote et de phosphore issus des bassins-versants ne sont pas identifiés pour les lagunes oligo- et mésohalines et aucune relation significative entre la biomasse de chlorophylle et EQRPHY d'une part et les concentrations des formes solubles de nutriments d'autre part n'a pu être établie.

La biomasse de chlorophylle et EQR sont significativement corrélées aux concentrations d'azote total et de phosphore total dans l'eau.

Limites d'application – Commentaires

Trois points de vigilance vis-à-vis de cet indicateur.

- Compte tenu du faible nombre de ME (7 au total) et de leur environnement, il n'y a pas d'écosystème de référence et la valeur de biomasse de référence est calculée. Elle est cependant cohérente avec les seules valeurs de référence trouvées à partir de données historiques pour des eaux de transition oligo-mésahalines (Chesapeake Bay, Williams et al. 2009) mais dans un contexte très différent.

µg/l Chlo-a	Chesapeake Bay	Lagunes
Polyhalin	4,52	3,33 (DCE)
Mésosalin	7,7	6,00
Oligohalin	9,47	

- Les valeurs seuils pour les métriques 2 et 3 sont reprises de celles pour les lagunes eu- et polyhalines mais les analyses sur ces métriques montrent une très grande variabilité sans patron très clair. Un travail complémentaire sur ces métriques serait nécessaire.
- Le fonctionnement des lagunes oligo-mésahalines est souvent complexe et les bilans d'apports de nutriments par les bassins versants ne sont pas disponibles. Un indicateur de pression satisfaisant reste à construire.

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V. (2007) Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Rhône et côtiers méditerranéens". RST/DOP/LER-PAC/07-28. 193p.
- Andral B., Gonzalez J-L., Cuet P., Bigot L., Turquet J., Nicet J-B. (2010). Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la directive cadre sur l'eau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00028/13914/>
- Andral B., Orsoni V. (2007) Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Corse". RST/DOP/LER-PAC/07-29. 144p.
- Baehr A., Derolez V., Fiandrino A., Le Fur I., Malet N., Messiaen G., Munaron D., Oheix J., Ouisse V., Roque d'Orbcastel E., Bec B. (2013). Bilan méthodologique de l'outil de diagnostic de l'eutrophisation RSL. Quatorze années de résultats en Région Languedoc-Roussillon. RST/LER/LR 13-01. 279 p.
- Grillas P., Sanchez, A.E., Derolez V., Bec B., Giraud A., Ximénès M.C. (2016). Adaptations des grilles DCE de qualité des nutriments et phytoplancton pour les lagunes oligo- et méso-halines. Partenariat Onema/Ifremer, action 34, 42 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46818/>
- Ifremer, Créocéan, Université de Montpellier 2 (2000). Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. 236 p. Site web : <http://rsl.cepralmar.org/telecharger.html>

- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2015). Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R.212-18 du code de l'environnement.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013a. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Rhône et côtières méditerranéens». 132p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00170/28133/>
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013b. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Corse». 109 p.
- Souchu P., Bec B., Smith Val H., Laugier T., Fiandrino A., Benau L., Orsoni V., Collos Y. & Vaquer A. (2010). Patterns in nutrient limitation and chlorophyll a along an anthropogenic eutrophication gradient in French Mediterranean coastal lagoons. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67(4): 743-753.
- Williams, M.R., B.J. Longstaff, C. Buchanan, R. Llansó, & W.C. Dennison. 2009. Development and evaluation of a spatially explicit index of Chesapeake Bay health. *Marine Pollution Bulletin* 59: 14–25.

4.3.9 Lagunes oligohalines et mesohalines – Macrophytes (proposition)

Cette fiche est une proposition de méthode de suivi des macrophytes dans les lagunes oligo et mésohalines, actuellement en place sur ces milieux.

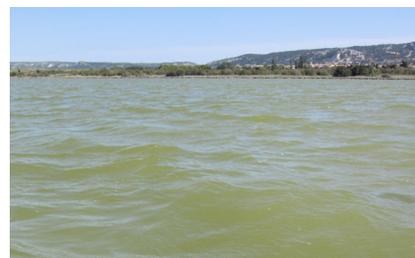


Ifremer

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

FAÇADE MÉDITERRANÉE

**Masses d'eaux de
transition (Lagunes oligo
halines et mésohalines)**



INDICATEUR MACROPHYTES POUR LES LAGUNES OLIGO- ET MÉSO-HALINES

Patrick Grillas¹, Ana Elena Sanchez¹, Marie-Claude Ximénès⁴, Valérie Derolez³ Anaïs Giraud²,
1 Tour du Valat, Arles
2 Agence de l'Eau, Montpellier
3 IFREMER (UMR MARBEC), Sète
4 Agence Française pour la Biodiversité, Vincennes

Résumé

La gamme de salinité oligo à méso-haline (0,5-18) correspond à une transition entre les milieux d'eau douce et les milieux salés avec des conséquences importantes pour l'organisation de tous les compartiments des écosystèmes notamment les macrophytes.

Un protocole de mesure intermédiaire entre ceux utilisés dans les lagunes et les lacs d'eau douce a été développé et un indicateur macrophyte original proposé. Il est basé sur la valeur indicatrice des espèces réparties en 5 groupes le long du gradient d'eutrophisation. Cet indicateur comprend 3 métriques, (1) le recouvrement cumulé des espèces des groupes 1, 2 et 3, correspondant à des niveaux faibles à moyen d'eutrophisation et celui des espèces des groupes 4 et 5 correspondant à des niveaux forts à très forts ; (2) le recouvrement total de *Stuckenia pectinata* qui devient indicateur de stress lorsque son recouvrement dépasse 65 % et (3) les résidus de la corrélation reliant la turbidité à la biomasse de chlorophylle-a ($\log_{10} \text{Turbidité} = a + b \times \log_{10} \text{Chlo-a}$) qui expriment la part non trophique de la turbidité.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- composition et abondance des **taxa de macroalgues** ;
- composition et abondance des **taxa d'angiospermes**.

Historique

L'une des principales perturbations d'origine anthropique pesant sur les masses d'eau de transition est l'eutrophisation. De 2000 à 2013, le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL) a permis d'évaluer l'état vis-à-vis de l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon, notamment au travers du diagnostic des macrophytes (Lauret et al. 2011). Les méthodes et grilles d'évaluation élaborées dans le cadre du RSL ont servi de base à la création et à l'application des 2006 des outils de diagnostic des lagunes méditerranéennes répondant aux exigences de la DCE (Andral et Derolez, 2007, Andral et Orsoni, 2007, Andral et al., 2010, Sargian et al., 2013a et b).

L'indicateur « Macrophytes » était identique pour toutes les lagunes méditerranéennes. Les travaux sur ces lagunes ont montré que la composition spécifique des peuplements végétaux était différente dans les lagunes oligo-méso-halines de celles des lagunes eu et polyhalines, et que la valeur indicatrice attribuée dans ces dernières à des espèces comme *Stuckenia pectinata* n'était pas pertinente dans les lagunes dessalées (Sanchez & Grillas 2014). Plus généralement, la gamme de salinité oligo à méso-haline (0,5-18) correspond à une transition entre les milieux d'eau douce et les milieux salés avec des conséquences importantes pour l'organisation de tous les compartiments des écosystèmes. La gamme 5-8 a été identifiée comme une zone critique (Khlebovich 1968, Kinne 1971) caractérisée par un minimum de richesse spécifique des organismes grands et benthiques et un maximum de richesse des peuplements des organismes petits et planctoniques (Telesh 2013). La richesse attendue des peuplements de macrophytes dans cette gamme de salinité est donc naturellement plus faible que dans les autres écosystèmes aquatiques.

Une première étude en 2010 (Grillas & David 2010) a établi un protocole de suivi et de diagnostic des macrophytes des lagunes oligo et méso-halines à partir des ajustements des protocoles existants sur les plans d'eau douce (protocole Cemagref) et sur les lagunes plus salées (protocole Ifremer). Des travaux successifs ont cherché à identifier la valeur indicatrice des espèces de macrophytes, affiné une méthodologie d'évaluation qui puisse prendre en compte la turbidité non liée à l'eutrophisation spécifique à ces lagunes (Sanchez et Grillas 2014, Sanchez et al. 2017).

Typologies

France : deux types sont distingués selon le niveau de salinité (moyenne annuelle), séparant les lagunes poly- et eu-halines (salinité ≥ 18) et les lagunes oligo- et méso-halines (salinité < 18) (MEDDE, 2015). Les éléments détaillés ci-dessous concernent uniquement les lagunes oligo et méso-halines.

Europe : 1 seul type avec exclusion des lagunes oligo-halines (salinité ≤ 5).

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 10 sites correspondant à 8 masses d'eau de transition (3 sites, Crey, Charnier et Scamandre sont regroupées en une seule masse d'eau). Ces données ont été acquises dans le cadre d'études menées de 2009 à 2013.

Code ME	Libellé ME	Lagune	Nombre de stations
FRDT08	Vendres	Vendres	4
FRDT05b	Complexe du Narbonnais Campagnol	Campagnol	4
FRDT09	Grand Bagnas	Bagnas	4
FRDT13e	Petite Camargue Murette	Murette	4
FRDT15c	Etang de Berre Bolmon	Bolmon	3
FRDT14c	Camargue La Palissade	Grand Palun	5
FRDT13h	Petite Camargue Scamandre-Charnier	Scamandre	4
FRDT13h	Petite Camargue Scamandre-Charnier	Charnier	4
FRDT13h	Petite Camargue Scamandre-Charnier	Crey	3

Les peuplements de macrophytes sont mesurés entre mi-juin et fin juillet sur 3 points sur chaque station. Ainsi, en plus du point principal, 2 points complémentaires sont placés en sélectionnant à partir des directions des 4 points cardinaux les deux points les plus proches des berges. L'observation des macrophytes est effectuée à l'aide d'un râteau depuis un bateau avec le protocole Grillas & David 2010 (dérivée de la méthode de référence pour les plans d'eau douce de Dutartre & Bertrin 2009). L'abondance des taxons récoltés est évaluée pour chaque espèce selon une gamme de 1 à 5 (Dutartre & Bertrin 2009).

CODE	% RECOUVREMENT
1	Quelques fragments
2	Fragments fréquents
3	Fragments sur l'ensemble
4	Taxon abondant
5	Taxon sur tout l'appareil
X	Présence à proximité du point de prélèvement

L'abondance totale des macrophytes par prélèvement est calculée comme la somme des abondances de chaque espèce. L'abondance totale peut dépasser la valeur de 5 lorsque plusieurs taxons sont présents.

Métriques

Métrique 1. Recouvrement cumulé des espèces des groupes 1, 2 et 3 et recouvrement cumulé des espèces des groupes 4 et 5.

Métrique 2. Recouvrement total de *Stuckenia pectinata*.

Métrique 3. Résidus de la corrélation reliant la turbidité à la biomasse de chlorophylle-a ($\log_{10} \text{Turbidité} = a + b \times \log_{10} \text{Chlo-a}$).

Valeurs de références

Métrique 1. Recouvrement cumulé des espèces des groupes 1, 2 et 3 et recouvrement cumulé des espèces des groupes 4 et 5.

Valeur indicatrice des espèces. La métrique de l'indicateur macrophytes est basée sur un groupement des espèces potentiellement présentes dans ce type de lagunes. La constitution de ces groupes a été effectuée à partir des groupes établis lors de l'étude 2012 (Sánchez & Grillas 2012) qui étaient définis en fonction de la valeur indicatrice de chaque espèce.

Cinq groupes ont été établis regroupés dans la métrique en 2 groupes :

Groupe 1 à 3 : (1) : tous les charophytes, (2) : *Ruppia cirrhosa* et (3) : les angiospermes mésotrophes dont *Stuckenia pectinata* (= *Potamogeton pectinatus*), *Potamogeton crispus*, *P. pusillus*, *Myriophyllum spicatum* et les macro-algues rouges potentiellement présentes dans ces lagunes. Ces espèces, résistant à

une certaine turbidité et trophie du milieu, ne sont pas capables de surmonter une dégradation continue et poussée de celui-ci (Sfriso *et al.* 2007, Sfriso *et al.* 2009 & Orfanidis *et al.* 2011, Lauret *et al.* 2011).

Groupe 4 et 5 : (4) *Ceratophyllum demersum* et les macro-algues du genre *Chaetomorpha* qui sont assez tolérantes à une eutrophisation du milieu soutenue et aux eaux troubles (Veraart *et al.* 2004, Lauret *et al.* [5 – 20 % 2011), et (5) dont : les macro-algues vertes nitrophiles dont l'abondance élevée est indicatrice d'une augmentation des teneurs en nutriments et donc de l'eutrophisation du milieu (Sfriso *et al.* 2009 ; Orfanidis *et al.* 2011 & Neto *et al.* 2012).

Valeur de référence Métrique 1 : RV (G1+2+3) > 80 %, et RV (G4+5) <30 %

Métrique 2 : Recouvrement total de *Stuckenia pectinata* (*Potamogeton pectinatus*)

Ce seuil est donné à dire d'expert, considérant que si *Stuckenia pectinata* est une espèce abondante dans les lagunes peu salées, une forte dominance (très fort recouvrement) indique une perturbation du peuplement de macrophytes par l'eutrophisation.

Valeur de référence Métrique 2 : Recouvrement de *Stuckenia pectinata* <65 %

Métrique 3. Résidus de la régression linéaire reliant la turbidité à la biomasse de chlorophylle-a ($\log_{10}\text{Turbidité} = a + b \times \log_{10}\text{Chlo-a}$)

Cette métrique est provisoire. Elle vise à intégrer dans l'indicateur « macrophytes » une pondération de la note finale en fonction des causes de la turbidité. Deux causes sont envisagées, une cause trophique, exprimée par la corrélation entre la turbidité et la biomasse de chlorophylle et des causes non trophiques (remise en suspension du sédiment). Les résidus forts et positifs de la régression de la $\log_{10}\text{Turbidité} = a + b \times \log_{10}\text{Chlo-a}$ sont significativement corrélés à un indice de remise en suspension naturelle du sédiment (Sanchez *et al.* 2017).

Cette métrique sera remplacée ultérieurement par une mesure de la matière en suspension minérale (en cours).

Valeur de référence Métrique 3 : Résidus > 0,2 de la régression $\log_{10}\text{Turbidité} = a + b \times \log_{10}\text{Chlo-a}$

Indicateur et grille de qualité

Indicateur Macrophytes

Les trois métriques sont combinées pour produire l'indicateur « macrophytes ».

L'état est jugé très bon lorsque :

- le recouvrement cumulé des macrophytes des groupes 1 à 3 est supérieur à 80 % **et**
- le recouvrement d'une seule espèce (*Stuckenia pectinata*) est inférieur à 65 % et
- le recouvrement cumulé des espèces des groupes 4 et 5 est inférieur à 30 %

L'état est bon avec une large gamme de recouvrement cumulé des espèces des groupes 1 à 3 (>5 %) en fonction :

- du recouvrement de *Stuckenia pectinata* (<65 %)
- du recouvrement des espèces des groupes 4 et 5 (<30 % sauf si G1+2+3 > 80 %)
- des résidus de la régression $\text{Turbidité} = f(\text{Chlo-a})$ (>0,2) si le recouvrement total des G1+2+3 compris entre 5 et 20 %.

L'indicateur est non applicable (NA) lorsque le recouvrement cumulé des macrophytes des groupes 1 à 3 est inférieur à 5 %.

RV (G1+2+3) > 80%	RV <i>S. pectinata</i> < 65%	RV (G4+5) < 30%	A	
		RV (G4+5) > 30%	B	
	RV <i>S. pectinata</i> > 65%	RV (G4+5) < 30%	C	
		RV (G4+5) > 30%	D	
RV (G1+2+3) 50% - 80%	RV <i>S. pectinata</i> < 65%	RV (G4+5) < 30%	B	
		RV (G4+5) > 30%	C	
	RV <i>S. pectinata</i> > 65%	RV (G4+5) < 30%	C	
		RV (G4+5) > 30%	D	
RV (G1+2+3) 20% - 50%		RV (G4+5) < 30%	B	
		RV (G4+5) > 30%	C	
RV (G1+2+3) 5% - 20%	Turbidité > 15 NTU	RésidusTUR > 0,2	RV (G4+5) < 30%	B
			RV (G4+5) > 30%	C
	Turbidité < 15 NTU	RésidusTUR < 0,2	RV (G4+5) < 30%	C
			RV (G4+5) > 30%	D
		RV (G4+5) < 30%	D	
		RV (G4+5) > 30%	E	
RV (G1+2+3) < 5%			NA	

Relations Pressions – État et diagnostic

Qualitativement

L'eutrophisation progressive conduit dans un premier temps à l'augmentation de la dominance au sein des peuplements ; généralement *Stuckenia pectinata*, espèce compétitive et tolérante à une grande gamme de conditions de salinité et de turbidité. L'eutrophisation s'accompagne généralement d'une augmentation de la turbidité liée au phytoplancton et au développement de macro-algues (rouges puis vertes nitrophiles) lorsque la salinité est plus élevée (pour les macro-algues).

La compétition et la turbidité conduisent à une diminution du recouvrement des angiospermes (G1+2+3).

Le faible recouvrement des angiospermes (G1+2+3) peut être expliqué dans certains cas par les conditions naturelles de turbidité liées à l'exposition au vent et/ou la salinité. Dans ces conditions l'état des macrophytes peut être jugé bon même avec de faibles recouvrements.

Le fonctionnement des lagunes oligo-mésohalines est souvent complexe et les bilans d'apports de nutriments par les bassins versants ne sont pas disponibles. Un indicateur de pression satisfaisant reste à construire.

Des tendances non significatives apparaissent entre l'indicateur macrophyte et les concentrations en azote total dans l'eau et dans le sédiment mais deux lagunes avec de forts niveaux d'eutrophisation combinés à des valeurs élevées de l'indicateur macrophytes apparaissent comme des « outliers ». Le faible nombre de lagunes et de données expliquent sans doute en partie ces résultats (Sanchez et al. 2017). Aucune tendance n'apparaît avec le phosphore total dans l'eau ou le sédiment.

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur macrophytes répond globalement bien à l'eutrophisation avec cependant 2 lagunes qui montrent un comportement différent, avec de forts recouvrements de macrophytes malgré des niveaux trophiques très élevés dans l'eau et le sédiment (Vendres et Crey).

Une mesure des concentrations en matières en suspensions minérales permettrait probablement une mesure plus directe de la turbidité liée à la remise en suspension du sédiment minéral. Elle permettrait de mieux évaluer la part respective du phytoplancton, du sédiment minéral et des matières organiques dans les causes de la turbidité. Une étude de la part respective de la production entre le phytoplancton, les macroalgues et les angiospermes dans les lagunes peu salées, du rôle de la turbidité et de stress temporaires (par exemple fluctuations de salinité) et l'existence éventuelle de seuils dans les serait nécessaire pour mieux comprendre les facteurs limitant la structure des peuplements de macrophytes.

Références bibliographiques

- Andral B., Derolez V., 2007. Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Rhône et côtiers méditerranéens". RST/DOP/LER-PAC/07-28. 193p.
- Andral B., Gonzalez J-L., Cuet P., Bigot L., Turquet J., Nicet J-B., 2010. Caractérisation de l'état de référence biologique des masses d'eau côtières au regard de la directive cadre sur l'eau. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00028/13914/>
- Andral B., Orsoni V., 2007. Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District "Corse". RST/DOP/LER-PAC/07-29. 144p.
- Dutartre, A. & Bertrin, V., 2009. Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau. Mise en oeuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Cemagref, Unité de Recherche Réseaux, Epuraton et Qualité des Eaux. Version 3.2, 28 p.
- Grillas P. & David T., 2010. Etude pilote pour une évaluation de l'état des macrophytes des lagunes méditerranéennes oligo et méso-halines Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/IFREMER, 64p.
- Khlebovich, V.V., 1968. Some peculiar features of the hydrochemical regime and the fauna of mesohaline waters. *Mar. Biol.* 2: 4-49.
- Kinne, O., 1971. *Marine Ecology*. Wiley Interscience, London.
- Lauret, M., Oheix, J., Derolez, V., & Laugier, T., 2011. Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes lagunaires du Languedoc Roussillon. Réseau de Suivi Lagunaire (Ifremer, Cépralmar, Agence de l'Eau RM&C, Région Languedoc Roussillon). 77 p.
- Neto, J. M., Gaspar, R., Pereira, L., & Marques, J. C., 2012. Marine Macroalgae Assessment Tool (MarMAT) for intertidal rocky shores. Quality assessment Under the scope of European Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 19, 39-47.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Uglund, K. I., 2011. Ecological evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science* 12/1 199-231.
- Sanchez, A.E. & Grillas, P., 2012. Indicateur Macrophytes dans les Lagunes Oligo et Méso-halines. Onema, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, Ifremer et Tour du Valat. 72p.
- Sanchez A.E., Grillas P., 2014. Mise au point d'un indicateur macrophytes DCE compatible pour les lagunes oligo et mesohalines. Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/Agence de l'Eau RM,, 80p.

- Sanchez A., Grillas P., Derolez V., Bec B. & Giraud A., 2017. Adaptation des grilles DCE de qualité nutriments, du phytoplancton (abondance et biomasse) et des macrophytes, pour les lagunes oligo et mésohalines. Rapport d'étude Tour du Valat/ONEMA/Agence de l'Eau RM, 65p.
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013a. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Rhône et côtiers méditerranéens». 132p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00170/28133/>
- Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013b. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District «Corse». 109 p.
- Sfriso, A., Facca, C., & Ghetti, P. F., 2007. Rapid Quality Index (R-MaQI), bases mainly on macrophyte associations, to assess the ecological status of Mediterranean transitional environments. *Chemistry and ecology* 23, 493-503.
- Sfriso, A., Facca, C., & Ghetti, P. F., 2009. Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia* 617, 117-141.
- Telesh I., Schubert H. & Skarlato S., 2013. Life in the salinity gradient: discovering mechanisms behind a new biodiversity pattern. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 135: 317-327.
- Veraart, J.A., Groot, R.S., Perell, G., Riddiford, N.J. & Roijackers, R., 2004. Selection of (bio) indicators to assess effects of freshwater use in wetlands: a case study of s'Albufera de Mallorca, Spain. *Regional Environmental Change* 4, 107-117.

4.4 Antilles

4.4.1 Masses d'eaux côtières – Phytoplancton

	ZONE ANTILLES Masses d'eaux côtières	
 Environnement & océanographie		© Beker

INDICATEUR PHYTOPLANCTON

Jean-Pierre Allenou¹, Nicolas Cimiterra¹
Christelle Batailler², Catherine Desrosiers³

¹ Ifremer Délégation Antilles, station de Martinique

² CREOCEAN

³ IMPACT-MER

Résumé

L'indicateur phytoplancton est actuellement composé de deux indices (biomasse/chlorophylle (a) et abondance/bloom microphytoplanctonique). Pour ces deux indices, les métriques retenues sont respectivement le percentile 90 des concentrations en chlorophylle (a) et le pourcentage (%) d'échantillons pour lesquels au moins un taxon est en bloom. Il sera complété ultérieurement avec la métrique composition taxonomique. Cet indicateur répond principalement à l'enrichissement en éléments nutritifs qui conduit à des développements de la biomasse ou des blooms de phytoplancton, plus ou moins importants selon les caractéristiques de la masse d'eau, notamment la turbidité et l'hydrodynamisme.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont les suivants :

- **composition et abondance** des taxa phytoplanctoniques ;
- **biomasse** ;
- **fréquence et intensité** de l'efflorescence planctonique.

Historique

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 l'élément de qualité 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 (Réseau national de Surveillance du Phytoplancton et des Phycotoxines), SRN (Suivi Régional des Nutriments, Nord Pas-de-Calais), RHLN (Réseau Hydrologique du Littoral Normand), ARCHYD (Arcachon Hydrologie).

La caractérisation des paramètres constituant l'élément de qualité phytoplancton (biomasse, abondance et composition) a tout d'abord été discutée au sein d'un groupe de travail *ad hoc* piloté par Ifremer en 2004 et 2005, puis lors des réunions du GIG-NEA (Groupe européen d'Intercalibration Géographique Nord Est Atlantique, qui ont eu lieu depuis 2007). Le paramètre retenu pour la biomasse du phytoplancton est la chlorophylle-a. En effet, celle-ci est présente dans une très grande majorité de cellules phytoplanctoniques, elle est simple à mesurer, et elle traduit bien la biomasse du phytoplancton tout en étant complémentaire de l'information apportée par le dénombrement des espèces. Le paramètre retenu pour l'abondance utilise la notion d'efflorescence phytoplanctonique (bloom), il est basé sur les efflorescences de toutes les espèces identifiées. Le paramètre pour la composition est en cours d'étude.

En Martinique, le suivi du phytoplancton a démarré fin 2007 pour la biomasse (méthode spectrophotométrie de 2007 à 2013 et HPLC à partir de mi-2013), puis à partir de 2012 pour l'abondance. En Guadeloupe, le suivi de la biomasse a démarré également en 2007 mais le suivi de l'abondance (micro-phytoplancton) uniquement en 2016.

Typologies

Masses d'eaux côtières de Martinique et de Guadeloupe. Il existe une seule Masse d'Eau de Transition aux Antilles (l'Étang des Salines en Martinique) qui fera l'objet d'un indicateur spécifique.

Fréquence de suivi

Le suivi phytoplancton est réalisé tous les ans, tous les trimestres dans les Antilles.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 19 stations (Masse d'eau côtière) + 1 (masse d'eau de transition) en Martinique avec des résultats obtenus sur la période 2007-2016 et 18 stations en Guadeloupe avec un démarrage des suivis uniquement en 2016 pour la flore phytoplanctonique.

Département	Code ME	Nom ME	Nombre de stations
Guadeloupe	FRIC01	Côte Ouest Basse Terre	2
Guadeloupe	FRIC02	Pointe du Vieux Fort- Sainte Marie	1
Guadeloupe	FRIC03	Petit Cul de Sac Marin	2
Guadeloupe	FRIC04	Pointe Canot – Pointe des châteaux	1
Guadeloupe	FRIC05	Pointe des Château-Pointe de la Grande Vigie	2
Guadeloupe	FRIC06	Grande Vigie – Port Louis	1
Guadeloupe	FRIC07A	Grand Cul de Sac Marin Sud	1
Guadeloupe	FRIC07B	Grand Cul de Sac Marin Nord	2
Guadeloupe	FRIC08	Pointe Madame – Pointe du Gros Morne	2
Guadeloupe	FRIC10	Saint Martin (partie Française)	1
Guadeloupe	FRIC11	Les Saintes	2
Martinique	FRJC001	Baie de Génipa	1
Martinique	FRJC002	Nord-Caraïbes	2
Martinique	FRJC003	Anses d'Arlet	1
Martinique	FRJC004	Nord-Atlantique, plateau insulaire	3
Martinique	FRJC005	Fond Ouest de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC006	Littoral du Vauclin à Sainte-Anne	1

Martinique	FRJC007	Est de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC008	Littoral du François au Vauclin	1
Martinique	FRJC009	Baie de Sainte-Anne	1
Martinique	FRJC010	Baie du Marin	2
Martinique	FRJC011	Récif barrière Atlantique	1
Martinique	FRJC012	Baie de la Trinité	1
Martinique	FRJC013	Baie du Trésor	1
Martinique	FRJC014	Baie du Galion	1
Martinique	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	2
Martinique	FRJC018	Baie du Diamant	1
Martinique	FRJC019	Eaux côtières du Sud du Rocher du Diamant	2
Martinique	FRJT001	Etang des Salines	1

Métriques

Métrique 1- Biomasse : percentile 90 sur six ans, en $\mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle (a)

Métrique 2 - Abondance : pourcentage d'échantillons avec bloom d'un taxon unique, sur six ans. Un bloom est provisoirement défini par un nombre de cellules/L > 10 000 (grandes cellules > 20 μm). Notons qu'une réflexion est en cours dans le cas des taxons présentant des structures en chaîne, comme les cyanophycées majoritairement filamenteuses.

Valeurs de référence

La valeur de référence pour la chlorophylle (a) est de $0,2 \mu\text{g.L}^{-1}$.

La valeur de référence pour l'abondance est de 16,7 %.

Indicateur et grille de qualité

Les stations définies initialement comme « stations de référence » en Martinique se sont révélées finalement toutes plus ou moins impactées. Les valeurs de référence ont été fixées à dire d'expert (*Gailhard-Rocher et al., 2012*). Les résultats acquis sur la station « Large Désirade » en Guadeloupe située en dehors des limites des Masses d'Eau DCE pourront à terme servir à valider ces valeurs de référence.

Deux indices sont combinés pour le calcul de l'indicateur :

Indice Biomasse

Grille de qualité DCE retenue pour l'indice biomasse pour la façade Caraïbe (*Source : Gailhard-Rocher et al., 2012*).

Type de ME	Indice Biomasse (Chlorophylle a)	EQR Biomasse	Classe
Toutes	< 0,3	[0,67 – 1,00]	Très bon
	[0,6 – 0,3[	[0,33 – 0,67[	Bon
	[1,2 – 0,6[	[0,17 – 0,33[	Moyen
	[2,4 – 1,2[	[0,08 – 0,17[	Médiocre
	>2,4	[0,00 – 0,08[	Mauvais

Indice Abondance

Grille de qualité DCE retenue pour l'indice abondance (micro-phytoplancton) pour la façade Caraïbe (Source : Gailhard-Rocher et al., 2012).

Type de ME	Indice abondance	EQR abondance	Classe
Toutes	< 20	[0,84 – 1,00]	Très bon
	[40 – 20[	[0,43 – 0,84[	Bon
	[70 – 40[	[0,24 – 0,43[	Moyen
	[90 – 70[	[0,19 – 0,24[	Médiocre
	>90	[0,00 – 0,19[	Mauvais

Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur :

Pour la Martinique, le calcul de l'indicateur phytoplancton est réalisé en moyennant les valeurs des EQR des deux indices. La grille de l'indicateur a été réalisée en moyennant les valeurs seuils des deux indices.

Type de ME	Indicateur phytoplancton EQR	Classe
Toutes	[0,75 – 1,00]	Très bon
	[0,38 – 0,75[	Bon
	[0,20 – 0,38[	Moyen
	[0,13 – 0,20[	Médiocre
	[0,00 – 0,13[	Mauvais

Limites d'application – Commentaires

Pour l'indice **biomasse** (chlorophylle (a)) le seuil très bas retenu pour le très bon état nécessite des techniques analytiques performantes avec un seuil de quantification au moins égal à 0,3 µg.L⁻¹. Sur la période 2007-2016 seule la méthode d'analyse par HPLC permet d'atteindre ce seuil. Cette méthode a été utilisée sur la période 2013-2016 en Martinique et uniquement depuis 2016 en Guadeloupe.

Pour l'indice **abondance**, le seuil de 10 000 cellules/L concerne uniquement les grandes cellules > 20 µm. Le seuil de 10 000 cellules/L doit encore être testé en Guadeloupe où le suivi de la flore micro-phytoplanctonique a démarré uniquement en 2016. Les petites cellules (< 20 µm) sont dénombrées par la technique de cytométrie en flux depuis 2012, pour alimenter à terme l'indice composition. La taille de 20 µm fait encore l'objet de discussion, notamment lors de la mise en œuvre du calcul de l'indice. En effet certains organismes présentant des structures en chaîne sont comptabilisés par colonies, rendant discutable la notion de bloom.

Références bibliographiques

- Belin C. et Lamoureux A, 2015. Evaluation de la qualité des masses d'eau pour l'indicateur phytoplancton en Martinique, selon les exigences DCE. Rapport DYNECO/VIGIES/15-11
- Gailhard-Rocher et al., 2012. Traitement des données phytoplanctoniques dans les DOMs. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires.

4.4.2 Masses d'eaux côtières – Benthos de substrats durs



ZONE ANTILLES
Masses d'eaux côtières



Photo © : Nicolas Cimiterra

COMMUNAUTÉS BENTHIQUES CORALLIENNES

Jean-Pierre Allenou¹, Nicolas Cimiterra¹
Christelle Batailler², Catherine Desrosiers³

¹ Ifremer Délégation Antilles, station de Martinique

² CREOCEAN Guadeloupe

³ IMPACT-MER

Résumé

Le protocole d'évaluation de l'état des communautés benthiques coralliennes est adapté du manuel technique d'études des récifs coralliens de la région Caraïbe (Bouchon et al. 2001). L'indicateur « communautés benthiques coralliennes » aux Antilles est basé uniquement sur les deux indices : « corail » et « macroalgues ». L'indice « corail » est le rapport « couverture corallienne vivante / substrat colonisable par les coraux » et l'indice « macroalgues » est le rapport « couverture macroalgues (molles + calcaires) / substrat total ». Les métriques sont les moyennes des indices « coraux » et « macroalgues » par transect sur un plan de gestion (Notons qu'en Guadeloupe, pour le moment les moyennes sont réalisées sur 6 années glissantes par manque de données disponible). D'autres paramètres sont suivis (oursins, recrues coralliennes, autres invertébrés comme les gorgones ou les éponges et différentes catégories algales comme le turf, les cyanobactéries et les algues calcaires encroûtantes, hypersédimentation (en Martinique) mais ne sont pas encore intégrés à l'indicateur. Les méthodologies de calcul et les grilles de qualité font encore l'objet de discussions.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

Les paramètres biologiques à prendre en compte pour l'évaluation écologique sont :

- Faune benthique invertébré : **composition** et **abondance**

Historique

Le suivi des communautés coralliennes a démarré dans les Antilles dans les années 1990 sous l'impulsion de Claude Bouchon (Université de Guadeloupe). Le réseau se structure en 2002 dans le cadre de l'IFRECOR avec la mise en œuvre du protocole GCRMN en Martinique et en Guadeloupe. Le suivi DCE démarre en 2007 dans les deux îles avec un protocole issu du manuel technique d'études des récifs coralliens de la région Caraïbe (Bouchon et al. 2001). Des méthodologies de suivi identiques ont été retenues en Martinique et en Guadeloupe. Elles ont été validées en février 2007 dans le cadre d'une

concertation entre la DIREN Martinique et la DDE Guadeloupe, respectivement en charge de la DCE. De 2009 à 2012, dans le cadre de la DCE, plusieurs propositions de méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique partiel des masses d'eau littorales Martiniquaises ont été réalisées et testées sur les ME de Guadeloupe. (Impact Mer, Pareto *et al.* 2010 ; Impact mer, Pareto *et al.* 2011, 2012) Le suivi le long de transects pérennes (mais non fixes) est effective en Guadeloupe depuis 2014. Avant cette date, le transect était positionné de manière aléatoire sur le site.

Typologies

Le séminaire « herbier / récif » d'avril 2017 a confirmé la nécessité de mener des études sur le développement des indicateurs, des outils de diagnostic et de réfléchir aux stratégies d'acquisition des données en tenant compte de la grande variabilité des typologies coralliennes au sein d'une même masse d'eau.

Fréquence de suivi

Le suivi communautés coralliennes est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données acquis dans le cadre des suivis DCE comprend actuellement 15 stations en Martinique et 16 stations en Guadeloupe. Les suivis ont été réalisés en 2008, 2009, 2011, 2014 et 2016 en Guadeloupe, 2007, 2009, 2010, 2012 à 2016 en Martinique.

Département	Code ME	Nom ME	Nombre de stations
Guadeloupe	FRIC01	Côte Ouest Basse Terre	2
Guadeloupe	FRIC02	Pointe du Vieux Fort- Sainte Marie	1
Guadeloupe	FRIC03	Petit Cul de Sac Marin	2
Guadeloupe	FRIC04	Pointe Canot – Pointe des châteaux	1
Guadeloupe	FRIC05	Pointe des Château-Pointe de la Grande Vigie	2
Guadeloupe	FRIC06	Grande Vigie – Port Louis	1
Guadeloupe	FRIC07B	Grand Cul de Sac Marin Nord	2
Guadeloupe	FRIC08	Pointe Madame – Pointe du Gros Morne	2
Guadeloupe	FRIC10	Saint Martin (partie Française)	1
Guadeloupe	FRIC11	Les Saintes	2
Martinique	FRJC002	Nord-Caraïbes	1
Martinique	FRJC003	Anses d'Arlet	1
Martinique	FRJC004	Nord-Atlantique, plateau insulaire	2
Martinique	FRJC007	Est de la Baie du Robert	1
Martinique	FRJC010	Baie du Marin	1
Martinique	FRJC011	Récif barrière Atlantique	2
Martinique	FRJC012	Baie de la Trinité	1
Martinique	FRJC013	Baie du Trésor	1
Martinique	FRJC016	Ouest de la Baie de Fort-de-France	1
Martinique	FRJC017	Baie de Sainte-Luce	3
Martinique	FRJC018	Baie du Diamant	1

Métriques

Métrique 1 (Indice « corail »): rapport « couverture corallienne vivante / substrat colonisable par les coraux ». Il est exprimé en % de substrat colonisable. Le substrat colonisable correspond à la somme substrat dur RC (roche nue) + AC (algues calcaires encroûtantes) + RKC (corail mort récemment) ou encore = Substrat total – (SD(sable) + SI (vase) + RB (débris)).

Métrique 2 (Indice « macroalgues ») : rapport « couverture macroalgue (molles + calcaires) / substrat total ». Il est exprimé en % de substrat total.

Valeurs de références

Valeur de référence corail (%) = 50 (types ME 1, 2, 3 et 5 en Martinique et ME 1, 3, 5, 6 en Guadeloupe), 60 (types ME 4,6 et 7 pour la Martinique et type ME 2 et 4 en Guadeloupe).

Valeur de référence « macroalgues » (%) = 5 (toutes ME).

Indicateur et grille de qualité

Calcul de l'indicateur

Deux indices sont combinés pour le calcul de l'indicateur :

- **L'indice « corail ».** La métrique utilisée est la moyenne des indices « coraux » par transect pendant la durée d'un plan de gestion (6 ans). L'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 répliqués par an) puis la moyenne des répliqués est réalisée pour l'ensemble des années.

Type de ME	Valeur de référence (%)	Indice Corail (%)	EQR	Classe
Martinique : 1, 2, 3 et 5	50	> 40	[1 – 0,8]	Très bon
		]40 – 20]	]0,8 – 0,4]	Bon
]20 – 10]		] 0,4 – 0,2]	Moyen	
]10 – 5]		]0,2 – 0,1]	Médiocre	
< 5		]0,1 – 0,0]	Mauvais	
Guadeloupe : 1,3,5 et 6				

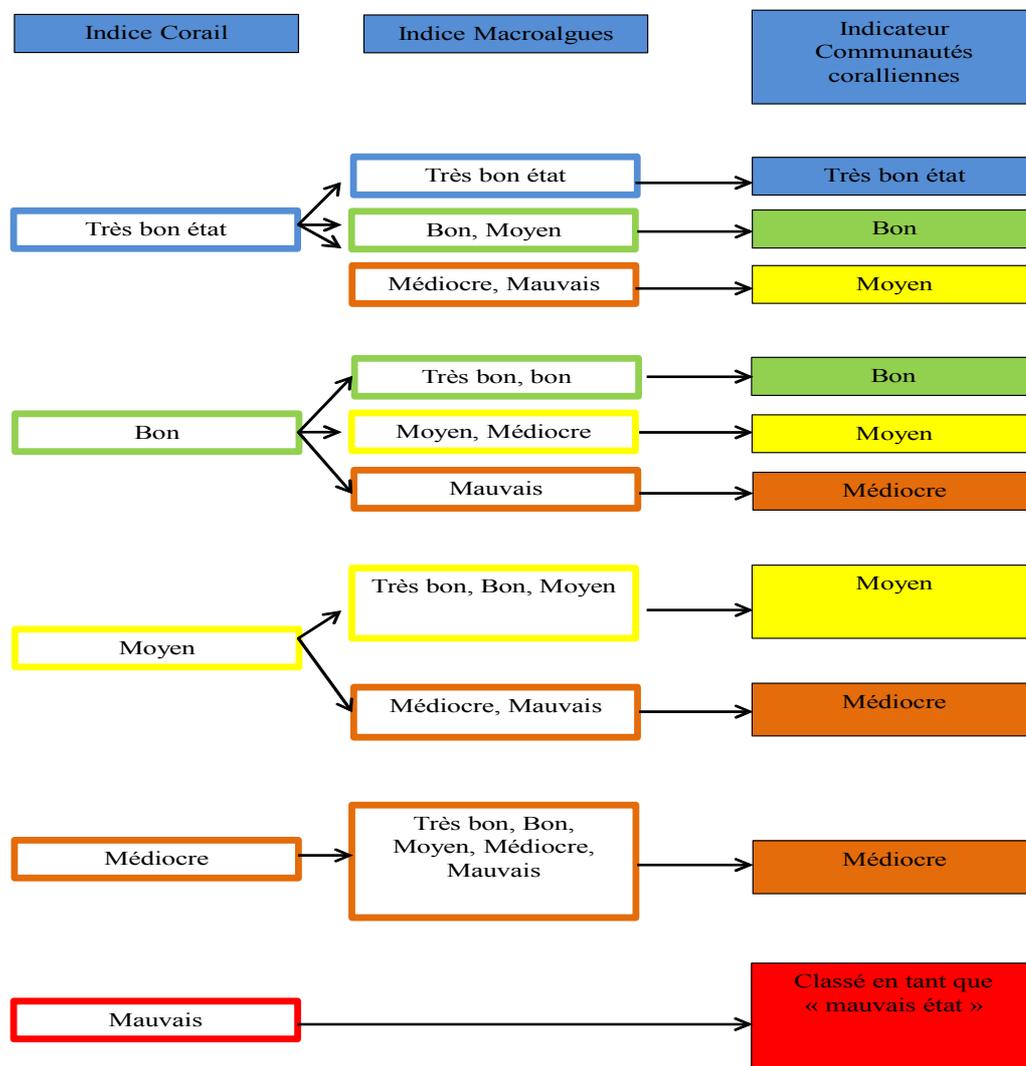
Type de ME	Valeur de référence (%)	Indice Corail (%)	EQR	Classe
Martinique : 4, 6 et 7	60	> 50	[1 – 0,83]	Très bon
		]50 – 25]	]0,83 – 0,42]	Bon
]25 – 12]		]0,42 – 0,2]	Moyen	
]12 – 5]		]0,2 – 0,08]	Médiocre	
< 5		]0,08 – 0,0]	Mauvais	
Guadeloupe : 2 et 4				

- **L'indice « macroalgues ».** La métrique utilisée est la moyenne des indices « macroalgues » par transect pendant la durée d'un plan de gestion (6 ans). L'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 répliqués par an) puis la moyenne des répliqués est réalisée pour l'ensemble des années. Remarque : ni le turf, ni les algues calcaires encroûtantes ne sont pris en compte dans le calcul de cet indice.

Type de ME	Valeur de référence (%)	Indice Macroalgues (%)	Classe
Toutes	5	< 10	Très bon
		]10 – 20]	Bon
		]20 – 40]	Moyen
		]40 – 60]	Médiocre
		> 60	Mauvais

Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

Un arbre de décision adapté à l'écosystème corallien a été mis au point afin d'agrégier les indices et ainsi pouvoir donner un état de qualité (Impact-Mer *et al.* 2012):



- L'indice « corail » a le plus de poids dans cette classification, suivi par l'indice « macroalgues ».
- L'indice macroalgues peut déclasser l'état de la masse d'eau pour cet indicateur (de 2 niveaux maximum).
- L'état de la communauté corallienne ne peut être qualifié de mauvais que si l'indice corail est mauvais.

Limites d'application – Commentaires

L'indice « corail » peut varier naturellement en fonction du type de communauté corallienne suivie au sein d'une même masse d'eau, ou de plusieurs masses d'eau de même typologie. Il est très difficile de relier cet indice à une pression anthropique. Cet indice est donc plus adapté pour suivre les variations dans le temps du recouvrement corallien sur un site que pour comparer l'état de santé de plusieurs sites avec un recouvrement naturellement différent. Si cet indice peut s'appliquer à toutes les typologies, il doit les considérer de manière indépendante les unes des autres et prendre compte l'évolution du recouvrement corallien dans le temps.

Le suivi doit être maintenu à une fréquence annuelle sur l'ensemble des stations afin de palier le faible nombre de données disponibles et tester de manière plus robuste les indices et grilles proposées.

La prise en compte d'autres indices dans la construction de l'indicateur pourrait s'avérer pertinente (notamment pour pondérer l'état de l'indicateur en cas de faible recouvrement corallien) : présences de maladies, nécroses, prise en compte des autres catégories algales, etc.

Références bibliographiques

- Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., Louis, M., 2004. Critère d'évaluation de la dégradation des communautés coralliennes dans la région Caraïbe. *Revue d'Ecologie (la Terre et la Vie)*, 59 (1-2) : 113-121
- Impact Mer, Pareto, Equilibre, 2010. Directive Cadre sur l'eau : Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau côtières et de Transition au titre de l'année 2009. - Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de surveillance. Rapport pour : DIREN Martinique, 166 (Annexes incluses) pp.
- Impact Mer, Pareto, Equilibre, 2011. Directive Cadre sur l'eau : Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des masses d'eau côtières et de transition au titre de l'année 2010. - Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de surveillance. Rapport pour : DEAL Martinique, 159 (Annexes incluses) pp.
- Impact Mer, Pareto, Equilibre, 2012. Directive Cadre sur l'eau : Suivi des stations des réseaux de référence et de surveillance des masses d'eau côtières et de transition au titre de l'année 2011. - Volet Biologie. Rapport pour: DEAL Martinique, ODE Martinique.
- McField, M., Kramer, P.R., 2007. *Healthy Reefs for Healthy People: A Guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the Mesoamerican Reef Region*. With contributions by M. Gorrez and M. McPherson. The Smithsonian Institution, 207 p.
- MEDDE, 2015a. Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement NOR : DEVL1513988A.

4.4.3 Autres travaux

L'indicateur Angiospermes (herbiers) fait actuellement l'objet d'une thèse par l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) qui a pour but de fixer la méthode et les classes d'état appropriées. Il ne peut donc faire l'objet d'une fiche pour le moment.

Les Antilles ne possèdent qu'une seule masse d'eau de transition, en Martinique. Des suivis phytoplancton et hydrologie sont réalisés en prospectif, mais ne font pas l'objet d'un indicateur (la pertinence d'un tel indicateur est en cours d'étude, rendu attendu pour 2020).

Dans les masses d'eau côtières, l'indicateur Mangrove est en cours de développement par le Muséum National d'Histoire Naturel (MNHN) et le Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres (CRLR). Les indicateurs macroalgues et endofaune de substrat meuble sont jugées pertinents, et seront à développer pour le cycle suivant de la DCE (2021-2027).

4.5 La Réunion

4.5.1 *Masses d'eau côtières – Phytoplancton*



LA RÉUNION Masses d'eau côtières



GT DCE Eau Littorale – La Réunion « PHYTOPLANCTON »

Coordonné et animé par :
L'IFREMER et la DEAL La Réunion

Avec la participation d'experts des structures suivantes :

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ (ex ONEMA),
ARVAM / HYDRÔREUNION : Cellule Biotechnologie et Environnement marin,
DEAL La Réunion,
IFREMER océan Indien et métropole,
IRD La Réunion : UMR Entropie,
OFFICE DE L'EAU de La Réunion,
Université de la Réunion : laboratoire ECOMAR / UMR Entropie.

Résumé

L'indicateur phytoplancton est traditionnellement composé d'une métrique de biomasse (Chlorophylle A), d'une métrique d'abondance et d'une évaluation de la fréquence et l'intensité de l'efflorescence planctonique. Toutefois seule la première métrique est utilisée actuellement faute de données suffisantes pour définir les références et grilles pour les deux autres (actuellement en cours d'acquisition dans le cadre du RHLR). Il a été défini dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion, volet « physico-chimie et phytoplancton ».

Le Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais évalue le phytoplancton lors de 6 campagnes par an : 2 campagnes en période fraîche et sèche de l'hiver austral (juillet et août) ; 2 en début de saison chaude (novembre et décembre) et 2 en milieu de période chaude et saison cyclonique (février/mars).

L'échantillonnage se fait toute l'année sur toutes les masses d'eau côtières de type 1 à 4 pour la biomasse et de manière allégée en fréquence et dans l'espace pour la composition et l'abondance.

Il n'existe pas aujourd'hui de travaux permettant de relier les pressions anthropiques et les métriques de l'indicateur pour La Réunion.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

- **Composition, abondance et biomasse** du phytoplancton.

Historique

Le suivi du phytoplancton à la Réunion a commencé en 2002 avec le Réseau National d'Observation (RNO) « Hydrologie ». En 2007, un réseau de préfiguration du Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais (RHLR) a pris le relais. Le RHLR tel qu'il doit être mis en œuvre dans le cadre de la DCE fait l'objet d'un fascicule technique mis à jour autant que de besoin.

Typologies

En 2012, 5 grands types de masses d'eaux côtières ont été définis à La Réunion, en se basant sur plusieurs critères (la **bathymétrie**, la **nature des fonds** et l'**exposition aux houles**, notamment).

Type	Nature des fonds	Bathymétrie	Hauteur moyenne des vagues	Exposition particulière	
				houles australes	houles cycloniques
1	Meuble, sablo-vaseux	Petit fond à moyen	Faible	Faible	Forte
2	Hétérogène	Fond Moyen à Grand	Moyenne	Faible	Moyenne/ Forte
3	Basaltique puis sablo-vaseux	Grand Fond	Très forte	Moyenne/ Forte	Moyenne
4	Basaltique puis sableux	Fond Moyen	Moyenne à forte	Moyenne/ Forte	Faible/ Moyenne
5	Récif corallien	Petit Fond	Moyenne/ Forte	Moyenne	Faible

Fréquence de suivi

Le suivi phytoplancton est réalisé tous les ans, tous les 2 mois à la Réunion.

Jeu de données utilisé

L'indicateur est suivi sur l'ensemble des masses d'eau côtières de type 1 à 4 (soit 8).

Type ME	Nom ME	Code ME
1	Saint-Denis (Barchois / Sainte-Suzanne)	FRLC101
2	Saint Benoit (Sainte-Suzanne / Sainte-Rose)	FRLC102
2	Volcan (Sainte-Rose / La Porte)	FRLC103
3	Saint-Joseph (La Porte / Pointe du Parc)	FRLC104
4	Saint-Louis (Pointe du Parc / Pointe au sel)	FRLC105
4	Ouest (Pointe au Sel – Cap La Houssaye)	FRLC106
1	Saint-Paul (Cap La Houssaye / Pointe des Galets)	FRLC107
1	Le Port (Pointe des Galets / Barchois)	FRLC108

Métriques

Métrique 1 : Biomasse phytoplanctonique (percentile 90 sur six ans, en µg/L de chlorophylle A).

Pour le calcul de l'indicateur à la Réunion, seule est prise en compte la biomasse, mesurée par le dosage de la chlorophylle A. La métrique retenue est le percentile 90 de la concentration en Chlorophylle A (P90), qui permet la prise en compte d'une grande majorité de données, y compris des pics d'abondance, à l'exception des données extrêmes de ces pics. En effet les données d'abondance étant très faible et les blooms absents, ces indices sont jugés non pertinents.

Valeurs de références

La mise en place de valeurs de référence pour l'indicateur phytoplancton a été réalisé dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion décrits dans les rapports BON ETAT 1 (Le Goff R, Ropert M. et *al.*, 2010) et BON ETAT 2 (Ropert M., Duval M, et *al.*, 2012).

Indicateur et grille de qualité

Calcul de l'indice

L'indicateur est calculé à l'aide des mesures effectuées sur les 6 ans d'un plan de gestion. Il est transformé en un Ratio de Qualité Écologique (RQE) qui est le rapport entre le percentile 90 et la valeur de référence qui correspond au bon état.

Valeurs seuils

Les valeurs seuils ont été définies dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion décrits dans les rapports BON ETAT 1 (Le Goff R, Ropert M. et *al.*, 2010) et BON ETAT 2 (Ropert M., Duval M, et *al.*, 2012). Ces valeurs seuils sont en cours de validation au niveau national.

P90 de Chlorophylle A (µg/L)	EQR (Seuils Océan Indien)	Classe
[0,0 – 0,6]	[1,00 – 0,67]	Très bon
]0,6 – 0,9]	]0,67 – 0,44]	Bon
]0,9 – 1,8]	]0,44 – 0,22]	Moyen
]1,8 – 3,7]	]0,22 – 0,11]	Médiocre
> 3,7	]0,11 – 0,00]	Mauvais

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur a été défini pour les masses d'eau côtières réunionnaises de type 1 à 4 car jugé non pertinent pour les masses d'eau de type récifal (type 5).

Références bibliographiques

GAILHARD-ROCHER I., ARTIGAS. L.P., DANIEL A., 2012. Traitement des données phytoplanctoniques et pigmentaires disponibles dans les DOMs. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires. – Partenariat 2011 ONEMA Ifremer – Livrables 1, 2 et 3

GT DCE Réunion "Physico-chimie et phytoplancton". Fascicule technique pour la mise en œuvre du suivi "Paramètres Physico-Chimiques & Phytoplancton" du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion : Réseau Hydrologique du Littoral Réunionnais.. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27915/>

Le Goff Ronan, Ropert Michel, Scolan Pierre, Garric-Perales Julie, Nicet Jean-Benoit, Cambert Harold, Turquet Jean (2010). Projet "Bon Etat" : Définition du bon état chimique et écologique des eaux littorales réunionnaises au regard de la Directive cadre sur l'eau et proposition d'indicateurs associés. RST-DOIRUN/2010-05. <http://doi.org/10.13155/15013>

Ropert Michel, Duval Magali, Maurel Laurence, Vermentot Coralie, Mouquet Pascal, Nicet Jean Benoit, Talec Pascal, Le Goff Ronan (2012). PROJET BON ETAT II : Actualisation de l'état des lieux du SDAGE, Volet "eaux côtières réunionnaises". RST-DOI/2012-04. <http://doi.org/10.13155/27943>

4.5.2 Masses d'eau côtières – Invertébrés de substrats meuble

LA RÉUNION Masses d'eau côtières



GT DCE Eau Littorale – La Réunion « INVERTÉBRÉS DE SUBSTRAT MEUBLE »

**Coordonné et animé par :
L'IFREMER et la DEAL La Réunion**

Avec la participation d'experts des structures suivantes :
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ (ex ONEMA),
ARVAM / HYDRÔREUNION : Cellule Biotechnologie et Environnement marin,
DEAL La Réunion,
IFREMER océan Indien et métropole,
OFFICE DE L'EAU de La Réunion,
Université de la Réunion : laboratoire ECOMAR / UMR Entropie.

Résumé

L'indicateur a été défini dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion, volet « benthos de substrat meuble ».

Le suivi est réalisé 2 fois par plan de gestion, tous les 3 ans, entre mars et avril (recommandé) ou entre février et mai (si nécessaire en cas d'impossibilité technique ou météorologique sur la période recommandée).

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

- **Composition et abondance** de la faune benthique invertébrée

Historique

Le suivi a été mis en place à partir de 2013.

Il a bénéficié pour sa définition des données acquises dans le cadre du projet CARTOMAR (BRGM/DIREN, 2008) et de la thèse de L. Bigot (Bigot L., 2006). Le suivi tel qu'il doit être mis en œuvre dans le cadre de la DCE fait l'objet d'un fascicule technique mis à jour autant que de besoin.

Typologies

En 2012, 5 grands types de masses d'eaux côtières ont été définis à La Réunion, en se basant en priorité sur la **bathymétrie**, la **nature des fonds** et l'**exposition aux houles**.

Type	Nature des fonds	Bathymétrie	Hauteur moyenne des vagues	Exposition particulière	
				houles australes	houles cycloniques
1	Meuble, sablo-vaseux	Petit fond à moyen	Faible	Faible	Forte
2	Hétérogène	Fond Moyen à Grand	Moyenne	Faible	Moyenne/ Forte
3	Basaltique puis sablo-vaseux	Grand Fond	Très forte	Moyenne/ Forte	Moyenne
4	Basaltique puis sableux	Fond Moyen	Moyenne à forte	Moyenne/ Forte	Faible/ Moyenne
5	Récif corallien	Petit Fond	Moyenne/ Forte	Moyenne	Faible

Fréquence de suivi

Le suivi invertébrés benthiques est réalisé tous les trois ans.

Jeu de données utilisé

Le jeu de données comprend 12 stations de surveillance réparties dans 8 masses d'eau. 5 stations supplémentaires (« stations sentinelles ») ont été positionnées aux alentours des isobathes 20 – 25 m afin de pouvoir appréhender les perturbations locales liées aux pressions anthropiques et aux houles extrêmes.

Type ME*	Nom ME	Code ME	Nombre de stations
1	Saint-Denis (Barachois / Sainte-Suzanne)	FRLC101	1 station
2	Saint Benoit (Sainte-Suzanne / Sainte-Rose)	FRLC102	3 stations dont 1 sentinelle
2	Volcan (Sainte-Rose / La Porte)	FRLC103	1 station
3	Saint-Joseph (La Porte / Pointe du Parc)	FRLC104	2 stations
4	Saint-Louis (Pointe du Parc / Pointe au sel)	FRLC105	2 stations dont 1 sentinelle
4	Ouest (Pointe au Sel – Cap La Houssaye)	FRLC106	2 stations
1	Saint-Paul (Cap La Houssaye / Pointe des Galets)	FRLC107	2 stations dont 1 sentinelle
1	Le Port (Pointe des Galets / Barachois)	FRLC108	4 stations dont 2 sentinelles

Métriques

Métrique 1. Diversité, mesurée par l'Indice de Shannon-Weaver (H'), indice expliquant la diversité d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (varie entre 0 et log S avec S=nombre d'espèces).

Métrique 2. Richesse spécifique (S) (nb d'espèces / station).

Métrique 3. Indice AMBI, indice d'abondance relative par classes de polluo-sensibilité. Les espèces sont classées selon leur sensibilité à l'enrichissement en matière organique des sédiments en 5 groupes. L'indice se calcule en pondérant le nombre d'individus dans chaque groupe, comme suit :

$$AMBI = \frac{(0 * \%GI) + (1.5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4.5 * \%GIV) + (6 * \%GV)}{100}$$

- %GI : abondance relative des espèces sensibles aux perturbations,
- %GII : abondance relative des espèces indifférentes aux perturbations,
- %GIII : abondance relative des espèces tolérantes aux perturbations,
- %GIV : abondance relative des espèces opportunistes de second ordre,
- %GV : abondance relative des espèces opportunistes de premier ordre.

Valeurs de références

La mise en place de valeurs de référence pour l'indicateur benthos de substrat meuble a été réalisé dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion décrits dans les rapports BON ETAT 1 (Le Goff R, Ropert M. et al., 2010) et BON ETAT 2 (Ropert M., Duval M, et al., 2012).

La borne haute du M-AMBI, correspondant à un EQR de 1, est assimilée à une **valeur de référence**. Elle est définie par une station « de référence », pour laquelle les valeurs de 3 métriques ont été définies comme indiqué ci-dessous. Cette station peut être réelle, si existante, et sinon une station « fictive » est introduite dans le jeu de données. La borne basse du M-AMBI, correspondant à un EQR de 0, est définie par défaut comme correspondant aux plus mauvaises valeurs théoriques de chaque métrique. Dans le jeu de données, ces valeurs peuvent correspondre à une station existante, sinon, une station fictive est introduite.

Pour le M-AMBI de la Réunion, les valeurs de références utilisées sont celles calculées à partir du jeu de donnée métropolitain, et correspondant à l'environnement hydro-sédimentaire « Sables fins plus ou moins envasés subtidiaux ».

Valeurs des bornes du M-AMBI	H'	S	AMBI	M-AMBI
Basse	0	0	5,5	0,20
Haute	4,5	55	0,15	0,90

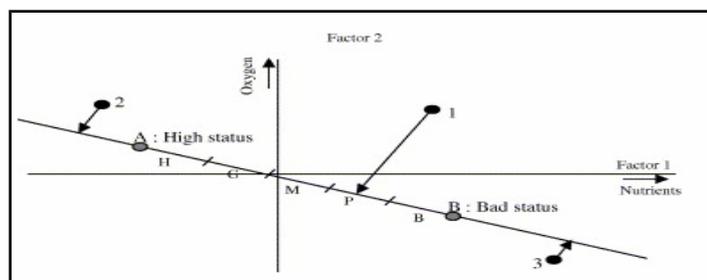
Ces chiffres sont toutefois en cours de confirmation, car dans la réalité, il s'agit plus fourchette que de valeurs précises.

Indicateur et grille de qualité

Les prélèvements en milieu sédimentaire fin sont effectués à la benne Van Veen ou à la benne Smith McIntyre (toutes les deux échantillonnent une surface de 0,1 m²). Sur chaque station, six prélèvements (réplicats) sont réalisés : cinq « coups de benne » efficaces pour l'analyse faunistique et un prélèvement supplémentaire pour la caractérisation physico-chimique du sédiment (granulométrie, matière organique...).

Méthode de calcul

Le M-AMBI est défini par analyse factorielle des correspondances, portant sur les 3 métriques, calculées sur l'ensemble de stations. La projection des valeurs des stations détermine trois axes perpendiculaires qui minimisent le critère des moindres carrés. La projection, dans le plan défini par les deux premiers axes, des deux sites correspondant à l'état le plus dégradé et à l'état le meilleur, permet de définir un nouvel axe ; la distance entre ces deux points sur cet axe est bornée entre 0 et 1. L'ensemble des points des sites sont ensuite projetés sur l'axe pour obtenir la valeur du M-AMBI, qui est équivalente à une valeur d'EQR (figure ci-dessous).



Dans le cas où plusieurs stations sont échantillonnées par masse d'eau, le M-AMBI est la moyenne des M-AMBI obtenus sur les stations de la masse d'eau.

L'adaptation du M-AMBI aux peuplements endogés de La Réunion a été réalisée par L. Bigot, et a porté sur :

- l'attribution d'une classe de polluo-sensibilité aux espèces tropicales ne figurant pas dans les listes européennes ;
- un changement de classe pour certaines espèces, rendue plus ou moins sensibles, selon les cas, à l'enrichissement en matière organique, vraisemblablement du fait des conditions hydroclimatiques en zone intertropicale. Ces changements de classe de polluo-sensibilité ont donc été réalisés principalement à dire d'expert, à partir des eux de données disponibles. Cette classification est susceptible d'évoluer très légèrement quand les premiers suivis auront été réalisés, et que les données disponibles seront plus conséquentes.

Les **valeurs seuils des classes d'EQR** ont été définies à dire d'expert en se basant sur un pas régulier. Ces valeurs seuils sont en cours de validation au niveau national.

Valeurs seuils de L'EQR	Classe
[1,00 – 0,82]	Très Bon
]0,82 – 0,61]	Bon
]0,61 – 0,40]	Moyen
]0,40 – 0,20]	Médiocre
]0,20 – 0,00]	Mauvais

Limites d'application – Commentaires

L'indicateur a été défini pour les masses d'eau côtières réunionnaises de type 1 à 4 car jugé non pertinent pour les masses d'eau de type récifal (type 5).

Du fait de l'hydrodynamisme important et des remaniements fréquents de sédiments par les houles australes et cycloniques dans les secteurs de petits fonds, les lieux de surveillance du RCS ont été positionnées à des profondeurs supérieures à 40 m.

Références bibliographiques

- GT DCE Réunion "Benthos de substrats meubles". Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle de surveillance DCE "Benthos de Substrats Meubles" à La Réunion. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00168/27913/>
- Le Goff Ronan, Ropert Michel, Scolan Pierre, Garric-Perales Julie, Nicet Jean-Benoit, Cambert Harold, Turquet Jean (2010). Projet "Bon Etat" : Définition du bon état chimique et écologique des eaux littorales réunionnaises au regard de la Directive cadre sur l'eau et proposition d'indicateurs associés. RST-DOIRUN/2010-05. <http://doi.org/10.13155/15013>
- Ropert Michel, Duval Magali, Maurel Laurence, Vermentot Coralie, Mouquet Pascal, Nicet Jean Benoit, Talec Pascal, Le Goff Ronan (2012). PROJET BON ETAT II : Actualisation de l'état des lieux du SDAGE, Volet "eaux côtières réunionnaises". RST-DOI/2012-04. <http://doi.org/10.13155/27943>
- Bigot L, (2006). Les communautés de macrofaune benthique des sédiments côtiers en zone tropicale non récifale : diversité et réponses aux modifications de l'environnement marin à La Réunion, océan Indien. Thèse Université de La Réunion, 242p <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00468129>

4.5.3 Masses d'eau côtières – Benthos de substrats durs



LA RÉUNION Masses d'eau côtières



GT DCE Eau Littorale – La Réunion « BENTHOS RECIFAL »

Coordonné et animé par :
L'IFREMER et la DEAL La Réunion

Avec la participation d'experts des structures suivantes :

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ (ex ONEMA),
ARVAM / HYDRÔREUNION : Cellule Biotechnologie et Environnement marin,
DEAL La Réunion,
IFREMER océan Indien et métropole,
IRD La Réunion : UMR Entropie,
OFFICE DE L'EAU de La Réunion,
Université de la Réunion : laboratoire ECOMAR / UMR Entropie,
Université de Bretagne Occidentale,
MAREX, Nicet Consultant,
OFFICE DE L'EAU de La Réunion,
PARETO EcoConsult,
RÉSERVE NATIONALE MARINE DE LA RÉUNION.

Résumé

L'indicateur benthos de substrat dur à été mis en place autour de la méthode : le L.I.T. (Line Intersect Transect) "Corail" et avec des paramètres d'accompagnements obtenus via les méthodes Belt Invertébrés (à compter de 2015) et Poissons (à compter de 2018) ainsi que Quadrats recrutement corallien uniquement en 2015. Il a été défini dans le cadre des travaux du GT DCE Eau Littoral de La Réunion, volet « benthos de substrats durs ».

Les suivis sont réalisés 2 fois par plan de gestion, tous les 3 ans lors de la période estivale (décembre à avril) période la plus défavorable et pénalisante pour l'évaluation de l'état des ME au regard de cet élément de qualité (car favorisant le compartiment algal, déclassant).

Il n'existe pas aujourd'hui de travaux permettant de relier les pressions anthropiques et les métriques de l'indicateur pour La Réunion.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

- **Composition** et **abondance** de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) ;
- **Composition** et **abondance** de la faune benthique invertébrée.

Historique

Le suivi benthique de substrats durs mis en œuvre depuis 2015 a bénéficié d'un réseau de suivi existant : le GCRMN (Global Coral Reef Monitoring Network). Celui-ci à été mis en place en 1998 sur les pentes externes et plateformes récifales. Ce suivi annuel est réalisé depuis 2007 par le Groupement d'intérêt Public de la Réserve Nationale Marine de la Réunion (GIP-RNMR) sur 7 sites distribués sur les 4 ME concernées - chaque site ayant une station sur la pente externe et une station sur la plate-forme récifale.

Le suivi tel qu'il doit être mis en œuvre dans le cadre de la DCE fait l'objet d'un fascicule technique mis à jour autant que de besoin.

Typologies

En 2012, 5 grands types de masses d'eaux côtières ont été définis à La Réunion, en se basant en priorité sur la **bathymétrie**, la **nature des fonds** et l'**exposition aux houles**.

Type	Nature des fonds	Bathymétrie	Hauteur moyenne des vagues	Exposition particulière	
				houles australes	houles cycloniques
1	Meuble, sablo-vaseux	Petit fond à moyen	Faible	Faible	Forte
2	Hétérogène	Fond Moyen à Grand	Moyenne	Faible	Moyenne/ Forte
3	Basaltique puis sablo-vaseux	Grand Fond	Très forte	Moyenne/ Forte	Moyenne
4	Basaltique puis sableux	Fond Moyen	Moyenne à forte	Moyenne/ Forte	Faible/ Moyenne
5	Récif corallien	Petit Fond	Moyenne/ Forte	Moyenne	Faible

Les suivis ne sont effectués que dans les masses d'eau de type récifale (Type 5). À noter que les récifs de La Réunion sont tous de type frangeant et situés sur la côte Ouest. Les suivis sont réalisés sur la pente externe des zones récifales de la masse d'eau. C'est-à-dire la partie du récif se situant après le front de déferlement.

Aucune différence typologique n'est faite au sein des masses d'eau de type récifal.

Fréquence de suivi

Le suivi communautés coralliennes est réalisé tous les trois ans, lors de la période estivale.

Jeu de données utilisé

Le jeu de donnée comprend 15 stations (dont une dite « optionnelle ») réparties dans les 4 masses d'eau. Sur les 15 stations, 7 sont suivies grâce au programme GCRMN et donc possède des données depuis 1998.

Type ME	Nom ME	Code ME	Nombre de stations
Récif (5)	Saint-Pierre	FRLC1 09	3 stations
Récif (5)	Etang salé	FRLC1 10	2 stations
Récif (5)	Saint Leu	FRLC1 11	5 stations
Récif (5)	Saint Gilles	FRLC1 12	5 stations

Métriques

L'indicateur se base sur plusieurs compartiments biologiques (Algues, Coraux, Invertébrés) à travers 3 protocoles différents. Un grand nombre de paramètres est donc saisi, même si tous ne participent pas au calcul de l'indicateur, ils sont indiqués dans le tableau suivant.

Paramètres obligatoires			
Méthode	Compartiment	Paramètres	Métriques
L.I.T Line Intercept Transect	Corail "dur" (HC, "Hard Coral)	Vitalité	% relatif au substrat colonisable
		Couverture corallienne	% de recouvrement de HC total
		Part relative des genres	% relatif, au sein de HC total
		Part relative des principales formes	% relatif, au sein de HC total
	Alcyonaires	Vitalité	% relatif au substrat colonisable
		Couverture	% de recouvrement d'Alcyonaire total
	Algues	Part de chaque groupe fonctionnel par rapport algues totales	% relatif au peuplement « algue » total
	Corail mort	Part corail mort (colonie encore sur pied aisément différenciable d'un substrat calcaire quelconque)	% relatif à l'ensemble Corail mort + Corail vivant

Belt Transect Invertébrés	Invertébrés benthiques vagiles	Abondance de taxon cible type « brouteurs d'algues »: oursin racleurs (ex : Diadema et Echinometra)	Densité
	Poissons coralliens	Abondance (en nombre d'individus) et classe d'abondance	nombre d'individus
Belt Transect Poissons	Poissons coralliens	Taille moyenne observée par espèce	taille en centimètres

Paramètres additionnels			
Méthode	Compartiment	Paramètres	Métriques
Transect L.I.T Line Intercept	Corail "dur" (HC, "Hard Coral)	Santé générale des coraux vivants: Présence de Nécroses / Maladies	Observation / Non Observation
		Part corail blanchi sur corail vivant	% relatif, au sein de HC total
		Couverture corail blanchi	% de recouvrement de HC blanc total

Valeurs de références

Les valeurs de référence pour cet indice ont été définies avec le meilleur site connu historiquement. Il s'agit de la station Saline au sein de la Masse d'Eau de type récifal de Saint Gilles (FLRC112), dont les meilleures données existantes remontent à 1980 (*Ropert et al.* 2012).

	Couverture en 1980
Corail	70,00%
Alcyonnaire (corail mou)	5,00%
Algue calcaire	15%
Algues molles	10%

Indicateur et grille de qualité

3 méthodes sont utilisées pour mesurer les paramètres retenus :

- L.I.T (Line Intercept transect) : matérialisation sur le terrain d'un segment de droite à l'aide d'un ruban gradué, positionné parallèlement au rivage et sur une même isobathe. Tous les individus interceptés par le ruban ainsi que le substrat non biologique sont identifiés et les longueurs

mesurées. Trois transects (sous-échantillons) sont préconisés par lieu de surveillance. Cette méthode permet d'appréhender la couverture corallienne et algale.

- **Belt Transect Invertébrés** : le Belt (=ceinture) correspond au couloir, long de 20 m et large de 4 m qui est réalisé le long de chacun des sous-échantillons de transect L.I.T (3 fois par station). Cette méthode permet de calculer les densités des invertébrés benthiques ciblés (oursins racleurs, bénitiers et Acanthaster).
- **Belt Transect Poissons** : Elle consiste au comptage des espèces de part et d'autre d'un transect de 50 m de long et 5 m de large (2,5 m de part et d'autre du penta-décamètre), à travers 3 réplicats. Seules quelques espèces herbivores sont ciblées par ce comptage.

Les données sont saisies dans BD Récif puis synchronisés avec Quadrige².

Calcul de l'indice

L'indicateur qui permet d'établir l'état écologique en fonction du benthos de substrats durs a été établi et développé sur la base des données acquises depuis 1998 par la RNMR. Il prend en compte un certain nombre de métriques mesurées ou calculées à partir du LIT Benthos (cf tableau ci-dessous).

Paramètres	Métrique	Intitulé de l'indice normalisé
Couverture en Corail dur	Vitalité (%) sur substrat dur (colonisable) ; noté : Vitalité corallienne	VITALITE
Couverture des Acropores (CAC)	Part d'Acropores sur le corail vivant (%) ; noté : %CAC	ACROPORES
Couverture des Acropores Branchus et Tabulaires (ACT+ACB)	Part d'ACT+ACB au sein des Acropores (%) ; noté : %ACB+ACT	ACB+ACT
Couverture des Algues dressées	Part des Algues dressées sur le substrat disponible (%) ; noté : % Algue dressées	ALGUES DRESSEES
Couverture des Algues Calcaires	Part des Algues calcaires sur le substrat disponible (%) ; noté : % Algue calcaires	ALGUES CALCAIRES
Couverture des Corail mou (Alcyonaire)	Vitalité de Corail Mou (%) sur le substrat disponible (%) ; noté : % Corail Mou	CORAIL MOU

La signification écologique des différents indices n'est pas homogène : certains indices retranscrivent mieux que d'autres la qualité de la biocénose benthique corallienne des pentes externes des platiers récifaux réunionnais, et représenteront de meilleures sentinelles pour déceler des évolutions, positives ou négatives, de cet état de santé. Des coefficients de pondération (*en gris* dans le tableau) ont donc été appliqués aux différents indices en fonction de leur contribution au « bon » ou au « mauvais » état évalué par le groupe d'experts locaux. Cela implique que certains paramètres sont déclassants, alors que d'autres sont améliorants.

Pour chaque indicateur, une formule différente (non retranscrites ici) est utilisée afin de donner une note sur 100. Puis, suivant la classe correspondante à la note donnée, un score est attribué allant de 1 à 5 (Très bon = 1 et Mauvais = 5). Les indices sont alors normalisés.

Indice	Vitalité	Acropores	Acropores branchus et tabulaires	Algues dressées	Algues Calcaires	Corail mou	Classe
Pondération	10	5	1	2	1	1	
Seuils Indice	[60 – 100[	[60 – 100[	[50 – 100[	[0 – 5[	[60 – 100[	[0 – 10[	Très bon
	[40 – 60[	[40 – 60[	[30 – 50[	[5 – 20[	[40 – 60[	[10 – 20[	Bon
	[20 – 40[	[20 – 40[	[10 – 30[	[20 – 40[	[20 – 40[	[20 – 40[	Moyen
	[5 – 20[	[5 – 20[	[5 – 10[	[40 – 60[	[5 – 20[	[40 – 60[	Médiocre
	[0 – 5[	[0 – 5[	[0 – 5[	[60 – 100[	[0 – 5[	[60 – 100[	Mauvais

On applique au final les coefficients de pondération pour chaque indice afin d'obtenir la valeur globale de l'indicateur selon la formule suivante :

$$I = \frac{x_1 I_1 + x_2 I_2 + x_3 I_3 + x_4 I_4 + x_5 I_5 + x_6 I_6}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6}$$

x_i = Coefficient de pondération appliqué à l'indice du paramètre i

I_i = Indice normalisé du paramètre i

Valeurs seuils en cours de validation au niveau national

Indicateur (Non concrétisé dans la réglementation)	Classe
[0 – 1]	Très Bon
]1 – 2]	Bon
]2 – 3]	Moyen
]3 – 4]	Médiocre
]4 – 5]	Mauvais

L'indicateur est amené à évoluer et prendre en considération des paramètres supplémentaires (mesurés par le Belt-invertébrés ou Belt-poissons).

Limites d'application – Commentaires

Cet indicateur est relativement récent (2015). Il peut donc être amené à évoluer au cours des prochaines années.

Seules les masses d'eau de type récifal (type 5) sont concernées. Le suivi préconisé à ce jour est limité aux pentes externes des complexes récifaux de La Réunion, il a vocation à être développé au niveau des plateformes récifales en fonction des futures acquisitions dans le cadre de contrôles d'enquêtes en cours de définition et des projets en lien avec l'imagerie hyperspectrale.

Références bibliographiques

GT DCE Réunion « Benthos de substrats durs ». Fascicule technique pour la mise en œuvre du suivi "Benthos de substrats durs " du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion. Projet Bon Etat II, réactualisation de l'état des lieux du SDAGE Réunion et Assistance technique au Bassin La Réunion. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00167/27806/>

Le Goff Ronan, Ropert Michel, Scolan Pierre, Garric-Perales Julie, Nicet Jean-Benoit, Cambert Harold, Turquet Jean (2010). Projet "Bon Etat" : Définition du bon état chimique et écologique des eaux littorales réunionnaises au regard de la Directive cadre sur l'eau et proposition d'indicateurs associés. RST-DOIRUN/2010-05. <http://doi.org/10.13155/15013>

Robert Michel, Duval Magali, Maurel Laurence, Vermentot Coralie, Mouquet Pascal, Nicet Jean Benoit, Talec Pascal, Le Goff Ronan (2012). PROJET BON ETAT II : Actualisation de l'état des lieux du SDAGE, Volet "eaux côtières réunionnaises". RST-DOI/2012-04. <http://doi.org/10.13155/27943>

4.6 Mayotte

4.6.1 *Phytoplancton*

MAYOTTE **Masses d'eau côtières**



GT DCE Eau Littorale – MAYOTTE « PHYTOPLANCTON »

Coordonné et animé par :

L'IFREMER et le PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE

Avec la participation d'experts des structures suivantes :

**AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ,
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE,
CENTRE UNIVERSITAIRE DE MAYOTTE,
DEAL Mayotte,
ECOLAB, Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement,
ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES,
IFREMER océan Indien et métropole,
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT,
Université de la Réunion : laboratoire ECOMAR / UMR Entropie,
MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE,
PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE,
UNIVERSITÉ Aix Marseille.**

Résumé

L'indicateur phytoplancton est traditionnellement composé d'une métrique de biomasse (Chlorophylle a), d'une métrique d'abondance et d'une évaluation de la fréquence et l'intensité de l'efflorescence planctonique. Toutefois seule la première métrique est utilisée actuellement faute de données suffisantes pour définir les références et grilles pour les deux autres (actuellement en cours d'acquisition dans le cadre du RHLM).

Le Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais évalue le phytoplancton lors de 2 campagnes par an : 1 campagne en période sèche (octobre-novembre), 1 campagne en période humide (mars-avril).

L'échantillonnage se fait sur toutes les masses d'eau côtières (MEC), et tous les ans d'un plan de gestion (6 ans), à l'exception du phytoplancton pour les paramètres de composition et d'abondance pour lesquels le suivi se fait 2 fois par cycle de gestion.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

- **Composition, abondance et biomasse** du phytoplancton.

Historique

Le Réseau Hydrologique du Littoral Mahorais (RHLM) est mis en œuvre depuis 2011 et s'appuie sur plusieurs études menées au préalable :

- la Consolidation de l'état des lieux 2008 (SDAGE) ;
- la définition d'un réseau de contrôle de surveillance menée sur 3 années de 2008 à 2010.

Typologies

Les 17 masses d'eau côtières ont été regroupées en 8 types distincts, sur plusieurs critères.

Type	Renouvellement de l'eau	Courant	Intensité de la Houle	Nature de la Houle	Topographie du fond	Substrat dominant
1	Fort	Fort	Fort	Australe et Mousson	Grand	Sable
2	Moyen à Fort	Moyen à Fort	Moyen à Fort	Australe	Moyen	Sable
3	Moyen à Fort	Fort	Moyen à Fort	Mousson	Moyen	Sable et Sablo-vaseux
4	Faible à Moyen	Faible à Moyen	Faible à Moyen	Australe	Moyen	Sablo-vaseux
5	Faible à Moyen	Faible à Moyen	Faible à Moyen	Mousson	Moyen	Sablo-vaseux
6	Faible à Moyen	Fort	Faible à Moyen	Mousson	Moyen	Sablo-vaseux
7	Faible	Faible	Faible	Sans objet	Moyen	Sablo-vaseux
8	Faible	Faible	Faible	Sans objet	Petit	Vaseux

Jeu de données utilisé

Les suivis sont réalisés sur l'ensemble des masses d'eau côtières (soit 17).

Type ME	Sous-Groupe	Nom ME	Code ME
1	Large	Eaux du Large	FRMC17
2	Lagonnaire	Grand récif du Sud	FRMC02
2	Lagonnaire	Barrière immergée Ouest	FRMC05
2	Lagonnaire	Pamandzi-Ajangoua-Bandrelé	FRMC13
2	Lagonnaire	Bambo Est	FRMC15
3	Lagonnaire	M'Tsamboro-Choizil	FRMC07
3	Lagonnaire	Récif du Nord-Est	FRMC09
3	Lagonnaire	Mamoudzou-Dzaoudzi	FRMC11
4	Côtière	Grand récif du Sud	FRMC01
4	Côtière	Barrière immergée Ouest	FRMC04
4	Côtière	Bambo Est	FRMC14
5	Côtière	M'Tsamboro-Choizil	FRMC06
5	Côtière	Récif du Nord-Est	FRMC08
5	Côtière	Pamandzi-Ajangoua-Bandrelé	FRMC12
6	Côtière	Mamoudzou-Dzaoudzi	FRMC10
7	Baie	Baie de Bouéni	FRMC03
8	Vasière	Vasière des badamiers	FRMC16

Indicateur

Mayotte est devenue un département d'outre-mer en 2011. Le 1^{er} plan de gestion avec rapportage européen est donc le plan de gestion 2016-2021. Étant donné la quasi-inexistence de réseaux de surveillance fonctionnels, et la quasi-absence de données historiques, la mise en œuvre du programme de surveillance se fait progressivement. Pour certains éléments de qualité, les travaux portent toujours sur la stratégie de suivi et l'établissement d'un indicateur de qualité.

C'est le cas du phytoplancton, où le RHLM est donc encore dans une phase d'acquisition de données, à un rythme de 2 campagnes hydrologiques par an. Pour l'instant ce rythme a permis de récolter de nombreuses données, mais elles semblent insuffisantes pour l'élaboration de métriques, d'indicateurs et de grilles d'évaluation adaptées aux spécificités des masses d'eau littorales mahoraises. De plus, pour Mayotte, la typologie et le découpage des masses d'eau ne sont pas validés au niveau national et sont susceptibles d'évoluer.

Une étude spécifique, PHYTOMAYOTTE, a donc été initiée afin de recueillir des données à un rythme mensuel sur 11 stations réparties sur des plusieurs sites avec des pressions différentes. Les échantillonnages ont eu lieu entre mai 2016 et avril 2017 et le rapport final est attendu pour mi 2018.

Références bibliographiques

Buchet R. 2014 : Mise en oeuvre de la surveillance pour la Directive Cadre Européenne sur l'Eau dans les départements d'Outre-Mer. Volet littoral. Rémi Buchet, octobre 2014, 135 pages.

Duval Magali, Bruchon Franck, Faure Sandra, Hoarau Ludovic (2016). Assistance auprès de la DEAL pour la mise en oeuvre de la DCE sur les eaux côtières de Mayotte (élaboration et suivi du SDAGE) – Mayotte. Convention 2015 - Action 31 - Rapport final.

4.6.2 Autres travaux

Mayotte ne possède pas de masses d'eau de transition. Des études sont actuellement en cours afin de définir plusieurs indicateurs :

- L'indicateur endofaune de substrat meuble est en cours de développement par le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM).
- L'indicateur angiospermes fait partie des études menées dans le cadre de la thèse UBO. Le suivi du réseau de contrôle de surveillance préconisé par l'ARVAM en 2010 s'appuie sur deux études. Les modalités de mise en œuvre de ce suivi dans le cadre du RCS ne sont pas encore arrêtées. Le Parc Naturel Marin de Mayotte pilote depuis 2014 la cartographie des herbiers de phanérogames sur l'ensemble du territoire Mahorais. Cette étude permettra une meilleure connaissance de ces écosystèmes pour la définition d'un indicateur de qualité.
- L'indicateur Mangrove est en cours de développement par le Muséum National d'Histoire Naturel (MNHN) et le Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres (CRLR).
- L'indicateur macroalgues est jugé pertinent, et sera à développer pour le cycle suivant de la DCE (2021 – 2027).
- L'indicateur du benthos récifal est en cours de développement par le Parc Naturel Marin de Mayotte (PNMM). Le suivi du réseau de contrôle de surveillance préconisé par l'ARVAM en 2010 s'appuie sur des réseaux déjà mis en œuvre à Mayotte : GCRMN (mis en œuvre depuis 1998) et Reef Check (mis en œuvre depuis 2002) pour l'évolution temporelle fine ainsi que sur des études plus ponctuelles sur la représentativité spatiale entre 1989 et 2005. Les modalités de mise en œuvre de ce suivi dans le cadre du RCS ne sont pas encore arrêtées.

4.7 Guyane

4.7.1 *Masses d'eaux côtières – Phytoplancton*



INDICATEUR PHYTOPLANCTON

Luis Lampert¹, Bruno Andral¹
Stéphanie Rey², Franck Chow-Toun³, Mathieu Rhoné³
Sylvain Coulon⁴, Beatriz Becker⁵

¹IFREMER ; ²DEAL Guyane ; ³Office de l'eau guyanais, ⁴Asconit, ⁵iXBlue

Résumé

Les eaux extrêmement turbides du littoral guyanais présentent une dynamique phytoplanctonique remarquable, avec une biomasse et une composition régulières tout au long de l'année, se comportant comme une situation printanière des eaux atlantiques métropolitaines. Les apports en nutriments des eaux amazoniennes et des fleuves locaux leur procurent des nutriments en permanence et tout particulièrement en silice ; ce qui profite aux diatomées, qui constituent la classe phytoplanctonique dominante.

Les métriques et les grilles métropolitaines pour la biomasse chlorophyllienne et pour l'abondance (fréquence d'efflorescences) sont retenues pour la Guyane. Concernant l'indice d'abondance (IA), le seuil des efflorescences est modifié par rapport à l'indice métropolitain : il passe de 100 000 cel/L à 1 000 000 cel/L pour les eaux guyanaises. Concernant l'indice de composition (IC), une première étude réalisée en Guyane permet de proposer un indice basé sur les analyses par HPLC des pigments phytoplanctoniques. Le premier plan de gestion en constituera « la référence » et permettra de mesurer l'écart qui pourrait survenir lors des plans de gestion suivants. La mise en œuvre d'un tel indice est en cours en métropole.

Paramètres biologiques (selon l'Annexe V de la DCE)

L'indicateur Phytoplancton est composé de 3 indices (Belin *et al.*, 2014) :

- IB (**indice de biomasse**), calculé à partir de la concentration phytoplanctonique en chlorophylle-a.
- IA (**Indice d'abondance**), calculé comme un pourcentage de blooms acceptables sur la période de gestion (grilles).
- IC (**indice de composition**), calculé à partir des analyses pigmentaires (HPLC – Lampert, 2017).

Historique de suivis en Guyane

Le manque de données marines en Guyane a nécessité d'une phase accélérée d'acquisition de connaissances afin de mieux comprendre le fonctionnement de ses écosystèmes. Plusieurs études ont été entreprises depuis 2018 sur le littoral et les estuaires. Un groupe de travail « eaux littorales » (GT EL

Guyane) a été mis en place en janvier 2011 avec pour objectif la définition de la stratégie à adopter pour la mise en œuvre de la surveillance DCE dans les eaux littorales de la Guyane.

Les travaux réalisés par l'Ifremer dans le cadre de ce GT, et validé par ce dernier, ont permis d'aboutir à la proposition d'un programme de surveillance en décembre 2011. Le programme de surveillance a débuté en 2013 sous maîtrise d'ouvrage de la DEAL Guyane. La maîtrise d'ouvrage de la surveillance a été transférée à l'Office de l'Eau de Guyane en 2014. Les premières données du réseau, ainsi que les GT EL successifs, avec le concours des experts, ont conduit à faire évoluer les stratégies de surveillance des eaux côtières guyanaises.

Typologies

Une seule masse d'eau côtière a été défini en Guyane au début du premier plan (2013). Sur plus de 300 km de côte, la typologie est la même (C15), avec des fonds de vase sur un plateau continental à faible pente et exposé aux vents (alizées de NE ou SO) et à la houle. 7 à 8 bancs de vase se déplacent de 1 à 3 km par an vers le NO affectant successivement les estuaires et côtes, et empêchant de leur accorder des caractéristiques morpho-sédimentaires pérennes.

Jeu de données utilisé

Sur l'unique MEC guyanaise (FRKC001), 7 points de surveillance ont été définis en 2013 (tableau 1). Suite au GT EL du 24 novembre 2017, seuls 4 points ont été retenus pour le calcul de l'indicateur « phytoplancton », considérés comme les plus représentatifs de la masse d'eau (hors influence des estuaires). La fréquence annuelle d'échantillonnage a également été revue, passant de 8 fois par an à 4 fois par an minimum (deux fois en saison sèche et deux fois en saison humide).

Tableau 1 : Points de surveillance de la MEC guyanaise de 2013 à 2017. À partir de 2018, seuls les 4 points non grisés seront considérés pour cet indicateur. Les points Les Hattes et Pointe Béhague ont été abandonnés car non représentatifs de la MEC. Le point Grand Connétable est abandonnée car redondant.

Département	Code ME	Nom point de surveillance	Code point	Code local
Guyane	FRKC001	Les Hattes	146-P-032	MEC28
Guyane	FRKC001	Kourou côte	146-P-033	MEC29
Guyane	FRKC001	Iles du Salut	146-P-034	MEC30
Guyane	FRKC001	Pointe Béhague	146-P-035	MEC31
Guyane	FRKC001	Cayenne côte	146-P-011	MEC7
Guyane	FRKC001	Ilet La Mère	146-P-012	MEC8
Guyane	FRKC001	Grand Connétable	146-P-013	MEC9

Indice de Biomasse

Métrique : percentile 90 sur six ans, en $\mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle-a

La grille de qualité retenue pour l'indice de biomasse est celui de la Mer du Nord

La valeur de référence pour la chlorophylle-a est de $0,67 \mu\text{g.L}^{-1}$

L'EQR est celui retenu au cours du 3^{ème} round d'intercalibration

Seuils CHLA ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	EQR Biomasse	Classe
[0,0 – 10,0]	[1,00 – 0,67]	Très bon
]10,0 – 15,0]	]0,67 – 0,44]	Bon
]15,0 – 22,5]	]0,44 – 0,30]	Moyen
]22,5 – 45,0]	]0,30 – 0,15]	Médiocre
> 45,0	]0,15 – 0,00]	Mauvais

Lors du GT EL du 24 novembre 2017, le recours à des images satellites pour le suivi de la masse d'eau côtière guyanaise a été validé pour améliorer l'évaluation. Les modalités et mise en pratique seront définies lors de leur mise en application et sur la base des travaux et études effectuées (voir bibliographie).

Indice d'abondance

Métrique : pourcentage d'échantillons en efflorescence (bloom) d'un taxon unique par échantillon, et d'un seul point de surveillance par masse d'eau, sur six ans. Un bloom est défini en Guyane par une abondance > 1 000 000 cel/L (microphytoplancton observé au microscope optique). Ainsi, si plusieurs espèces sont en efflorescence dans un même échantillon, l'échantillon correspond à un seul phénomène d'efflorescence. Si sur plusieurs points de surveillance d'une même masse d'eau sont observés des efflorescences, il ne sera retenu que le point présentant le maximum d'efflorescences.

La valeur de référence pour l'abondance est de 16,7 % en fréquence des blooms sur 6 ans.

La grille de qualité DCE retenue pour l'indice abondance (microphytoplancton) en Guyane est celle retenue en Atlantique pour la façade métropolitaine dans l'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2015 :

Seuils ef- florescences (%)	EQR Abondance	Classe
[0 – 20]	[1,00 – 0,84]	Très bon
]20 – 39]	]0,84 – 0,43]	Bon
]39 – 70]	]0,43 – 0,24]	Moyen
]70 – 90]	]0,24 – 0,19]	Médiocre
> 90	]0,19 – 0,00]	Mauvais

Indice de composition

Métrique : Indice de composition de Bray-Curtis (ICBC) tel que défini dans Lampert (2017), obtenu avec les matrices pigmentaires sur 6 ans par rapport à la période 2013-2018. En absence des pressions et impacts anthropiques constatés sur le phytoplancton, cette période est considérée comme « la référence ».

L'ICBC étant déjà un indice borné entre 0 et 1, il n'est pas nécessaire de définir un EQR.

La grille proposée est provisoire, car les dernières données pigmentaires du premier plan de gestion ne sont pas encore disponibles. Aucune autre expérience européenne n'existe pour cet indice, également testé en métropole (2018).

ICBC	Classe
[0 – 0,2]	Très bon
]0,2 – 0,4]	Bon
]0,4 – 0,6]	Moyen
]0,6 – 0,8]	Médiocre
]0,8 – 1]	Mauvais

Règles d'agrégation : pour obtenir les matrices pigmentaires nécessaires au calcul de l'ICBC, seront utilisés les moyennes, pour chaque pigment, de tous les points de la MEC sur la période concernée (6 ans).

Indice Phytoplancton

L'indicateur Phytoplancton est calculé sur la base des trois indices (IA, IB et IC). La méthode de calcul pourrait être, « le plus déclassant », « une moyenne pondérée » avec une nouvelle grille, ou toute autre forme d'agrégation. Ce point pourra être défini ultérieurement, quand toutes les données sur 6 ans seront disponibles.

Commentaires

Pour l'indice **biomasse** les concentrations en chlorophylle-*a* obtenues par HPLC seront utilisées en priorité, par rapport aux autres méthodes analytiques disponibles.

Références bibliographiques

- Belin, Catherine, Alice Lamoureux, et Dominique Soudant. 2014. « Évaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. État des Lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome1 – État des lieux, méthodes et synthèse des résultats ». Scientifique et technique Rapport DYNECO / VIGIES 14-05 – Tome 1. Nantes : IFREMER. <http://doi.org/10.13155/50490>.
- Lampert, Luis. 2015. « Etude sur la température de surface de la mer des eaux guyanaises dans le contexte DCE ». Scientifique et technique RST.Dyneco 2015-02. Brest, France: IFREMER. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00294/40509/>.
- Lampert, Luis, Bryère, et Francis Gohin. 2015. « Etude de la variation des paramètres température, biomasse et turbidité sur plus de 10 années dans les eaux marines guyanaises par imagerie satellite ». Expertise Onema. Brest, France: IFREMER. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00294/40531/>.
- Lampert, Luis, Philippe Bryère, et Francis Gohin. 2016. « Etude de la variation des paramètres biomasse (Chla) et turbidité sur plus de 10 années dans les eaux marines guyanaises par imagerie satellite. - Phase 2 : utilisation de la résolution à 300 m », novembre. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00369/47992/>.
- Lampert, Luis. 2017. « Calcul d'un indice de composition phytoplanctonique pigmentaire pour les eaux guyanaises (DCE) », juin. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00389/50040/>.

4.7.2 Autre travaux

Des études sont en cours dans les masses d'eau de transition afin de définir plusieurs indicateurs biologiques :

- L'indicateur poisson est en cours de développement par l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), avec un indicateur opérationnel attendu pour fin 2018.
- L'indicateur mangroves est en cours de développement par le Muséum National d'Histoire Naturel (MNHN), avec un indicateur opérationnel attendu pour 2020.

ANNEXE 2 : Pertinence des éléments de qualité par bassin :

1. Eaux côtières de l'Atlantique, la Manche et la mer du Nord

Élément de qualité	Paramètre DCE	Type	Pertinence par type
			Pertinence
Phytoplancton	Chl a	C01 à 17	Oui
	Abondance		Oui
	Composition taxonomique		En cours de développement
Invertébrés benthiques	Substrat meuble	C01 à 17	Oui
Macroalgues	Blooms à ulves	C01 à 17	Oui
	Blooms autres	C01 à 17 MEC abritées	Oui
	Substrat dur intertidal	C01 à 17	Oui sauf FRGC48
	Substrat dur subtidal	C01 à 17	Oui sauf ME Côte Landaise (absence de macroalgues)
Angiospermes	Zostera marina et nolti	C01 à 17	Oui
Physico-chimie	Température	C01 à 17	Oui
	Salinité		Non, paramètre explicatif
	Turbidité		Oui
	Oxygène dissous		Oui sauf ME « Rade Brest » et « Golfe du Morbihan »
	Nutriments (azote)		Oui
	Nutriments autres (PO4, Si)		Pertinence à étudier
Hydromorphologie		C01 à 17	Oui

2. Eaux de transition de l'Atlantique, la Manche et la mer du Nord

Élément de qualité	Paramètre DCE	Type	Pertinence par type
			Pertinence
Phytoplancton	Chl a	T01 à 09	Oui sauf MET turbides (voir tableau ci-dessous pour liste des ME)
	Abondance		Oui sauf MET turbides
	Composition taxonomique		En cours de développement
Invertébrés benthiques	Substrat meuble	T01 à 09	En cours de développement
Macroalgues	Blooms autres	T01 à 09	Oui
	Substrat dur intertidal	T01 à 09	Oui
Angiospermes	Zostera marina et nolti	T01 à 09	Oui
Poissons	Poissons	T01 à 09	Oui
Physico-chimie	Température	T01 à 09	Non
	Salinité		Non, paramètre explicatif
	Turbidité		Non, paramètre explicatif
	Oxygène dissous		Oui
	Nutriments (azote)		Oui
	Nutriments autres (PO4, Si)		Pertinence à étudier
Hydromorphologie		T01 à 09	Oui

Liste des masses d'eau pour lesquelles les éléments de qualité phytoplancton et oxygène dissous sont non pertinents (Façade Atlantique)

Masses d'eau de transition turbides – NON pertinents pour le phytoplancton					
Code ME	Nom de la ME	Type ME	Bassin hydrographique	Typologie française – Code	Typologie Française – Nom
FRHT05	Baie du Mont-Saint-Michel : fond de baie estuarien	MET	Seine Normandie	T5	Estuaire, petit ou moyen, macrotidal, fortement salé, à débit moyen
FRFT04	Gironde centrale	MET	Adour Garonne	T7	Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit
FRFT06	Estuaire Adour Amont	MET	Adour Garonne	T4	Estuaire mésotidal, très peu salé et à débit moyen
FRFT32	Estuaire Fluvial Dordogne	MET	Adour Garonne	T4	Estuaire mésotidal, très peu salé et à débit moyen
FRFT33	Estuaire Fluvial Garonne Amont	MET	Adour Garonne	T6	Grand estuaire très peu salé et à fort débit
FRFT34	Estuaire Fluvial Garonne Aval	MET	Adour Garonne	T6	Grand estuaire très peu salé et à fort débit
FRFT35	Gironde Amont	MET	Adour Garonne	T6	Grand estuaire très peu salé et à fort débit
FRGT04	Jaudy	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
FRGT10	Elorn	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
FRGT12	Aulne	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
FRGT25	Rivière Noyal	MET	Loire Bretagne	T1	Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide
FRGT26	Rivière Peneuf	MET	Loire Bretagne	T1	Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide
FRGT27	Vilaine	MET	Loire Bretagne	T1	Petit estuaire à grande zone intertidale, moyennement à fortement salé, faiblement à moyennement turbide
FRGT28	Loire	MET	Loire Bretagne	T7	Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit
FRGT29	Vie	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
FRGT30	Lay	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
FRGT31	Sèvre – Niortaise	MET	Loire Bretagne	T8	Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte

3. Eaux côtières de Méditerranée

Élément de qualité	Paramètre DCE	Type	Pertinence par type
			Pertinence
Phytoplancton	Chl a	C18 à 26	Oui
	Abondance		Oui
	Composition taxonomique		En cours de développement
Invertébrés benthiques	Substrat meuble	C18 à 26(en infralittoral)	Oui
Macroalgues	Substrat dur infralittoral	C18 à 26	Oui
Angiospermes	Posidonies	C18 à C26	Oui sauf en C19, herbier régressif
Physico-chimie	Température	C18 à 26	Oui
	Salinité		Non, paramètre explicatif
	Turbidité		Oui
	Oxygène dissous		Oui
	Nutriments (azote)		Oui
	Nutriments autres (PO4, Si)		Pertinence à étudier
Hydromorphologie		C18 à 26	Oui

4. Eaux de transition de Méditerranée

Élément de qualité	Paramètre DCE	Type	Pertinence par type
			Pertinence
Phytoplancton	Chl a	T10 à T12	Oui, sauf FRDT19 et FRDT20
	Abondance		Oui, sauf FRDT19 et FRDT20
	Composition taxonomique		En cours de développement
Invertébrés benthiques	Substrat meuble	T10 à T12	Oui sauf lagunes oligo et mésohalines
Flore autre que phytoplancton	Macrophytes	T10 à T12	Oui sauf T12
Poissons	Poissons	T10 à T12	En cours de développement
Physico-chimie	Température	T10 à T12	Non
	Salinité		Non, paramètre explicatif
	Turbidité		Oui sauf T10
	Oxygène dissous		Oui sauf T10
	Nutriments (azote)		Oui
	Nutriments autres (PO4, Si)		Pertinence à étudier
Hydromorphologie		T10 et T12	Oui

5. Eaux côtières de la Réunion

Élément de qualité	Paramètre DCE	Pertinence
Phytoplancton	Chlorophylle a	Oui sauf Type 5
	Abondance (blooms)	Oui sauf Type 5
	Composition taxonomique	Oui sauf Type 5
Invertébrés benthiques	Substrats meubles	Oui sauf Type 5
	Substrats durs	Oui sauf Type 1 à 4 (*)
Flore autre que phytoplancton	Macro-algues	Non pertinence à étudier (*)
	Angiospermes	Non
	Mangrove	Non
Physico-Chimie	Température	Oui
	Salinité	Non, paramètre explicatif
	Turbidité	Oui
	Oxygène dissous	Oui sauf Type 5 et si fond > 30 m pour Type 1 à 4
	Nutriments : azote (ammonium+ nitrite + nitrate)	Indicateur en développement
	Nutriments autres : PO4, Si	Indicateur en développement
Hydromorphologie		Oui
<p>(*) L'indicateur BSD « pente externe » est composé de plusieurs indices dont un indice « Algues dressées ».</p> <p>Définition des termes utilisés dans le tableau pour les éléments de qualité biologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oui : grille existante • Indicateur en développement : le paramètre est jugé pertinent mais l'indicateur n'est pas finalisé • Pertinence à étudier : les travaux existants n'ont pas permis de juger de la pertinence ou non de l'indicateur • Non pertinence à étudier : le paramètre est jugé non pertinent et en attente du rapport justifiant sa non pertinence • Non : sans objet 		

6. Eaux côtières de Mayotte

Élément de qualité	Paramètre DCE	Pertinence
Phytoplancton	Chlorophylle a	Indicateur en développement
	Abondance (blooms)	Indicateur en développement
	Composition taxonomique	Pertinence à étudier
Invertébrés benthiques	Substrats meubles	Indicateur en développement mais pertinence à étudier pour certaines masses d'eau
	Substrats durs	Indicateur en développement mais pertinence à étudier pour certaines masses d'eau
Flore autre que phytoplancton	Macro-algues	Non pertinence à étudier
	Angiospermes	Indicateur en développement
	Mangrove	Indicateur en développement
Physico-Chimie	Température	Oui
	Salinité	Non, paramètre explicatif
	Turbidité	Oui
	Oxygène dissous	Oui
	Nutriments : azote (ammonium+ nitrite + nitrate)	Indicateur en développement
	Nutriments autres : PO4, Si	Indicateur en développement
Hydromorphologie		Oui
Définition des termes utilisés dans le tableau pour les éléments de qualité biologiques : <ul style="list-style-type: none"> • Oui : grille existante • Indicateur en développement : le paramètre est jugé pertinent mais l'indicateur n'est pas finalisé • Pertinence à étudier : les travaux existants n'ont pas permis de juger de la pertinence ou non de l'indicateur • Non pertinence à étudier : le paramètre est jugé non pertinent et en attente du rapport justifiant sa non pertinence • Non : sans objet 		

7. Eaux côtières de Guadeloupe et Martinique

Élément de qualité	Paramètre DCE	Pertinence
Phytoplancton	Chlorophylle a	Oui
	Abondance (blooms)	Oui
	Composition taxonomique	Indicateur en développement
Invertébrés benthiques	Substrats meubles	Pertinence à étudier
	Substrats durs	Indicateur en développement
Flore autre que phytoplancton	Macro-algues	Pertinence à étudier
	Angiospermes	Indicateur en développement
	Mangrove	Indicateur en développement
Physico-Chimie	Température	Oui
	Salinité	Non, paramètre explicatif
	Turbidité	Oui
	Oxygène dissous	Oui
	Nutriments : azote (ammonium+ nitrite + nitrate)	Indicateur en développement
	Nutriments autres : PO4, Si	Indicateur en développement
Hydromorphologie		Oui

Définition des termes utilisés dans le tableau pour les éléments de qualité biologiques :

- Oui : grille existante
- Indicateur en développement : le paramètre est jugé pertinent mais l'indicateur n'est pas finalisé
- Pertinence à étudier : les travaux existants n'ont pas permis de juger de la pertinence ou non de l'indicateur
- Non pertinence à étudier : le paramètre est jugé non pertinent et en attente du rapport justifiant sa non pertinence
- Non : sans objet

9. Eaux côtières de Guyane

Élément de qualité	Paramètre DCE	Pertinence
Phytoplancton	Chlorophylle a	Oui
	Abondance (blooms)	Oui
	Composition taxonomique	Oui
Invertébrés benthiques	Substrats meubles	Pertinence à étudier
	Substrats durs	Non
Flore autre que phytoplancton	Macro-algues	Non
	Angiospermes	Non
	Mangrove	Non
Physico-Chimie	Température	Oui
	Salinité	Non, paramètre explicatif
	Turbidité	Non
	Oxygène dissous	Oui
	Nutriments : azote (ammonium+ nitrite + nitrate)	Indicateur en développement
	Nutriments autres : PO4, Si	Indicateur en développement
Hydromorphologie		Oui
Définition des termes utilisés dans le tableau pour les éléments de qualité biologiques : <ul style="list-style-type: none"> • Oui : grille existante • Indicateur en développement : le paramètre est jugé pertinent mais l'indicateur n'est pas finalisé • Pertinence à étudier : les travaux existants n'ont pas permis de juger de la pertinence ou non de l'indicateur • Non pertinence à étudier : le paramètre est jugé non pertinent et en attente du rapport justifiant sa non pertinence • Non : sans objet 		

10. Eaux de transition de Guyane

Élément de qualité	Paramètre DCE	Pertinence
Phytoplancton	chlorophylle a	Non
	abondance (blooms)	Non
	composition taxonomique	Non
Invertébrés benthiques	Substrats meubles	Pertinence à étudier
	Substrats durs	Pertinence à étudier
Flore autre que phytoplancton	Mangrove	Indicateur en développement
	Macro-algues	Non
	Angiospermes	Non
Poissons	Poissons	Indicateur en développement
Physico-Chimie	Température	Oui
	Salinité	Non, paramètre explicatif
	Turbidité	Pertinence à confirmer selon la ME
	Oxygène dissous	Oui
	Nutriments : azote (ammonium+ nitrite + nitrate)	Indicateur en développement
	Nutriments autres : PO4, Si	Indicateur en développement
Hydromorphologie		Oui
Définition des termes utilisés dans le tableau pour les éléments de qualité biologiques : <ul style="list-style-type: none"> • Oui : grille existante • Indicateur en développement : le paramètre est jugé pertinent mais l'indicateur n'est pas finalisé • Pertinence à étudier : les travaux existants n'ont pas permis de juger de la pertinence ou non de l'indicateur • Non pertinence à étudier : le paramètre est jugé non pertinent et en attente du rapport justifiant sa non pertinence • Non : sans objet 		

ANNEXE 3 : Liste des réseaux nationaux ou régionaux complémentaires au RCS

Réseaux nationaux :

- Le REPHY : Réseau d'Observation et de Surveillance du Phytoplancton et de l'Hydrologie dans les eaux littorales. Permet également de suivre les paramètres hydrologiques (nutriments, température, oxygène dissous, transparence, salinité) ;
- Le ROCCH : Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral, sur matrices intégratrices (biote et sédiments).

Réseaux régionaux :

Les bassins ont aussi recours à plusieurs bases réseaux de surveillance de bassin.

- Bassin Adour – Garonne :
 - ARCHYD : réseau hydrobio du bassin d'Arcachon ;
 - MAGEST : réseau haute fréquence physico-chimie sur le complexe fluvio-estuarien Gironde-Garonne-Dordogne.
- Bassin Loire – Bretagne :
 - REBENT Bretagne.
- Bassin Rhône – Méditerranée et Corse :
 - OBSLAG : Observatoire des Lagunes, concerne la réalisation de suivis complémentaires sur les volets : l'eutrophisation, la contamination chimique ;
 - RINBIO : Réseau INTégrateurs BIOlogiques. L'objectif principal de ce réseau est l'évaluation et le suivi des niveaux de contamination chimique dans les eaux littorales méditerranéennes à partir de dosages effectués sur les moules placées en stations artificielles ;
 - MEDBENTH : Référentiel Benthique Méditerranéen (invertébrés) (Non opéré par Ifremer) ;
 - TEMPO : Réseau de suivi des posidonies surfaciques (Non opéré par Ifremer) ;
 - REMTOX : évaluation écotoxicologique des effets des contaminants ;
 - CONTAMED : suivi des contaminants chimiques dans les poissons.
- Bassin Seine – Normandie :
 - RHLN : Réseau Hydrologique du Littoral Normand, opéré par l'Ifremer et financé par l'Agence de l'Eau Seine Normandie (pour le phytoplancton et la physico-chimie) ;
 - Suivis régionaux (benthos, poissons) mis en œuvre en complément du programme de surveillance DCE ;
 - Suivis complémentaires des contaminants chimiques dans les bassins versants et les produits de la mer.
- Bassin Artois – Picardie :
 - SRN : le Suivi Régional des Nutriments, réseau hydrologique du bassin Artois-Picardie opéré par l'Ifremer et l'Agence de l'eau.
- Bassin Réunion :
 - GCRMN.

ANNEXE 4 : Récapitulatif des données bancarisées par District Hydrographique, depuis 2007

Le bilan présenté ici permet de visualiser l'intégration de tous les indicateurs au sein de la base de données Quadrige. Ce bilan a été réalisé en mai 2017. Le processus d'intégration et de validation des données étant évolutif, des différences entre la période de lecture de ce guide et mai 2017 peuvent apparaître.

1. Tableau récapitulatif de l'avancement global des données disponibles

	L'intégration suit son cours normal : une grande majorité de l'historique est intégré et les processus en routine sont nombreux			
	L'intégration se heurte à des difficultés			
District Hydrographique DCE	État de l'intégration Benthique	Commentaires	État de l'intégration Physico-Chimie-Phyto	Commentaires
Artois Picardie	Depuis 2016 tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrige en routine.	Beaucoup de données « historiques » ne sont pas contrôlées et/ou validées.	Toutes les données « historiques » (chlorophylle, phytoplancton dénombré, physico-chimie, nutriments) sont saisies régulièrement. Les pigments ayant débuté en 2016 sont en cours de saisie.	Depuis 2016, la totalité des données DCE phyto-hydro doit être saisie dans le programme Quadrige REPHY, comme convenu pour une meilleure visibilité. L'association au programme régional SRN peut se faire en plus.
Seine Normandie	Tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrige en routine. Retards de saisie sur les données du GEMEL Normandie.	Le recrutement en mars 2017, au GEMEL Normandie, d'une ingénieure formée à la saisie Q2 devrait permettre le rattrapage des historiques macroalgues et zostères manquants d'ici fin 2017. Pour un certain nombre d'opérateurs, beaucoup de données ne sont pas contrôlées et/ou validées.	Toutes les données « historiques » (chlorophylle, phytoplancton dénombré, physico-chimie, nutriments) sont saisies régulièrement. Les pigments ayant débuté en 2016 sont en cours de saisie.	Depuis 2016, la totalité des données DCE phyto-hydro doit être saisie dans le programme Quadrige REPHY, comme convenu pour une meilleure visibilité. L'association au programme régional RHLN peut se faire en plus.
Loire Bretagne	La plupart des opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrige en routine. La procédure de transfert automatique depuis la base MARBEN des données invertébrés benthiques et herbiers de zostères du LEMAR est en cours de	Pour les données MARBEN, le transfert vers Q2 au format « Quadrilabo » devrait être opérationnel d'ici fin 2017. Pour un certain nombre d'opérateurs, beaucoup de données ne sont pas contrôlées et/ou validées.	Toutes les données « historiques » (chlorophylle, phytoplancton dénombré, physico-chimie, nutriments) sont saisies régulièrement. Les pigments ayant débuté en 2016 sont en cours de saisie.	Historiquement, la totalité des données DCE phyto-hydro est saisie dans le programme Quadrige REPHY.

District Hydrographique DCE	État de l'intégration Benthique	Commentaires	État de l'intégration Physico-Chimie-Phyto	Commentaires
	réalisation.			
Adour Garonne	La plupart des opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrigé en routine. Les données EPOC blooms de macroalgues opportunistes (lac d'Hossegor) ne sont pour l'heure pas intégrées.	Pour les données issues du protocole EPOC « blooms algues opportunistes », la stratégie reste à créer dans Quadrigé afin de rattraper l'historique depuis 2010 (travail prévu d'ici fin 2017). Pour un certain nombre d'opérateurs, beaucoup de données ne sont pas contrôlées et/ou validées(travail prévu d'ici fin 2017).	Toutes les données « historiques » (chlorophylle, phytoplancton dénombré, physico-chimie, nutriments) sont saisies régulièrement.	Depuis 2016, la totalité des données DCE phyto-hydro doit être saisie dans le programme Quadrigé REPHY, comme convenu pour une meilleure visibilité. L'association au programme régional ARCHYD peut se faire en plus.
Rhône Méditerranée Corse	Les données macrophytes lagunes, CARLIT et invertébrés benthiques intègrent Quadrigé en routine. Les opérateurs des suivis « herbiers de posidonies » ne sont pas encore formés et ne saisissent pas leurs données dans Quadrigé.	La campagne CARLIT 2015 sera intégrée en 2017. Les solutions de rattrapage des historiques « invertébrés » et « posidonies » sont en cours de réalisation. La formation des opérateurs est en cours pour l'intégration en routine des futurs suivis sur ces EQB.	Toutes les données « historiques » [(i) chlorophylle + physico-chimie + nutriments, (ii) phytoplancton dénombré en eaux côtières (iii) nano et picophytoplancton en lagunes] sont saisies régulièrement. Les données des lagunes oligomésahalines de la Tour du Valat sont en cours de saisie.	Historiquement, la totalité des données DCE phyto-hydro est saisie dans le programme Quadrigé REPHY pour les eaux côtières. Pour les lagunes, depuis 2016 la totalité des données DCE phyto-hydro doit être saisie dans le programme Quadrigé REPHY, comme convenu pour une meilleure visibilité. L'association au programme régional RSLHYD se fait en plus.
Antilles	Les opérateurs se sont formés à la saisie sur BD RECIF en avril 2017. Il reste des données historiques à intégrer.	Données historiques à reprendre.	Les données DCE sont à jour (chlorophylle + physico-chimie + nutriments + phytoplancton dénombré + pigments + nano et picophytoplancton).	La totalité des données DCE phyto-hydro est intégrée dans les programmes Quadrigé correspondant, par Quadrilabo pour la majorité.
La Réunion	Tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrigé et BD Récif en routine.	Des données historiques restent à reprendre.	Tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrigé en routine.	Des données historiques restent à reprendre.
Mayotte	Tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrigé et BD Récif en routine.	Des données historiques restent à reprendre.	Tous les opérateurs sont formés à la saisie, les données intègrent Quadrigé en routine.	Des données « historiques » restent à reprendre.

2. Artois-Picardie

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif+ fréquences observées	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien						
Chlorophylle A	LER BL, SPEL59, SPEL62	Saisie directe	REPHY + SRN	2006 – 2017	3 fois par an	
Hydrologie (Température, Salinité, transparence, Oxygène dissous)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton total		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement d'une liste restreinte de phytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton toxique		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Nutriments (NH4, NO3+NO2, PO4, SiOH)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Pigments		Saisie directe		en cours de saisie (données depuis 2016)	3 fois par an	
Autres Indicateurs biologiques						
Invertébrés benthiques de substrats meubles	Station Marine de Wimereux	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	Finalisation de l'intégration des données 2016 prévue pour mi-juin 2017. Données non validées avant 2015 (devrait être résolu fin 2017).
Invertébrés benthiques de substrats meubles	GEMEL	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2014. Prochains suivis DCE prévus pour l'automne 2017.	Tous les 3 ans	Données jusqu'ici intégrées par le MNHN Dinard. Opérateurs formés à la saisie en mars 2017. Données non validées avant 2014.
Macroalgues intertidales MEC	Station Marine de Wimereux	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Opérateur formé à la saisie en octobre 2016. Données non contrôlées/validées avant 2016.
Macroalgues subtidales	Station Marine de Wimereux	Saisie directe dans l'application	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Opérateur formé à la saisie en octobre 2016. Données non contrôlées/validées avant 2016.
Poissons	IRSTEA	Saisie directe	POMET	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	2 fois par an pendant 3 années consécutives, tous les 6 ans.	

3. Seine-Normandie

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien						
Chlorophylle A	LER N, BNOUI, CSLN, LASMC, SMEL, SPEL14, SPEL50, SPEL76, SYMEL	Saisie directe	REPHY + RHLN	2006 – 2017	3 fois par an	
Hydrologie (Température, Salinité, transparence, Oxygène dissous)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton total		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement d'une liste restreinte de phytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton toxique		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Nutriments (NH4, NO3+NO2, PO4, SiOH)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Pigments		Saisie directe		en cours de saisie (données depuis 2016)	3 fois par an	
Autres Indicateurs biologiques						
Blooms de macroalgues opportunistes	CEVA	Reprise automatique annuelle de la BDD ACCESS du CEVA + photos + shapefiles + fiches terrain via un job Talend	BLOOMS – Suivi des macroalgues opportunistes	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2015	3 fois par an et tous les ans.	Reprise automatique opérationnelle depuis mars 2017. Données 2016 pas livrées à Ifremer pour réaliser l'intégration automatique.
Herbiers de zostères	GEMEL Normandie	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZN – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Aucune	1 fois par an	Rattrapage de l'historique manquant prévu durant l'été 2017.
Herbiers de zostères	MNHN Dinard & Ifremer/LER Bretagne Nord	Saisie directe dans l'application sauf données biométriques reprises automatiquement (fichier excel formaté)	REBENT_HZM – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera marina</i>	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	1 fois par an	Reprise automatique des données biométriques via un job Talend opérationnel depuis décembre 2016. Beaucoup de données non contrôlées/validées en 2015 et 2016.
Invertébrés benthiques de substrats meubles	Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS
Invertébrés benthiques de substrats meubles	GEMEL Normandie	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	Finalisation de l'intégration des données 2016 prévue pour mi-juin 2017. Quelques passages non contrôlés/validés en 2013 et 2015 (devrait être résolu fin 2017).
Invertébrés benthiques de substrats meubles	MNHN Dinard & Ifremer/LER Bretagne Nord	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Aucune donnée contrôlée/validée en 2015 et 2016 (devrait être résolu fin 2017).
Macroalgues intertidales MEC	Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Macroalgues intertidales MEC	GEMEL Normandie	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	2008 (partiellement), 2011 (partiellement) et 2014	Tous les 3 ans	Rattrapage de l'historique manquant prévu durant l'été 2017. Aucune donnée contrôlée/validée.
Macroalgues intertidales MET	Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN)	Saisie directe dans l'application	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données 2014	Tous les 3 ans	Une seule année de suivi par la CSLN.
Macroalgues subtidales	MNHN Concarneau	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2014 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Année 2016 non contrôlée/validée.
Poissons	IRSTEA (coordinateur) Créocéan, MNHN, CNRS, NEREIS, Biolittoral, CRESCO, Fish Pass, Aquascop (Préleveurs)	Saisie directe	POMET	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	2 fois par an pendant 3 années consécutives, tous les 6 ans.	

4. Loire Bretagne

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrige/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrige/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien						
Chlorophylle A	LER BN, LER BO, LER MPL TM, LER MPL NT, LER PC, ASSOC, LEBIM, MINYVEL44, PELAGOS, SPEL22, SPEL29, SPEL44	Saisie directe	REPHY	2006 – 2017	3 fois par an	
Hydrologie (Température, Salinité, transparence, Oxygène dissous)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton total		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement d'une liste restreinte de phytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton toxique		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Nutriments (NH ₄ , NO ₃ +NO ₂ , PO ₄ , SiOH)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Pigments		Saisie directe		en cours de saisie (données depuis 2016)	3 fois par an	
Autres Indicateurs biologiques						
Blooms de macroalgues opportunistes	CEVA	Reprise automatique annuelle de la BDD ACCESS du CEVA (+ photos + shapefiles + fiches terrain) via un job Talend	BLOOMS – Suivi des macroalgues opportunistes	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2015	3 fois par an et tous les ans	Reprise automatique opérationnelle depuis mars 2017. Données 2016 pas livrées à Ifremer pour réaliser l'intégration automatique.
Herbiers de zostères	MNHN Dinard (Bretagne)	Saisie directe dans l'application.	REBENT_HZN – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	1 fois par an	Aucune donnée contrôlée/validée. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.
Herbiers de zostères	UBO – Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin (ex-LEBHAM)	Intégration annuelle au format Quadrilabo (en projet)	REBENT_HZM – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera marina</i>	Aucune	1 fois par an	
Herbiers de zostères	Ifremer – Laboratoire Environnement Ressources Morbihan-Pays de Loire	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZN - REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2009 jusqu'en 2016	1 fois par an	Quelques données non contrôlées/validées en 2014, 2015 et 2016. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.
Herbiers de zostères	LIENSs (Sud Loire)	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZN - REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	1 fois par an	RAS
Invertébrés benthiques de substrats meubles	Station Biologique de Roscoff (Bretagne)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Aucune donnée validée en 2012 et aucune contrôlée/validée après 2012. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrige/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrige/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Invertébrés benthiques de substrats meubles	Station Biologique de Roscoff (Bretagne)	Intégration annuelle au format Quadrilabo (en projet)	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016.	Tous les 3 ans	
Invertébrés benthiques de substrats meubles	Bio-Littoral (Sud Loire)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS
Invertébrés benthiques de substrats meubles	LIENSs (Sud Loire)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Quelques données hors RCS DCE non contrôlées/validées. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.
Macroalgues intertidales MEC	UBO – Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin (ex-LEBHAM) (Bretagne)	Sous-traitance de la saisie : Biolittoral pour l'historique 2012-2016 ; MNHN Concarneau à partir de 2017	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Saisie sous-traitée.
Macroalgues intertidales MEC	Bio-Littoral (Sud Loire)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2010 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Données 2010 non contrôlées/validées. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.
Macroalgues intertidales MEC	LIENSs (Sud Loire)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS
Macroalgues intertidales MET	UBO – Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin (ex-LEBHAM) (Bretagne)	Aucune saisie	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Aucune	Tous les 3 ans	Historique à reprendre depuis 2008.
Macroalgues subtidales	MNHN Concarneau (Bretagne)	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Beaucoup de données non contrôlées/validées. Ce travail sera réalisé d'ici fin 2017.
Macroalgues subtidales	Bio-Littoral (Sud Loire)	Saisie directe dans l'application	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2009 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS
Poissons	IRSTEA (coordinateur) Créocéan, MNHN, CNRS, NEREIS, Biolittoral, CRESCO, Fish Pass, Aquascop (Préleveurs)	Saisie directe	POMET	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	2 fois par an pendant 3 années consécutives, tous les 6 ans	

5. Adour-Garonne

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien						
Chlorophylle A	LER AR, LER PC, SNSM17, SPEL33, SPEL40, SPEL64	Saisie directe	REPHY + ARCHYD	2006 – 2017	3 fois par an	
Hydrologie (Température, Salinité, transparence, Oxygène dissous)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton total		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement d'une liste restreinte de phytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton toxique		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Nutriments (NH4, NO3+NO2, PO4, SiOH)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Autres Indicateurs biologiques						
Blooms de macroalgues opportunistes	CEVA	Reprise automatique annuelle de la BDD ACCESS du CEVA (+ photos + shapefiles + fiches terrain) via un job Talend	BLOOMS – Suivi des macroalgues opportunistes	Données disponibles depuis 2010 jusqu'en 2015	3 fois par an et tous les ans	Reprise automatique opérationnelle depuis mars 2017. Données 2016 pas livrées à Ifremer pour réaliser l'intégration automatique.
Blooms de macroalgues opportunistes	EPOC	Aucune saisie	BLOOMS – Suivi des macroalgues opportunistes	Aucune	3 fois par an et tous les ans	Stratégie à créer dans Quadrigé et historique depuis 2010 à rattraper, sera corrigé d'ici fin 2017.
Herbiers de zostères	LIENSs	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZN - REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	1 fois par an	RAS
Herbiers de zostères	Ifremer – Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZM – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera marina</i> REBENT_HZN – REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	1 fois par an	Aucune donnée contrôlée/validée.
Herbiers de zostères	Ifremer – Laboratoire Ressources Halieutiques d'Aquitaine	Saisie directe dans l'application	REBENT_HZN - REBENT Stationnel Herbiers de <i>Zostera noltei</i>	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2015	1 fois par an	RAS
Invertébrés benthiques de substrats meubles	LIENSs	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	RAS
Invertébrés benthiques de substrats meubles	EPOC	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	Tous les 3 ans	Beaucoup de données non contrôlées/validées, sera corrigé d'ici fin 2017.

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Macroalgues intertidales MEC	LIENSs	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	RAS
Macroalgues intertidales MEC	Ifremer – Laboratoire Ressources Halieutiques d'Aquitaine	Saisie des métadonnées dans l'application puis intégration automatique de fichiers excel au format REBENT « Taxons »	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2009 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	RAS
Macroalgues intertidales MET	LIENSs	Saisie directe dans l'application	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	2015-2016	Tous les 3 ans	Environ 50 % des données non contrôlées/validées, sera corrigé d'ici fin 2017.
Macroalgues subtidales	Ifremer – Laboratoire Ressources Halieutiques d'Aquitaine	Saisie directe dans l'application	REBENT_ALG – REBENT Stationnel Macroalgues	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	RAS
Poissons	IRSTEA et SEANEO	Saisie directe	POMET	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2016	2 fois par an pendant 3 années consécutives, tous les 6 ans	

6. Rhône-Méditerranée-Corse

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien						
Chlorophylle A	LER LR, LER PAC TL, LER PAC CO, ADENA, AQUEX, DDE2B, GIPRE, INSUE, LECOB, P2A34, PARBL, PARBO, PARLV, SINTINELLE, SPEL13, SPEL34, SPEL66, RN_CAMARGUE, SBTV-Tour du Valat, SPEL83, STARESO, VILLEFRANCHE	Saisie directe	REPHY + RSLHYD	2006 – 2017	3 fois par an	
Dénombrement Nanophytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Dénombrement Picophytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Hydrologie (Température, Salinité, transparence, Oxygène dissous)		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton total		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement d'une liste restreinte de phytoplancton		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Identification et dénombrement du phytoplancton toxique		Saisie directe		2006 – 2017	3 fois par an	
Nutriments (NH ₄ , NO ₃ +NO ₂ , PO ₄ , SiOH)		Saisie directe		2006 – 2017 dans lagunes, depuis 2016 dans les eaux côtières	3 fois par an	
Pigments	Saisie directe	2009 + 2016	3 fois par an			
Autres Indicateurs biologiques						
Herbiers de posidonies	Andromède Océanologie	Aucune saisie	POSIDONIES – Suivi des herbiers de Posidonies	Aucune	Tous les 3 ans	Historique en cours de reprise depuis 2014.
Herbiers de posidonies	Ifremer – Laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse – Toulon	Intégration automatique de fichiers excel formatés	POSIDONIES – Suivi des herbiers de Posidonies	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2012	Tous les 3 ans	Reprise automatique des données via un job Talend opérationnel depuis décembre 2016.
Invertébrés benthiques lagunes	STARESO	Saisie Directe	RSLFAU – RSL macrofaune	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2011	Tous les 3 ans	Données historiques (1998-2012) intégrées par Ifremer. Campagne 2015 en cours de rattrapage.
Invertébrés benthiques MEC	STARESO	Saisie Directe	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2012	Tous les 3 ans	Données historiques intégrées par Ifremer. Campagne 2015 en cours de rattrapage.
Macroalgues méditerranéennes MEC (CARLIT)	Université d'Aix-Marseille – EMBIO	Intégration des fichiers excel + shapefiles en tant que fichiers de mesures associés à des passages Quadrigé	CARLIT – Cartographie des macroalgues de substrats durs	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2012	Tous les 6 ans	Les données de la campagne 2015 sont en cours de saisies.
Macrophytes lagunes oligo-mésosalines	Tour du Valat	Saisie directe dans l'application	RSLPHY – RSL macrophytes	Données de la campagne prospective 2013	Tous les 3 ans	Mise en place de la stratégie de bancarisation en janvier 2017. Aucune donnée contrôlée/validée.

Indicateur	Préleveur	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Macrophytes lagunes poly-euhalines	Ifremer – Laboratoire Environnement Ressources Languedoc Roussillon et LER-PAC Corse	Intégration par le LER Languedoc Roussillon au format Quadrilabo	RSLPHY – RSL macrophytes	Données disponibles depuis 2007 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	Données historiques intégrées par Quadrilabo. L'intégration au format Quadrilabo sera implémentée à compter de la campagne 2017 + données de l'échantillonnage Ayrolle 2016.
Macrophytes lagunes poly-euhalines	GIPREB	Intégration par le LER Languedoc Roussillon au format Quadrilabo	RSLPHY – RSL macrophytes	Données 2009 (Berre) intégrées via Quadrilabo	Tous les 3 ans	L'intégration au format Quadrilabo sera implémentée à compter de la campagne 2017 + données de l'échantillonnage Ayrolle 2016.
Macrophytes lagunes poly-euhalines	P2A Environnement	Intégration par le LER Languedoc Roussillon au format Quadrilabo	RSLPHY – RSL macrophytes	Données disponibles depuis 2008 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	L'intégration au format Quadrilabo sera implémentée à compter de la campagne 2017 + données de l'échantillonnage Ayrolle 2016.
Macrophytes lagunes poly-euhalines	Réserve Nationale de Camargue	Intégration par le LER Languedoc Roussillon au format Quadrilabo	RSLPHY – RSL macrophytes	Données (Vaccarès) disponibles depuis 2009 jusqu'en 2015	Tous les 3 ans	L'intégration au format Quadrilabo sera implémentée à compter de la campagne 2017 + données de l'échantillonnage Ayrolle 2016.

7. Antilles

Agence	Préleveurs sur la période 2006-2016	Indicateur	Analyste	Mode de saisie	Programme(s) Quadriges concernés(s)	Années sous Quadriges depuis 2006	Fréquence de suivi	Commentaire(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien								
Office de l'Eau Guadeloupe	Hydrologie : Température – Salinité – Oxygène dissous (mesure in situ)	Service Police de l'Eau de Pointe à Pitre de 2001 à 2006 (programme RNO Hydrologie) – PARETO 971 devenu CREOCEAN entre 2007 et 2016	Service Police de l'Eau de Pointe à Pitre de 2001 à 2006. PARETO 2007-2016	Reprise des données par la cellule Quadriges jusqu'en 2012. Masque QUADRILABO depuis 2013	Avant 2007 : RNOHYD A compter de 2007 : REPHY	Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Hydrologie : transparence (mesure en laboratoire)		Institut Pasteur Pointe à Pitre de 2001 à 2006. PARETO de 2007 à 2016			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Nutriments : NH4 et PO4		Institut Pasteur Pointe à Pitre			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Nutriments : NO3+NO2 et Si(OH)4		Institut Pasteur Pointe à Pitre			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Biomasse : Chlorophylle a		Institut Pasteur Pointe à Pitre 2007 à 2014			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Biomasse : Analyse pigmentaire HPLC		Laboratoire de VILLEFRANCHE depuis 2016			En cours pour 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Abondance et composition : Cytométrie en flux		PRECYM Marseille 2016			En cours pour 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Abondance et composition : Dénombrement microscope		ASCONIT Guadeloupe depuis 2016			En cours pour 2016	3 fois par an	
Office de l'Eau Martinique	Hydrologie : Température – Salinité – Oxygène dissous (mesure in situ)	Impact-Mer janvier 2007 à juillet 2013 CREOCEAN août 2013 à juillet 2014 Impact-Mer août 2014 à décembre 2016	2001 – 2007 : Service Police de l'Eau Fort de France ; 2007 à juillet 2013 Impact-Mer janvier ; CREOCEAN août 2013 à juillet 2014 ; Impact-Mer août 2014 à décembre 2016	reprise données avant août 2013 – Saisie directe août 2013 à juillet 2014 – Masque QUADRILABO depuis août 2014	Avant 2007 : RNOHYD A compter de 2007 : MARTINIQUE-EAU-ETUDES sur stations RNO Baie de Fort de France et REPHY	Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Hydrologie : transparence (mesure en laboratoire)		LDA 972 : 2001 à 2009 – 2011 à 2016 ; Laboratoire MAP FdF : 2010			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Nutriments : NH4 et PO4		LDA 972 : 2001 à 2009 – 2011 à 2016 ; Laboratoire MAP FdF : 2010			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Nutriments : NO3+NO2 et Si(OH)4		LDA 972 : 2001 à 2009 – 2011 à 2016 ; Laboratoire MAP FdF : 2010			Quadriges : 2001 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Biomasse : Chlorophylle a		LDA 972 : 2008 à 2013			Quadriges : 2007 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Biomasse : Analyse pigmentaire HPLC		août 2013-juillet 2014 : DHI depuis août 2014 : Laboratoire de VILLEFRANCHE			Quadriges : 2014 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Abondance et composition : Cytométrie en flux		PRECYM Marseille 2012-2016			Quadriges : 2012 à 2016	3 fois par an	
	Phytoplancton / Abondance et composition : Dénombrement microscope		2007-2008 : Laboratoire d'Ecologie Fonctionnel Université Paul Sabatier Toulouse ; 2010-2013 Laboratoire d'Océanographie Physique et Biogéochimique UMR 6535 Marseille ; 2014-2016 ARVAM / HYDROREUNION			Quadriges : 2007 à 2016	3 fois par an	

Agence	Préleveurs sur la période 2006-2016	Indicateur	Analyste	Mode de saisie	Programme(s) Quadrigé concerné(s)	Années sous Quadrigé depuis 2006	Fréquence de suivi	Commentaire(s)
Autres Indicateurs biologiques								
Office de l'eau Martinique	Impact-Mer	Invertébrés benthiques	stoppé en 2012					
	Impact-Mer	Angiospermes	Impact-Mer	saisie directe BD Récif		en cours de reprise	En cours de définition	Formation des BE à la saisie sur BD RECIF en avril 2017 – Données historiques à intégrer
	Impact-Mer	Récifs coralliens	Impact-Mer	saisie directe BD Récif	SUIVI_MARTINIQU E_PIT_BENTHOS	Données reprises jusqu'en 2015	6 fois par an	
Office de l'eau Guadeloupe	Pareto Ecoconsult	Angiospermes	Pareto Ecoconsult	saisie directe BD Récif		en cours de reprise	En cours de définition	
	Pareto Ecoconsult	Récifs coralliens	Pareto Ecoconsult	saisie directe BD Récif		en cours de reprise	6 fois par an	

8. Océan Indien

Département et Organismes responsables	Indicateur	Préleveur	Analyste	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Phytoplancton et paramètres de soutien								
La Réunion – DEAL Réunion et Office de l'eau La Réunion	Hydrologie : Température – Salinité – Oxygène dissous (mesure in situ)	Jusqu'en juin 2015 : ARVAM / HYDROREUNION A compter de juillet 2015 : FETCH INGENIERIE	Jusqu'en juin 2015 : ARVAM / HYDROREUNION A compter de juillet 2015 : FETCH INGENIERIE	Saisie directe ou Masque QUADRILABO	Avant 2007 : RNOHYD A compter de 2007 : REPHY	2006 – 2016	6 fois par an	/
	Hydrologie : transparence (mesure en laboratoire)		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2006 – 2016	6 fois par an	/
	Nutriments : NH4 et PO4		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2006 – 2016	6 fois par an	/
	Nutriments : NO3+NO2 et Si(OH)4		Laboratoire de Rouen / ALPA Chimie	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2006 – 2016	6 fois par an	/
	Phytoplancton / Biomasse : Chlorophylle a Fluorimétrie		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2006 – 2016	6 fois par an	/
	Phytoplancton / Biomasse : Analyse pigmentaire HPLC		Avant mi-2015 : DHI A compter de mi 2015 : Laboratoire de VILLEFRANCHE	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		Quadrigé : 2015 – 2016-... 2013 et 2014 vont être repris d'ici fin 2017	6 fois par an	À compter de mi 2013 dans le RCS Uniquement sur 2 lieux
	Phytoplancton / Abondance et composition : Cytométrie en flux		PRECYM Marseille	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2013 – 2014 – 2015 – 2016 – ...	6 fois par an	À compter de mi 2013 dans le RCS Uniquement sur 4 lieux
	Phytoplancton / Abondance et composition : Dénombrement microscope		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe		2013 – 2014 – 2015 – 2016 – ...	6 fois par an	À compter de mi 2013 dans le RCS Uniquement sur 4 lieux
Mayotte – DEAL Mayotte + Parc Naturel Marin de Mayotte	Hydrologie : Température – Salinité – Oxygène dissous (mesure in situ)	Jusqu'en 2016 : ARVAM / HYDROREUNION + PARETO974 / CREOCEAN OI A compter de 2017 : OCEA CONSULT	Jusqu'en 2016 : ARVAM / HYDROREUNION + PARETO974 / CREOCEAN OI A compter de 2017 : OCEA CONSULT	Saisie directe ou Masque QUADRILABO	REPHY	2008 – 2016	6 fois par an	/
	Hydrologie : transparence (mesure en laboratoire)		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2008 – 2016	6 fois par an	/
	Nutriments : NH4 et PO4		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2008 – 2016	6 fois par an	/
	Nutriments : NO3+NO2 et Si(OH)4		Laboratoire de Rouen / ALPA Chimie	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2008 – 2016	6 fois par an	/
	Phytoplancton / Biomasse : Chlorophylle a Fluorimétrie		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		2008 – 2016	6 fois par an	/
	Phytoplancton / Biomasse : Analyse pigmentaire HPLC		Laboratoire de VILLEFRANCHE	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		Quadrigé : 2017-... (résultats de la 1ère campagne à venir)	6 fois par an	À compter de 2017 dans le cadre du RCS. Uniquement sur 7 lieux
	Phytoplancton / Abondance et composition : Cytométrie en flux		PRECYM Marseille	Saisie directe ou Masque QUADRILABO		Quadrigé : 2017-... (résultats de la 1ère campagne à venir)	6 fois par an	À compter de 2017 dans le cadre du RCS. Uniquement sur 7 lieux
	Phytoplancton / Abondance et composition : Dénombrement microscope		ARVAM / HYDROREUNION	Saisie directe		Quadrigé : 2017-... (résultats de la 1ère campagne à venir)	6 fois par an	À compter de 2017 dans le cadre du RCS. Uniquement sur 7 lieux

Département et Organismes responsables	Indicateur	Préleveur	Analyste	Mode de saisie actuel	Programme(s) Quadrigé/BD Récif concerné(s)	Années bancarisées dans Quadrigé/BD Récif	Fréquence de suivi	Commentaire / Problème(s) éventuel(s)
Autres Indicateurs biologiques								
La Réunion – DEAL Réunion et Office de l'eau La Réunion	Benthos de substrats durs	GIP RNMR	Non pertinent	Saisie directe BD Récif	GCRMN_LAREUNION_LIT_BENTHOS GCRMN_LAREUNION_BELT_POISSON GCRMN_LAREUNION_BELT_INVERT	BD Récif : depuis 1998 BD Récif : depuis 1998 BD Récif : 2011 et 2015	Tous les ans	Stations GCRMN de la RNMR Stations GCRMN de la RNMR Stations GCRMN de la RNMR
	Benthos de substrats durs	2015: PARETO974 / CREOCEAN OI + BIORECIF + MAREX	Non pertinent	Saisie directe BD Récif	GCRMN_LAREUNION_LIT_BENTHOS GCRMN_LAREUNION_BELT_INVERT GCRMN_LAREUNION_QUADRAT_BENTHOS	BD Récif : 2015 BD Récif : 2015 BD Récif : 2015	Tous les 3 ans	Suivis RCS à compter de 2015 Stations uniquement DCE Suivis RCS à compter de 2015 Stations uniquement DCE Suivis RCS à compter de 2015 Stations uniquement DCE
	Benthos de substrats meubles	2013 : ARVAM / Univ. Réunion 2016 : MAREX / Univ. Réunion	2013/2015 Dénombrement : Univ. Réunion 2013 Analyses : Laboratoire de Rouen / ALPA Chimie 2015 Analyses : LDA26	Saisie directe Quadrigé + masque de saisie BSM	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Quadrigé : 2013 et 2016	Tous les 3 ans	Suivis RCS à compter de 2013
	Benthos de substrats durs	2016 : CREOCEAN OI	Non pertinent	Saisie directe BD Récif	FRANGEANT_MAYOTTE - PHOTOQUADRAT_BENTHOS	BD Récif : 2016 (en ours de reprise)	Indicateur en cours de définition	Suivis RCS à compter de 2016 Les données 2016 vont faire l'objet d'une reprise les données de la prochaine campagne seront saisies en direct dans BD Récif (cf. colonne mode de saisie = saisie prochaine campagne)
Mayotte – DEAL Mayotte + Parc Naturel Marin de Mayotte	Benthos de substrats meubles	2015 : TBM	2015 Dénombrement : TBM 2015 Analyses : Laboratoire de Rouen / ALPA Chimie	Saisie directe Quadrigé + masque de saisie BSM	REBENT_FAU – REBENT Stationnel Macrofaune	Quadrigé : 2015	Indicateur en cours de définition	Suivis RCS à compter de 2015

ANNEXE 5 : Fréquences de suivi préconisées pour le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) (Arrêté surveillance du 7 août 2015 modifié)

1 Eaux côtières de l'Atlantique, la Manche et la mer du Nord

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton (biomasse)	6	8 (mars à octobre)	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Phytoplancton (abondance, composition)	6	12	Tous
Angiospermes	6	1	Tous
Macroalgues (blooms)	6	3	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Macroalgues (intertidal)	2	1	Tous
Macro-algues (subtidal)	2 6 (sites sensibles et/ou à variabilité naturelle importante)	1	Tous
Invertébrés	6 (sites d'appui) 2 (autres sites)	1	Tous
PHYSICO-CHIMIE			
Température, Salinité, transparence	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie	Tous
Oxygène dissous	6	Au minimum 4 (de juin à septembre) en même temps que phytoplancton	Tous
Nutriments	6	Au minimum 4 (de novembre à février)	Tous
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

2 Eaux de transition de l'Atlantique, la Manche et la mer du Nord

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton (biomasse)	6	8 (mars à octobre)	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Phytoplancton (abondance, composition)	6	12	
Angiospermes	6	1	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Macro-algues (blooms)	6	3	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Macro-algues (intertidal)	2 (tous les 3 ans)	1	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Invertébrés de substrat meuble	2 (tous les 3 ans)	1	Tous
Ichtyofaune	3 (3 ans consécutifs)	2	30 à 50 % des sites
PHYSICO-CHIMIE			
Température, Salinité, transparence	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Oxygène dissous	6	Au minimum 4 (de juin à septembre en même temps que phytoplancton)	Tous
Nutriments	6	Au minimum 4 (de novembre à février)	Tous
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

3 Eaux côtières de Méditerranée

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton (biomasse, abondance, composition)	6	12	Tous, sauf site où cet élément n'est pas pertinent
Angiospermes	2	1	Tous
Macro-algues	2	1	Tous
Invertébrés de substrat meuble	2	1	Tous
PHYSICO-CHIMIE			
Température, Salinité, transparence	6	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie	Tous
Oxygène dissous	6	Au minimum 4 (de juin à septembre en même temps que phytoplancton)	Tous
Nutriments	1	12	Tous
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

4 Eaux de transition de Méditerranée

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton (biomasse, abondance, composition)	6 pour le bras du Rhône	12	Type 12 sauf exception argumentée
	2	3 (tous les mois, de juin à août)	Type 10
Macro-algues et angiospermes	2	1	Type 10
Invertébrés de substrat meuble	2	1	Tous (sauf lagunes oligo et mésohalines)
Ichtyofaune	Non défini	Non défini	Non défini
PHYSICO-CHIMIE			
Température, Salinité, transparence	6	12	Type 12
	transparence : = 2 (température et salinité non pertinent)	3	Type 10
Oxygène dissous	6	12	Type 12
	2	3	Type 10
Nutriments	1	12	Type 12
	2	3	Type 10
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

5 Eaux côtières de Martinique et de Guadeloupe

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton (biomasse et abondance)	6	6 minimum	Tous
		12	2 sites représentatifs pour la Martinique 3 sites représentatifs pour la Guadeloupe
Angiospermes	2	1	Tous
Benthos récifal	2	1	Tous
PHYSICO-CHIMIE			
Physico-chimie (paramètres généraux)	6	6 minimum	Tous
		12	2 sites représentatifs pour la Martinique 3 sites représentatifs pour la Guadeloupe
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

6 Eaux côtières de La Réunion (*)

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton : (biomasse)	6	6	Toutes les masses d'eau de type 1 à 4 + 1 station « large Ermitage »
(Phytoplancton abondance/composition) (1)	6	3	
Invertébrés de substrat meuble	2	1	Toutes les masses d'eau de type « côtier » (de type 1 à 4)
Benthos récifal	2	1	Toutes les masses d'eau de type « récifal » (de type 5)
PHYSICO-CHIMIE			
Physico-chimie : Paramètres généraux (2)	6	6	Toutes les masses d'eau + 1 station « large Ermitage »
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Toutes les masses d'eau
(1) Sur un nombre restreint de masses d'eau. Suivi réalisé uniquement sur 4 stations (126-P-006 (LC01), -014(LC04), -016(LC06) et -020(LC07)) pour 2016-2021 (2) O2 dissous non pertinent sur des fonds supérieur à 30 m et pour le type 5.			

(*) Éléments détaillés dans les 4 fascicules techniques élaborés dans le cadre des « GT DCE eaux côtières » à La Réunion.

7 Eaux côtières de Mayotte

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton : (biomasse)	6	2	Toutes les masses d'eau
(Phytoplancton abondance/composition)	2	2	
Benthos de substrat dur	2	1	7 masses d'eau de type côtières
PHYSICO-CHIMIE			
Physico-chimie : Paramètres généraux	6	2	Toutes les masses d'eau
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Toutes les masses d'eau

8 Eaux côtières de Guyane

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
BIOLOGIE			
Phytoplancton : (chl a + dénombrement phytoplanctonique)	6	4 au minimum	Toutes les masses d'eau
PHYSICO-CHIMIE			
Physico-chimie : Paramètres généraux	6	4 au minimum	Toutes les masses d'eau
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Toutes les masses d'eau

9 Eaux de transition de Guyane

ÉLÉMENTS SUIVIS	NOMBRE D'ANNÉES DE SUIVI PAR SDAGE	FRÉQUENCE DES CONTRÔLES PAR ANNÉE	SITES CONCERNÉS
PHYSICO-CHIMIE			
Physico-chimie : Paramètres généraux	6	4 au minimum	Toutes les masses d'eau
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Toutes les masses d'eau

ANNEXE 6 : Éléments relatifs aux zones protégées

1 Eaux conchylicoles

Dans le cadre de l'État des Lieux 2019, le classement des eaux conchylicoles sera réalisé par l'IFREMER au premier semestre 2018.

Les critères à prendre en compte pour définir l'état de ces zones protégées sont la chimie, et la microbiologie.

Une zone conchylicole est en bon état si :

- l'état chimique est atteint conformément à l'arrêté évaluation du 7 août 2015 ;
- la zone conchylicole est classée au moins dans la classe B du Paquet Hygiène.

Seront utilisés pour le calcul de l'état des zones conchylicoles :

- les zones de productions conchylicoles ;
- la qualité réelle des zones conchylicoles pondérée par le nombre d'analyse par classe d'état ;
- le groupe de coquillages le plus déclassant ;
- **les 3 dernières années de suivi. Pour l'État des Lieux de 2019, les années 2015, 2016 et 2017 seront retenues.**

2 Eaux de baignade

Le ministère des affaires sociales et de la santé est en charge du contrôle de la qualité des eaux de baignade. Le contrôle sanitaire des eaux de baignade est organisé par les Agences Régionales de Santé (ARS). Il comprend la réalisation de prélèvements et d'analyses d'eau pendant la saison balnéaire, selon un programme prédéfini. Les résultats d'analyses du contrôle sanitaire sont utilisés pour évaluer et classer la qualité des eaux de baignade en fin de chaque saison, selon les critères fixés par la directive européenne 2006/7/CE.

Depuis 2013, la méthode prévue par la directive 2006/7/CE pour calculer la qualité des eaux de baignade est entrée en vigueur : l'une des 4 classes de qualité suivantes est attribuée à l'eau de baignade : « insuffisante », « suffisante », « bonne » ou « excellente », en fonction des résultats des analyses obtenues pendant les 4 dernières saisons et selon une méthode statistique, avec des limites de qualité différentes entre les eaux douces et les eaux de mer.

Trois classements supplémentaires sont également prévus :

- « Nouvelle baignade »: nouveau site pour lequel moins de 16 prélèvements ont été réalisés ;
- « Changements »: site dont la qualité de l'eau s'est améliorée suite à la réalisation de travaux, les prélèvements réalisés avant ces travaux ne sont alors plus pris en compte dans le calcul du classement ;
- « Insuffisamment de prélèvements »: site pour lequel les règles d'échantillonnage n'ont pas été respectées (nombre de prélèvements insuffisant, pas de prélèvement pré-saison ou écart entre deux prélèvements consécutifs supérieur à un mois).

La directive fixait comme objectif d'atteindre à la fin de la saison 2015 une qualité d'eau au moins suffisante pour l'ensemble des eaux de baignade.

ANNEXE 7 : Tableau de synthèse des substances hydrophobes à surveiller et à évaluer (métropole) pour l'État des Lieux 2019

N°	Nom de la substance	matrice	NQE biote (µg/kg pf)	VGE mollusques (µg/kg pf)	Indice de confiance VGE mollusques	Seuil OSPAR (EAC ou EC) Convertis en (µg/kg pf)	À évaluer pour État des Lieux 2019	Commentaires
2	Anthracène	mollusques		173	1		X	
5	Diphényléthers bromés	poissons	0,0085				X	
6	Cadmium	mollusques		572	4		X	
8	Chlorfenvinphos	mollusques		30,9	1		X	
9	Chlorpyrifos	mollusques		10,32	2		X	
9 ter	DDT	mollusques		1282	3		X	
12	DEHP	mollusques		2920	³		X	
15	Fluoranthène	mollusques	30				X	
16	Hexachlorobenzène	poissons	10				X	
17	Hexachlorobutadiène	poissons	55				X	
18	HCH	mollusques		0,28	2		X	
20	Plomb	mollusques		5643	0	1500		Ne pas utiliser la VGE pour l'État des Lieux 2019, utiliser le seuil OSPAR à dire d'expert
21	Mercuré	poissons	20				X	
22	Naphtalène	mollusques		214	1		X	
24	Nonylphénols	mollusques		344	1		X	
25	Octylphénols	mollusques		2,29	1			Attention la LQ est à 1,9 µg/kg pf. Ne respecte pas la règle LQ=NQE/3
26	Pentachlorobenzène	mollusques		2,29	2		X	
27	Pentachlorophénol	mollusques		41,6	1		X	
28	Benzo(a)pyrène	mollusques	5				X	Incohérence : NQE<<EAC (EAC=114 µg/kg pf)
31	Trichlorobenzène	mollusques		100,4	1		X	
33	Trifluraline	mollusques		116	1		X	
34	Dicofol	poissons	33				X	
35	Acide perfluorooctane-sulfonique	poissons	9,1				X	
37	Dioxines	mollusques	0,0065µg/kg TEQ				X	
43	Hexabromocyclododécane	poissons	167				X	
44	Heptachlore et époxyde d'heptachlore	poissons	6,7*10 ⁻³				X	

³ Pour le DEHP, une erreur s'est glissée dans le dossier de la commission préparé en 2005 (en pièce jointe), et la norme de qualité spécifique la plus basse (i.e. la plus contraignante) est non pas celle se rapportant à un objectif de protection des prédateurs supérieurs contre un empoisonnement secondaire (QSsecpois,biote = 3 200 µg/kg de poids frais), mais celle en lien avec un objectif de protection de santé humaine contre un risque d'intoxication lié à la consommation de produits de la pêche contaminés (QShh,food = 2 920 µg/kg poids frais). Comme le DEHP n'est pas bio-amplifié dans les chaînes trophiques aquatiques, et que les facteurs de bioconcentration (BCF) mesurés sont plus élevés chez les mollusques bivalves que pour le poisson, cette NQE s'applique directement au bivalve sans ajustement pour le niveau trophique (NT).

Indice de confiance associé aux VGE proposées, compte tenu des facteurs de conversion utilisés pour convertir une NQE eau en VGE mollusques, des incohérences déterminées ou du nombre et de la fiabilité des données utilisées. L'indice de confiance évolue de 0 à 4, par ordre croissant de fiabilité :

0 : seuil à consolider avant utilisation. *Exemple : incohérence identifiée vis-à-vis d'autres seuils existants (OSPAR) ;*

1 : BCF QSAR utilisé (modélisation) ;

2 : BCF expérimental utilisé ;

3 : BAF mais peu de données (ex : sur une façade) et pas d'autres seuils mollusques existants (OSPAR : EAC, EC) permettant de vérifier la cohérence ;

4 : BAF acquis de façon cohérente et cohérence de la VGE vis-à-vis d'autres seuils mollusques existants (OSPAR : EAC, EC) s'ils existent.

Ministère de la Transition écologique et solidaire
Direction générale de l'aménagement,
du logement et de la nature
Direction de l'eau et de la biodiversité
Sous-direction de la protection et de la restauration des
écosystèmes littoraux et marins
Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 22



MINIENV