

Partenariat 2013 - Coordination inter-estuaire



Réseaux de Contrôle de Surveillance des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord-Manche- Atlantique

Bilan sur les programmes de surveillance mis en œuvre au cours du SDAGE 2010-2015

Rapport final

Valérie FOUSSARD

Fédération SCALE - UMR CNRS 6143 M2C, Université de Rouen

Mai 2014

En partenariat avec :

AUTEUR

Valérie FOUSSARD

Chargée de mission Coordination inter-estuares
Fédération SCALE - UMR CNRS 6143 M2C, Université de Rouen
valerie.foussard@univ-rouen.fr

CORRESPONDANTS

Onema : **Marie-Claude XIMENES**, DAST, marie-claude.ximenes@onema.fr
Partenaires : **Jean PRYGIEL**, Agence de l'eau Artois-Picardie, j.prygiel@eau-artois-picardie.fr
Stéphanie PEDRON, Agence de l'eau Seine-Normandie, pedron.stephanie@aesn.fr
Philippe FERA, Agence de l'eau Loire-Bretagne, philippe.fera@eau-loire-bretagne.fr
Mélina LAMOUROUX, Agence de l'eau Adour-Garonne, melina.lamoureux@eau-adour-garonne.fr

RELECTEURS

Erwan AR GALL, LEMAR, UMR 6539, IUEM / UBO
Isabelle AUBY, IFREMER Arcachon
Catherine BELIN, IFREMER Nantes
Anne DANIEL, IFREMER Brest
Aurélien GARCIA - MNHN
Philippe FERA, Agence de l'eau Loire-Bretagne
Mélina LAMOUROUX, Agence de l'eau Adour-Garonne
Mario LEPAGE, IRSTEA Bordeaux
Barbara LEROY, Agence de l'eau Seine-Normandie
Florence MENET-NEDELEC, IFREMER Port-en-Bessin
Stéphanie PEDRON, Agence de l'eau Seine-Normandie
Nadège ROSSI, CEVA

REMERCIEMENTS POUR LEUR CONTRIBUTION

Jean PRYGIEL, Agence de l'Eau Artois-Picardie
Stéphanie PEDRON / Franck BRUCHON, Agence de l'Eau Seine-Normandie
Philippe FERA - Agence de l'Eau Loire-Bretagne
Mélina LAMOUROUX - Agence de l'Eau Adour-Garonne
Barbara LEROY - Agence de l'Eau Seine-Normandie
Anthony DEBURGHRAVE - Agence de l'Eau Seine-Normandie
Pauline CHAILLOU - DREAL Bretagne
Hélène LEGRAND - DREAL Bretagne
Eric PAVOINE - DDTM 44/SEE/EMA
Yvon PRAUD - DDTM 85/SERN/Contrôles
Alain LEFEBVRE et Rémy CORDIER - IFREMER Boulogne-sur-Mer
Laurence MIOSSEC - IFREMER Nantes
Aurélien GARCIA - MNHN
Elise ADAM - Laboratoire de Rouen d'analyse environnementale
Gilles TRUT - IFREMER Arcachon

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : eaux de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique

Niveau de lecture : tous publics

SOMMAIRE

RESUME	4
ABSTRACT	5
SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE	6
SIGLE	11
INTRODUCTION	12
CHAPITRE 1 : DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU - PRINCIPES ET EVALUATION DES MILIEUX	13
1. DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE).....	13
1.1. Objectifs et cadre d'application	13
1.2. Typologie des masses d'eau.....	13
1.3. Evaluation de l'état des masses d'eau de transition : les éléments de qualité considérés.....	17
2. ETAT D'AVANCEMENT DES OUTILS D'EVALUATION DE LA QUALITE ECOLOGIQUE DES MET PAR COMPARTIMENT BIOLOGIQUE	17
2.1. Le phytoplancton	18
2.2. Les invertébrés benthiques.....	19
2.3. Flore autre que le phytoplancton : macroalgues et angiospermes	20
2.4. L'ichtyofaune	25
2.5. La physico-chimie.....	25
2.6. L'hydromorphologie.....	29
CHAPITRE 2 : SURVEILLANCE DES MILIEUX ESTUARIENS	30
1. LES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES LIEES A LA DCE	30
1.1. Les obligations de suivi et leurs retranscriptions au niveau national.....	30
1.2. Cadrage de la surveillance DCE des eaux estuariennes.....	31
2. ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON »	32
2.1. Programme de surveillance DCE retenu par district hydrographique	32
2.2. Protocole d'échantillonnage du phytoplancton en estuaires appliqué dans le REPHY.....	33
3. ELEMENT DE QUALITE « INVERTEBRES BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE »	39
3.1. Programme de surveillance DCE retenu par district hydrographique	39
3.2. Protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques en estuaires appliqué dans le REBENT.....	40
4. ELEMENT DE QUALITE « MACROALGUES INTERTIDALES (BLOOM) »	44
4.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique.....	44
4.2. Protocole de surveillance des blooms de macroalgues en estuaires.....	45
5. ELEMENT DE QUALITE « ANGIOSPERMES (HERBIERS A ZOSTERES) »	47
5.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique.....	48
5.2. MET retenues pour le suivi.....	49
5.3. Méthode de suivi surfacique des herbiers à zostères par photo-interprétation.....	49
5.4. Protocole d'échantillonnage pour le suivi stationnel des herbiers à zostères	51
6. ELEMENT DE QUALITE « ICTHYOFAUNE »	53
6.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique.....	53
6.2. Protocole d'échantillonnage de l'ichtyofaune en estuaires.....	54
7. ELEMENT DE QUALITE « PHYSICO-CHIMIE - PARAMETRES GENERAUX »	59
7.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique.....	59
7.2. Protocole d'échantillonnage mis en place par l'IFREMER dans le cadre de REPHY.....	60
7.3. Suivi Régional des Nutriments (S.R.N.).....	64
7.4. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN).....	67
7.5. Réseau des Estuaires Bretons (REB).....	69
7.6. Réseaux complémentaires géré par la DDTM 44.....	72
7.7. Protocole d'échantillonnage mis en place par l'Agence de l'eau Seine-Normandie.....	73
8. ELEMENTS DE QUALITE NON SUIVIS AU TITRE DE LA DCE : FREQUENCES DE SUIVI MINIMALES REQUISES PAR LA REGLEMENTATION.....	77
8.1. Elément de qualité « macroalgues intertidales sur substrat dur et vases indurées »	77
8.2. Elément de qualité « hydromorphologie »	78
9. CARTOGRAPHIES DES STATIONS DE SURVEILLANCE UTILISEES POUR REPONDRE A LA DCE	79
9.1. District hydrographique Artois-Picardie.....	80
9.2. District hydrographique Seine-Normandie.....	81
9.3. District hydrographique Loire-Bretagne.....	85
9.4. District hydrographique Adour Garonne.....	91

CHAPITRE 3 : ANALYSE COMPARATIVE DES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE DCE MIS EN PLACE SUR LA FAÇADE MER DU NORD / MANCHE / ATLANTIQUE	94
1. MASSES D'EAUX DE TRANSITION SUIVIES DANS LE CADRE DU RCS	94
1.1. <i>Rappel des MET retenues pour le RCS et de leurs caractéristiques physiques</i>	94
1.2. <i>Pertinence des évaluations et des suivis des éléments de qualité en fonction des caractéristiques des MET</i>	96
1.3. <i>Problématique liée à l'évaluation et aux suivis de la qualité des MET fluviales tidales</i>	102
2. PROTOCOLES EMPLOYES POUR LA SURVEILLANCE DES EAUX DE TRANSITION	105
2.1. <i>Analyse globale des protocoles utilisés pour l'ensemble des éléments de qualité</i>	105
2.2. <i>La surveillance de la physico-chimie en estuaires</i>	107
CONCLUSION	110
BIBLIOGRAPHIE	113
ANNEXE 1 : OPERATEURS IMPLIQUES DANS LES PRELEVEMENTS, MESURES ET ANALYSES EN MET POUR LE RCS	119
ANNEXE 2 : EXEMPLE D'APPLICATION POUR LA CONVERSION DE LA VALEUR DES METRIQUES EN EQR POUR L'INDICE « BLOOMS DE MACROALGUES »	120
ANNEXE 3 : INTITULES DES NORMES UTILISEES DANS LE CADRE DES SUIVIS DE LA QUALITE DES EAUX DE TRANSITION.....	121
LISTE DES FIGURES	122
LISTE DES TABLEAUX.....	123

**Réseaux de Contrôle de Surveillance des masses d'eau de transition de la façade Manche/Atlantique
Bilan sur les programmes de surveillance mis en œuvre au cours du SDAGE 2010-2015**

RESUME

L'article 8 de la Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE définit les exigences relative à la mise en place d'un programme de surveillance afin de veiller au maintien ou détecter toute dégradation de la qualité écologique des milieux aquatiques. En France, ce programme est intégré aux SDAGE, définis pour chaque district hydrographique au travers de différents types de réseau ayant des finalités différentes.

La synthèse effectuée a pour ambition de faire état du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) mis en place sur les masses d'eau de transition (MET) de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique au cours du SDAGE 2010-2015. Elle s'intéresse donc aux suivis menés en routine, sur le long terme en vue d'évaluer l'état global des MET des districts hydrographiques suivants : Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne.

Pour cela, les réseaux patrimoniaux exploités pour le RCS et ceux créés spécifiquement pour la DCE ont été décrits puis comparés afin de mettre en avant d'éventuels manques ou disparités vis-à-vis des fréquences de suivi appliquées, des protocoles d'échantillonnage employés et de la localisation des stations de surveillance de chaque élément de qualité retenu par la DCE en MET. La mise en œuvre du RCS étant étroitement liée aux indicateurs de qualité développés, un état d'avancement de ces indicateurs a été réalisé en parallèle.

Cette étude comparative a permis de mettre en avant :

- (1) La mise en œuvre de protocoles de surveillance uniques à l'échelle nationale dès lors que les méthodes d'évaluation de la qualité associées sont opérationnelles et pertinentes en estuaires : le phytoplancton, les blooms de macroalgues, les herbiers à zostères et l'ichtyofaune (protocole standardisé pour ce dernier). Pour tous ces éléments de qualité hormis l'ichtyofaune, les suivis sont réalisés uniquement sur les MET retenues pour le RCS où l'élément y est pertinent soit les MET non turbides pour le phytoplancton et celles présentant la végétation aquatique ciblée pour les autres éléments (algues vertes et zostères).
- (2) La réalisation d'un suivi des invertébrés benthiques dans tous les districts hydrographiques sauf Loire-Bretagne, malgré l'absence d'indicateur(s) de qualité DCE opérationnel(s). Ce suivi est maintenu selon le protocole développé dans REBENT, non pas pour effectuer l'évaluation de la qualité des MET mais pour acquérir de la donnée homogène, exploitable pour l'application future de l'indicateur qui est à ce jour, en cours de finalisation.
- (3) Des difficultés pour mettre en place un protocole de surveillance de la physico-chimie pertinent en estuaires en raison de l'absence d'outils d'évaluation efficaces dans ce type de milieu. Ces derniers ont été développés pour les eaux côtières puis transposés aux eaux de transition. Du fait des fortes variabilités spatio-temporelles des conditions physico-chimiques typiques des eaux estuariennes, les méthodes d'évaluation et de suivi employées ne sont pas adaptées aux MET et donnent jusqu'à présent des résultats peu satisfaisants. C'est pourquoi un projet a été lancé en 2014 pour combler ce manque aussi bien en termes d'outils d'évaluation que de surveillance.
- (4) L'absence de suivi engagé pour les macroalgues intertidales sur substrat dur (travaux en cours pour déterminer la pertinence de cet élément hors abers bretons) et pour l'hydromorphologie (travaux lancés en 2013, menés par un groupe de travail spécifique devant développer des indicateurs de qualité et une stratégie de surveillance adaptés aux MET).
- (5) La quasi-absence de suivi dans des zones spécifiques telles que les zones fluviales tidales et les zones « peu salées » (oligo- à mésohalines) des grands et moyens estuaires. L'indicateur basé sur l'ichtyofaune est le seul outil jusqu'à présent, permettant d'évaluer l'ensemble des MET retenues (tous types confondus) auquel est associé un protocole d'échantillonnage standardisé. Pour les autres éléments de qualité, les premiers résultats sont peu concluants en raison d'outils non adaptés à ces milieux particuliers.

MOTS CLES : DCE, eaux de transition, réseau de surveillance, RCS, protocole d'échantillonnage, zostères, phytoplancton, invertébrés benthiques, macroalgues, ichtyofaune, physico-chimie, hydromorphologie

**WFD monitoring networks for transitional water on North East Atlantic seaboard
Synthesis of french monitoring programs implemented during the last management plan (2010-2015)****ABSTRACT**

Article 8 of the Water Framework Directive (2000/60/CE) sets out the requirements for the implementation of monitoring program in order to ensure the preservation or detect potential deterioration of ecological status of water bodies. In France, this program is incorporated into management plans named SDAGE, defined for each river basin district, through various monitoring networks.

The objective of synthesis is to establish an overview of Surveillance Monitoring networks implemented in transitional water (TW) bodies located along the North East Atlantic seaboard, during SDAGE 2010-2015. So, it focuses on the long-term monitoring of transitional water status located in four river basin districts named Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne and Adour-Garonne.

For this, the existing and new networks used for the implementation of WFD, have been described and compared in order to highlight potential gaps in monitoring frequencies, survey methods and location of monitoring stations. Moreover, progress in building quality indicators was recalled because the implementation of Surveillance Monitoring networks depends on the applicability of operational indicators.

This work allows to bring out:

- (1) The application of unique protocols when quality indicators are finalized and efficient on different TW body types. It's case for: phytoplankton, macroalgae blooms, seagrasses and ichthyofauna (for which a national standardized protocol is defined). For those biological quality elements except ichthyofauna, evaluation and surveillance monitoring are only realized on TW bodies for which biological elements are relevant. Evaluation and surveillance monitoring of aquatic flora are only made on TW bodies which present green algae blooms or seagrasses (*Zostera noltei*).
- (2) The implementation of surveillance monitoring for benthic invertebrates in all river basin districts except Loire-Bretagne district, despite the lack of efficient quality indicator(s). Monitoring is executed according to protocol developed by an existing regional network named REBENT. This monitoring allows acquiring uniform data, not to the assessment of quality based on benthic invertebrates in TW bodies. Those data could be used in future application of quality indicator (when it will be finalized).
- (3) Difficulties to establish a unique protocol for monitoring physico-chemical quality of estuaries because of the lack of efficient indicators. A French marine research institute has developed assessment tools based on this quality element but they are more pertinent and efficient for coastal water bodies than for TW bodies. Indeed, first evaluations made on TW bodies don't give conclusive results. In 2014, a new project has started. Its aim is to develop specific methods of physico-chemical quality evaluation and monitoring in TW bodies. This work will have to consider the important "natural" variability of physico-chemical conditions in estuaries.
- (4) The absence of surveillance monitoring at national level about intertidal rocky shore macroalgae and hydromorphology because of the lack of operational indicators. Several Work in progress aims to: determine the relevant of assessment of intertidal macroalgae in other TW bodies than Breton estuaries; and the development of hydromorphological indicators and definition of monitoring program.
- (5) Except for ichthyofauna and physico-chemical survey in some low salinity water bodies, no monitoring is done in Freshwater zones and oligo-mesohaline areas of medium and large estuaries. Methods developed for evaluation and monitoring of ichthyofauna are the only tools which can be applied to all TW bodies types. Moreover, fish sampling protocol is being standardized by Afnor. For the other quality elements, first evaluations aren't conclusive because indicators developed are not suitable for those specific estuarine areas.

KEY WORDS : WFD, transitional water, surveillance monitoring, sampling protocol, *Zostera*, phytoplankton, benthic invertebrates, macroalgae, ichthyofauna, physico-chemical elements, hydromorphology

Réseaux de Contrôle de Surveillance des masses d'eau de transition de la façade Manche/Atlantique Bilan sur les programmes de surveillance mis en œuvre au cours du SDAGE 2010-2015

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

La Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre dans le domaine de la politique de l'eau en fixant un objectif d'atteinte du bon état écologique et chimique pour tous les milieux aquatiques à l'horizon 2015. L'article 8 de cette Directive prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance sur une sélection de masses d'eau qui doit refléter « une image d'ensemble cohérente de l'état écologique et chimique dans chaque district hydrographique ». Le contrôle de surveillance pérenne permettant les évaluations de la qualité doit être effectué sur « la base d'un nombre suffisant de masses d'eau de surface pour permettre une évaluation de l'état général des eaux de surface » (DCE 2000/60/CE). Ainsi, sur la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique, 33 masses d'eau de transition (MET) sur les 53 identifiées ont été retenues pour le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS).

Ce travail de synthèse a pour ambition de faire état du RCS mis en place sur les MET de l'ensemble du littoral ciblé au cours du SDAGE 2010-2015 (état en 2014). Pour cela, les réseaux patrimoniaux exploités pour le RCS et ceux créés spécifiquement pour la DCE ont été décrits puis comparés afin de mettre en avant d'éventuels manques ou disparités vis-à-vis des fréquences de suivi appliquées, des protocoles d'échantillonnage employés et de la localisation des stations de surveillance. La mise en œuvre du RCS étant étroitement liée aux indicateurs de qualité développés et à leur pertinence compte tenu des caractéristiques particulières des eaux de transition, un bilan sur l'état d'avancement de ces indicateurs DCE a également été réalisé.

Applicabilité des outils d'évaluations développés et des protocoles de surveillance associés

La mise en œuvre d'un programme de surveillance peut s'avérer non pertinente sur tout ou partie des MET retenues pour le RCS selon les caractéristiques propres des estuaires et les conditions d'application des indicateurs développés et des protocoles de suivis associés (Tableau 1).

Tableau 1 : Synthèse des conditions d'applicabilité des outils d'évaluation et de surveillance utilisés en MET pour la DCE

Élément de qualité	Applicabilité des outils d'évaluation	Applicabilité des protocoles de surveillance
Phytoplancton	Zones méso- à polyhalines des MET non turbides	
Invertébrés benthiques	Indicateur non validé. D'après les premiers travaux, l'outil devrait être adapté aux zones méso- à polyhalines des estuaires	
Blooms de macroalgues	MET ayant une turbidité faible à modérée présentant des proliférations d'algues vertes opportunistes sur substrats vaseux ou sableux	
Macroalgues intertidales	Développement de l'indicateur en cours. L'outil cible les MET possédant des macroalgues sur substrats durs et vases indurées localisés en zone intertidale.	
Herbiers à zostères	MET présentant les conditions environnementales propices au développement de <i>Zostera noltei</i> (développement en eaux saumâtres sur des substrats vaseux à sablo-vaseux, si le degré de remaniement des sédiments et la turbidité des eaux sont faibles à modérés.	
Ichtyofaune	Tous types de MET (hors zone portuaire exclusive)	
Physico-chimie (hors nutriments)	Indicateur « Oxygène » actuel non adapté. Nouveaux travaux en cours.	Tous types de MET
Nutriments	MET possédant également des données de Chlorophylle-a	Mesure des nutriments réalisable dans tous type de MET avec des méthodes de quantification adaptées selon la salinité des eaux (eaux douces ou salées)
Hydromorphologie	Développement de l'indicateur en cours. A priori, applicabilité à tous types de MET	

Analyse globale des protocoles utilisés pour l'ensemble des éléments de qualité

Sur la base d'échanges avec différents acteurs impliqués dans ces suivis DCE et de documents relatifs aux protocoles de surveillance DCE définis à l'échelle nationale, aux stations de mesure et aux stratégies de suivis choisies sur chaque MET, l'étude comparative a permis de mettre en avant :

(1) La mise en œuvre de protocoles de surveillance uniques à l'échelle nationale pour les éléments suivants :

- Le phytoplancton dans les zones méso- à polyhalines des MET non turbides ;
- Les blooms de macroalgues sur les MET retenues pour le RCS où l'élément est pertinent ;
- Les herbiers à zostères sur les MET retenues où l'élément est pertinent
- L'ichtyofaune dans tous types de MET (protocole normalisé AFNOR).

(2) Pour les invertébrés benthiques : des suivis sont menés dans certaines MET des districts Artois-Picardie, Seine-Normandie et Adour-Garonne malgré l'absence d'un indicateur opérationnel. Ils ont essentiellement vocation à constituer une base de données homogène en vue d'une application future de l'indicateur.

Sans un indicateur opérationnel en MET, un protocole de surveillance unique et adapté à ce type de milieu ne peut être validé à l'échelle nationale. La majorité des suivis ont été réalisés selon le protocole « REBENT-DCE » proposé en 2008 par l'IFREMER ce qui permet tout de même d'acquérir des données relativement homogènes sur les espèces rencontrées et quelques caractéristiques du sédiment. Cependant, il semble que tous les acteurs impliqués dans ces suivis n'emploient pas la même technique notamment pour l'analyse granulométrique des sédiments (A. Garcia, com. pers.). Ainsi, face à la multitude de protocoles d'échantillonnage publiés ces dernières années, les coordinateurs nationaux de ces suivis prévoient de rédiger un nouveau protocole DCE synthétique et unique pour les MEC et les MET. Ce protocole applicable aux eaux méso- à euhalines tiendra compte des protocoles existants. Il sera susceptible d'évoluer en fonction des travaux menés en parallèle pour finaliser l'indicateur MISS-TW spécifique aux MET.

(3) Pour la **physico-chimie** et plus particulièrement l'oxygène dissous, le protocole de surveillance développé pour les eaux littorales s'avère non adapté aux eaux de transition du fait de :

- Mesures réalisées dans certains cas (notamment dans l'estuaire de la Seine), en subsurface uniquement où les déficits en oxygène potentiels ne seront pas les plus prononcés. Les hypoxies sont généralement plus fortes au fond de la colonne d'eau. L'IFREMER préconise des mesures en subsurface et au fond ce qui permet potentiellement de mieux cibler les hypoxies (si les stations sont localisées dans les zones de déficits récurrents) ;
- Mesures majoritairement réalisées à pleine mer +/- 2h (telle que le préconise l'IFREMER), or en estuaire, les déficits s'observent plutôt à l'étape de basse mer ;
- L'oxygénation des eaux qui évoluent fortement au cours des marées. Des valeurs très variables de concentration en oxygène peuvent être mesurées en un même point selon la période de marée pendant laquelle la mesure est faite. Ainsi, la fréquence de suivi mensuelle préconisée par l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux, ne permet pas d'appréhender au mieux ces fortes variations spatio-temporelles des concentrations en oxygène.

Dans l'attente d'outils d'évaluation et de surveillance applicables aux MET (projet en cours), le protocole proposé par l'IFREMER pour les eaux littorales peut être utilisé dans les **zones méso- à polyhalines des estuaires**. D'après les informations recueillies, les différents opérateurs sollicités respectent les préconisations faites pour les prélèvements d'échantillon d'eau et les mesures *in situ* de l'IFREMER. Quant à la quantification des nutriments, elle est essentiellement réalisée par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) rattachés à l'IFREMER selon des méthodes analytiques identiques quel que soit le laboratoire. Les données acquises sont par conséquent homogènes. Dans les **zones fluviales tidales et oligohalines**, peu de suivis de la physico-chimie sont réalisés au titre du RCS, excepté dans l'estuaire de la Seine. Dans ce dernier, les conditions de prélèvements et de mesures ont été définies en fonction des contraintes naturelles (p ex marée) et anthropiques (p ex navigation) rencontrées dans cet estuaire. Celles-ci divergent en certains points, des préconisations de l'IFREMER tout comme les méthodes de quantification des nutriments choisies qui sont celles développées pour les eaux douces. Pour les autres MET fluviales tidales, des réseaux de surveillance complémentaires (p ex MAGEST sur l'estuaire de la Gironde ou les DREAL) peuvent être sollicités pour combler ce manque.

Les stratégies d'échantillonnage et de mesures actuellement employées pour l'oxygène dissous sont susceptibles d'évoluer à compter de 2015. L'indicateur de qualité « oxygène » actuellement utilisé pour les eaux littorales ne permettant pas d'obtenir des évaluations satisfaisantes des MET, un projet a été lancé en 2014 afin de développer des méthodes d'évaluation et de surveillance spécifiques aux MET tenant compte des fortes variabilités des conditions environnementales, des pressions anthropiques exercées et des conditions d'oxygénation nécessaires pour le maintien de la vie dans ce type de milieu.

En somme, pour la majeure partie des éléments de qualité suivis, des protocoles uniques d'échantillonnage et d'analyses sont employés sur l'ensemble des bassins hydrographiques ciblés. Ceci paraît sensé dès lors qu'une seule méthode d'évaluation par élément de qualité est définie. Néanmoins, il est difficile de définir des protocoles standardisés tout comme des outils d'évaluation adaptés à des milieux aussi diversifiés que les eaux de transition. C'est pourquoi les hétérogénéités dans les suivis menés dans le cadre du RCS s'observent plutôt dans le type de MET suivies que dans les protocoles utilisés.

Répercussion sur les programmes de surveillance mis en place, des conditions d'application des outils et des particularités des estuaires

Les outils d'évaluation des éléments biologiques développés jusqu'à présent sont globalement adaptés au domaine marin et/ou aux secteurs méso- à polyhalins des estuaires (excepté l'ichtyofaune). Ceci n'a pas été sans conséquence sur la stratégie de surveillance adoptée notamment sur le type de MET suivie et sur la répartition des stations d'échantillonnage. En effet, pour permettre l'application de la majorité des indicateurs en MET, les stations de surveillance doivent très souvent être positionnées au niveau des zones méso- à polyhalines des estuaires ce qui implique que :

(1) Toutes les MET composées exclusivement d'eau douce et/ou oligohalines ne peuvent être évaluées et suivies à l'aide des outils développés (seul l'indicateur poisson permet d'évaluer ce type de MET). Une adaptation des outils développés pour le domaine marin ou fluvial à ces MET semble très complexe voire impossible (Courrat et al., 2010). Ainsi, des méthodes spécifiques d'évaluation (basées ou non sur le dire d'experts) doivent être mises en place. Compte tenu de la proportion de MET fluviales tidales et/ou oligohalines existantes par rapport à l'ensemble des MET à évaluer (17 %), il n'est pas envisagé à ce jour de développer des outils spécifiques à ces milieux. Pour permettre leur évaluation, une des options envisageables serait de :

- Comparer les évaluations faites pour chaque élément de qualité, sur les masses d'eau adjacentes (en rivière et sur la MET située en aval immédiat) puis ;
- Quantifier les pressions qui s'exercent sur la MET fluviale tidale (en ciblant les pressions ayant un impact sur chaque élément de qualité) et les comparer aux pressions exercées sur les masses d'eau environnantes ;
- Evaluer l'état des MET par extrapolation à partir de l'évaluation des MET adjacentes et des pressions exercées, avec l'aide d'experts.

Appliquer cette méthode implique une certaine continuité dans les évaluations entre le domaine fluvial, la zone d'eau douce des estuaires et les zones halines. Il sera donc nécessaire de déterminer si cette approche est cohérente scientifiquement.

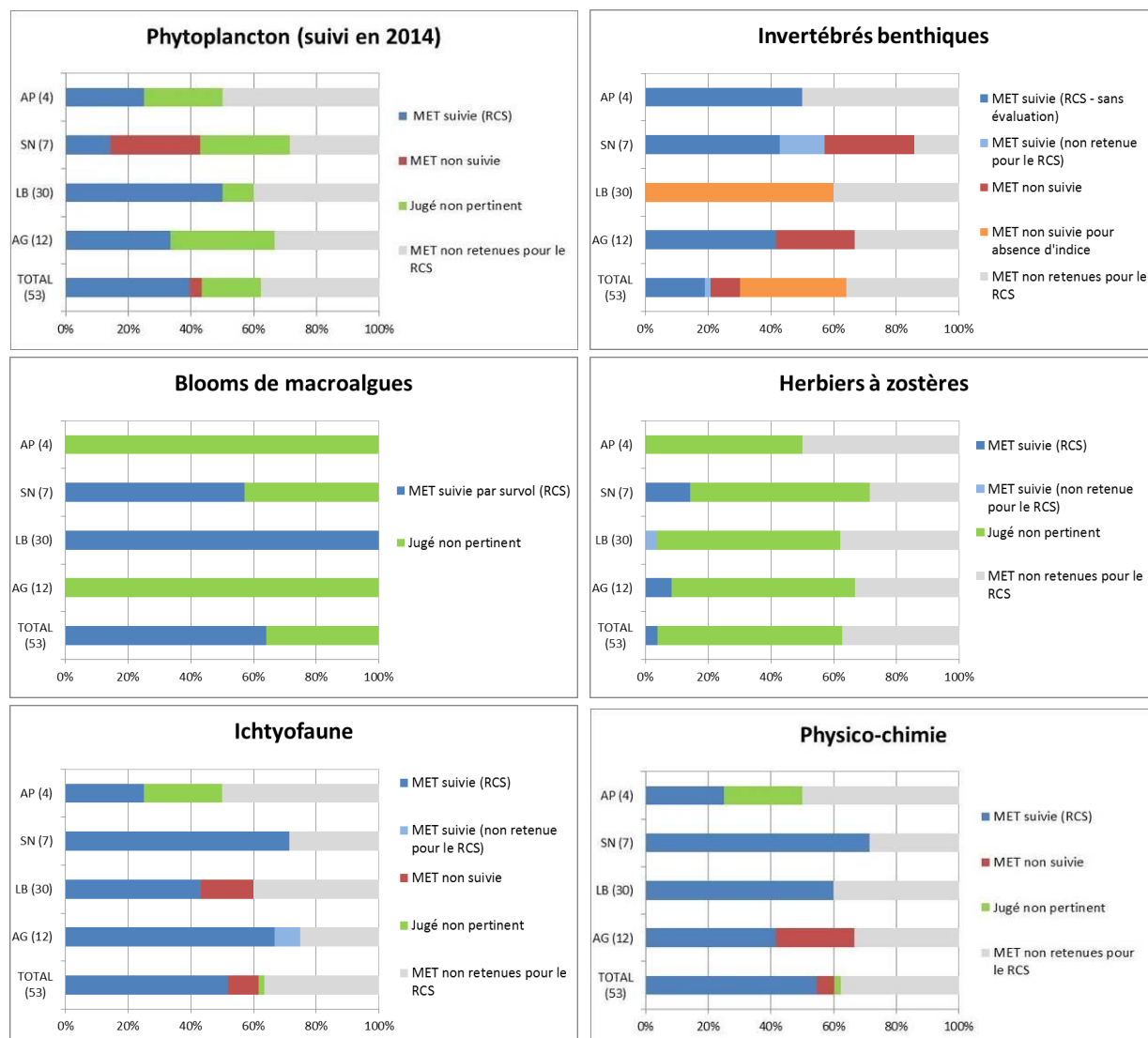
(2) Pour les autres MET retenues, les stations étudiées sont généralement positionnées à proximité de la limite aval des MET à l'image des suivis menés dans l'estuaire de la Charente. Compte tenu des fortes variabilités spatio-temporelles des conditions environnementales observées en estuaires, la réelle représentativité de ces stations peut être remise en cause d'autant plus lorsque ces suivis sont combinés à des mesures physico-chimiques (cas du phytoplancton). Cela étant, compte tenu des obligations réglementaires de suivi sur un nombre élevé de MET et des moyens nécessaires pour maintenir un RCS pérenne, il semble difficile de multiplier les stations d'échantillonnage dans certaines MET.

Concernant la physico-chimie où la question de la représentativité des stations de mesure est la plus problématique, les données acquises ne permettent pas de réaliser des évaluations de la qualité des eaux (travaux en cours pour le développement de méthodes adaptées aux MET). Elles permettent en revanche, de fournir des informations sur les conditions environnementales au moment des prélèvements et ainsi mieux appréhender le résultat des évaluations d'autres éléments tels que le phytoplancton, l'ichtyofaune et les nutriments. La mesure des paramètres physico-chimiques étant systématiquement réalisée au droit des stations d'échantillonnage des éléments de qualité cités précédemment, la question de leur représentativité ne se pose donc pas dans ce cas.

Synthèse du nombre de MET suivies par district hydrographique et par élément de qualité (état en 2014)

Sur la base de documents relatifs à la surveillance mise en place pour le RCS à l'échelle nationale et les informations transmises par les acteurs des suivis DCE, un bilan sur le nombre de MET suivies au titre du RCS a pu être réalisé. Ce bilan représenté sous forme de graphiques (Figure 1) tient compte des dernières

modifications des programmes réalisées récemment (Tableau 2). Celles-ci ont plus particulièrement touché le phytoplancton suite à une réévaluation de la pertinence des suivis en fonction de la turbidité des eaux faite en 2013.



AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne - (Nb) : nombre total de MET par district

Figure 1 : Répartition des masses d'eau de transition suivies au titre du RCS dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

Tableau 2 : Période de suivi considérée dans le bilan du nombre de MET suivies au titre du RCS

Élément de qualité	Période de suivi considérée dans la Figure 1
Phytoplancton	Nouveau programme de surveillance à compter de 2014 (9 MET supplémentaires à suivre et arrêt des suivis dans 3 MET). Ces modifications touchent uniquement les districts SN et LB. Pour les autres districts, les suivis sont menés depuis 2007.
Invertébrés benthiques	Suivi mené en certains points depuis 2007 et intégration de nouvelles stations suite aux bilans intermédiaires du RCS réalisés en 2011/2012
Blooms de macroalgues	Survol aérien : depuis 2007 sur le littoral breton et 2008 pour le littoral normand
Macroalgues intertidales	Non considéré - travaux en cours
Herbiers à zostères	Dans les districts AG et LB : suivis menés depuis 2007 En SN : herbiers suivis à compter de 2014
Ichtyofaune	Campagnes menées sur les périodes 2009/2011 et/ou 2012/2014 selon les MET
Physico-chimie	Suivis menés depuis 2007 avec ajustement des stratégies de suivi en 2012 et en 2014 (modifications faites selon la pertinence de suivis et la représentativité des stations)
Hydromorphologie	Non considéré - travaux en cours

Pour la majorité des éléments, les MET non suivies (figuré rouge dans la figure 1) concernent les MET fluviales tidales excepté pour l'ichtyofaune dans le district Loire-Bretagne. Dans ce dernier, 13 MET sur les 18 retenues pour le RCS font l'objet d'un suivi de l'ichtyofaune soit plus de 70 % d'entre elles, conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux pour la DCE qui impose un suivi sur 30 à 50 % des MET. Par ailleurs, dans le district Adour-Garonne, une MET - FRFT05 (Gironde aval) - fait l'objet d'un suivi de l'ichtyofaune malgré le fait qu'elle ne soit pas retenue pour le RCS, pour plus de pertinence dans la continuité des suivis dans l'estuaire de la Gironde. Les limites de cette MET ont été modifiées en 2014. Celle-ci est notamment fusionnée avec la MET FRFT04 située en amont pour former une nouvelle MET FRFT09 « Estuaire Gironde aval » (intégrée au RCS).

SIGLE

AEAG	Agence de l'Eau Adour-Garonne
AEAP	Agence de l'Eau Artois-Picardie
AELB	Agence de l'Eau Loire-Bretagne
AESN	Agence de l'Eau Seine-Normandie
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEVA	Centre d'Etude et de Valorisation des Algues
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSLN	Cellule de Suivi du Littoral Normand
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
DCE	Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EQB	Élément de Qualité Biologique
EQR	Ecological Quality Ratio (écart à la référence)
GEMEL	Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IRSTEA	Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
LEMAR	Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin de l'Université de Bretagne Occidentale
LER(N)	Laboratoire Environnement Ressources (de Normandie) rattaché à l'IFREMER
MEDDE	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
MEFM	Masse d'Eau Fortement Modifiée
MES	Matières En Suspension
MET	Masse d'Eau de Transition
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PM	Pleine Mer
RCA	Réseau de Contrôle Additionnel
RCB	Réseau Complémentaire de Bassin
RCE	Réseau de Contrôle d'Enquête
RCO	Réseau de Contrôle Opérationnel
RCS	Réseau de Contrôle de Surveillance
RAZLEC	Réseau de suivi hydrobiologique du bassin Marennes-Oléron
REB	Réseau des Estuaires Bretons
REBENT	Réseau Benthique
REPHY	Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
RNAOE	Risque de Non-Atteinte des Objectifs Environnementaux (anciennement RNABE - Risque de Non Atteinte du Bon Etat)
RHLN	Réseau Hydrologique Littoral Normand
SANDRE	Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau
SDAGE	Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SPEL	Services Police de l'Eau Littorale des DDTM (anciennement Cellules Qualité des Eaux Littorales)
SRN	Suivi Régional des Nutriments
UBO	Université de Bretagne Occidentale

INTRODUCTION

L'article 8 de la Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance des milieux aquatiques pérenne permettant d'effectuer une évaluation de leur qualité. En France, ce programme est intégré aux Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), définis pour chaque grand bassin hydrographique, pour une durée de 6 ans au terme de laquelle, ils peuvent être révisés ou reconduits pour 6 ans.

La mise en œuvre de la surveillance DCE s'est traduite par la définition de 4 types de réseaux de contrôle :

- Le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) : suivi récurrent et à long terme de l'état global des masses d'eau retenues pour ce suivi régulier ;
- Le Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) : suivi ponctuel et complémentaire du RCS. Il cible les masses d'eau classées en Risque de Non-Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) ;
- Le Réseau de Contrôle d'Enquête (RCE) : suivi occasionnel, mis en place en cas de pollutions accidentelles ou en vue d'acquies les données nécessaires pour identifier les causes d'une altération de la qualité ;
- Le Réseau de Contrôle Additionnel (RCA) : suivi régional centré sur des zones spécifiques protégées pour un usage (p ex AEP, baignade) ou pour leurs caractéristiques écologiques particulières (p ex Natura 2000).

Cette synthèse a pour ambition de faire état des réseaux de contrôle de surveillance mis en place sur les masses d'eau de transition (MET) de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique dans le cadre du SDAGE 2010-2015. Elle s'intéresse donc aux districts hydrographiques suivants : Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne.

La mise en œuvre d'un programme de surveillance est étroitement liée aux indicateurs de qualité développés en parallèle. Ainsi, ce document récapitulera dans un premier temps, l'état d'avancement des indicateurs développés pour chaque élément de qualité retenu pour les évaluations DCE des MET. Ensuite, seront présentés : les réseaux patrimoniaux sur lesquels repose le RCS, les réseaux créés spécifiquement pour la DCE, les fréquences de suivi appliquées pour chaque élément de qualité, les protocoles d'échantillonnage employés et la localisation des stations de surveillance ponctuelles et surfaciques. Ce bilan permettra de :

- Faire une mise à plat des suivis effectivement exécutés sur les MET retenues des 4 districts hydrographiques cités précédemment et des protocoles utilisés dans le cadre du RCS ;
- Mettre en avant d'éventuels manques ou hétérogénéités dans ces suivis tels que des éléments non traités, des protocoles non applicables à toutes les masses d'eau ou non standardisés... Les causes de ces manques seront identifiées et si les protocoles utilisés à l'échelle nationale divergent, une comparaison des protocoles utilisés sera faite pour tenter de déterminer si les données acquises sont exploitables au même titre.

La coordination inter-estuaire prévoyait également de faire un bilan (non exhaustif) des principaux réseaux régionaux non exploités pour les besoins de la DCE afin de tirer des enseignements de ces réseaux spécifiques et de comparer les méthodes de suivi employées. Toutefois, il s'avère que les réseaux régionaux ont été largement exploités pour mettre en place le RCS. Par conséquent, seuls les réseaux de mesure haute fréquence des paramètres physico-chimiques existants sur les grands estuaires français seront présentés succinctement dans le dernier volet de cette synthèse comme étant des réseaux potentiellement complémentaires au RCS et non pour une étude comparative des protocoles.

CHAPITRE 1 : DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU - PRINCIPES ET EVALUATION DES MILIEUX

1. DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE)

1.1. Objectifs et cadre d'application

La Directive Cadre européenne sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre dans le domaine de la politique de l'eau en fixant un objectif d'atteinte du bon état écologique et chimique pour tous les milieux aquatiques à l'horizon 2015. Les états membres doivent donc prévenir toute dégradation supplémentaire, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques. Pour cela, la DCE impose :

- D'évaluer la qualité écologique et chimique des milieux aquatiques à l'aide d'indicateurs basés sur des éléments de qualité spécifiques à chaque type de milieu (côtier, estuarien, fluvial, lacustre ...) ;
- D'effectuer une surveillance de ces milieux ;
- De mettre en place des mesures pour améliorer ou préserver l'état des écosystèmes en vue d'atteindre ou maintenir le bon état écologique et chimique.

En France, la mise en application de cette directive est réalisée à l'échelle des grands bassins ou districts hydrographiques Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Adour-Garonne pour la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique (Figure 1). Pour cela, les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) ont été adaptés pour y intégrer les objectifs et les programmes d'action relatifs à la DCE, sous la responsabilité des Agences de l'eau. Révisé tous les 6 ans, le SDAGE est un outil de planification permettant de fixer les grandes orientations de la politique de l'eau que ce soit pour les eaux de surface, souterraines, de transition ou côtières. Il permet de définir des objectifs environnementaux adaptés par bassin hydrographique en tenant compte des problématiques spécifiques de chacun de ces territoires. Le SDAGE constitue donc un cadre adapté pour la mise en œuvre de la DCE.



Figure 1 : Délimitation des districts hydrographiques (Sandre)

1.2. Typologie des masses d'eau

Pour réaliser les évaluations DCE et la surveillance associée, il a été nécessaire de définir des unités de gestion pertinentes et de dimensions raisonnables. Dans les milieux estuariens, ces unités de gestion nommées Masses d'Eau de Transition (MET) ont été définies d'après des critères hydrodynamiques (courant, marnage, stratification, profondeur...) et sédimentaires (sable, vase...) propres à chaque district.

Ainsi, quelques particularités sont observées :

- Dans le district hydrographiques Artois-Picardie, plusieurs fleuves côtiers ne sont pas classés en MET. Une majorité d'entre eux sont des systèmes « mineurs » présentant une zone de mélange des eaux marines et eaux douces peu développée à quelques exceptions près comme les baies de l'Authie et de la Canche. Ces fleuves côtiers ont été intégrés aux masses d'eau côtières (MEC) adjacentes.
- Dans le district hydrographique Seine-Normandie, de nombreux havres sont présents notamment sur la côte du Cotentin. Ces milieux de transition peu étendus et très particuliers ont été intégrés aux MEC adjacentes en raison d'un manque de connaissance et d'outils de caractérisation et d'évaluation de ces écosystèmes.
- Dans le district Loire-Bretagne, l'estuaire de la Loire est le seul grand estuaire français délimité par une seule MET (contrairement aux estuaires de la Seine et de la Gironde où les zones fluviales tidales ont été distinguées des zones halines). Par ailleurs, la limite aval de cette MET n'intègre pas

l'intégralité du panache estuarien. Ceci a quelques répercussions sur les évaluations réalisées et sur la représentativité des stations utilisées pour effectuer la surveillance.

- La MET FRHT05 « Fond de Baie du Mont-Saint-Michel » est localisée par sa partie Est dans le district Seine-Normandie et par sa partie Ouest dans district Loire-Bretagne. Suite à un consensus, le district Seine-Normandie prend en charge les suivis stationnels réalisés sur cette MET.
- Dans le district Adour-Garonne, le bassin d'Arcachon et certains fleuves côtiers sont classés en MEC tout comme l'était l'extrémité Ouest de l'embouchure de l'estuaire de la Gironde. Dans ce dernier cas, la délimitation des MET les plus aval de l'estuaire de la Gironde ont été réévaluées fin 2013 pour plus de cohérence (intégration du panache estuarien aux eaux de transition et fusion des 2 MET les plus aval). Une nouvelle MET FRFT09 « Estuaire Gironde aval » a ainsi été créée.

Sur la façade concernée, cet exercice a abouti à la délimitation de 53 MET réparties sur les 4 districts hydrographiques (Figure 2), avant la récente modification des MET de l'estuaire de la Gironde.

Ces différentes masses d'eau possèdent des caractéristiques physiques hétérogènes qui jouent un rôle important dans la répartition des organismes biologiques. Elles ont donc été classées sur la base d'une typologie définie à l'échelle nationale. Puis, des ajustements ont été réalisés localement selon les spécificités de chaque bassin hydrographique de manière à regrouper les milieux possédant certaines caractéristiques structurantes semblables (géologie, débits...). Les critères permettant cette classification pour les eaux de transition sont les suivants : la salinité, le marnage, le mélange, le pourcentage de la masse d'eau couvert par la zone intertidale, le débit, la surface du bassin versant, la surface de l'estuaire et la turbidité (Circulaire DCE no 2005-11 du 29 avril 2005). Ce travail a abouti à l'identification de 9 types différents de masses d'eau de transition pour la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique :

- T01 : Petit estuaire à grande zone intertidale méso à polyhalin faiblement à moyennement turbide
- T02 : Grand port macrotidal
- T03 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité
- T04 : Estuaire mésotidal très peu salé et à débit moyen
- T05 : Estuaire petit ou moyen macrotidal fortement salé à débit moyen
- T06 : Grand estuaire très peu salé et à fort débit
- T07 : Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit
- T08 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
- T09 : Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide

Parmi les 53 MET répertoriées, 20 d'entre elles sont classées en Masse d'Eau Fortement Modifiée (MEFM) (Tableau 1). Ceci implique qu'elles ne peuvent atteindre le bon état écologique en raison d'altérations physiques du milieu importantes liées à des activités anthropiques. Elles doivent donc atteindre le bon potentiel écologique qui est le meilleur état pouvant être atteint par ces masses d'eau compte tenu de ces activités anthropiques. Les objectifs fixés doivent avoir un niveau d'ambition similaire à ceux définis pour le bon état, sans toutefois remettre en cause les usages à l'origine de ce classement en MEFM dès lors que leur maintien est nécessaire (navigation, hydroélectricité...) (MEDDE, 2006). En revanche, les exigences relatives à l'atteinte du bon état chimique restent identiques pour toutes les MET, qu'elles soient classées ou non en MEFM.

Le Tableau 1 précise également les MET retenues pour le suivi DCE dans le cadre du RCS permettant de renseigner les indicateurs utilisés pour les évaluations de la qualité des MET. Ces MET ont été choisies de telle sorte à obtenir « une image d'ensemble cohérente de l'état écologique et chimique dans chaque district hydrographique et permettre la classification des masses d'eau en 5 classes selon les définitions normatives » (Directive 2000/60/CE). A l'échelle de la façade Mer du nord/Manche/Atlantique, 33 MET sur les 53 existantes ont ainsi été retenues pour le RCS. Il est à noter que ceci n'implique pas qu'aucun suivi de qualité n'est programmé par les Agences de l'eau dans les 20 MET restantes. En effet, des suivis peuvent mis en place dans ces MET en raison d'enjeux forts, de risques de non atteinte du bon état, de la présence de fortes pressions avérées (pêche commerciale, conchyliculture)... Dans ce cas, ces suivis n'entrent pas dans le cadre du RCS mais dans celui d'autres réseaux tels que le RCO, RCE ou RCA (cf chapitre 2, p 30). Ce type de suivi étant défini au cas par cas, ces derniers ne sont pas traités dans cette synthèse.

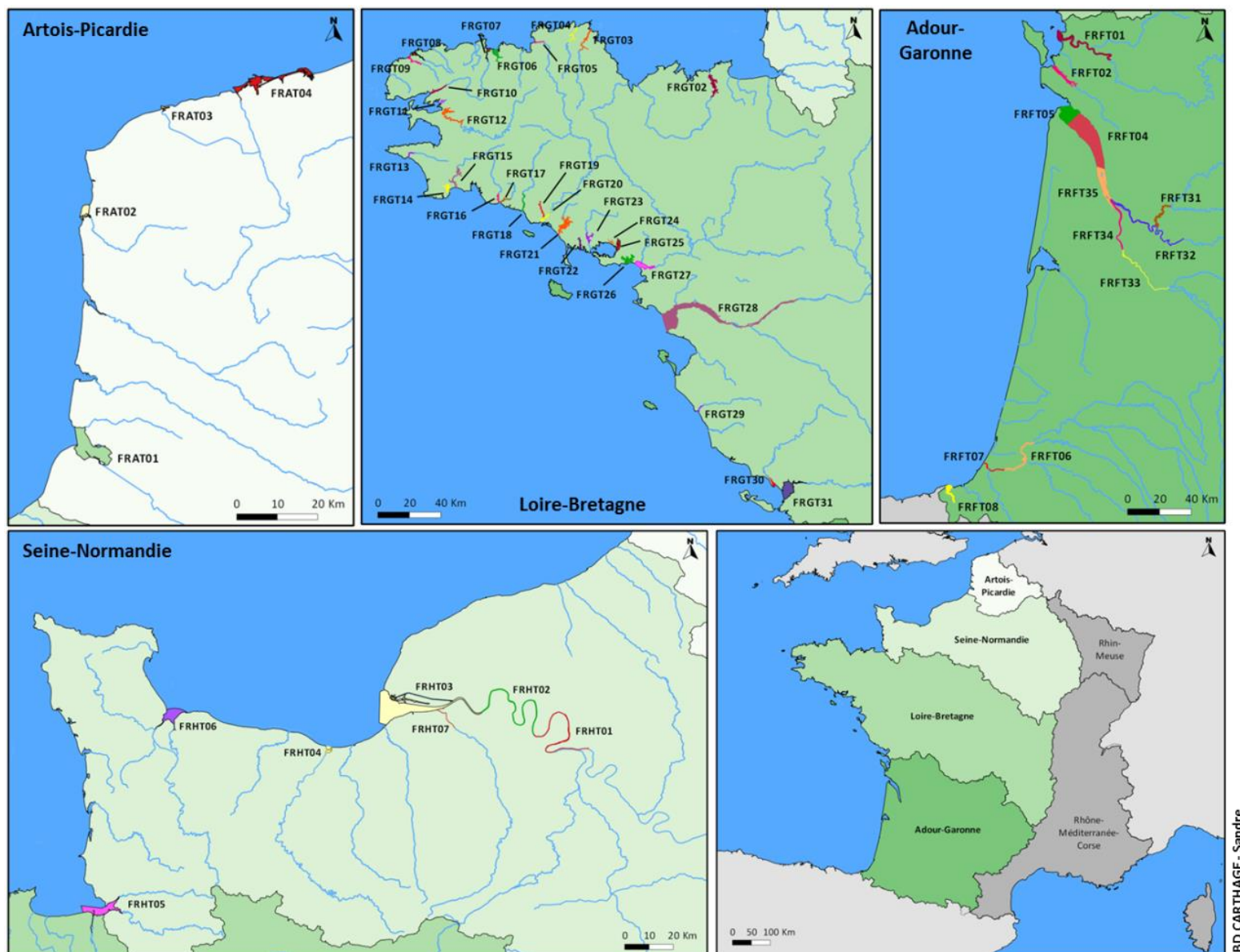


Figure 2 : Localisation des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique par district hydrographique (Sandre)

Tableau 1 : inventaire et typologie des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique (IFREMER, Agences de l'eau, MEDDE)

T01 : Petit estuaire à grande zone intertidale méso à polyhalin faiblement à moyennement turbide
T02 : Grand port macrotidal
T03 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité
T04 : Estuaire mésotidal très peu salé et à débit moyen
T05 : Estuaire petit ou moyen macrotidal fortement salé à débit moyen
T06 : Grand estuaire très peu salé et à fort débit
T07 : Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit
T08 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
T09 : Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide

District	Identifiant	Type	Nom de la MET	MEFM	Suivi DCE
Artois-Picardie	FRAT01	T1	Baie de Somme	NON	OUI
Artois-Picardie	FRAT02	T2	Port de Boulogne-sur-Mer	OUI	NON
Artois-Picardie	FRAT03	T2	Port de Calais	OUI	OUI
Artois-Picardie	FRAT04	T2	Port de Dunkerque	OUI	NON
Seine-Normandie	FRHT01	T4	Estuaire de Seine - Amont	OUI	OUI
Seine-Normandie	FRHT02	T4	Estuaire de Seine - Moyen	OUI	OUI
Seine-Normandie	FRHT03	T4	Estuaire de Seine - Aval	OUI	OUI
Seine-Normandie	FRHT04	T5	Estuaire de l'Orne	OUI	NON
Seine-Normandie	FRHT05	T5	Baie du Mont-Saint-Michel : fond de baie estuarien	OUI	OUI
Seine-Normandie	FRHT06	T5	Baie des Veys : fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan	OUI	OUI
Seine-Normandie	FRHT07	T5	La Risle du confluent de la Corbie (inclus) au confluent de la Seine (exclu)	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT02	T8	Bassin maritime de la Rance	OUI	NON
Loire-Bretagne	FRGT03	T1	Le Trieux	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT04	T8	Le Jaudy	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT05	T1	Le Léguer	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT06	T9	Rivière de Morlaix	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT07	T9	La Penzé	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT08	T9	L'Aber Wrac'h	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT09	T9	L'Aber Benoit	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT10	T8	L'Elorn	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT11	T9	Rivière de Daoulas	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT12	T8	L'Aulne	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT13	T1	Le Goyen	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT14	T1	Rivière de Pont-l'Abbé	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT15	T8	L'Odet	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT16	T1	L'Aven	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT17	T9	La Belon	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT18	T3	La Laïta	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT19	T1	Le Scorff	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT20	T8	Le Blavet	OUI	OUI
Loire-Bretagne	FRGT21	T3	Rivière d'Etel	NON	OUI
Loire-Bretagne	FRGT22	T9	Rivière de Crac'h	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT23	T3	Rivière d'Auray	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT24	T3	Rivière de Vannes	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT25	T1	Rivière de Noyal	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT26	T1	Rivière de Pénerf	NON	NON
Loire-Bretagne	FRGT27	T1	La Vilaine	OUI	OUI
Loire-Bretagne	FRGT28	T7	La Loire	OUI	OUI
Loire-Bretagne	FRGT29	T8	La Vie	OUI	NON
Loire-Bretagne	FRGT30	T8	Le Lay	OUI	NON
Loire-Bretagne	FRGT31	T8	La Sèvre Niortaise	OUI	OUI
Adour-Garonne	FRFT01	T1	Estuaire Charente	NON	OUI
Adour-Garonne	FRFT02	T1	Estuaire Seudre	OUI	OUI
Adour-Garonne	FRFT31	T4	Estuaire Fluvial Isle	NON	NON
Adour-Garonne	FRFT32	T4	Estuaire Fluvial Dordogne	NON	OUI
Adour-Garonne	FRFT33	T6	Estuaire Fluvial Garonne Amont	NON	OUI
Adour-Garonne	FRFT34	T6	Estuaire Fluvial Garonne Aval	OUI	NON
Adour-Garonne	FRFT35	T6	Gironde amont	OUI	NON
Adour-Garonne	FRFT04	T7	Gironde centrale	FRFT09 : Gironde aval (à compter de 2014)	OUI
Adour-Garonne	FRFT05	T7	Gironde aval		NON
Adour-Garonne	FRFT06	T4	Estuaire Adour Amont	NON	OUI
Adour-Garonne	FRFT07	T3	Estuaire Adour Aval	OUI	OUI
Adour-Garonne	FRFT08	T3	Estuaire Bidassoa	NON	OUI

1.3. Evaluation de l'état des masses d'eau de transition : les éléments de qualité considérés

Pour effectuer les évaluations, la DCE requiert l'utilisation d'indicateurs basés sur divers éléments de qualité définis en fonction du type de masse d'eau. La Figure 3 synthétise les éléments à prendre en compte et les règles de décision pour définir le bon état écologique des masses d'eau de transition comme précisé dans l'annexe V de cette directive cadre et 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, version consolidée par l'arrêté du 19 septembre 2011.

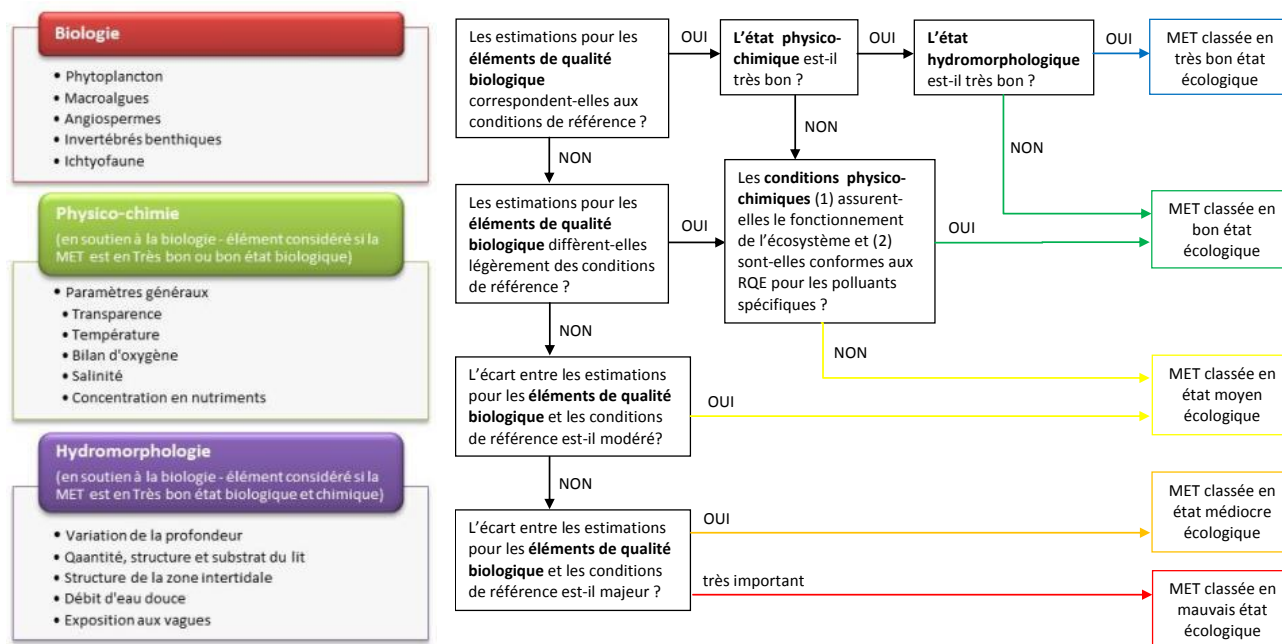


Figure 3 : Éléments de qualité à considérer pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de transition (à gauche) et règles de décision pour le classement des MET (à droite) (Annexe 2 de la Directive 2000/60/CE et Annexe 2 de l'arrêté du 25 janvier 2010)

Cette présente synthèse se concentre uniquement sur les éléments de qualité permettant d'établir l'état écologique des MET soit les éléments biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques, excluant ainsi la qualité chimique des eaux.

2. ETAT D'AVANCEMENT DES OUTILS D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ÉCOLOGIQUE DES MET PAR COMPARTIMENT BIOLOGIQUE

Avertissement : l'état d'avancement des indicateurs décrits dans cette synthèse, a été rédigé sur la base :

- des informations collectées dans la synthèse sur les indicateurs de qualité DCE de Courrat et al. (2010) réalisée dans le cadre du projet LITEAU III - BEEST ;
- des rapports techniques et scientifiques produits depuis 2010 par les diverses structures impliquées dans la définition des indicateurs de qualité ;
- du « Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales » actualisé par le MEDDE (2013) ;
- d'informations diffusées sur le site ENVLIT dédié à la DCE et développé par l'IFREMER ;
- d'informations fournies par l'ONEMA sur les projets en cours ou futurs, relatifs aux indicateurs ;
- d'informations collectées auprès des partenaires sollicités pour compéter et valider ce document.

Le Ministère en charge de l'environnement (MEDDE) pilote la mise en œuvre de la DCE pour la définition des indicateurs en s'appuyant sur l'ONEMA qui assure la coordination technique à l'échelle nationale. Pour les eaux côtières et de transition, plusieurs structures interviennent dans la définition d'indicateurs de qualité. L'IFREMER est en charge du développement des méthodes d'évaluation pour une majorité des

éléments de qualité (hormis l'ichtyofaune et l'hydromorphologie), avec le concours scientifique et technique des Universités, du CNRS, du MNHN et de plusieurs bureaux d'études.

L'IRSTEA a réalisé les études qui ont permis d'aboutir à l'indicateur basé sur l'ichtyofaune utilisé actuellement pour les évaluations DCE. Quant à l'hydromorphologie, le BRGM a été désigné pour traiter ce volet sur les masses d'eau côtières et de transition. Toutefois, le fonctionnement écologique des milieux estuariens étant très complexe, des travaux spécifiques relatifs à l'hydromorphologie des estuaires sont actuellement menés par l'Université de Bordeaux 1 et l'IFREMER de Brest.

Depuis la mise en application de la DCE, tous les éléments de qualité définis pour les MET ne sont pas systématiquement évalués en raison d'indicateurs non finalisés ou de la non-pertinence de certains éléments dans ce type de milieu qui sont alors exclus des évaluations sous réserve d'une argumentation scientifique suffisante. Ceci conditionne fortement les suivis mis en place, c'est pourquoi un état d'avancement de ces indicateurs a été incorporé dans ce rapport.

Les sous-chapitres suivants fournissent des informations sur l'état d'avancement des travaux visant au développement d'indicateurs de qualité DCE-compatibles pour chaque élément de qualité considéré par la DCE. Ces sous-chapitres permettent d'avoir une vision synthétique de :

- La pertinence de l'élément en fonction du type du milieu ;
- L'état d'avancement de l'évaluation (l'indicateur lui-même, la ou les valeur(s) de référence, la grille de qualité, la prise en compte des pressions) ;
- Des « informations diverses » (phase d'intercalibration, surveillance engagée, références bibliographiques...)

2.1. Le phytoplancton

L'élément de qualité « phytoplancton » est retenu pour les masses d'eau côtières et de transition mais il a été jugé non pertinent dans les MET turbides en raison des caractéristiques spécifiques de ces milieux. En effet, le phytoplancton est un organisme végétal, photosynthétique qui a besoin d'énergie lumineuse pour se développer. Dans les milieux turbides, les matières en suspension présentes en grande concentration, limitent fortement la pénétration de la lumière empêchant ainsi au phytoplancton de se développer.

L'évaluation de la qualité basée sur le phytoplancton a été confiée à l'IFREMER. Un indicateur a pu être finalisé et testé grâce à une importante base de données récoltée dans le cadre des réseaux de surveillance pilotés par l'IFREMER (REPHY, RHLN, SRN...) sur les milieux côtiers et sur tout ou partie de certains milieux estuariens (cf chapitre 2, p 32). La méthode d'évaluation se décompose en 3 métriques dont seulement deux d'entre elles sont retenues actuellement pour les masses d'eau de transition (Tableau 2 ou détails sur la méthode dans Soudant et Belin (2010)).

Lors de la première évaluation (2003-2008), le manque de données dans plusieurs MET n'a pas permis d'effectuer une évaluation fiable de ce compartiment biologique en estuaire. C'est plus particulièrement le cas dans les zones d'eau douce et les zones oligo- à mésohalines des grands et moyens estuaires où la surveillance du phytoplancton n'est pas engagée. L'incertitude liée au manque de données ne permet pas d'affirmer avec certitude que la méthode et les seuils définis sont pertinents dans ces zones estuariennes particulières. Les résultats de cette première évaluation sont progressivement mis à jour au fur et à mesure de l'acquisition de données menée lors des programmes de surveillance DCE.

Tableau 2 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur le phytoplancton dans les masses d'eau de transition (Soudant et Belin, 2010 ; MEDDE, 2013)

PHYTOPLANKTON		
Pert.	Type de MET concernée	MET du type T1 à T9 de la façade Manche/Atlantique où l'élément est pertinent
	Pertinence sur les MET	OUI sauf en MET turbides. Dans les milieux turbides, la pénétration de la lumière, nécessaire au développement de ces organismes photosynthétiques est insuffisante
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	OUI (pas d'acronyme connu)
	Métrique(s) associée(s)	<u>2 métriques validées</u> : Chlorophylle-a (biomasse) : percentile 90 de la concentration en chlorophylle-a sur 6 ans de suivi Abondance (blooms) : % d'échantillons avec blooms sur 6 années de suivi (un bloom est défini par un nombre de cellules / litre > 100 000 pour les grandes espèces et > 250 000 pour les petites espèces) <u>1 métrique potentielle</u> : composition taxonomique - Pertinence de la métrique à vérifier en MET
	Valeur de référence	OUI - Les valeurs définies pour les MEC ont été appliquées aux MET. Ces valeurs doivent être revues au regard des évaluations obtenues sur certaines masses d'eau.
	Grille de qualité	Chlorophylle-a (biomasse) : 2 grilles d'EQR (1 pour le type Manche/Atlantique et 1 pour le type Mer du Nord afin d'être cohérent avec les valeurs définies en Belgique) Abondance (blooms) : 1 grille d'EQR unique pour toute la façade
	Relation pression / état	Etablie entre les EQR et un indice d'eutrophisation basé sur la concentration d'azote inorganique dissous. Un lien avec la turbidité des eaux est également identifié d'un point de vue qualitatif.
Autres informations	Remarque	L'indice final en MET correspond à la moyenne équi pondérée des EQR biomasse et abondance. Certaines MET (ex MET fluviales tidales) restent non analysées ou que partiellement, faute de données disponibles.
	Surveillance engagée	Oui - cf Chapitre 2, p 32
	Intercalibration	L'indice et les grilles d'EQR ont été intercalibrés au niveau européen en 2012, uniquement pour les MEC. Les travaux se poursuivent pour les MET.
	Documentation	Rapport d'étude : Soudant D. & Belin C., janvier 2010. Evaluation DCE. Elément de qualité : phytoplancton. 01 2010 - Rapport IFREMER DYNECO/VIGIES/10-03/DS, 199 p. Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_phytoplankton

2.2. Les invertébrés benthiques

Le développement de l'indicateur basé sur les invertébrés benthiques en milieu estuarien a été confié à un groupe d'experts benthologues sous la coordination d'IFREMER. Ce travail s'est appuyé sur une base de données acquise en 2008 regroupant les résultats d'une importante campagne d'échantillonnage menée sur 11 milieux de transition répartis ainsi :

- District Artois-Picardie : Baie de Somme ;
- District Seine-Normandie : estuaires de la Seine et de l'Orne, Baie du Mont-Saint-Michel ;
- District Loire-Bretagne : estuaires du Trieux, du Belon et de la Loire, Baie de l'Aiguillon (située à l'embouchure du Lay) ;
- District Adour-Garonne : estuaires de la Charente, de la Gironde et de la Bidassoa.

Le groupe de travail a abouti à un indicateur préliminaire nommé MISS-TW (Macrobenthic Index for Sheltered Systems - Transitional Water), composé de 9 métriques (Tableau 3). Cet indicateur tel qu'il a été développé, n'est pas actuellement validé et reste donc à perfectionner. De nouveaux travaux devraient être initiés en 2014 pour compléter la démarche en vue d'aboutir à un indicateur plus fiable et robuste. En fonction des données disponibles, ces travaux s'ils se concrétisent, devraient porter sur une analyse biostatistique croisant les données sur les invertébrés benthiques, leurs habitats et les pressions anthropiques exercées sur ces organismes. Ceci permettra de mieux considérer l'influence des pressions anthropiques dans la démarche initiée par les benthologues.

Tableau 3 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les invertébrés benthiques pour les masses d'eau de transition (Gouillieux et al, 2010 ; ONEMA)

INVERTEBRES BENTHIQUES sur substrat meuble		
	Type de MET concernée	MET du type T1 à T9 de la façade Manche/Atlantique hors zones oligohalines et fluviales tidales
	Pertinence sur les MET	Oui
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	MISS-TW (Macrobenthic Index for Sheltered Systems - Transitional Water) non validé en cours de finalisation
	Métrique(s) associée(s)	9 métriques : Abondance totale par m ² / Indice d'équitabilité de Piélou / Indice de raréfaction / Indice de Shannon-Wiener / AZTI Marine Biotic Index (AMBI) / Composition trophique au travers de l'Infauna Trophic Index / % en abondance des Amphipodes Sensibles / % en abondance des Bivalves / % en abondance d'annélides Polychètes
	Valeur de référence	Non validé
	Grille de qualité	Non validé
	Relation pression / état	Une analyse biostatistique des données pressions / habitats / invertébrés benthiques est envisagée en 2014 en vue de finaliser l'indice MISS-TW.
Autres informations	Remarque	L'indice développé est spécifique aux MET Atlantique et aux lagunes. Il ne s'applique pas aux zones oligohalines et fluviales tidales en raison des divergences entre les peuplements présents en milieux salés et ceux présents en milieux peu ou pas salés.
	Surveillance engagée	Partielle en fonction des districts hydrographiques (en vue d'acquérir de la donnée et non pour l'évaluation DCE des MET du fait de la non-opérationnalité de MISS-TW) - cf Chapitre 2, p 39
	Intercalibration au niveau européen	Les travaux d'intercalibration de l'indice « invertébrés benthiques » sont en cours. Depuis 2010, la France ne participe plus à ces travaux en raison d'un manque de donnée sur les pressions et de valeurs seuils (EQR) non validées sur les MET françaises.
	Documentation	Rapport d'étude : Gouillieux et al., 2010. Proposition d'un indicateur benthique pour la qualification des masses d'eaux de transition pour la Directive Cadre sur L'eau. Rapport scientifique, 113p. Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_invertebres_benthiques_de_substrat_meuble

2.3. Flore autre que le phytoplancton : macroalgues et angiospermes

En raison des fortes contraintes naturelles s'exerçant dans les milieux estuariens, la diversité des espèces végétales est très limitée. Cette réalité est d'autant plus vraie pour les angiospermes où peu d'espèces peuvent supporter les fluctuations permanentes des conditions environnementales liées à la propagation de la marée (variations de salinité, turbidité, hauteurs d'eau...).

Les différents éléments retenus par la France ont été choisis selon le type de végétation et de milieux associés, rencontrés dans les eaux côtières et de transition soit :

Macroalgues	• Macroalgues sur substrat rocheux en zones intertidales • Macroalgues sur substrat rocheux en zones subtidales • Blooms de macroalgues opportunistes
Angiospermes	• Herbiers à zostères • Végétation du schorre

Dans l'évaluation globale de l'état écologique des MET telle que définie par la DCE, tous les éléments relatifs à la végétation aquatique (macroalgues et angiospermes) doivent être agrégés pour donner lieu à un élément de qualité biologique (EQB) unique « macrophytes ». Ainsi, des règles d'agrégation doivent être mises en place pour déterminer si tous les éléments évalués jusqu'à présent (macroalgues intertidales, blooms de macroalgues et herbiers de zostères) sont considérés de la même manière ou si une pondération est nécessaire au cas où l'un de ces éléments est jugé « plus important que les autres » dans l'évaluation globale. Jusqu'à présent, aucune décision de ce type n'a été prise. Le principe du « one out/all out » a été retenu. Celui-ci implique que la qualité attribuée à l'EQB « macrophytes » correspond à celle de l'élément le plus déclassant. Cette méthode étant jugée trop déclassante, des réflexions sont en cours pour l'application d'une moyenne pondérée (1/3, 1/3, 1/3).

2.3.1. Macroalgues sur substrat rocheux et sur vases indurées en zones intertidales

Sur la base des travaux sur les macroalgues intertidales sur substrat dur réalisés en milieu côtier (Ar Gall et Le Duff, 2010), l'Université de Bretagne Occidentale (UBO) a poursuivi ses recherches sur le développement d'un indice basé sur ce type de macroalgues en zones intertidales pour les MET. Des prospections sur le terrain ont été réalisées sur 13 MET bretonnes de type aber entre 2008 et 2011 (Trieux, Penzé, Aber Wrac'h, Elorn, Aulne, Goyen, rivière de Pont-L'abbé, Odet, Aven, Belon, Laïta, Scorff, Blavet). L'objectif de ces prospections était d'identifier les ceintures algales caractéristiques des milieux estuariens en vue de déterminer si l'indice est applicable en l'état ou s'il nécessite quelques adaptations. En 2012, les experts ont abouti à la proposition d'un nouvel indice pour les MET bretonnes nommée ABER (Algal Belts Estuarine Ratios), qui tient compte de la présence des macroalgues sur substrats durs (métrique 1) mais également sur substrats meubles (métrique 2) dominant dans ce type de milieux. Sur roche, le calcul de la métrique 1 repose sur le rapport de couverture des macroalgues brunes et rouges (non opportunistes) sur la couverture des macroalgues opportunistes, dans les 2-3 ceintures algales du haut d'estran. Sur les vases indurées/stabilisées, ils se sont concentrés sur les formations macroalgales les plus stables, telles que les banquettes à *Vaucheria* (formations caractéristiques des estuaires). Ainsi, la métrique 2 obtenue est basée sur les proportions relatives de *Vaucheria* et de *Chlorophyceae* d'une part, et de *Cyanobactéries* d'autre part (Tableau 4). Les prospections faites dans les 13 estuaires bretons ont permis d'obtenir des premiers résultats qui semblent cohérents compte tenu de la connaissance de ces estuaires par les experts impliqués (Ar Gall et Le Duff, 2012).

Dans le cadre d'une nouvelle phase du projet mené par l'UBO (2013-2015), des prospections ont débuté hors Bretagne pour déterminer si les formations macroalgales retenues pour l'évaluation des MET bretonnes sont également présentes dans d'autres types d'estuaire. A titre d'exemple, des campagnes terrain ont été initiées en 2013, sur 2 MET de Normandie, Orne et Seine Aval, en concertation avec le Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux (GEMEL) et la Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN) pour tester la méthode d'évaluation. Une autre campagne se déroulera dans le Golfe de Gascogne en 2014 (Ar Gall, com. pers.). Selon les résultats obtenus lors de ces campagnes, des travaux plus approfondis sur la construction d'un indicateur « Macroalgues intertidales sur substrat dur » applicable à certains types de MET pourront être envisagés.

Tableau 4 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les macroalgues intertidales sur substrats durs pour les masses d'eau de transition (Ar Gall et Le Duff, 2012)

MACROALGUES SUR SUBSTRAT ROCHEUX ET SUR VASES INDUREES EN ZONES INTERTIDALES		
Pert.	Type de MET concernée	MET présentant de la roche en place et des vases consolidées
	Pertinence sur les MET	Oui dans les estuaires bretons A confirmer à une plus grande échelle
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	ABER (Algal Belts Estuarine Ratios) en cours de développement
	Métrique(s) associée(s)	ABER = moyenne de 2 métriques dont la première est basée sur la couverture des <i>Phaeophyceae</i>, <i>Rhodophyceae</i>, <i>Chlorophyceae</i> présents sur les substrats durs dans chaque quadrat, moyennée à l'échelle du site et la seconde, est le pourcentage moyen d'occurrence des <i>Xanthophyceae</i> et des <i>Chlorophyceae</i> dans les banquettes à <i>Vaucheria</i> échantillonnées ;
	Valeur de référence	Non définie - test en cours sur l'applicabilité de l'indice à l'échelle nationale
	Grille de qualité	Oui - 1 grille de classes de qualité basé sur les tests faits sur les MET bretonnes (pas d'EQR)
	Relation pression / état	Travaux prévu en 2012-2013 (des liens se démarquent dont l'eutrophisation et les pollutions)
Autres informations	Remarque	Les tests se poursuivent hors Bretagne donc aucune méthode n'a été « officiellement validée » jusqu'à présent.
	Surveillance engagée	Oui en vue de tests mais pas intégrée au RCS
	Intercalibration	Non - Indice non finalisé
	Documentation	Rapport d'étude : Ar Gall E., Le Duff M. (2012). Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET. Rapport UBO - ONEMA, Février 2012, 39p. Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_macroalgues

2.3.2. Macroalgues sur substrat rocheux en zones subtidales

L'évaluation des macroalgues sur substrat dur en zones subtidales n'est pas réalisée dans les MET en raison d'une absence totale ou partielle d'espèces caractéristiques dans les zones concernées. Ceci est notamment lié aux caractéristiques propres des milieux estuariens qui ne sont pas propices au développement de ce type de végétation (substrat majoritairement sableux et/ou vaseux, influence de la turbidité sur la pénétration de la lumière...). Cet élément est donc jugé non pertinent en eaux de transition.

2.3.3. Blooms de macroalgues opportunistes

Sous maîtrise d'ouvrage de l'IFREMER, le développement de l'indicateur basé sur les blooms de macroalgues opportunistes a été confié au Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA) qui suit depuis 2002, les proliférations algales observées sur le littoral breton (zone la plus touchée par ce phénomène). Le CEVA a construit un outil d'évaluation nommé TW OGA (Transitional Waters Opportunistic Green Algae) en se basant sur les connaissances acquises au cours du programme Prolittoral centré sur les marées vertes en Bretagne. L'indice TW OGA adapté aux substrats vaseux, utilisé dans la quasi-totalité des MET se compose de 2 métriques qui évaluent (1) l'aire maximale effectivement colonisée par les algues vertes en fonction de l'aire potentiellement colonisable (en %) et (2) l'aire affectée par des algues vertes opportunistes (en ha) (Tableau 5). Les valeurs obtenues pour ces 2 métriques sont associées à des classes de seuils et d'EQR. Ces classes permettent de convertir la valeur des métriques en EQR à l'aide de la formule suivante :

$$EQR_{\text{métrique}} = EQR_{\text{sup}} - \left[\frac{\text{Valeur de la métrique} - \text{Seuil}_{\text{inf}}}{\text{Seuil}_{\text{sup}} - \text{Seuil}_{\text{inf}}} \times (EQR_{\text{sup}} - EQR_{\text{inf}}) \right]$$

Un exemple d'application de cette formule est présenté en annexe 2 pour une meilleure compréhension de ce calcul. Les valeurs d'EQR des 2 métriques (l'aire maximale et l'aire affectée) sont ensuite moyennées pour obtenir la valeur d'EQR de l'indice global TW OGA.

Cet outil a été utilisé, jusqu'en 2010, sur l'ensemble des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne composées majoritairement de substrat vaseux et ayant une turbidité faible à modérée soit toutes les MET de ce district et 4 MEC (FRGC07, FRGC11, FRGC16 et FRGC39). A partir de 2011, l'évaluation a été poursuivie uniquement sur les masses d'eau précédemment déclassées (Rossi, 2012). Des photographies aériennes sont néanmoins acquises chaque année pour toutes les eaux de transition du bassin Loire-Bretagne initialement suivies de façon à pouvoir contrôler visuellement qu'aucun développement massif de macroalgues opportunistes n'a lieu sur les masses d'eau non évaluées. Les rapports de Rossi (2011, 2012) synthétisent les évaluations faites sur le bassin Loire-Bretagne.

Depuis 2008, un suivi et une évaluation sont également réalisés sur 4 des 7 MET du district Seine-Normandie où l'élément y est pertinent soit les MET FRHT03, FRHT04, FRHT05 et FRHT06.

Tableau 5 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les blooms de macroalgues opportunistes pour les masses d'eau de transition (IFREMER ; Rossi, 2012)

BLOOMS DE MACROALGUES OPPORTUNISTES		
Pertinence	Type de MET concernée	MET du type T1 à T9 de la façade Manche/Atlantique où l'élément est pertinent
	Pertinence sur les MET	Oui sur les MET à substrat vaseux (cas dans le bassin Loire-Bretagne et une partie du district Seine-Normandie). Pour celles à substrat sableux (cas d'une seule MET en Seine-Normandie), une variante de cet outil a été développée. Pas de blooms observés sur les bassins Artois-Picardie et Adour-Garonne
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	Oui - TW OGA (Transitional Waters Opportunistic Green Algae)
	Métrique(s) associée(s)	<u>2 métriques définies pour les systèmes vaseux</u> (associés principalement aux MET) : % de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes : une seule surface (en ha équivalent 100 %) est acquise par an, au maximum annuel de la couverture en algues vertes. Les données acquises au cours du plan de gestion sont moyennées puis divisées par l'aire maximale potentiellement colonisable (correspondant à la surface totale des zones vaseuses présentes dans la MET à un coefficient de marée de 120) Aire affectée (en ha) : somme des aires brutes des dépôts algaux, en considérant le périmètre extérieur de ces dépôts. Dans cette méthode, le taux de recouvrement des dépôts dans les périmètres considérés n'est pas pris en compte.
	Valeur de référence	Valeur de référence identique à celles établies par les anglais et les irlandais
	Grille de qualité	Oui - 1 grille d'EQR
	Relation pression / état	Etablie entre les EQR et un indice d'eutrophisation basé sur la concentration d'azote inorganique dissous. La prise en compte de la turbidité a été ajoutée suite aux 1 ^{ers} essais d'intercalibration.
Autres informations	Remarque	La valeur de TW-OGA est calculée en moyennant les EQR des 2 métriques. Une MET du bassin Seine-Normandie (FRHT06) composée d'un substrat sableux est classée avec une variante de la méthode plus adaptée. Etant un cas particulier unique, cette méthode ne sera pas développée dans cette synthèse.
	Surveillance engagée	Oui (survol des zones à risque et intervention <i>in situ</i> si nécessaire) - cf chapitre 2, p 44
	Intercalibration	L'intercalibration au niveau européen de l'indice « Macroalgues » au sens large est en cours.
	Documentation	Rapport d'étude : Rossi N., 2011. Classement DCE des masses d'eau côtières et de transition des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie - Elément de qualité biologique macroalgues de bloom. CEVA, 60p. Rossi N., 2012. Domaine d'application et validation des grilles d'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition élaborées dans le cadre de la DCE – Elément de qualité biologique « macroalgues opportunistes ». X p. Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_macroalgues

2.3.4. Angiospermes : herbiers à zostères

Pour les évaluations DCE, les scientifiques se sont concentrés sur les angiospermes capables de se développer en condition d'immersion permanente ou très fréquente (dans l'infralittoral, la slikke ou les zones immergées des marais). La végétation la plus pertinente à analyser s'est avérée être les zostères présentes sous forme d'herbiers dans les eaux côtières et de transition de la façade Manche/Atlantique.

Un indicateur a été développé par l'IFREMER applicable aux eaux littorales dans leur ensemble et basé sur les herbiers composés de *Zostera marina* et *Zostera noltei* (précédemment appelé *Zostera noltii*). Contrairement à *Zostera marina*, *Zostera noltei* peut supporter les eaux saumâtres et ainsi coloniser les milieux de transition possédant des substrats vaseux à sablo-vaseux. En revanche, la présence de ces 2 espèces peut être limitée selon le degré de remaniement des sédiments et la turbidité des eaux (Courrat et al., 2010 ; Auby I., com. pers.). Toutes ces conditions impliquent que peu d'herbiers à zostères de taille significative sont présents dans les eaux estuariennes. Dans ses travaux, l'IFREMER a mis en avant une dizaine de masses d'eau (côtières et de transition confondues) présentant des herbiers à zostères de taille significative et pouvant être évaluées. Parmi elles, figurent seulement 3 MET : la Baie des Veys (FRHT06 dans le district Seine-Normandie), le Lay (FRGT30 dans le district Loire-Bretagne) et l'estuaire de la Bidassoa (FRFT08 dans le district Adour-Garonne) (Auby et al., 2010(b) ; MNHN, com. pers.).

L'indicateur développé par l'IFREMER se décompose en 3 métriques : la composition taxonomique, l'extension spatiale de l'herbier et le développement des herbiers (Tableau 6). L'évaluation finale est

provisoirement obtenue en faisant une moyenne de ces métriques jusqu'à ce que le groupe d'intercalibration statue sur le poids respectif de chacune d'elles.

Tableau 6 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les herbiers à zostères pour les masses d'eau de transition (IFREMER, Auby et al., 2010(a)(b))

HERBIERS A ZOSTERES		
Pert	Type de MET concernée	MET du type T1 à T9 de la façade Manche/Atlantique où l'élément est pertinent
	Pertinence sur les MET	Oui pour les MET possédant des herbiers à zostères de taille significative
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	OUI (pas d'acronyme connu)
	Métrique(s) associée(s)	3 métriques validées : Evolution de la composition taxonomique : Présence/absence de 2 espèces (Z. marina et Z. noltei) à partir de laquelle est défini le nombre d'espèces perdues (ou gagnées) (évaluation qualitative) Evolution de l'extension spatiale de l'herbier : Extension maximale (en %) connue à partir de laquelle est calculé le pourcentage de perte de surface Evolution de la densité de l'herbier : biomasse et/ou pourcentage de recouvrement à partir desquels est calculé le pourcentage de réduction de ces paramètres
	Valeur de référence	OUI - A chaque MET est associée une valeur de référence correspondant au meilleur état possible des herbiers (ces valeurs dépendent fortement des données historiques disponibles ou le cas échéant, du dire d'experts). Leur définition peut s'avérer très contestable selon la donnée utilisable.
	Grille de qualité	Grilles de 5 classes d'EQR basées sur des pourcentage de réduction de la superficie et de la densité de l'herbier définies de manière concertée au niveau européen. Pour la métrique « composition taxonomique », les seuils ont été définis à dire d'experts (ex classe « Mauvais » = perte des 2 espèces).
	Relation pression / état	La relation entre un indice pression et les données sur les herbiers a été définie à l'échelle européenne dans le cadre de l'intercalibration. Cet indice intègre des pressions ayant un impact significatif sur les herbiers qui sont les dragages, les clapages et la turbidité. L'indice pression reste à conforter en France (les données d'un seul site ont pu être testées).
Autres informations	Remarque	La moyenne des 3 métriques est calculée pour obtenir la valeur de l'indice final en attendant que le groupe d'intercalibration statue sur le poids respectif de chaque métrique. L'indice étant développé pour les MEC et les MET, lors de l'évaluation de la composition taxonomique, il est tenu compte des caractéristiques des milieux estuariens qui ne possèdent pas les conditions naturelles adéquates au développement de Z. marina (peu tolérante aux eaux dessalées).
	Surveillance engagée	Oui - cf Chapitre 2, p 47 pour le suivi de Z. noltei (Z. marina étant absente en MET)
	Intercalibration	Les seuils de l'indicateur ont été provisoirement intercalibrés au niveau européen. Ils sont donc susceptibles d'être révisés après 2012 au cours de la prochaine phase d'intercalibration. Un indice de pression a été également défini à partir de tous les jeux de données disponibles.
	Documentation	Rapport d'étude : Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P-G, Hily C., Barillé L., 2010a. Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique - Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Rapport IFREMER RST/LER/MPL/10-15, 72p. (et Auby et al, 2010b comprenant l'annexe 2 de ce rapport). Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_angiosperme

2.3.5. Végétation du schorre

Compte tenu de la faible diversité d'espèces végétales liées aux contraintes environnementales, il s'est posé la question d'étendre les évaluations aux milieux annexes et de considérer les angiospermes se développant sur le schorre immergé qu'à pleine mer de vives-eaux ou lors de tempêtes. Actuellement, la France a pris la position de considérer la végétation des schorres dans le cadre de l'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau de transition.

Néanmoins, des indicateurs « végétation des schorres » ont été définis au niveau européen et sont actuellement en cours d'intercalibration. Une étude menée par le CEVA a alors été lancée en 2012 pour déterminer si un indicateur biologique de ce type est pertinent sur les MET françaises (d'après les travaux effectués au niveau national et européen).

2.4. L'ichtyofaune

Pour évaluer la qualité des eaux de transition au travers de l'ichtyofaune, l'indicateur utilisé nommé « Estuarine and Lagoon Fish Index » (ELFI) a été développé par l'IRSTEA. Cet indice est le plus abouti à l'heure actuelle en estuaire au niveau national. Tous les éléments nécessaires à l'évaluation (indice, état de référence, seuils, EQR, indice de pression, incertitudes du diagnostic) ont été définis même si celle-ci reste perfectible comme toute méthode d'évaluation de ce type (Tableau 7). Un protocole standard d'échantillonnage a également pu être défini et a fait l'objet d'une normalisation AFNOR (norme XP T 90-701 de juin 2011). Enfin, son intercalibration au niveau européen a pris fin en décembre 2011. La méthode d'évaluation a été inscrite dans l'annexe 1 de la décision 2013/480/EU de la Commission synthétisant les méthodes de surveillance validées et intercalibrées à l'échelle européenne (Commission decision of 20 September 2013). Compte tenu de l'hétérogénéité des méthodes, l'intercalibration n'a pas pu être faite sur la base d'une métrique biologique commune mais à partir d'un indice commun de pression développé spécifiquement pour cet exercice (Lepage et al. 2012, Delpech et Lepage, 2012).

L'indice ELFI intègre divers aspects des peuplements piscicoles en estuaires et tient compte des caractéristiques physiques des masses d'eau et des pressions anthropiques qui s'exercent sur ces milieux. Toute la méthodologie de développement d'ELFI est synthétisée dans le rapport de Girardin et al. (2009). Le choix des métriques constituant l'indicateur est basé sur un important travail de modélisation et d'interprétation de la réponse induite par une pression d'origine anthropique, sur chacune de ces métriques (Delpech et al., 2011). Sept métriques ont ainsi été identifiées et validées (Tableau 7).

Tableau 7 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur l'ichtyofaune pour les masses d'eau de transition (IRSTEA)

ICHTYOFAUNE		
Pert	Type de MET concernée	T1 à T9 de la façade Manche-Atlantique
	Pertinence sur les MET	OUI
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	OUI – ELFI (Estuarine and Lagoon Fish Index)
	Métrique(s) associée(s)	<u>7 métriques validées</u> : densité totale de poisson, densité de poissons diadromes, densité de juvéniles marins (zones méso. et polyhalines), densité de poissons d'eau douce (zones fluviales tidales et oligohalines), densité d'espèces résidentes, densité de poissons benthiques et richesse taxonomique
	Valeur de référence	OUI - Modélisation d'une MET virtuelle ne subissant aucune pression. Plusieurs références définies par zone de salinité, par saison et par zone géographique.
	Grille de qualité	OUI - 5 classes d'EQR définies par régression linéaire entre l'indice poisson et l'indice de pression. Cette grille a été validée à dire d'experts d'après leurs connaissances.
	Relation pression / état	Un proxy « indice de pression » a été intégré dans l'évaluation. Il tient compte de diverses pressions relatives aux interventions de dragages, à la dégradation de la qualité des eaux, des habitats ... (Delpech et Lepage, 2012)
Autres informations	Remarque	Indice validé en estuaires et en cours de validation sur les lagunes - Travaux très aboutis, une estimation des incertitudes relatives à l'évaluation est également réalisée
	Surveillance engagée	OUI - cf Chapitre 2, p 53
	Intercalibration	Intercalibration terminée et validée. Un indice de pression commun a été développé dans ce cadre pour servir de métrique commune à tous les Etats participants.
	Documentation	Rapports d'études : Girardin, M., Lepage, M., Amara, R., Boët, P., Courrat, A., Delpech, C., Durozoi, B., Laffargue, P., Le Pape, O., Lobry, J., Parlier, E. & Pasquaud, S. 2009. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition : programme LITEAU2 2005. 75 p. Delpech, C., Lepage, M., 2012. Indicateur ELFI : agrégation temporelle et incertitudes et état d'avancement de l'intercalibration européenne - Rapport final. Etude IRSTEA/ONEMA, 38p.

2.5. La physico-chimie

L'élément de qualité physico-chimique n'est pas considéré au même titre que les éléments biologiques dans l'évaluation du bon état écologique des eaux de transition. En France, la physico-chimie est considérée comme un élément de soutien à la biologie, c'est-à-dire que les seuils de qualité doivent retranscrire les conditions du milieu qui permettent ou non aux différents compartiments biologiques d'être en bon état. Les grilles de qualité associées à chaque paramètre physico-chimique doivent donc être

élaborées en cohérence avec la grille de qualité du compartiment biologique le plus sensible à ces paramètres physico-chimiques (Courrat et al., 2010).

L'état d'avancement des indicateurs associés à ces paramètres en milieu estuarien a peu progressé depuis 2010. L'IFREMER a défini des méthodes d'évaluation pour les eaux littorales dans leur ensemble, pour les paramètres oxygène dissous et nutriments. Cependant, ils semblent peu adaptés aux milieux estuariens. En effet, ces derniers sont caractérisés par de fortes variabilités des conditions environnementales. Que ce soient l'oxygène dissous, la température des eaux, la transparence, la salinité ou les nutriments, les valeurs de chacun de ces paramètres connaissent de fortes variations spatio-temporelles naturelles d'amont en aval mais également verticalement, dans la colonne d'eau. Le phénomène est lié aux échanges entre les eaux douces et les eaux marines. Par conséquent, définir un indicateur de qualité, des seuils de qualité et des valeurs de référence pour chaque paramètre physico-chimique est complexe dans ce type de milieu. De plus, les fréquences d'échantillonnage (généralement mensuelles) appliquées actuellement dans le cadre du RCS ne permettent pas d'appréhender ces variations spatio-temporelles ni de réaliser une évaluation fiable de la qualité des eaux.

2.5.1. Température des eaux

Aucun indicateur de qualité basé sur la température n'est développé en raison de la variabilité naturelle de ce paramètre dans les milieux estuariens. Cet élément de qualité est malgré tout suivi en MET car il est nécessaire pour interpréter les données acquises pour l'évaluation d'autres éléments de qualité (phytoplancton, ichtyofaune et nutriments).

Hors variabilités saisonnières, la température varie principalement selon un gradient amont/aval. Ce phénomène est lié à la rencontre entre eaux douces et eaux salées, ces dernières étant généralement plus froides en été que les eaux douces (et inversement pendant l'hiver). Le mélange plus ou moins important de ces eaux associé à l'ensoleillement engendre par ailleurs, une variation de la température dans la colonne d'eau mais souvent de faible importance (Taverny et al., 2009).

Toutefois, la surveillance de la température dans les eaux estuariennes dans des cadres autre que celui de la DCE a permis de mettre en évidence une élévation de celle-ci au fil des années. C'est notamment le cas dans l'estuaire de la Gironde depuis bientôt 30 ans. Il s'avère que ce phénomène a des conséquences sur l'activité biologique des poissons et sur leurs distributions spatio-temporelles telles que le déplacement progressif de certaines populations vers le nord (Taverny et al, 2009 ; GT DCE Eaux littorales janvier 2012).

Compte tenu de l'échelle de temps de cette augmentation de température (assimilable à celle du changement climatique) et l'intérêt de ce paramètre pour qualifier d'autres éléments de qualité, la température a donc été jugée pertinente à mesurer mais non à évaluer par le biais d'un indicateur spécifique en estuaire. Si, à l'avenir, il s'avère que ce paramètre joue un rôle essentiel dans la qualité écologique des estuaires, il serait nécessaire de revoir le plan d'échantillonnage afin de pouvoir développer un indicateur spécifique (GT DCE Eaux littorales janvier 2012, groupe de travail inter-estuaires 2013).

2.5.2. Salinité

Au même titre que la température, aucun indicateur basé sur la salinité n'a été développé en estuaires en raison des très fortes variations de ce paramètre observées dans ce type de milieu (gradient de salinité s'étalant de 0 à 35), liées à la rencontre entre les eaux douces et les eaux marines. La salinité est par ailleurs, un paramètre qui naturellement varie très rapidement en un point donné en fonction du cycle de marée, du coefficient de marée et du cycle hydrologique. Ainsi, une évaluation basée sur des mesures ponctuelles de salinité ne permet en aucun cas de qualifier l'état global des eaux de transition et n'est pas scientifiquement pertinente. Cependant, cet élément demeure un facteur structurant pour la biologie notamment au travers de l'influence forte de la salinité et de ses variations sur la répartition de la faune et de la flore (selon leur préférendum) (GT DCE Eaux littorales janvier 2012).

Aucun projet dédié uniquement au développement d'un indicateur basé sur la salinité ne sera lancé. Néanmoins, dans le cadre des travaux visant la définition d'indicateurs hydromorpho-sédimentaires (projet 2013-2015 - cf paragraphe 2.6, p 29), le paramètre « salinité » (plus précisément le gradient de salinité) a été identifié comme un élément essentiel à analyser pour qualifier l'état hydromorphologique des MET en

lien avec la biologie. Les experts prévoient d'évaluer ce paramètre au travers de métriques telles que l'étendue de chaque zone haline ou la surface de zone intertidale mésohaline, obtenues grâce à la modélisation.

2.5.3. Transparence

La transparence est un indicateur utilisé de préférence en domaine fluvial. Pour les estuaires, il est plus pertinent d'aborder cet aspect au travers de la turbidité des eaux ou la concentration en matières en suspension (MES). Les milieux estuariens constituent des réceptacles dans lesquels transitent de grandes quantités de MES de différentes origines : les apports marins amenés à chaque marée, les apports continentaux apportés par le fleuve et les apports latéraux par ruissellement. Ces apports sont à l'origine d'une forte turbidité naturelle dans un grand nombre de milieux de transition (mais pas tous) et peuvent être très importants jusqu'à former un bouchon vaseux (exemple des grands estuaires de Seine, Loire et Gironde). La turbidité des eaux varie constamment en fonction de :

- l'hydrodynamisme : cycle de marée, coefficient de marée et cycle hydrologique ;
- les apports sédimentaires ;
- les processus de remise en suspension/dépôt des particules en suspension.

Aucun indicateur de qualité basé sur la turbidité n'a été développé en raison de la forte variabilité naturelle de ce paramètre dans les milieux estuariens. Tout comme la température, cet élément de qualité est malgré tout suivi en MET car il est nécessaire pour interpréter les données acquises pour l'évaluation du phytoplancton et des nutriments.

Néanmoins, certaines activités anthropiques peuvent avoir une influence sur la turbidité des eaux et ainsi modifier la nature des peuplements en place (stress physiologique des poissons, problème d'implantation des espèces végétales, asphyxie des espèces sédentaires....). Dans les estuaires naturellement turbides, les espèces qui s'y développent sont généralement adaptées à ce type de contrainte jusqu'à une certaine limite. Celle-ci peut être atteinte lors d'opérations de dragages, d'aménagements portuaires ou d'extraction de granulats dans les chenaux ou sur le plus long terme, à cause d'activités à l'origine de l'augmentation des apports terrigènes. C'est pourquoi, la pertinence de l'évaluation de la turbidité dans les MET a été réévaluée (GT DCE Eaux littorales janvier 2012). Tout comme la salinité, son évaluation ne fera pas l'objet de travaux spécifiques mais elle sera intégrée dans l'évaluation de la qualité hydromorpho-sédimentaires des MET (projet 2013-2015 - cf paragraphe 2.6, p 29).

2.5.4. Bilan d'oxygène

En raison du fonctionnement particulier des estuaires, la concentration en oxygène dissous peut naturellement varier de manière importante. Néanmoins, il constitue un élément vital pour la faune et la flore aquatique qu'il est nécessaire de caractériser pour évaluer la qualité des eaux de transition.

L'IFREMER a développé un indicateur « bilan d'oxygène » basé sur le calcul du percentile 10 de la concentration en oxygène dissous mesurée à 1 m au-dessus du fond. Contenu des variations des concentrations de l'oxygène dissous dans les estuaires que ce soit d'amont en aval ou verticalement, dans la colonne d'eau, cet indice s'avère peu adapté aux milieux de transition. Faute d'avoir une autre méthode d'évaluation aboutie pour les MET, l'indice d'IFREMER est actuellement appliqué. Néanmoins, les quelques résultats obtenus sont remis en cause en raison notamment du nombre insuffisant de données disponibles *via* le suivi DCE (Daniel et Soudant, 2009). En effet, la fréquence de suivi recommandée par la circulaire DCE 2007-20 est d'une mesure mensuelle de juin à septembre. Quatre mesures par an sont très insuffisantes pour rendre compte de l'état des MEC et encore moins de celui des MET où la variabilité spatio-temporelle de ce paramètre est très importante à chaque marée.

Suite à divers travaux relatifs à l'oxygénation des eaux dans les grands estuaires français, l'IRSTEA a soumis un projet débutant en 2014, visant la détermination d'un indicateur DCE basé sur l'oxygène dissous et des préconisations pour une stratégie de surveillance optimale pour les grands estuaires (convention IRSTEA/ONEMA). La démarche proposée consiste à déterminer dans un premier temps, les risques d'effets nocifs suite à des déficits prononcés et prolongés en oxygène dissous sur certaines espèces piscicoles en fonction :

- Des périodes hypoxiques décrites *via* (1) leur intensité et leur durée effectives déterminées à l'aide des données haute fréquence disponibles sur les grands estuaires et (2) leur localisation (superficie ou longueur maximale) ;
- De la tolérance des organismes les plus sensibles, soit les alosons et/ou d'autres espèces sensibles, à des déficits en oxygène ;
- Des perturbations physiologiques observés *ex situ* chez certains poissons exposés à des hypoxies plus ou moins sévères et prolongées.

A partir de ces informations, l'objectif sera d'aboutir à la définition de seuils de qualité qui seront ensuite déclinés sous forme de classes de qualité comme l'exige la DCE.

2.5.5. Concentration en nutriments

L'IFREMER a développé une méthode d'évaluation basée sur les nutriments en considérant les principaux composés nécessaires à la nutrition du phytoplancton c'est-à-dire l'ammonium, le nitrate et nitrite, le phosphate et le silicate. L'indicateur basé sur les nutriments n'intègre actuellement que les concentrations en azote inorganique dissous (NID) correspondant à la somme des éléments ammonium, nitrate et nitrite. La pertinence des indices « phosphate et silicate » est toujours à l'étude.

L'indicateur se présente sous forme d'une métrique qui est la concentration normalisée à 33 de salinité en NID de l'ensemble des mesures effectuées pendant un plan de gestion de 6 ans, dans un écotype (Tableau 8). Ces concentrations ont été relativisées par rapport aux valeurs de salinité et aux concentrations en chlorophylle-a. Les étapes de construction de cet indicateur ne seront pas détaillées dans ce rapport mais la démarche est détaillée dans le rapport de Daniel et Soudant (2010). Ces travaux ont été poursuivis pour affiner les seuils de qualité.

L'outil développé par l'IFREMER s'applique théoriquement à l'ensemble des MEC et MET de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique. Il s'avère que cet indicateur tel qu'il a été construit, ne peut être employé dans toutes les MET à commencer par les MET turbides. En effet, la méthode nécessite d'utiliser la concentration en chlorophylle-a tirée de l'évaluation faite pour le phytoplancton, élément qui n'est pas évalué dans ces MET particulières en raison de la turbidité qui limite fortement son développement. L'exclusion des MET turbides de l'évaluation pose un problème dans certains cas comme l'illustre celui de l'estuaire de la Loire. Ce dernier est un estuaire très turbide qui subit une eutrophisation des eaux récurrente liée à un apport massif en composés azotés et phosphorés, entraînant la formation de blooms phytoplanctoniques dans sa partie la plus amont (Etcheber et al., 2013). Or, l'estuaire de la Loire ne constituant qu'une seule et unique MET est exclue des évaluations basées sur le phytoplancton du fait de son caractère turbide et par conséquent, de celle pour les nutriments.

« L'indice NID » n'est également pas appliqué dans les zones fluviales tidales (zones d'eau douce soumise à la marée dynamique et généralement peu ou pas turbides). Ces zones composent dans certains cas, l'intégralité d'une MET (FRFT31, FRFT32 et FRFT33 dans l'estuaire de la Gironde, la FRHT01 et FRHT02 dans l'estuaire de la Seine ainsi que la MET FRHT07 localisée sur la Risle).

Tableau 8 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les nutriments pour les masses d'eau de transition (IFREMER)

PHYSICO-CHIMIE - NUTRIMENTS		
Pert.	Type de MET	MET et MEC regroupées au sein d'écotypes représentatifs des bassins hydrographiques
	Pertinence sur les MET	OUI mais non adapté aux MET turbides (données de chlorophylle-a nécessaires non mesurées dans ce type de MET - cf évaluation du phytoplancton)
Evaluation	Indicateur finalisé ou validé	OUI - Indice NID (Azote inorganique dissous soit ammonium et nitrate + nitrite) - la cohérence et la pertinence des résultats obtenus sur les MET évaluées doivent être validées.
	Métrique(s) associée(s)	Concentration normalisée à 33 de salinité de l'ensemble des mesures effectuées dans un écotype pendant un plan de gestion de 6 ans
	Valeur de référence	Oui à l'aide de données historiques de 3 écotypes « témoins ». La concentration en NID étant considérée comme une pression sur le système, la valeur de référence a été définie par rapport à un symptôme d'eutrophisation quantifié par la concentration en chlorophylle-a.
	Grille de qualité	Oui - 3 classes définies selon la concentration en NID normalisée à 33 de salinité et pour le classement en état moyen, selon cette concentration et l'EQR « biomasse » (chlorophylle-a) déterminé lors de l'évaluation du phytoplancton.

	Relation pression / état	L'élément « nutriments » est considéré comme une pression sur l'écosystème dans l'évaluation, c'est pourquoi il est utilisé comme indice de pression pour l'évaluation des éléments « phytoplancton et bloom de macroalgues ». Les activités/causes à l'origine de l'accroissement excessif de la concentration en nutriments dans les estuaires sont par ailleurs connues.
Autres informations	Remarque	L'indice NID est applicable s'il y a au moins 18 mesures dans un écotype et s'il y a plus de 6 mesures associées à une salinité supérieure à 20 sur la durée d'un plan de gestion. Le cas échéant, les évaluations ne sont pas fiables ce qui est généralement le cas pour les MET.
	Surveillance engagée	Oui (exploitation des réseaux existants REPHY, SRN, RHLN...) avec protocole DCE - cf chapitre 2, p 59
	Intercalibration	Pas d'information
	Documentation	Rapport d'étude : Daniel A., Soudant D., 2010. Évaluation DCE mai 2010 - Élément de qualité : nutriments. Rapport IFREMER DYNECO/PELAGOS/10.03, 99p. Informations en ligne sur l'élément de qualité : http://envlit.IFREMER.fr/documents/autres_documents/fiches_descriptives/element_de_qualite_nutriments

2.6. L'hydromorphologie

Contrairement aux autres éléments de qualité, l'hydromorphologie est soumise à des règles d'application très particulières dans la DCE. Elle n'est considérée dans l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau uniquement si la masse d'eau est initialement classée en très bon état biologique et chimique. L'hydromorphologie est alors utilisée comme élément déclassant : si la masse d'eau est jugée en très bon état hydromorphologique, celle-ci est officiellement classée en très bon état écologique ; dans le cas contraire, elle est déclassée en bon état écologique (Annexe 2 de l'arrêté du 25 janvier 2010).

Le BRGM a été mandaté par l'ONEMA pour effectuer l'évaluation de la qualité hydromorphologique des masses d'eau côtières et de transition. Une étude a été menée pour définir le classement des MEC et des MET en très bon état hydromorphologique. Pour cela, une méthode discriminatoire a été utilisée, basée sur les pressions anthropiques exercées sur chaque masse d'eau considérées. Elle consiste à : (1) identifier les pressions anthropiques susceptibles d'altérer l'hydromorphologie en fonction du type de masses d'eau, (2) définir les impacts qu'elles peuvent avoir sur ces milieux et leur attribuer des notes sur l'intensité et l'étendue de la perturbation pour chaque pression exercée et (3) déterminer si les masses d'eau sont en très bon état hydromorphologique grâce à des règles de classement basées sur cette notation (Delattre et al., 2009 ; Brivois et Vinchon, 2011).

En parallèle, d'autres travaux spécifiques aux MET ont été menés. Initiés en 2009 dans le cadre du projet BEEST (programme LITEAU III), un groupe de travail composé de géomorphologues, sédimentologues et biologistes se sont penchés sur le développement d'indicateurs de qualité hydromorphologique pour les grands estuaires. Malgré une considération limitée de l'hydromorphologie par la DCE, elle est perçue par les experts comme un élément essentiel à évaluer pour déterminer l'état écologique d'un milieu naturel. L'hydromorphologie conditionne notamment les habitats sur lesquels les organismes effectuent leur cycle biologique (et donc leur répartition, leur densité...), les flux de matières, les processus biogéochimiques... Au terme du projet BEEST, les experts ont abouti à des recommandations, des pistes d'indicateurs qu'il était nécessaire d'approfondir (Foussard et Sottolichio, 2011). Depuis, un nouveau projet financé par l'ONEMA a été lancé en 2013 pour une durée de 3 ans. Ce projet coordonné par l'Université de Bordeaux 1 et l'IFREMER a pour objectif de poursuivre les travaux menés dans le projet BEEST en reprenant ces recommandations afin d'aboutir à des indicateurs pertinents et opérationnels sur les MET. Ils seront ensuite testés sur quelques estuaires présélectionnés avant d'envisager d'étendre l'évaluation à toutes les MET de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique.

CHAPITRE 2 : SURVEILLANCE DES MILIEUX ESTUARIENS

Contenu du chapitre et précisions sur la terminologie employée

Le premier sous-chapitre fait un rappel des obligations réglementaires à l'échelle européenne et nationale relatives à la surveillance des eaux de transition. Il précise également les éléments de cadrage dans lesquels s'inscrivent les programmes de surveillance DCE mis en place par les Agences de l'eau.

Les sous-chapitres 2 à 9 présentent les fréquences préconisées et appliquées sur chaque district hydrographique pour chaque élément de qualité ainsi que les réseaux sollicités, les paramètres suivis, les critères de sélection des stations de mesure, les protocoles d'échantillonnage employés et la localisation des stations de surveillance.

Dans les tableaux énonçant le programme de surveillance retenu par district, les suivis « effectués » sont ceux définies pour le RCS. Ils s'appliquent dans le cadre du SDAGE 2010-2015 et sont susceptibles d'être révisés lors du prochain plan de gestion. Le RCO étant appliqués aux masses d'eau classées en RNAOE, les fréquences d'acquisition ne sont pas systématiquement identiques à celles préconisées pour le RCS. Etant déterminées en fonction des besoins (sur tout ou partie des éléments de qualité), elles ne seront pas traitées dans ce document. Les « fréquences indicatives DCE » sont celles fixées par la Directive cadre. Comme précisé dans le premier chapitre, celles choisies au niveau national (« minimas requis ») ou par les Agence de l'eau (« effectué ») peuvent être plus lâches si cela est justifié ou plus soutenues si cela s'avère nécessaire. Les estuaires étant des milieux en constante évolution, les fréquences appliquées sont généralement plus soutenues que celles fixées par la DCE et cela pour la quasi-totalité des éléments de qualité. Pour les sites suivis, l'indication « MET retenues » est relative à toutes les masses d'eau retenues pour le programme de surveillance (cf sous-chapitre ci-dessous).

1. LES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES LIEES A LA DCE

1.1. Les obligations de suivi et leurs retranscriptions au niveau national

L'article 8 de la Directive 2000/60/CE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance sur une sélection de masses d'eau à l'échelle nationale. En France, ce programme est défini pour une durée de 6 ans correspondant à celle d'un plan de gestion (SDAGE), au terme de laquelle, il peut être révisé ou reconduit pour une nouvelle durée de 6 ans.

Le programme de surveillance ne s'applique pas à l'ensemble des MET définies mais uniquement sur une sélection de masses d'eau qui doit refléter « une image d'ensemble cohérente de l'état écologique et chimique dans chaque district hydrographique et permettre la classification des masses d'eau en 5 classes selon les définitions normatives ». Le contrôle de surveillance doit donc être effectué sur « la base d'un nombre suffisant de masses d'eau de surface pour permettre une évaluation de l'état général des eaux de surface » situées dans chaque bassin versant d'un district hydrographique (Directive 2000/60/CE). A l'échelle de la façade Mer du nord/Manche/Atlantique, 33 MET sur les 53 existantes ont été retenues pour le RCS (cf Tableau 1, page 16).

Sur la base du programme de surveillance défini par la circulaire DCE 2007/20 modifié par l'arrêté ministériel 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, ces exigences se sont déclinées au niveau national au travers de 4 types de réseaux de contrôle, mis en œuvre sous la responsabilité des Agences de l'eau avec l'aide de nombreux partenaires :

- Le Réseau de **Contrôle de Surveillance** (RCS) : suivi récurrent à long terme de l'état global des masses d'eau concernées. Il permet d'effectuer les évaluations de la qualité et/ou d'évaluer les changements à long terme des conditions naturelles ou résultant d'une importante activité anthropique.
- Le Réseau de **Contrôle Opérationnel** (RCO) : suivi ponctuel complémentaire du RCS qui cible les masses d'eau classées en risque de non-atteinte des objectifs environnementaux, en se focalisant sur

les paramètres responsables de ce classement. Il permet de suivre l'évolution de leur état jusqu'à l'atteinte du bon état.

- Le Réseau de **Contrôle d'Enquête** (RCE) : suivi occasionnel exécuté en cas de pollutions accidentelles ou en vue d'acquiescer les données nécessaires pour identifier les causes d'une altération de la qualité.
- Le Réseau de **Contrôle Additionnel** (RCA) : suivi complémentaire régional centré sur des zones spécifiques protégées pour un usage (ex AEP, baignade) ou pour leurs caractéristiques écologiques particulières (p ex Natura 2000). Il permet également de mettre en place un contrôle régional renforcé lorsqu'une masse d'eau présente un état classé moyen à mauvais lors de la première évaluation et/ou si elle subit des pressions avérées (aquaculture, pêche...).

Dans la mesure du possible, les Agences de l'eau de chaque district se sont appuyées sur les réseaux préexistants au niveau desquels les protocoles ont été adaptés ou complétés pour mettre en place cette surveillance. Pour les MET de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique, la gestion de l'ensemble de ces réseaux de contrôle nécessite la mobilisation de nombreux partenaires régionaux et locaux (Agences de l'eau, IFREMER, IRSTEA, Universités, MNHN, bureaux d'études...).

1.2. Cadrage de la surveillance DCE des eaux estuariennes

1.2.1. Fréquences de suivi préconisées par la législation

La DCE préconise des fréquences d'échantillonnage minimales à appliquer pour chaque type de masse d'eau et pour chaque élément de qualité. Ces fréquences s'avèrent parfois peu cohérentes pour certains types de milieux compte tenu de leur fonctionnement particulier (c'est notamment le cas des estuaires pour certains éléments de qualité). Ainsi, celles choisies au niveau national peuvent être plus lâches si cela est justifié d'après les connaissances techniques et/ou les avis d'experts, ou à l'inverse, plus soutenues pour tenir compte des fortes variations des conditions environnementales et mieux appréhender les changements à long terme de la qualité de certaines masses d'eau.

Des modalités de suivi valables à l'échelle nationale ont été établies et entérinées par l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 (consolidé par l'arrêté du 19 septembre 2011). Ces derniers fixent les éléments de cadrage à respecter afin d'acquiescer des données sur les milieux de manière standardisées, homogènes et comparables sur l'ensemble du territoire français. Cet arrêté prescrit notamment les fréquences minimales de suivi à appliquer (Tableau 9).

Tableau 9 : Modalités de suivi imposées par l'arrêté du 25 janvier 2010 (modifié par l'arrêté du 29 juillet 2011) établissant le programme de surveillance de l'état des eaux pour la DCE (Annexe 1 de l'arrêté du 25 janvier 2010)

Éléments suivis	Nb d'année de suivi par SDAGE	Fréquence par année	Sites concernés
BIOLOGIE			
Phytoplancton	6	8 (biomasse) 12 (abondance, composition)	Tous sites où l'élément est pertinent
Angiospermes	2	1	Tous sites où l'élément est pertinent
Macroalgues (blooms)	2	1	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Macroalgues (intertidal)	2	1	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Macroalgues (subtidal)	1	1	Tous, sauf types où cet élément n'est pas pertinent
Invertébrés	2	1	Tous
Ichtyofaune	3	2	30 à 50 % des sites
PHYSICO-CHIMIE			
Température, salinité, turbidité	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		Tous
Nutriments	2 (OSPAR* non impactées) 6 (autre)	4 (de novembre à février)	Tous
HYDROMORPHOLOGIE			
Hydromorphologie	1	1	Tous

* La Convention OSPAR de 1992 intègre une stratégie pour les milieux marins visant à réduire les problèmes d'eutrophisation jusqu'à atteindre « un environnement sain ». Les zones OSPAR non impactées sont celles qui ne sont pas touchées par ce phénomène d'eutrophisation.

1.2.2. Protocoles de surveillance à privilégier

Toujours d'après l'arrêté du 25 janvier 2010, les protocoles d'échantillonnage ou d'analyse utilisés doivent être conformes aux normes établies à l'échelle européenne (normes CEN) ou nationale (norme AFNOR compatibles avec celles fixées par le CEN pour la DCE). Cette démarche doit permettre d'acquérir des données de manière standardisées, homogènes et comparables sur l'ensemble du territoire français et dans la mesure du possible, sur le territoire européen.

En l'absence de norme établie, d'autres méthodologies non standardisées peuvent être utilisées mais à terme, ces dernières devront être homologuées. Actuellement, diverses normes ont été développées pour la DCE mais peu d'entre elles concernent spécifiquement les eaux de transition. En effet, seule une norme AFNOR spécifique à l'échantillonnage en milieu estuarien est actuellement en cours d'expérimentation en vue d'une homologation. Cette norme expérimentale publiée sous le numéro d'ordre XP T90-701 (juin 2011) est relative à l'échantillonnage des poissons en estuaires (intitulé complet en annexe 3).

1.2.3. Acteurs de la surveillance DCE

Pour répondre aux impératifs de surveillance de la DCE, diverses structures ont été désignées pour définir des protocoles de suivi et pour se charger de la mise en œuvre de la surveillance dans le cadre du RCS à l'échelle nationale. Comme pour les évaluations de la qualité, ces structures sont :

- L'IFREMER, pour une majorité des éléments de qualité : phytoplancton, invertébrés benthiques, macroalgues, angiospermes et physico-chimie. Il est également en charge des eaux côtières.
- L'IRSTEA pour l'ichtyofaune en eaux de transition.
- Le BRGM pour l'hydromorphologie en eaux de transition et côtières.

Compte tenu du nombre important de masses d'eau à suivre, ces structures référentes font appel à divers partenaires scientifiques et techniques publics (universités, organismes de recherche, directions départementales) ou à des prestataires privés pour assurer une partie des interventions sur le terrain et du travail en laboratoire (annexe 1).

2. ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON »

2.1. Programme de surveillance DCE retenu par district hydrographique

La fréquence de suivi du phytoplancton préconisée par la DCE est d'un prélèvement tous les 6 mois (Directive DCE2000/60/CE, Annexe V). Celle-ci n'est pas suffisamment intensive pour rendre compte de la qualité du milieu en se basant sur cet élément de qualité d'autant plus que dans certains milieux estuariens riches en nutriments, des blooms phytoplanctoniques plus ou moins persistants dans le temps peuvent se former très rapidement. Ainsi, il est difficile d'évaluer cet élément avec seulement 2 mesures par an. La fréquence requise au niveau national est plus soutenue (8 mesures par an pour la biomasse et 12 mesures par an pour l'abondance et la composition) (Arrêté ministériel du 25 janvier 2010). Celle-ci permet de mieux appréhender la qualité des milieux mais en cas de dysfonctionnement sévère, un renforcement des suivis peut s'avérer nécessaire.

Sur la base de ces préconisations, les Agences de l'eau Artois-Picardie (AP), Seine-Normandie (SN), Loire-Bretagne (LB) et Adour-Garonne (AG) ont chacune fixé un programme de surveillance des MET pour cet élément dans le cadre du RCS. Chaque programme de surveillance défini est inscrit dans le SDAGE 2010-2015 de chaque bassin et est susceptible d'être révisé ou complété lors du prochain plan gestion. Les informations relatives à ces programmes sont synthétisées dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Fréquences de suivi du phytoplancton en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (IFREMER, Agences de l'eau, arrêté du 25 janvier 2010, Directive DCE2000/60/CE)

PHYTOPLANKTON						
Paramètres		Chlorophylle-a (biomasse)		Abondance, composition		Fréquence indicative DCE
Suivis		Effectué	Minimas requis au niveau national	Effectué	Minimas requis au niveau national	
Paramètres associés	AP	Température, salinité, turbidité	-	Température, salinité, turbidité	-	-
	SN					
	LB					
	AG					
Nb d'année / plan de gestion	AP	6 ans / 6	6 ans / 6	6 ans / 6	6 ans / 6	-
	SN					
	LB					
	AG					
Fréquence du suivi dans l'année	AP	1 fois / mois	8 fois par an	1 fois / mois	12 fois par an	2 fois / an (tous les 6 mois)
	SN					
	LB					
	AG					
Période de suivi	AP	Mars à octobre (8)	8 fois par an	Tous les mois (12)	12 fois par an	2 fois / an (tous les 6 mois)
	SN					
	LB					
	AG					
Sites concernés	AP	MET où l'élément est pertinent (soit MET non turbides)	MET où l'élément est pertinent (soit MET non turbides)	MET où l'élément est pertinent (soit MET non turbides)	MET retenues où l'élément est pertinent	Toutes les MET retenues
	SN					
	LB					
	AG					

Le programme de surveillance du phytoplancton défini par chaque agence est semblable que ce soit pour les paramètres complémentaires accompagnant le suivi, les fréquences et le type de MET suivis.

Pour le phytoplancton, il n'y a pas de suivi systématique de toutes les MET retenues pour le RCS. Celui-ci est concentré uniquement sur celles disposant des conditions environnementales propices au développement du phytoplancton (ce qui exclut les MET turbides).

Le protocole d'échantillonnage et les points de surveillance DCE du phytoplancton ont été choisis en tenant en compte des réseaux de suivis existants. Les Agences de l'eau se sont notamment rapprochées du réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) géré par l'IFREMER localement complété par des réseaux régionaux (SRN, RHLN, REB, réseaux des DDTM, RAZLEC).

2.2. Protocole d'échantillonnage du phytoplancton en estuaires appliqué dans le REPHY

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) et le protocole d'échantillonnage du phytoplancton appliqué dans le cadre de DCE. Pour disposer de toutes les informations, il est impératif de se référer au cahier de procédure 2012/2013 (Document de prescription) (IFREMER, 2012).

2.2.1. Présentation synthétique du REPHY

Le réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) est un réseau national géré depuis 1984 par l'IFREMER. Il est opérationnel sur l'ensemble du littoral français grâce à l'intervention de 9 Laboratoires Environnement Ressources (LER) rattachés à l'IFREMER. Le REPHY ambitionne à répondre à des objectifs :



- Environnementaux : développer la connaissance sur la biomasse, l'abondance et la composition du phytoplancton marin des eaux littorales et lagunaires. Le territoire d'action du REPHY intègre partiellement certains milieux estuariens (uniquement les zones polyhalines des grands et moyens estuaires) ;

- Sanitaires : détecter et suivre les espèces phytoplanctoniques produisant des phycotoxines et analyser le biote susceptible d'assimiler ces phycotoxines potentiellement dangereuses pour les consommateurs (mollusques bivalves dans les zones de production ou de gisements naturels).

A l'origine, le REPHY était un réseau exclusivement à vocation patrimoniale et sanitaire. Il a donc été construit en conséquence, indépendamment des besoins de suivis issus de la DCE. C'est pourquoi, la localisation des lieux¹ de surveillance et les protocoles ont dû être localement adaptés afin de répondre au mieux aux exigences de la DCE sans pour autant négliger les missions originelles du REPHY.

En parallèle, d'autres réseaux régionaux sont (1) soit mis en œuvre par l'IFREMER et utilisés dans le cadre de la surveillance DCE pour compléter les données récoltées par le REPHY : le Suivi Régional des Nutriments (SRN) en Artois-Picardie et le Réseau Hydrologique du Littoral Normand (RHLN), (2) soit des réseaux partenaires comme le Réseau des Estuaires Bretons (REB) et les réseaux spécifiques gérés par des structures partenaires (Agences de l'Eau ou DDTM).

Parmi les réseaux mis en œuvre par l'IFREMER contribuant au RCS figure également le réseau de suivi hydrobiologique du bassin Marennes-Oléron (RAZLEC). Initié en 1977, ce réseau local a pour objectif d'étudier l'évolution spatio-temporelle des principales caractéristiques hydrologiques du bassin Marennes-Oléron en vue de :

- Déterminer les niveaux de productions conchylicoles, directement liés à la capacité trophique de ce bassin et aux apports terrigènes notamment ceux de la Seudre et de la Charente ;
- Contribuer aux différents programmes de recherche initiés dans ce secteur en lien ou non avec la conchyliculture (p ex études sur les mortalités estivales d'huîtres, modèle de salinité...) (SISMER²).

Sur les 5 stations que compose RAZLEC, seule la station RAZ01 « Les Fontenelles » située dans l'estuaire de la Charente (FRFT01) est exploitée dans le cadre de la DCE pour le suivi des paramètres physico-chimiques (y compris les nutriments) et de la chlorophylle-a (cf Figure 21, p 92) (Auby et al., 2013). Cette station est suivie dans le cadre de la DCE et de RAZLEC par le LER des Pertuis Charentais selon les préconisations faites par l'IFREMER. Compte tenu des quelques informations disponibles sur ce réseau, RAZLEC ne fera pas l'objet d'un sous-chapitre à part entière.

2.2.2. Objectifs et fréquence de suivi des stratégies d'échantillonnage du phytoplancton

Deux des trois stratégies d'observations du phytoplancton mises en place dans le cadre de REPHY peuvent être employées pour répondre à la DCE soit les stratégies « Flore totale » (PhyTot) et « Flore indicatrice » (PhyInd) (la troisième étant spécifique au suivi sanitaire). Toutes deux permettent d'acquérir des données sur l'abondance de tout ou partie des espèces phytoplanctoniques présentes au droit d'une station d'échantillonnage (Tableau 11). Elles sont systématiquement accompagnées d'un suivi d'autres paramètres complémentaires impératifs pour calculer l'indicateur de qualité DCE basé sur les blooms phytoplanctoniques ou pour interpréter les résultats obtenus. Ces paramètres sont des paramètres hydrologiques, les nutriments et la chlorophylle-a (Tableau 11).

¹ Terme utilisé par l'IFREMER désignant une station de prélèvement qui peut représenter soit une surface soit un simple point de prélèvement.

² SISMER : Systèmes d'Informations Scientifiques pour la MER (<http://www.ifremer.fr/sismer/FR/catal/base/base.html?CBASE=RAZLEC>)

Tableau 11 : Stratégies de surveillance mises en place dans REPHY pour la DCE (IFREMER, 2012)

Stratégie	Objectifs du suivi DCE	Espèces ciblées ou paramètres	Support	Fréquence de suivi DCE
Flore totale (PhyTot)	Calcul de l'indice abondance	Espèces de taille > 20 µm ou en chaîne	Eau (subsurface)	1 / mois toute l'année
Flore indicatrice (PhyInd)	Calcul de l'indice abondance	Toute espèce proliférante atteignant une concentration > 100 000 cellules/litre	Eau (subsurface)	1 / mois toute l'année
Hydrologie (Hyd)	Détection d'éventuelles anoxies du milieu	Oxygène dissous	Eau (subsurface et fond - si possible profil vertical)	Avec suivi du phytoplancton ou hydrologie seule : 1 / mois de juin à septembre ou toute l'année selon le site
	Paramètres influençant la production et la diversité phytoplanctonique	Température, salinité	Eau subsurface et fond - si possible profil vertical)	
	Détermination de la quantité de lumière disponible pour le développement du phytoplancton	Turbidité	Eau (subsurface)	
Nutriments (Nut)	Eléments sur lesquels repose la synthèse de la biomasse organique	Ammonium, nitrate+nitrite, phosphate, silicate	Eau (subsurface)	1 / mois de novembre à février
Chlorophylle-a (Chl)	Calcul de l'indice biomasse	Chlorophylle-a	Eau (subsurface)	1 / mois de mars à octobre

2.2.3. MET concernées par la surveillance du phytoplancton et des paramètres physico-chimiques

La répartition des lieux de surveillance définis pour REPHY a dû être partiellement adaptée pour les besoins de la DCE. Des suivis du phytoplancton ont été programmés dans toutes les MET retenues pour le RCS où l'élément est pertinent (MET considérées non turbides).

Des ajustements ont été réalisés suite à une réévaluation fin 2013 du caractère turbide des milieux estuariens et de ce fait, de la pertinence des suivis dans certaines MET (Belin et al., 2013). Cette réévaluation a donné lieu à une modification du programme de surveillance relatif au phytoplancton et à la chlorophylle-a (suppressions de certains suivis ou mise en place de nouveaux suivis dans quelques MET non suivies jusqu'à présent) (Tableau 12). Ainsi, le nombre de MET suivies a évolué récemment passant de 13 MET en 2012 à 17 sur les 33 retenues en 2014 (Belin et al., 2014 (a)(b)).

Pour la physico-chimie, malgré la non-pertinence de suivi du phytoplancton en certaines MET, la quasi-totalité des MET retenues pour le RCS sont suivies dans le cadre de REPHY et/ou *via* d'autres réseaux régionaux sur lesquels l'IFREMER s'appuie (Tableau 13). Les cartes présentées dans le sous-chapitre 9 (p 79) localisent les stations de prélèvements associées au suivi DCE du phytoplancton et de la physico-chimie (état en 2014).

Tableau 12 : Modifications du classement des MET selon leur caractère (non) turbide et modifications des suivis du phytoplancton et de la chlorophylle-a mis en œuvre à compter de 2014 (Belin et al., 2013 ; Belin et al., 2014(b))

District	MET retenues pour le RCS	Classement des MET		Suivi du phytoplancton (Phyto) et de la chlorophylle-a (Chl) à compter de 2014
		Avant 2013	Dès 2014	
Artois-Picardie	FRAT01 Baie de Somme	Non turbide		Maintien du suivi
	FRAT03 Port de Calais	Non turbide		Non pertinent
Seine-Normandie	FRHT01 Seine - Amont	Non renseigné		Non programmé
	FRHT02 Seine - Moyen	Non renseigné		Non programmé
	FRHT03 Seine - Aval	Non turbide	Turbide	Arrêt du suivi Phyto et Chl
	FRHT05 Baie du Mont-Saint-Michel	Non turbide	Turbide	Arrêt du suivi Phyto et Chl
	FRHT06 Baie des Veys	Non turbide		Maintien du suivi
Loire-Bretagne	FRGT03 Le Trieux	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT06 Rivière de Morlaix	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place sur un des points « physico-chimie »
	FRGT07 La Penzé	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place dans le cadre du RCS sur le point « physico-chimie »
	FRGT08 L'Aber Wrac'h	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT10 L'Elorn	Turbide		Non pertinent
	FRGT12 L'Aulne	Non turbide	Turbide	Arrêt du suivi Phyto et Chl
	FRGT13 Le Goyen	Non turbide		Maintien du suivi
	FRGT14 Rivière de Pont-l'Abbé	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT15 L'Odét	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT16 L'Aven	Non turbide		Maintien du suivi
	FRGT17 La Belon	Non turbide		Maintien du suivi
	FRGT18 La Laïta	Non turbide		Maintien du suivi
	FRGT19 Le Scorff	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT20 Le Blavet	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto à mettre en place
	FRGT21 Rivière d'Etel	Turbide	Non turbide	Suivi Phyto et Chl à mettre en place
	FRGT27 La Vilaine	Turbide		Non pertinent
	FRGT28 La Loire	Turbide		Non pertinent
	FRGT31 La Sèvre Niortaise	Turbide		Non pertinent
Adour-Garonne	FRFT01 Estuaire Charente	Non turbide		Maintien du suivi
	FRFT02 Estuaire Seudre	Non turbide		Maintien du suivi
	FRFT32 Estuaire Fluvial Dordogne	Non turbide	Turbide	Non pertinent (aucun suivi mené initialement)
	FRFT33 Estuaire Fluvial Garonne Amont	Turbide		Non pertinent
	FRFT04 Gironde centrale	Turbide		Non pertinent
	FRFT06 Estuaire Adour Amont	Non turbide	Turbide	Non pertinent (aucun suivi mené initialement)
	FRFT07 Estuaire Adour Aval	Non turbide		Maintien du suivi
	FRFT08 Estuaire Bidassoa	Non turbide		Maintien du suivi

Tableau 13 : Bilan des suivis du phytoplancton et de la physico-chimie menés pour la DCE (état en 2014) et opérateurs associés (Belin et Daniel, 2014(a)(b) ; AESN, nd(b) ; Auby et al., 2013)

District	MET retenue	Phytoplancton	Chlorophylle-a	Hydrologie	Nutriments	Opérateur (réseau)
Artois-Picardie	Baie de Somme	OUI	OUI	OUI	OUI	IFREMER (SRN)
	Port de Calais	Non pertinent (NP)	NP	NP	NP	-
Seine-Normandie	Seine - Amont	NON	OUI	OUI	OUI	AESN (RCS)
	Seine - Moyen	NON	OUI	OUI	OUI	AESN (RCS)
	Seine - Aval	NP (arrêt des suivis en 2014 pour non-pertinence - MET turbide)		OUI	OUI	IFREMER (RHLN), AESN (RCS) pour la physico-chimie
	Baie du Mont-Saint-Michel	NP (arrêt des suivis en 2014 pour non-pertinence - MET turbide)		OUI	OUI	IFREMER (RHLN) pour la physico-chimie
	Baie des Veys	OUI	OUI	OUI	OUI	IFREMER (RHLN)
Loire-Bretagne	Le Trioux	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	DDTMs (REB) IFREMER (REPHY)
	Rivière de Morlaix	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	La Penzé	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	L'Aber Wrac'h	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	L'Elorn	NP	NP	OUI	OUI	
	L'Aulne	NP (arrêt des suivis en 2014 pour non-pertinence - MET turbide)		OUI	OUI	
	Le Goyen	OUI	OUI	OUI	OUI	
	Rivière de Pont-l'Abbé	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	L'Odét	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	L'Aven	OUI	OUI	OUI	OUI	
	La Belon	OUI	OUI	OUI	OUI	
	La Laïta	OUI	OUI	OUI	OUI	
	Le Scorff	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	Le Blavet	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	Rivière d'Etel	OUI (à compter de 2014)		OUI	OUI	
	La Vilaine	NP	NP	OUI	OUI	
	La Loire	NP	NP	OUI	OUI	DDTM 44 (Réseau complémentaire) IFREMER (REPHY)
	La Sèvre Niortaise	NP	NP	OUI	OUI	IFREMER (REPHY)
Adour-Garonne	Estuaire Charente	OUI	OUI	OUI	OUI	IFREMER (RAZLEC/REPHY)
	Estuaire Seudre	OUI	OUI	OUI	OUI	
	Estuaire Fluvial Dordogne	NON (NP à compter de 2014 - MET turbide)		NON	NON	-
	Estuaire Fluvial Garonne Amont	NP	NP	NON	NON	-
	Gironde centrale	NP	NP	OUI	OUI	DDTM 33 / IFREMER (REPHY)
	Adour Amont	NON (NP à compter de 2014 - MET turbide)		NON	NON	-
	Adour Aval	OUI	OUI	OUI	OUI	DDTM 64 / IFREMER (REPHY)
	Estuaire Bidassoa	OUI	OUI	OUI	OUI	

2.2.4. Méthodes d'échantillonnages, de conservation et d'analyse appliquée dans REPHY

Les informations suivantes sont tirées du cahier de procédure REPHY 2012/2013 et du manuel d'IFREMER (2009) sur les consignes pour le prélèvement d'eau en vue d'analyse de la physico-chimie. Ces protocoles sont généralement utilisés par les réseaux gérés par l'IFREMER (REPHY, RHLN, SRN, RAZLEC) et par les autres réseaux partenaires dans lesquels les structures assurant ces suivis travaillent en étroite collaboration avec l'IFREMER pour les suivis DCE. Les réseaux régionaux (hors REPHY) étant destinés en premier lieu au suivi de la qualité physico-chimique des eaux, les protocoles qu'ils emploient sont détaillés dans le sous-chapitre 7 (p 59), relatif à la physico-chimie.

Phytoplancton dans les masses d'eau de transition non turbides

Pour réaliser le suivi du phytoplancton, des prélèvements d'eau sont effectués au centre du fleuve, en subsurface (entre 0 et 1 m), à pleine mer plus ou moins 2h au droit d'une station de surveillance par masse

d'eau de transition. Le prélèvement se fait dans un premier temps, à l'aide d'une bouteille Niskin d'une contenance d'au moins 5 L (pour permettre également les prélèvements pour l'analyse des paramètres physico-chimiques). Un échantillon « phytoplancton » est récolté par le biais d'un tube flexible relié à la bouteille Niskin, dans un flacon en plastique éventuellement opaque d'une contenance de 0,5 à 2 L selon la zone étudiée et la saison.

L'échantillon est ensuite fixé avec 2,5 mL/L de Lugol acide (produit recommandé pour fixer les flagellés et les organismes phytoplanctoniques exceptés les Coccolithoporidés qui eux, peuvent être fixés avec du Lugol alcalin). Si l'observation du phytoplancton présent dans le flacon n'est pas réalisée dans la journée du prélèvement, un ajout plus ou moins important de formol permet une conservation plus ou moins prolongée de l'échantillon. Ainsi, maintenu dans de bonnes conditions, l'échantillon peut être conservé quelques semaines à température ambiante, sans exposition directe au soleil et jusqu'à environ 1 an au réfrigérateur.

L'identification des individus est réalisée à l'aide d'un microscope et doit être la plus précise possible soit jusqu'à l'espèce ou le genre ou à un niveau taxonomique supérieur le cas échéant. L'abondance et la composition du phytoplancton sont déterminées au microscope inversé selon la méthode Utermöhl (NF EN 15204 - intitulé complet en annexe 3).

Paramètres physico-chimiques dans toutes les masses d'eau de transition

Les méthodes de suivi des paramètres physico-chimiques et de la chlorophylle-a dans REPHY ne seront que brièvement abordées dans cette partie de la synthèse. Celles-ci sont détaillées avec précision dans le sous-chapitre 7 (p 59), dédié aux protocoles de surveillance de la physico-chimie.

Les paramètres physico-chimiques sont mesurés dans des conditions quasiment semblables de celles définies pour le phytoplancton c'est-à-dire au centre du fleuve, en subsurface et au fond pour certains paramètres, à pleine mer plus ou moins 2h (Tableau 14). Ces conditions de prélèvements peuvent être discutables en milieux estuariens pour certains paramètres vis-à-vis des perturbations que ces mesures permettent de mettre en avant. En l'occurrence, pour l'oxygène dissous, les déficits les plus prononcés sont généralement observés en période estivale, à basse mer et au fond du fleuve. Ainsi, les mesures faites à pleine mer risquent d'entraîner des surestimations de la qualité des eaux.

Tableau 14 : Suivi des paramètres physico-chimiques mis en place dans REPHY pour les masses d'eau de transition (IFREMER, cahier de procédure 2012/2013)

Paramètres	Prélèvement	Traitement/mesure
Oxygène dissous	Subsurface (0-1m) et mesure en fond si les conditions le permettent. Un profil de l'oxygène est souhaité sur l'ensemble de la colonne d'eau si le matériel le permet.	Mesure <i>in situ</i>
Température	Subsurface (0-1m) et mesure en fond si l'oxygène dissous y est mesuré. Un profil de la température est souhaité sur l'ensemble de la colonne d'eau si le matériel le permet.	Mesure <i>in situ</i>
Salinité	Subsurface (0-1m) et mesure en fond si l'oxygène dissous y est mesuré. Un profil de la salinité est souhaité sur l'ensemble de la colonne d'eau si le matériel le permet.	De préférence sur site, possible en laboratoire sur échantillon d'eau brute
Turbidité	Subsurface (0-1m)	De préférence sur site, possible en laboratoire sur échantillon d'eau brute
Nutriments	Subsurface (0-1m)	Pré-filtrage de l'échantillon puis analyse en laboratoire
Chlorophylle-a	Subsurface (0-1m) si jugé pertinent	Analyse en laboratoire sur un échantillon d'eau brute

3. ELEMENT DE QUALITE « INVERTEBRES BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE »

3.1. Programme de surveillance DCE retenu par district hydrographique

Malgré l'absence d'un indicateur de qualité basé sur les invertébrés benthiques valide, les districts hydrographiques (excepté Loire-Bretagne) ont tout de même mis en place un suivi pour cet élément de qualité. Cette surveillance a principalement pour objectif de constituer une base de données relativement homogène sur les invertébrés benthiques pouvant être exploitée lors des futures évaluations DCE.

La fréquence de suivi des invertébrés benthiques préconisée par la DCE est d'un prélèvement par an et cela une fois tous les 3 ans (Directive DCE2000/60/CE, Annexe V). Au niveau national, l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 préconise une fréquence de suivi similaire à l'exception faite des sites d'appui. Ces derniers sont des sites au niveau desquels un suivi DCE est renforcé et cela chaque année du plan de gestion. Ceci permet de mieux appréhender les variations saisonnières et de disposer d'une connaissance des tendances d'évolution temporelle sur un point représentatif des différents habitats et communautés.

Sur la base de ces préconisations, les Agences de l'eau Artois-Picardie (AP), Seine-Normandie (SN) et Adour-Garonne (AG) ont chacune fixé un programme de surveillance des MET semblable pour cet élément. Ces programmes de surveillance sont inscrits dans le SDAGE 2010-2015 de chaque bassin et sont susceptibles d'être révisés ou complétés lors du prochain plan gestion (Tableau 15).

La principale divergence observée dans ces programmes (sachant qu'en absence d'un indicateur validé, aucun programme de surveillance ne peut être imposé), concerne la période de prélèvement qui est variable d'un district à un autre. Par ailleurs, chaque MET retenue n'est pas systématiquement suivie.

Le protocole d'échantillonnage et les points de surveillance DCE des invertébrés benthiques ont été choisis en tenant en compte des réseaux de suivis pré-existants. Pour exécuter ces suivis, les Agences de l'eau se sont tournées vers le réseau benthique (REBENT) géré par l'IFREMER.

Tableau 15 : Fréquences de suivi des invertébrés benthiques en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (IFREMER, MNHN, Agences de l'eau, arrêté du 25 janvier 2010, Directive DCE2000/60/CE)

INVERTEBRES BENTHIQUES SUR SUBSTRAT MEUBLE						
Paramètres		Dénombrement, biomasse	Minimas requis	Fréquence indicative DCE		
Suivis		Effectué				
Paramètres associés	AP	Granulométrie, matière organique	-	-		
	SN					
	LB	Attente d'un Indicateur finalisé				
	AG	Granulométrie, matière organique				
Nb d'année / plan de gestion	AP	2 ans / 6 sauf sites d'appui 6 ans / 6	1 fois / demi-plan de gestion soit 2 ans / 6 Sites d'appui (suivi renforcé) : 6 ans / 6	-		
	SN					
	LB					
	AG	2 ans / 6 sauf sites d'appui 6 ans / 6				
Fréquence du suivi dans l'année	AP	1 fois / an	1 fois / an	1 fois tous les 3 ans		
	SN					
	LB					
	AG	1 fois / an				
Période de suivi	AP	Mars à mai				
	SN	Avril à octobre				
	LB					
	AG	Septembre - 15 octobre				
Sites concernés (% de sites)	AP	1 MET / 2 retenues	Tous	Toutes les MET retenues		
	SN	3 MET / 5 retenues + 1 MET non retenue pour le RCS (Estuaire de l'Orne)				
	LB					
	AG	MET retenues				

3.2. Protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques en estuaires appliqué dans le REBENT

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le réseau REBENT et le protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques théoriquement appliqué dans le cadre de DCE. Le protocole décrit ci-dessous rappelle les préconisations faites dans la fiche technique n°10 « Invertébrés - Substrats Meubles » diffusée par l'IFREMER (Guillaumont et Gauthier, 2005) et accessible sur le site REBENT, complétée par la norme ISO/FDIS 16665 (2005).

La méthode d'évaluation des MET basée sur les invertébrés benthiques n'étant pas validée, aucun protocole d'échantillonnage n'a pu être officiellement défini à l'échelle nationale. Face à la multitude de protocoles proposés actuellement (Grall et Hilly (2003), Guillaumont & Gauthier (2005), norme ISO/FDIS 16665 (2005), Grall & Hilly (2006), Guérin & Desroy (2008)), un nouveau protocole synthétique (basé sur les protocoles existants) et unique pour les eaux côtières et de transition est en cours de rédaction dans le cadre de REBENT.

Le protocole présenté ci-dessous est basé sur les recommandations de Guillaumont et Gauthier (2005) présenté dans un rapport relatif aux « recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE », complété par les préconisations de la norme ISO/FDIS 16665 (2005). En pratique, quelques variantes de ce protocole sont constatées dans certains suivis mis en place.

3.2.1. Présentation synthétique du REBENT

Le réseau de surveillance benthique (REBENT) géré par l'IFREMER, a été mis en place suite à la pollution engendrée par l'Erika et en raison de demandes croissantes de surveillance du milieu marin. Un avant-projet pilote a été initié fin 2000 en Bretagne avant que REBENT ne soit officiellement opérationnel en 2003 sur cette même région. Il a pour objectif d'acquérir et centraliser les données relatives aux habitats ainsi qu'à la faune et la flore benthiques selon 2 approches :

- (1) l'approche zonale qui comprend des synthèses cartographiques, des cartographies sectorielles, des suivis surfaciques et quantitatifs de la végétation ;
- (2) l'approche stationnelle qui a pour objectif la surveillance de l'évolution de la biodiversité et de l'état de santé d'une sélection d'habitats et qui est réalisée à partir de mesures standardisées, mises en œuvre sur des points de surveillance répartis sur le littoral.

Lors de la mise en place de REBENT, des protocoles de suivi ont été définis par type d'habitat (p ex. Fiche FT01 - Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales de substrats meubles). Pour répondre aux besoins de la DCE, ces protocoles ont été repris pour correspondre à la terminologie employée par la DCE et/ou adaptés en fonction des indicateurs de qualité développés en parallèle. Les éléments DCE analysés dans le cadre de REBENT sont suivants :

- Les invertébrés benthiques sur substrat meuble ;
- Les macroalgues intertidales sur substrat meuble - Blooms d'opportunistes ;
- Les macroalgues intertidales sur substrat dur ;
- Les angiospermes - herbiers de zostères.

Pour développer le RCS, il a également fallu adapter la répartition des stations, à commencer par une extension du réseau REBENT-Bretagne aux eaux côtières et de transition d'autres régions grâce à la sollicitation de divers partenaires (LER d'IFREMER, Universités ...).

Pour les invertébrés benthiques, les protocoles utilisés actuellement dans REBENT et pour la DCE sont identiques à l'exception faite du nombre de sites suivis par station. Pour les suivis DCE, un site unique est échantillonné par station d'échantillonnage alors que pour les « suivis REBENT-Bretagne », la station de mesure est échantillonnée en 3 points différents. Par ailleurs, la fréquence d'échantillonnage varie entre ces 2 contextes de suivi : un suivi au printemps tous les ans dans REBENT-Bretagne contre un suivi au printemps tous les 3 ans pour les suivis DCE excepté au niveau des sites d'appui où la surveillance est réalisée tous les ans.

Si la masse d'eau présente un herbier à zostères pérenne et de grande ampleur, un suivi de cette végétation doit être associé à celui des invertébrés benthiques selon les préconisations décrites dans le protocole de suivi DCE des herbiers à zostères (cf sous-chapitre 5, p 47).

REBENT
réseau benthique

Les données centralisées par REBENT sont mises à disposition des scientifiques, des gestionnaires et du public *via* la base de données Quadrigé² et le serveur Sextant gérés par l'IFREMER.

3.2.2. Stations de surveillance et nombre de prélèvements

L'échantillonnage des invertébrés benthiques et les prélèvements associés (pour la granulométrie des sédiments et le taux de matière organique qu'ils contiennent) doivent être réalisés sur 1 à 3 station(s) de surveillance par masse d'eau selon les hétérogénéités observées (morphosédimentaires, bathymétriques...) et le gradient de pression anthropique. Divers critères doivent être pris en compte lors du positionnement de ces stations.

Sélection des stations : critères morphosédimentaires

Les stations de prélèvements doivent être localisées dans une zone représentative de la masse d'eau du point de vue de la couverture sédimentaire en ciblant de préférence les sédiments fins (vases, sables vaseux, sables fins et le cas échéant sables moyens). Il est possible d'échantillonner dans des sédiments hétérogènes dès lors que le matériel préconisé y est efficace.

Sélection des stations : critères bathymétriques

Le suivi des invertébrés benthiques sur substrat meuble est réalisé en distinguant les zones subtidales des zones intertidales.

La zone subtidale doit systématiquement être échantillonnée sauf si des contraintes techniques ou environnementales ne le permettent pas. Ce type de milieu peut être soumis à de fortes contraintes hydrodynamiques (forts courants ou déferlement de la houle), conditions qu'il faut éviter dans le cadre de ce suivi. Si une zone subtidale présente un gradient bathymétrique important, plusieurs points de prélèvements répartis le long de ce gradient pourraient s'avérer nécessaire.

La zone intertidale devra également être échantillonnée si elle est représentative de la masse d'eau (ce qui est récurrent dans les eaux de transition) ou si un prélèvement en zone subtidale ne peut être réalisé. Le point de prélèvement doit alors être positionné dans la partie basse de la zone de balancement de marée (bas du médiolittoral), éventuellement jusqu'à sa partie médiane si la pente de la zone intertidale est faible (cas de la baie du Mont-Saint-Michel).

Stations de surveillance retenues pour la DCE

Aucun indice de qualité basé sur les invertébrés benthiques n'est validé pour les eaux de transition, c'est pourquoi le suivi de ce compartiment biologique n'est pas engagé dans le district hydrographique Loire-Bretagne. Dans les autres districts, cet élément est tout de même suivi sur certaines MET pour notamment, constitué une base de données exploitable par la suite (Tableau 16 et cartes du sous-chapitre 9, p 79).

Tableau 16 : Nombre de stations de surveillance par masse d'eau de transition suivies au titre de la DCE pour les invertébrés benthiques (REBENT, IFREMER, MNHN)

MET	Bassin	Nombre de station en zone subtidale	Nombre de station en zone intertidale
Port de Calais	Artois-Picardie	2 + 2 sites d'appui	-
Somme	Artois-Picardie	-	4
Seine aval	Seine-Normandie	4 + 1 site d'appui	4
Orne (MET non retenue pour le RCS)	Seine-Normandie	-	4
Baie du Mont Saint Michel	Seine-Normandie	-	4
Baie des Veys	Seine-Normandie	-	4 + 1 site d'appui
Adour aval	Adour-Garonne	2	2
Bidassoa	Adour-Garonne	2	2
Charente	Adour-Garonne	1	1
Gironde centrale	Adour-Garonne	2	2
Seudre	Adour-Garonne	2	2

Si d'autres suivis sont réalisés sur la station sélectionnée (p ex un herbier à zostères), la répartition des prélèvements à réaliser sur cette station pour les invertébrés benthiques peut tenir compte de la position des échantillonnages faits par ailleurs.

3.2.3. Protocoles de prélèvements

La méthode préconisée par la norme ISO 16665 : 2005 consiste à prélever des sédiments (1) pour en extraire l'endofaune uniquement (espèces vivant enfouies dans le sédiment, non mobiles dans la colonne d'eau) et (2) pour analyser les sédiments eux-mêmes (granulométrie et teneur en matière organique). Ceci nécessite de faire des prélèvements distincts pour chacun de ces objectifs.

Prélèvements de sédiments en zone subtidale

En chaque station de surveillance située en zone subtidale, 5 prélèvements à la benne de 0,1 m² (soit sur 0,5 m²) doivent être réalisés. Pour cela, 2 types de bennes sont préconisés :

- Benne Van Veen (avec une surface d'ouverture de 0,1 m², à lester pour peser au moins 40 kg à vide) adaptée au prélèvement de sédiments vaseux peu profonds, en présence de courants faibles. Elle est facilement manipulable depuis une embarcation modeste (6-10 m) équipée d'un système de mise à l'eau.
- Benne Smith McIntyre (avec une surface d'ouverture de 0,1 m² pesant 100 kg à vide) adaptée au prélèvement de sédiments vaseux comme de sédiments plus grossiers quelle que soit la courantologie. Elle est toutefois moins maniable que la benne Van Veen et nécessite des moyens nautiques plus importants notamment des embarcations plus imposantes (généralement de 15 m et plus), équipées d'un treuil associé à un bras de levage ou à un portique débordant.

A chaque campagne de suivi, il est impératif de conserver le même type de benne sur une même station de prélèvements. Pour qu'un échantillonnage soit valide, la benne doit prélever au moins 5 L de sédiments dans les sables et au minimum 10 L dans les vases. Les bennes peuvent être lestées si nécessaire, pour accroître leur pouvoir de pénétration dans les sédiments.

Prélèvements de sédiments en zone intertidale

Les prélèvements en zone intertidale sont réalisés à l'aide d'un carottier à main avec une section de 0,01 m² minimum. Les échantillons sont prélevés sur une profondeur d'au moins 15 cm. Cinq réplicats ou plus doivent être exécutés afin de couvrir une surface totale d'échantillonnage de 0,25 m² (p ex 10 carottages avec un carottier de 18 cm de diamètre).

Si la masse d'eau présente un herbier à *Zostera noltei* connu, pérenne et de taille conséquente, les points de prélèvements pour le suivi des invertébrés benthiques doivent être communs à ceux employés pour cet herbier. Cinq prélèvements d'une emprise de 0,04 m² sont alors réalisés à l'aide d'un carottier. Ces prélèvements sont ensuite traités avec la même procédure que pour les autres prélèvements de sédiments.

Tamissage des échantillons de sédiments et conservation des échantillons d'endofaune

Une fois prélevés, les échantillons sont tamisés sur maille de 1 mm de préférence ronde. Des recommandations pour la manipulation des échantillons lors du tamissage sont décrites dans la norme ISO 16665 : 2005. Pour un suivi cohérent, le même type de maille de tamis (ronde ou carrée) doit être conservé tout au long du suivi et précisé dans les métadonnées.

Les échantillons tamisés sont ensuite fixés dans une solution formolée neutralisée et conservés jusqu'à leurs analyses en laboratoire.

3.2.4. Analyse et traitement des échantillons de faune benthique

Avant tout traitement, les échantillons sont triés en laboratoire afin de séparer la faune des débris et des particules sédimentaires. A l'issue des premières campagnes, une collection de spécimens de chaque espèce est conservée pour servir de référence pour la détermination mais également comme outil d'assurance qualité et d'intercalibration (pour garantir une qualité des résultats, une procédure d'assurance qualité à chaque étape de l'analyse est indispensable).

L'étape suivante du traitement des échantillons consiste à :

(1) Identifier et lister les espèces d'invertébrés présents.

La faune recueillie doit être identifiée à l'aide d'une loupe binoculaire jusqu'à l'espèce, excepté pour certains taxons nécessitant des compétences bien spécifiques pour pouvoir les identifier à ce niveau de précision (p ex Oligochètes, Nématodes ... - cf liste complète dans la norme ISO 16665 : 2005). Lors de cette étape, il est recommandé de se référer au référentiel mondial « World Register of Marine Species (WoRMS)³.

(2) Déterminer l'abondance relative de chaque espèce (dénombrement).

Les individus présents dans chaque échantillon sont dénombrés afin d'aboutir à des abondances relatives pour chaque espèce. Pour certains taxons, le comptage peut s'avérer difficile (cf liste complète dans la norme ISO 16665 : 2005) donc seule leur présence sera mentionnée.

Cette phase du suivi doit être réalisée au moins une fois au cours des 3 premières années de suivi pour établir un état de référence.

3.2.5. Analyse et traitement des échantillons de sédiments associés

L'objectif est de déterminer la distribution granulométrique et le taux de matière organique du sédiment dans lequel évolue l'endofaune. Pour cela, un échantillonnage spécifique de sédiments doit être réalisé avec l'une des 2 bennes citées précédemment, en complément des prélèvements faits pour caractériser les invertébrés benthiques. S'ils ne sont pas traités immédiatement, les échantillons doivent être conservés à l'abri de la lumière, au congélateur.

Tamissage et analyse granulométrique

Après désalinisation des échantillons prélevés, ces derniers doivent être séchés dans une étuve à 60°C pendant 48h. Si l'échantillon présente une fraction fine (inférieure à 63 µm) importante, il doit être rincé sur un tamis 63 µm et la partie fine récupérée doit être séchée afin d'obtenir le poids sec. Toutes les particules de taille supérieure à 63 µm sont ensuite tamisées à sec sur une colonne de tamis allant de 20 à 0,063 mm afin de déterminer le poids des particules pour les différentes classes granulométriques énoncées dans la norme ISO 16665 : 2005.

Il s'avère que tous les opérateurs des suivis DCE des invertébrés benthiques n'emploient pas cette méthode pour l'analyse granulométrique d'où la nécessité de proposer un protocole unique (A. Garcia/MNHN, com.pers.).

Teneur en matière organique

Le taux de matière organique est mesuré par la méthode de la perte au feu en pesant l'échantillon avant et après séchage. Les échantillons prélevés subissent un premier séchage à 60°C pendant 24 à 48h, puis un second à 450°C pendant 4h avant d'être pesés.

La perte au feu permet d'obtenir une approximation plus ou moins précise du taux de matière organique dans les échantillons. Dans des vases argileuses (présentes par exemple dans l'estuaire de la Loire ou en Baie de Bourgneuf), cette méthode est peu fiable et peut entraîner une surestimation importante (jusqu'à 600 %) du taux de matière organique. Celle-ci est liée à l'élimination de la matière organique mais également de l'eau composant les argiles. Dans ce cas, un coefficient de correction défini pour chaque site doit être appliqué pour être au plus près du taux réel de matière organique.

Une fois les données (abondance relative, granulométrie et teneur en matière organique) récoltées, elles doivent être saisies dans la base de données Quadrigé² afin d'être disponibles pour de futures évaluations de l'état des masses d'eau prospectées.

³ <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search>

4. ELEMENT DE QUALITE « MACROALGUES INTERTIDALES (BLOOM) »

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le protocole de surveillance des blooms de macroalgues utilisé dans le cadre de la DCE. Pour disposer de toutes les informations, il faut se référer aux documents sources réalisés par le CEVA (CEVA, 2011 ; Rossi, 2012 et 2013) et par Nebout et al. (2010).

4.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique

Le développement de blooms de macroalgues est suivi depuis de nombreuses années sur les côtes bretonnes et normandes, au-delà même du cadre de la DCE en raison notamment des nuisances environnementales visuelles et/ou olfactives qu'il engendre. Les marées vertes en Bretagne ont été particulièrement étudiées par le CEVA dans le cadre du programme PROLITTORAL. Les acquis de ce programme ont entre autre permis de mettre au point une méthode d'évaluation basée sur cet élément de qualité et un protocole de surveillance associé répondant aux besoins de la DCE. La surveillance des MET consiste en une veille de la formation de blooms par survol aérien réalisé 1 à 3 fois par année de plan de gestion puis d'une estimation quantitative (surfactive) lorsque des proliférations d'algues vertes sont avérées (cf sous-chapitre suivant).

Compte tenu des conditions propices à la formation de blooms de macroalgues opportunistes (notamment des apports excessifs en nutriments issus du bassin versant), ce phénomène ne se produit pas sur tous les estuaires de la façade Manche/Atlantique. Actuellement, seuls les districts hydrographiques de Seine-Normandie et Loire-Bretagne possèdent des MET touchées par ces proliférations et font donc l'objet d'une surveillance DCE. Il est rappelé que la MET FRHT06 (Baie des Veys) est propice à la formation de blooms malgré la présence d'un hydrodynamisme important. La qualité écologique de cette masse d'eau est évaluée avec une méthode adaptée au substrat sableux, différente de celle majoritairement appliquée en MET. Cela étant, le protocole de suivi quantitatif des blooms de macroalgues par survol aérien reste identique quel que soit la méthode employée.

Les fréquences et modalités de suivi des MET touchées par ce phénomène, sont synthétisées dans le Tableau 17. Ces modalités relatives au survol aérien du littoral, sont communes aux 2 bassins hydrographiques concernés. Les interventions terrains étant définies au cas par cas, celles-ci ne seront pas détaillées dans cette synthèse.

Tableau 17 : Fréquences de suivi des blooms de macroalgues intertidales en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (IFREMER, CEVA, Agences de l'eau, DCE2000/60/CE, arrêté du 25 janvier 2010)

MACROALGUES INTERTIDALES (BLOOMS)				
Suivis		Suivi quantitatif - Survol aérien	Minimas requis *	Fréquence indicative DCE
Paramètres associés	AP	Non pertinent	-	-
	SN	-		
	LB	-		
	AG	Non pertinent		
Nb d'année / plan de gestion	AP		2 ans / 6	-
	SN	6 ans / 6		
	LB			
	AG			
Fréquence du suivi dans l'année	AP		1 fois / an	1 fois tous les 3 ans
	SN	1 à 3 fois / an avec évaluation quantitative sur le maximum surfacique annuel		
	LB			
	AG			
Période de suivi	AP			
	SN	Mai, juillet, septembre		
	LB	Entre mai et septembre		
	AG			
Sites concernés	AP		Tous sauf MET où l'élément n'est pas pertinent	Toutes les MET retenues
	SN	Survol du littoral puis approfondissement sur le terrain pour les MET touchées		
	LB			
	AG			

* Modalités imposées par l'arrêté du 25 janvier 2010 (annexe 1) établissant le programme de surveillance de l'état des eaux

4.2. Protocole de surveillance des blooms de macroalgues en estuaires

Sous maîtrise d'ouvrage de l'IFREMER, la surveillance des blooms de macroalgues a été confiée au CEVA qui suivait d'ores-et-déjà les proliférations algales sur les côtes bretonnes depuis 2002. Afin de renseigner l'outil d'évaluation de la qualité développé par le CEVA, ce dernier a défini 2 méthodes de surveillance en fonction du type de système (sableux ou vaseux) applicables aux milieux côtiers et/ou de transition (Figure 4).

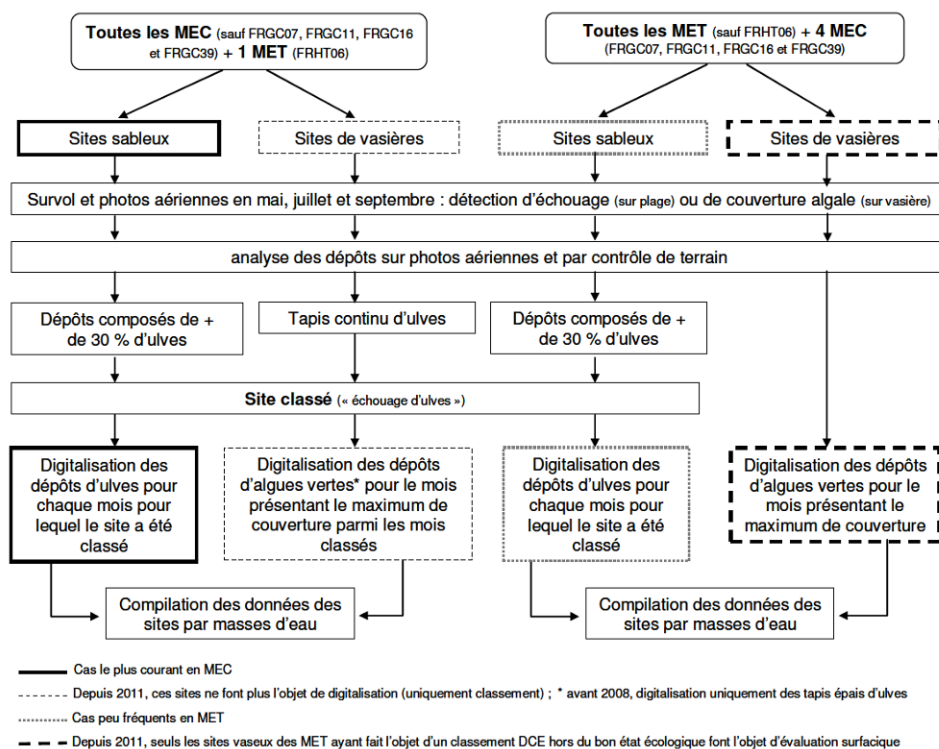


Figure 4 : Procédure d'acquisition des données surfaciques des dépôts algaux pour l'évaluation DCE des masses d'eau littorales de la façade Manche/Atlantique (Rossi, 2013)

Les MET étant globalement affectées aux systèmes vaseux, la méthodologie de suivi se décompose comme suit :

- Un survol aérien du littoral avec prise de photographies des dépôts d'algues vertes observés ;
- Une estimation visuelle du mois du maximum de couverture algale à partir des clichés (pour les sites faisant l'objet d'un suivi sur plusieurs mois) ;
- Une estimation quantitative de la surface couverte par ces algues, lors du mois du maximum annuel.

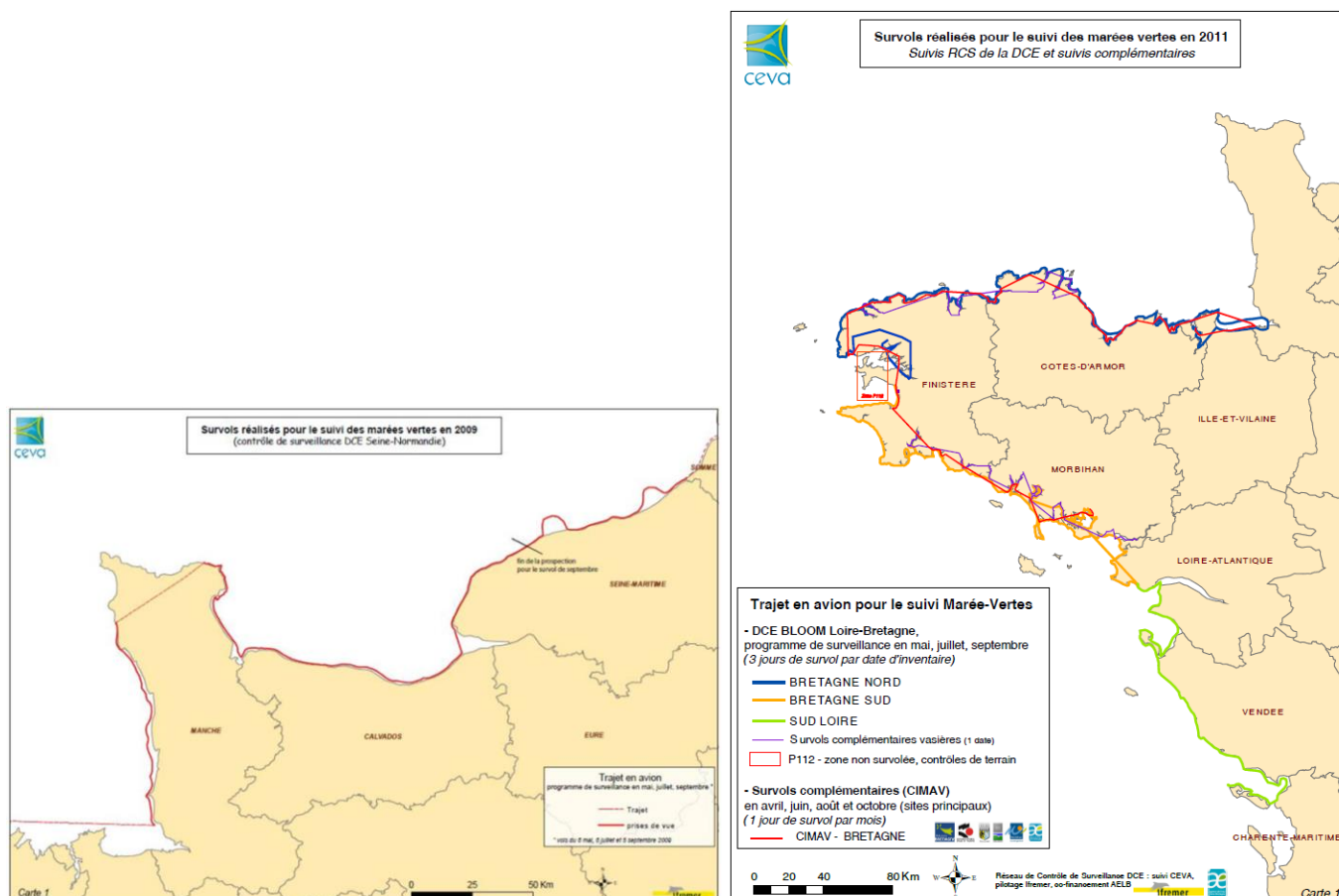
4.2.1. Survol aérien du littoral

Pour localiser les MET touchées par une prolifération d'algues vertes, un survol est réalisé chaque année le long du littoral des 2 districts concernés, à marée basse entre mai et septembre (afin de couvrir au mieux la période la plus propice à leur développement). Du fait des contraintes liées à la marée, toutes les MET concernées ne peuvent être observées dans leur totalité au cours des campagnes initialement prévues. C'est pourquoi des survols additionnels sont réalisés depuis 2009 pour compléter le suivi DCE. Effectués une fois par an uniquement au cours de la période de développement maximal des algues vertes, un premier survol additionnel est réalisé en juillet pour les MET du sud de la Bretagne non prospectées et le second en août pour celles du nord de la Bretagne (Rossi, 2011). Deux survols additionnels sont également réalisés en Normandie dans le cadre du RCO et non du RCS, en juin et en août pour compléter ces suivis. A la suite de ces différents survols, un contrôle de terrain peut être requis si l'identification de certains dépôts algaux est difficile par la photo-interprétation.

Pour chaque journée de vol, plusieurs conditions doivent être réunies afin de réaliser une veille dans les meilleures circonstances possibles :

- Des conditions de marée adéquates : à basse mer, si possible avec un coefficient de marée supérieur à 75 pour une observation optimale des dépôts en zone intertidale. Si besoin, réaliser les vols sur plusieurs jours pour couvrir l'ensemble du littoral dans de bonnes conditions de marée ;
- De bonnes conditions climatiques : une visibilité suffisante, une bonne luminosité et un plafond nuageux suffisamment haut pour acquérir des photographies exploitables et à des échelles convenables.

La Figure 5 illustre les itinéraires empruntés lors des survols du littoral menés dans le cadre du RCS pour les districts Seine-Normandie et Loire-Bretagne.



Les suivis complémentaires « CIMAV » indiqués sur la carte du district Loire-Bretagne illustre un suivi régional mené par le CEVA ne faisant pas parti du contrôle de surveillance mis en place pour la DCE.

Figure 5 : Plans de vol permettant le suivi des blooms de macroalgues intertidales dans les districts Seine-Normandie - à gauche - et Loire-Bretagne - à droite - dans le cadre de la DCE (Nebout et al., 2010 et CEVA, 2011)

4.2.2. Détermination du mois du maximum de couverture algale et estimation quantitative de la surface couverte par les algues vertes

Comme précisé ci-dessus, la majorité du littoral concerné par ce suivi DCE est survolé 3 fois par an (en mai, juillet et septembre). Cette méthode de suivi nécessite d'être à marée basse pour pouvoir détecter et photographier les éventuels dépôts d'algues opportunistes observés. Cette contrainte liée aux conditions de marée ne permet pas de survoler l'ensemble des MET au cours des 3 vols programmés. C'est pourquoi, 2 survols spécifiques aux estuaires sont réalisés une seule fois par an au niveau des MET non prospectées, au cours de la période où le développement des macroalgues est maximum.

Lorsqu'une MET a pu être suivie à plusieurs reprises au cours de l'année, une première étape consiste à déterminer par simple estimation visuelle, le cliché présentant la couverture algale la plus importante observée lors des différents survols.

Une fois ces clichés identifiés, une estimation quantitative de la surface couverte (maximale observée) par les algues vertes est réalisée pour une partie des sites suivis par survol dans le cadre du RCS. En effet,

jusqu'en 2011, cette étape était réalisée sur toutes les MET touchées par des proliférations algales. Depuis 2012, il a été choisi, pour des raisons budgétaires, de limiter le suivi quantitatif aux masses d'eau précédemment évaluées comme n'étant pas en bon état écologique. Les acquisitions de photographies de toutes les MET touchées sont néanmoins maintenues ce qui permet de pouvoir acquérir la donnée quantitative *a posteriori* si nécessaire.

L'estimation quantitative de la surface couverte par les macroalgues débute par le géoréférencement des meilleures prises de vue des dépôts à quantifier sous SIG, étape impérative pour corriger les déformations géométriques potentielles liées à l'altitude et l'angle de prise de vue.

L'emprise des différents dépôts est ensuite digitalisée sous SIG sans distinction du type d'algues vertes dans les systèmes vaseux. Les outils de caractérisation des proliférations algales définis par le CEVA ont été initialement développés pour le suivi des sites bretons soumis à des marées vertes « à ulves dérivantes » pendant lesquelles les dépôts se forment plutôt sur des plages de sable et/ou dans les baies sous forme de proliférations monospécifiques (d'ulves pour la plupart). Or, dans les sites de type vasière, les dépôts algaux observés sont moins mobiles et généralement composés de plusieurs types d'algues (Ulves ou *Ulvaria* et algues vertes filamenteuses). La limite entre les dépôts de ces différentes algues vertes est souvent difficile à discerner sur la base de photographies aériennes. Ainsi, dans le cadre du suivi DCE (et en accord avec l'intercalibration européenne), il a été décidé de définir la surface totale maximale annuelle d'algues vertes sans distinction au niveau des vasières. Ceci implique que le suivi des vasières ne se limite plus uniquement aux sites « à échouage à ulves » mais qu'il s'étend à toute surface couverte par des algues vertes. Pour correspondre à cette demande, le CEVA a donc modifié la méthode employée pour le suivi surfacique au niveau des systèmes vaseux à compter de 2008 selon les critères suivants :

- Tous les dépôts d'algues vertes sont systématiquement digitalisés dès lors qu'ils semblent couvrir 5 % de l'aire potentiellement colonisable de la vasière. Ce critère de recouvrement permet de réduire le nombre de masses d'eau à évaluer en excluant d'emblée les vasières peu touchées par les proliférations ;
- L'estimation surfacique est réalisée pour le mois d'inventaire présentant le maximum annuel de surface couverte par les algues vertes (et non plus selon le maximum annuel de biomasse comme cela était fait précédemment) ;
- Le classement en « site touché » est toujours conservé même si dans le cadre de la DCE, il n'est pas utile. Cependant, il peut être nécessaire pour suivre l'évolution des proliférations dans la continuité des suivis réalisés avant 2008.

L'étape suivante consiste à évaluer le taux de recouvrement de chaque dépôt par photo-interprétation à l'aide de recouvrements types (étalonnés selon une procédure de traitement d'image spécifique). Une fois l'emprise digitalisée et le taux de recouvrement évalué, les opérateurs effectuent :

- Le calcul pour chaque polygone, des surfaces en « équivalent 100 % » (taux de couverture x surface du dépôt) permettant de déterminer l'aire que recouvriraient les algues observées si le taux de recouvrement était de 100 % (soit la « surface réelle » couverte et non une emprise des dépôts) ;
- Une agrégation de l'ensemble des surfaces de dépôts digitalisés dans une même MET pour estimer la couverture totale sur l'ensemble de la masse d'eau considérée.

Ces données acquises chaque année sont ensuite moyennées.

5. ELEMENT DE QUALITE « ANGIOSPERMES (HERBIERS A ZOSTERES) »

*Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le nouveau protocole d'échantillonnage des herbiers à zostères (suivi stationnel) testé depuis 2011 et validé à l'échelle nationale en 2013. Cette méthode permet de mieux qualifier le niveau de développement des herbiers de *Zostera noltei* (et de *Zostera marina* plutôt présente en MEC) et est par ailleurs moins lourde à mettre en œuvre. Pour disposer de toutes les informations détaillées sur ce dernier, il faut se référer au document source d'Auby et al. (2014). Une fiche synthétique diffusée dans le rapport de Guillaumont et Gauthier (2005) permet d'avoir des informations sur l'ancien protocole inspiré du protocole REBENT, utilisé de 2007 à 2010.*

5.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique

L'arrêté du 25 janvier 2010 requiert un suivi sur 2 années par plan de gestion des herbiers à zostères. Jusqu'à présent, les Agences de l'eau ont suivies les préconisations faites par l'IFREMER qui suggère de réaliser un **suivi stationnel** à une fréquence annuelle afin de mieux appréhender la dynamique de développement des herbiers notamment la variabilité interannuelle de leur densité (Tableau 18). Suite à ces recommandations et aux bilans satisfaisants des suivis menés, l'arrêté de surveillance doit être modifié courant 2014 en vue d'intégrer une fréquence annuelle de suivi des herbiers durant les 6 années du plan de gestion et non plus sur 2 ans (GT DCE EL, janvier 2014).

Au cours de l'année de suivi, un échantillonnage est réalisé une fois à la période où les herbiers de *Zostera noltii* présentent un développement maximal soit entre août et septembre.

Les mesures de l'emprise globale des herbiers (**suivi surfacique**) sont réalisées pour l'instant une fois par plan de gestion. En effet, si les petits herbiers peuvent être cartographiés plus fréquemment (contourage avec un dGPS plus aisé), les plus grands herbiers requièrent la mise en œuvre de moyens plus lourds, aussi bien sur les plans humains que financiers qu'il est difficile de mobiliser tous les 3 ans.

A l'échelle de toute la façade, seules 2 MET présentant des herbiers à zostères de taille significative sont évaluées dans le cadre de la DCE depuis plusieurs années : l'estuaire du Lay (district Loire-Bretagne) et l'estuaire de la Bidassoa (district Adour-Garonne). A compter de 2014, un autre herbier à zostères situé dans la Baie des Veys (district Seine-Normandie) sera également prospecté dans le cadre du RCS.

Tableau 18 : Fréquences de suivi des herbiers à zostères en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (Auby et al., 2014, Agences de l'eau, arrêté du 25 janvier 2010, Directive DCE2000/60/CE)

ANGIOSPERMES : HERBIERS A ZOSTERES						
Paramètre/suivi		Suivi surfacique	Suivi stationnel (vitalité)		Minimas requis	Fréquence indicative DCE
Paramètres associés	AP	Non pertinent			-	-
	SN	-	Sédiment : Granulométrie, matière organique			
	LB		Macroalgues : biomasse			
	AG					
Nb d'année / plan de gestion	AP				2 ans / 6	-
	SN	1 an / 6	6 ans / 6 (à compter de 2014)			
	LB	1 an / 6	6 ans / 6 (nouveau protocole appliqué ¹ depuis 2011)			
	AG	1 an / 6				
Fréquence du suivi dans l'année	AP				1 fois / an	1 fois tous les 3 ans
	SN					
	LB	1 fois / an	1 fois / an			
	AG					
Période de suivi	AP					
	SN					
	LB	Août-septembre	Août-septembre			
	AG					
Sites concernés	AP				Tous sauf MET où l'élément n'est pas pertinent	Toutes les MET retenues
	SN					
	LB	MET pertinente	MET pertinente			
	AG					

¹ Le suivi de l'herbier situé dans le district Loire-Bretagne est effectif depuis 2011 avec le nouveau protocole contrairement à celui mené dans le district Adour-Garonne qui lui a débuté dès 2007. De 2007 à 2010, l'ancien protocole a été appliqué mais les données restent exploitables malgré ce changement de méthode.

Pour l'acquisition des données nécessaires à l'évaluation DCE des herbiers à zostères en estuaires, les Agences de l'eau s'appuient sur le réseau benthique (REBENT) géré par l'IFREMER (structure qui a initialement développé la méthode d'évaluation et de suivi de ces herbiers). Ce réseau a d'ores-et-déjà été présenté dans le sous-chapitre 3, p 39 et ne sera donc plus présenté par la suite.

5.2. MET retenues pour le suivi

Dans le cadre des évaluations DCE, 2 espèces de zostères sont ciblées : *Zostera marina* qui se développe plutôt dans l'infra-littoral et *Zostera noltei* dans les zones intertidales. Les zostères se développent plus particulièrement dans des milieux (1) composés de substrats sableux ou sablo-vaseux plutôt stables (peu remaniés à chaque marée) et (2) possédant une turbidité des eaux nulle à faible.

Ce type d'herbiers constitue entre autre, une ressource alimentaire importante pour certains oiseaux hivernants ce qui implique que sa taille et sa densité peuvent varier en fonction de l'intensité de broutage par l'avifaune. Son extension est également fonction des nombreuses pressions anthropiques qu'ils peuvent subir (Guillaumont et Gauthier, 2005). Ainsi, en raison des fortes contraintes naturelles et/ou anthropiques qui s'exercent dans les eaux de transition, seuls 3 herbiers de *Zostera noltei* de taille significative sont suivis au titre de la DCE. Ces sites sont localisés dans l'estuaire du Lay (district hydrographique de Loire-Bretagne), l'estuaire de la Bidassoa (district hydrographique de l'Adour-Garonne), et la Baie des Veys (district hydrographique de Seine-Normandie). Sur chacune de ces MET, le suivi est réalisé au niveau d'une station représentative de chaque herbier (Figure 6).

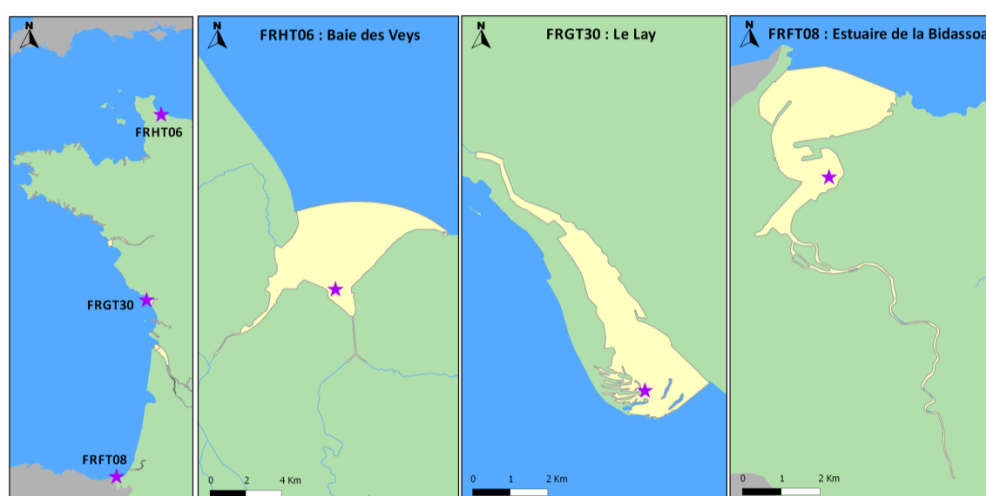


Figure 6 : Localisation des stations de suivi des herbiers de *Zostera noltei* (étoile violette) dans l'estuaire du Lay, celui de la Bidassoa et dans la baie des Veys (Auby et al., 2014 ; Aurélie Garcia, MNHN)

La mise en œuvre de cette surveillance dans les estuaires du Lay et de la Bidassoa est effective depuis 2011 avec le nouveau protocole qui est moins lourd à mettre en œuvre que le précédent protocole. Dans l'estuaire de la Bidassoa, cette surveillance a débuté dès 2007 avec l'ancien protocole d'échantillonnage. Malgré le changement de méthode, les données acquises entre 2007 et 2011 restent exploitables. Pour la Baie des Veys, le suivi a débuté en 2014.

5.3. Méthode de suivi surfacique des herbiers à zostères par photo-interprétation

5.2.1. Données nécessaires

La distribution surfacique des herbiers à zostères est déterminée par interprétation d'images de type :

- Orthophotographies littorales présentant l'avantage d'être géoréférencées et en général d'une résolution assez fine pour évaluer la surface des herbiers. A défaut, des prises de vue aériennes à basse mer géoréférencées peuvent être utilisées ;
- Images satellites pour les herbiers de très grande ampleur.

Compte tenu de la forte saisonnalité de ce type de végétation, ces images doivent être prises entre juin et septembre.

Dans certains cas notamment pour les petits herbiers, la délimitation de leur emprise peut être déterminée de manière plus précise directement sur le terrain grâce à un contourage à pied réalisé par un opérateur muni d'un dGPS qui enregistre sa position régulièrement. Les coordonnées récoltées sont ensuite traitées sous SIG pour les convertir en donnée surfacique.

5.2.2. Suivi à l'aide d'orthophotographies littorales ou de photographies aériennes

Une fois les images acquises et géoréférencées, une première étape consiste à numériser l'enveloppe globale de l'herbier sous SIG pour déterminer l'aire de répartition de *Zostera noltei* dans la MET (Figure 7). Cette étape ne permet en aucun cas de définir le taux de recouvrement ou la densité de l'herbier. Selon la qualité des images et le stade de développement des herbiers, cette numérisation peut être délicate pour *Zostera noltei* qui d'une part est une plante de petite taille et d'autre part, peut être confondue avec certaines algues vertes fixées ou échouées. Une validation sur le terrain reste nécessaire pour vérifier que la végétation observée sur les orthophotographies correspond bien à des zostères.

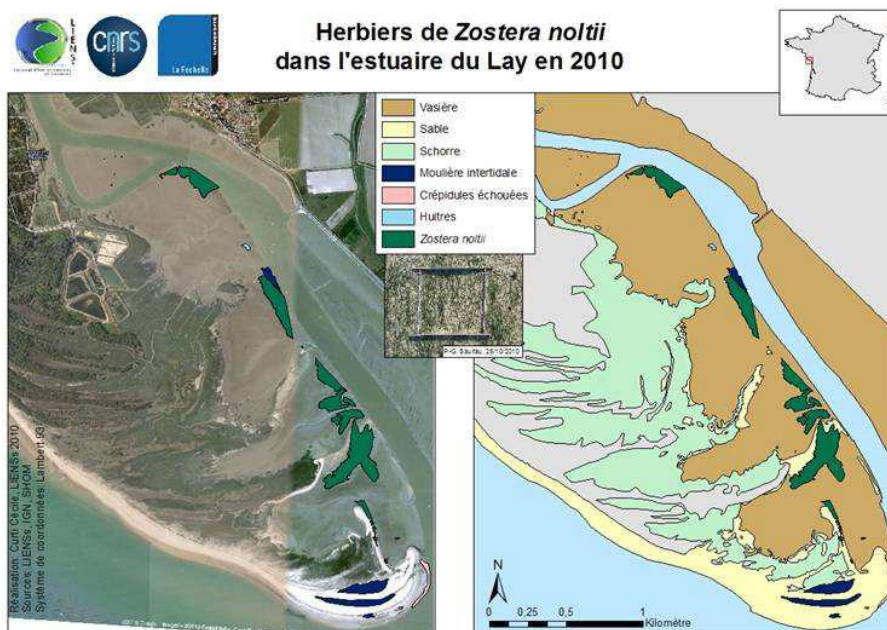


Figure 7 : Exemple de représentation de l'enveloppe d'herbiers à zostères définis à partir de photographie aérienne, présents dans l'estuaire du Lay en 2010 (Auby et al., 2010(b))

5.2.3. Suivi à l'aide d'images satellitaires

Pour la détermination de la distribution des zostères à partir des images satellitaires, un prétraitement de ces images avec un logiciel spécialisé est impératif (Perrot et al., 2003 et Bajjouk, 2002). Il consiste à :

- Géoréférencer les images satellitaires ;
- Corriger les distorsions liées à la méthode d'acquisition de l'image (altitude du capteur et de la cible, angle de prise de vue...) et aux conditions atmosphériques (comme la présence d'aérosols) ;
- Calibrer les images en luminance et en réflectance à l'aide du logiciel de traitement des images satellitaires.

Chaque objet possède une signature spectrale unique correspondant à la courbe de réflectance de cet objet en fonction des longueurs d'ondes. C'est grâce à cette caractéristique qu'il est possible de calculer un indice de couverture des zostères à partir d'images satellitaires. En effet, avec la signature spectrale de *Zostera noltei* (déterminée sur le terrain à l'aide d'un radiomètre) et d'un traitement des images SPOT, il est possible de déterminer les surfaces a priori couvertes par ce type de végétation. Cette méthode a certaines limites et une validation sur le terrain peut s'avérer nécessaire car :

- La signature spectrale d'un type de végétation peut varier en fonction de sa croissance, de sa densité, des conditions environnementales...
- Une confusion est possible si d'autres végétaux (comme des algues) présentent une signature spectrale proche.

Après toutes les validations nécessaires, une carte de distribution des zostères peut être réalisée permettant ainsi le calcul de surface d'herbier.

5.4. Protocole d'échantillonnage pour le suivi stationnel des herbiers à zostères

Les paragraphes suivants décrivent le nouveau protocole de suivi stationnel développé par l'IFREMER (Auby et al., 2014). Ce dernier, simplifié par rapport à celui utilisé depuis 2007, permet de bien caractériser l'état des herbiers de *Zostera noltei* tout en réduisant le temps et le coût de traitement des données au laboratoire.

5.4.1. Positionnement des stations, points de prélèvement et quadrats dans un herbier

Une station doit correspondre à une grille de 100 x 80 m subdivisée en 20 quadrats de 20 m de côté et doit être représentative de l'herbier à zostères considéré. Les intersections entre les colonnes et les lignes représentent 30 points d'échantillonnage au niveau desquels des prélèvements et des estimations du taux de recouvrement des zostères seront réalisés. Ces points sont codifiés de A1 à F5 et géolocalisés pour permettre leur repérage sur le terrain (Figure 8).

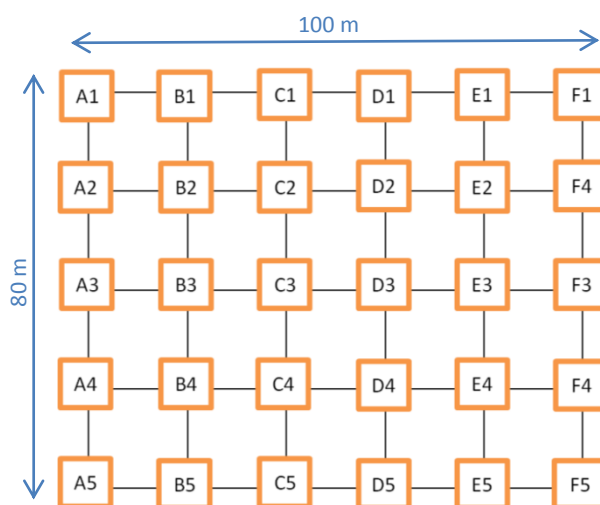


Figure 8 : Schématisation d'une station de suivi d'un herbier à *Zostera noltei* et localisation des 30 points de prélèvements qui la compose (Auby et al., 2014)

Si l'herbier est de taille modeste, la grille peut être modifiée soit en adaptant sa forme à celle de l'herbier (forme non rectangulaire) soit en réduisant la taille des quadrats (dans la limite de mailles de 2 m de côté). L'objectif est de conserver le même nombre de mailles. Une fois positionnée sur un herbier, cette grille doit être réutilisée à chaque suivi DCE (dans la mesure du possible).

Sur le terrain, tous les points de prélèvements de la station doivent être prospectés. L'utilisation d'un GPS dans lequel sera enregistré la position géographique de chacun d'entre eux est donc indispensable pour se repérer sur le site. Les observations *in situ* consistent en la détermination du taux de recouvrement de *Zostera noltei* et autres macroalgues susceptibles de s'être développées dans l'herbier. Pour cela, un quadrat de 50 x 50 cm (soit 0,25 m²), positionné en chaque point et représentatif de la zone doit être délimité à l'aide du matériel adéquat. Lors du choix de ce quadrat, il est préférable d'éviter les secteurs avec des flaques d'eau pour faciliter la prise de clichés et surtout, leur traitement et leur interprétation par un logiciel spécialisé.

5.4.2. Échantillonnage des macroalgues et analyse en laboratoire

Présence de macroalgues dans le quadrat et prise de cliché

Avant toute étude du taux de recouvrement du quadrat, une première étape consiste à observer si d'autres végétations aquatiques (autres que les zostères) sont présentes. Cette étape cible différents types d'algues (vertes, brunes ou rouges) qui, en se développant dans le quadrat, sont susceptibles d'influencer la répartition de *Zostera noltei*. Si c'est le cas, un cliché d'une résolution de 1600*1200 pixels, doit être réalisé avant tout prélèvement avec identification du point d'échantillonnage à l'aide d'une plaquette accolée au quadrat sur laquelle est inscrit « M » code station - année - lettre et chiffre du point. Afin de permettre une

analyse correcte de ces clichés, ils doivent être pris à la verticale en plein cadre, en prenant garde à ce que l'ombre soit répartie sur toute la photo. Si besoin, l'opérateur doit se positionner de telle sorte à ombrager le quadrat ou utiliser un parasol.

Les macroalgues présentes dans le quadrat seront ensuite toutes prélevées pour ne laisser que les zostères (avec ou sans distinction des algues vertes, brunes et rouges) afin d'en estimer la biomasse. Les algues prélevées doivent être conditionnées dans un ou plusieurs sachet(s) plastique(s) numéroté(s).

Cet exercice est à réaliser sur les 30 points d'échantillonnage. Lorsque les macroalgues sont très abondantes et occupent de manière homogène l'herbier à zostères, il est possible de les prélever que sur un quadrat sur 3. Dans ce cas, il est impératif de préciser sur la fiche terrain si le prélèvement a été réalisé ou non.

Détermination des biomasses par type de macroalgues

Une fois au laboratoire, les échantillons de macroalgues prélevés en chaque point de prélèvements doivent être triés de manière à distinguer les algues vertes, rouges et brunes (si cela n'a pas été fait au préalable lors du prélèvement). Les échantillons triés sont ensuite lavés, séchés à l'étuve pendant 48 h minimum à 60°C puis pesés à 0,1 g près. Ceci est à répéter pour chaque point de prélèvements présentant des macroalgues. Si cela ne peut être fait après la campagne de terrain, les échantillons récoltés doivent être conservés au congélateur à - 20°C jusqu'à analyse.

Les données obtenues sur le poids sec des différents types algues sont saisies dans la base de données Quadrigé². Les clichés (avant enlèvement des macroalgues) sont également sauvegardés dans cette base de données à la condition que les fichiers soient correctement nommés selon le code du point de prélèvement correspondant.

5.4.3. Détermination du taux de recouvrement des zostères *in situ* et par traitement des clichés

Détermination *in situ* du taux de recouvrement

Après prélèvements des macroalgues éventuellement présentes, de nouveaux clichés du quadrat doivent être pris selon les mêmes conditions que celles indiquées ci-dessus (« Présence de macroalgues dans le quadrat et prise de cliché »). Ensuite, le taux de recouvrement de *Zostera noltei* est déterminé visuellement selon 6 classes prédéfinies auxquelles sont associées des valeurs médianes soit :

Classe de taux de recouvrement (%)	0	1 - 25	26 - 50	51 - 75	76 - 99	100
Valeur médiane	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

Cette étape d'estimation *in situ* est impérative car en cas de clichés non exploitables ou de forte divergence entre l'estimation sur le terrain et la photo-interprétation à l'aide du logiciel, la classe retenue sera celle notée sur le terrain. En effet, l'interprétation des clichés par le logiciel peut être faussée s'il y a par exemple, la présence d'eau sur la station d'échantillonnage ou une forte abondance d'autres macroalgues dont le prélèvement induit un enfouissement des feuilles). Lors de l'évaluation DCE de cet élément, seule la valeur médiane est utilisée par l'indicateur.

Validation des taux de recouvrement des zostères par photo-interprétation

Les secondes photographies prises sur les 30 quadrats (zostères seules), permettent à l'opérateur de conforter le taux de recouvrement défini visuellement sur le terrain et par conséquent la valeur médiane qui l'accompagne. Cette vérification se fait par analyse semi-automatique des photographies *via* le logiciel « Image J » (accès sans licence), dès lors que la prise de vue est exploitable. Des informations détaillées sur ce logiciel sont disponibles dans le rapport de synthèse d'Auby et al. (2014). Cet exercice n'est pas nécessaire pour les taux de recouvrement extrêmes de 0 % (absence totale) et 100 % de couverture mais il s'avère particulièrement utile pour les classes intermédiaires.

Les valeurs médianes des 30 points d'échantillonnage ainsi que les photographies associées sont ensuite saisies et enregistrées dans la base de données Quadrigé² qui centralise toutes les données disponibles liée à la surveillance du littoral. Les clichés peuvent également être stockés dès lors qu'ils sont correctement identifiés par le code des points de prélèvements auxquels ils sont rattachés.

5.4.4. Echantillonnage des sédiments et analyse en laboratoire

Prélèvements des échantillons

Les sédiments en place sont analysés afin de déterminer leur granulométrie et leur teneur en matière organique en différents lieux. Il n'est pas jugé utile d'échantillonner les sédiments sur les 30 points de la station, seuls 12 échantillons (3 pour la granulométrie et 9 pour la teneur en matière organique) sont suffisants à l'échelle de la station de 100 x 80 m. Si ces analyses sont déjà faites dans un autre cadre (p ex le suivi des invertébrés benthiques à une date proche), ces analyses sont facultatives.

L'échantillonnage des sédiments est réalisé à l'aide de carottiers de diamètres 3 et 9 cm puis conditionnés dans des pots ou des sacs préalablement numérotés (Tableau 19).

Tableau 19 : Echantillonnage des sédiments pour le suivi DCE des herbiers de zostères (Auby et al., 2014)

	Nombre de carottes	Type de carotte	Conservation
Granulométrie	3	5 cm de profondeur et 9 cm de diamètre	Individuellement, en pot ou sac en plastique numéroté
Teneur en matière organique	9	5 cm de profondeur et 3 cm de diamètre	

Détermination de la granulométrie au laboratoire

Sur le terrain, les 3 carottes de sédiments destinées à l'analyse de la granulométrie doivent être mélangées et homogénéisées en un seul échantillon. Les coquilles de mollusques et les végétaux présents doivent être retirés. Si un tamisage ne peut être fait dans l'immédiat, l'échantillon doit être conservé à -20°C.

Un tamisage sur colonne humide est réalisé dans un premier temps, en respectant la succession des tamis homologués par AFNOR (Auby et al., 2014). Puis, pour assurer une homogénéité des méthodes d'analyses utilisées, il est conseillé d'utiliser la procédure GRADISTAT d'analyse des résultats granulométriques développée par Blott et Pye (2001) pour déterminer :

- la répartition des grains : proportion en % pour chaque classe granulométrique ;
- la médiane : taille du grain composant 50 % de l'échantillon.

Les valeurs ainsi obtenues sont bancarisées dans Quadrigé².

Sédiments : proportion en matière organique

Les 9 carottes de sédiments prélevées sur l'ensemble de la station destinées à l'analyse du taux de matière organique, doivent être conservées individuellement à -20°C si elles ne sont pas analysées dans l'immédiat.

La méthode employée consiste à retirer les débris végétaux et la faune présents dans le sédiment. Chaque échantillon est ensuite séché à l'étuve pendant 48 h minimum à 60°C puis pesés. L'échantillon est à nouveau séché pendant 4h à 450°C afin d'obtenir le poids des cendres.

La proportion en matière organique (MO) de chaque échantillon est calculée ainsi :

$$\text{Proportion en MO (\%)} = \frac{(\text{Poids sec} - \text{Poids des cendres})}{\text{Poids sec}} \times 100$$

Toutes les valeurs de proportion en matière organique définies sur une station sont à saisir dans Quadrigé².

6. ELEMENT DE QUALITE « ICTHYOFAUNE »

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le protocole d'échantillonnage des poissons utilisé dans le cadre de la DCE. Pour disposer de toutes les informations détaillées dont les fiches terrain, il faut se référer au document source de Lepage et al. (2009) ou à la norme expérimentale XP T90-701 (2011) (intitulé en annexe 3).

6.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique

Sur les 6 années que compte un plan de gestion, 3 années de suivis consécutives sont préconisées. Pour chaque année de suivis, 2 campagnes par MET doivent être réalisées afin d'obtenir des données suffisantes

et représentatives des peuplements ciblés : la première au printemps (de mi-avril au 21 juin) et la seconde à l'automne (de mi-septembre au 7 novembre). Ces modalités ont été définies grâce à l'analyse de séries de données acquises par l'IRSTEA depuis de nombreuses années. Etant considérées comme standardisées à l'échelle nationale, elles sont respectées par chaque Agence de l'eau (Tableau 20).

Tableau 20 : Fréquences de suivi de l'ichtyofaune en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (IRSTEA, Agences de l'eau, arrêté du 25 janvier 2010, Directive DCE2000/60/CE)

ICHTYOFAUNE				
Paramètres		Richesse taxonomique et densités totales de poissons		Fréquence indicative DCE
Suivis		Effectué	Minimas requis	
Paramètres associés	AP	Mesures au fond : température, salinité, conductivité, oxygène dissous Présence de débris et gélatineux dans le filet Conditions météorologiques et de navigations	-	-
	SN			
	LB			
	AG			
Nb d'année / plan de gestion	AP	3 ans (consécutifs) / 6	3 ans / 6	-
	SN			
	LB			
	AG			
Fréquence du suivi dans l'année	AP	2 fois / an	2 fois / an	1 fois tous les 3 ans
	SN			
	LB			
	AG			
Période de suivi	AP	Printemps (de mi-avril au 21 juin) et automne (de mi-septembre au 7 novembre)	2 fois / an	1 fois tous les 3 ans
	SN			
	LB			
	AG			
Sites concernés	AP	50 % des MET retenues pour le RCS (1/2)	30 à 50 %	Toutes les MET retenues
	SN	100 % des MET retenues (5)		
	LB	Environ 70 % des MET retenues (13/18)		
	AG	100 % des MET retenues (8)		

Sans compter la journée de reconnaissance recommandée sur chaque masse d'eau pour les nouveaux opérateurs, une campagne peut demander 3 à 4 jours d'intervention pour réaliser tous les échantillonnages requis par le protocole standardisé (cf ci-dessous). Si la campagne est interrompue et ne peut être reprise dans l'immédiat, elle devra être finalisée dans les 3 semaines qui suivent au maximum.

6.2. Protocole d'échantillonnage de l'ichtyofaune en estuaires

L'IRSTEA a mis au point un protocole d'échantillonnage des poissons, adapté à tous types de masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique, qui permet :

- (1) d'obtenir les données nécessaires pour appréhender une fraction représentative de l'ichtyofaune ;
- (2) de renseigner l'indicateur de qualité ELFI (Estuarine and Lagoon Fish Index) permettant de qualifier l'état biologique des MET tel que demandé par la DCE.

L'utilisation de ce protocole unique facilitera une analyse sur le long terme des données recueillies ainsi qu'une comparaison inter-estuaires. Selon les méthodes employées par le passé, les données issues de campagnes antérieures à celles programmées pour la DCE peuvent en partie être exploitées pour les évaluations de certaines MET.

Ce protocole d'échantillonnage a fait l'objet d'une normalisation AFNOR. La norme expérimentale publiée sous le numéro d'ordre XP T90-701 (2011) « Qualité de l'eau - Échantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires », est destinée à être homologuée (ou rectifiée selon les retours d'expérience à échéance de 5 ans après sa parution). Cette standardisation implique que ce protocole devra systématiquement être utilisé pour les suivis des poissons dans le cadre de la DCE tant que la méthode d'échantillonnage au chalut à perche sera maintenue. L'effort d'échantillonnage défini tient compte des moyens (techniques et financiers) disponibles pour mettre en œuvre la surveillance DCE ce qui facilite la pérennisation de tel suivi à l'échelle nationale.

Il est rappelé que les estuaires sont pour la plupart soumis à la réglementation maritime et continentale. Une demande d'autorisation de pêche scientifique doit être faite au préalable, auprès des autorités compétentes (les Affaires maritimes pour les zones halines et les préfetures pour les secteurs d'eau douce).

6.2.1. MET retenues pour le suivi piscicole et effort de pêche

Le protocole défini par l'IRSTEA, peut être mis en œuvre sur tous types de milieux chalutables (zone intertidale, chenal, vasière, banc de sable, lit du fleuve...), quel que soit la zone haline (poly-, méso- et oligohaline, eau douce). Ces engins de pêche peuvent être employés à des profondeurs allant de 1 à 12 m pour le chalut à perche de 1,5 m et même à des profondeurs supérieures à 12 m pour celui de 3 m. Cependant, il est recommandé de limiter les prélèvements dans des zones de profondeur supérieure à 10 m pour limiter les effets de diminution de densité des juvéniles avec l'augmentation de la profondeur.

Sur la période 2009-2014, des campagnes d'échantillonnage de l'ichtyofaune ont été ou seront lancées sur 32 masses d'eau de transition (Tableau 21 et cartes du sous-chapitre 9, p 79). Toutes les MET retenues pour le RCS sont concernées par ces suivis. Ces derniers ont été ponctuellement étendus à d'autres MET non retenues soit :

- pour des raisons de pertinence de continuité dans les suivis entre MET (cas de la MET FRFT05 - Gironde aval jusqu'en 2013, la limite des MET de l'estuaire de la Gironde ont été modifiées fin 2013, cf figure 21, p 92) ;
- suite à une étude lancée en parallèle dans laquelle le protocole de suivis de l'ichtyofaune définis pour la DCE est utilisé permettant ainsi d'exploiter ces données pour les évaluations DCE (cas de la MET FRGT02 - la Rance) ;
- dans le cadre du RCS pour le Lay (FRGT30) malgré qu'elle ne soit pas retenue pour ce type de suivi ;
- dans le cadre du RCO pour compléter le RCS (cas de FRHT04 - estuaire de l'Orne et de FRHT07 - la Risle estuarienne).

Au cours de ce programme de mesure (2009-2014), la période des suivis réalisés ou programmés est de 3 années consécutives à raison de 2 campagnes par an. Certaines MET bénéficient d'un suivi renforcé en raison des enjeux forts y existant, soit 2 campagnes par an pendant 6 ans (fréquence supérieure aux recommandations, susceptible de changer lors du prochain programme de surveillance). Les campagnes ont été réalisées de manière à exécuter 8 traits de chalut par zone haline ou 12 traits pour un estuaire constitué d'une seule zone de salinité (Tableau 21).

Tableau 21 : Masses d'eau de transition échantillonnées pour le suivi piscicole dans le cadre de la DCE, sur la période 2009-2014 (base de données POMET de l'IRSTEA ; Mario Lepage, com.pers. ; AELB, 2012, ASCONIT Consultants, 2011 ; Beaupoil et al., 2012 ; Broudin et al., 2011 ; Carpentier et al., 2011 ; CREOCEAN, 2011 ; Dublon et al., 2011)

MET	District hydrographique	Nombre de zone haline*	Nombre de traits de chalut	Taille du chalut	Période de campagne
Suivis au titre du RCS					
Somme	Artois-Picardie	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009*** - 2013/2015
Seine amont	Seine-Normandie	1	12 traits minimum	3m	2010/2012 2013/2015
Seine moyen	Seine-Normandie	1	12 traits minimum	3m	
Seine aval	Seine-Normandie	3**	12 traits minimum	3m	
Baie du Mont Saint Michel	Seine-Normandie	3**	12 traits minimum	1,5m	
Baie des Veys	Seine-Normandie	3**	12 traits minimum	1,5m	
Trioux	Loire-Bretagne	1	12 traits minimum	1,5m	2012/2014
Rivière de Morlaix	Loire-Bretagne	2	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011 2012/2014
Aber Wrac'h	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
L'Elorn	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Pont l'Abbé	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Aven	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Belon	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Laita	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011
Scorff	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Blavet	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011 2012/2014
Vilaine	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	3m	2009/2011
Loire	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m/3m	2009/2011
Lay (MET non retenue)	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2012/2014
Sèvre Niortaise	Loire-Bretagne	3	8 traits par zone haline	3m	2009/2011
Charente	Adour-Garonne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011
Seudre	Adour-Garonne	2	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011
Dordogne fluvial	Adour-Garonne	1	12 traits minimum	1,5m	2009/2011
Garonne fluvial amont	Adour-Garonne	1	12 traits minimum	1,5m	2009/2011
Gironde centrale	Adour-Garonne	2	8 traits par zone haline	3m	2009/2011
Adour amont	Adour-Garonne	1	12 traits minimum	1,5m	2009/2011
Adour aval	Adour-Garonne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011
Bidasoa	Adour-Garonne	3	8 traits par zone haline	1,5m	2009/2011
Suivis réalisés hors RCS mais données utilisables pour les évaluations de qualité en 2015					
Orne (RCO)	Seine-Normandie	3	8 traits par zone haline	1,5m	2010/2012 2013/2015
Risle (RCO)	Seine-Normandie	2	8 traits par zone haline	1,5m	2010/2012
Rance (autre étude)	Loire-Bretagne	1	12 traits minimum	3m	2012/2014
Gironde aval (pertinence)	Adour-Garonne	2	8 traits par zone haline	3m	2009/2011

* Le nombre de zones halines est donné à titre indicatif et est défini en fonction des gradients de salinité observés lors de certains échantillonnages. Susceptible de varier, il est nécessaire de prospecter la zone avant la campagne pour s'en assurer.

** Dans le district Seine-Normandie, les MET « Seine-Aval », « Baie du Mont-Saint-Michel » et « Baie des Veys » sont composées de 3 zones halines distinctes mais une seule d'entre elles peut être prospectée compte tenu des caractéristiques hydromorphologiques de ces MET et/ou pour des questions de sécurité lors du chalutage. C'est pourquoi 12 traits sont réalisés et non 8 par zone haline.

*** Suivi interrompu pour des questions de sécurité.

6.2.2. Sélection des stations dans les MET retenues

La sélection des stations d'échantillonnage peut-être contrainte par les conditions de navigation et de chalutage. Il faut notamment proscrire les zones présentant un relief trop accidenté pour limiter les accrochages. Dès lors que les conditions le permettent, les opérateurs doivent répartir les traits de chalut de manière équitable entre le flot et le jusant. Le chalut à perche s'utilisant à contre-courant, il est fortement déconseillé de lancer une campagne de pêche avec de forts coefficients de marée (supérieurs à

90) à moins que les conditions de pêche le permettent mais sans aller jusqu'à des coefficients de 100 et plus. Enfin, la répartition des stations d'échantillonnage doit être la plus homogène possible en termes de couverture géographique dans chaque zone haline ou chaque MET. L'objectif étant de capturer, à travers les échantillonnages, une image moyenne de la masse d'eau et pas uniquement d'un secteur.

Milieu possédant 3 zones halines distinctes

Les traits de chalut doivent être répartis sur l'ensemble du milieu de telle sorte à obtenir au minimum 8 traits valides par zone haline (poly-, méso- et oligohaline, eau douce). Les limites véritables des zones halines doivent être identifiées au préalable étant donné qu'elles ne correspondent pas systématiquement aux limites géographiques des MET. Le choix même des stations est laissé à l'appréciation de l'équipe d'échantillonnage qui doit tout de même respecter les impératifs suivants :

- Un trait de chalut par station : il doit donc y avoir autant de stations que de traits de chalut soit au moins 8 stations par zone haline ;
- 2 traits de chalut sont considérés sur la même station s'ils sont distants de moins de 100 m, dans la même zone haline et que les conditions hydromorphologiques sont semblables.
- S'il s'avère difficile de trouver 8 stations distinctes, plusieurs traits pourront éventuellement être réalisés sur la même station (limité à 3 traits) dès lors qu'il y a au moins 6 stations au total dans la zone haline ;
- Dans chaque zone haline, l'ensemble de la gamme des profondeurs sera échantillonnée. Les profondeurs supérieures à 12 m sont à éviter car les probabilités de capture des juvéniles, cibles privilégiées des échantillonnages, diminuent fortement avec l'augmentation de la profondeur.

Pour valider un trait de chalut, celui-ci doit durer idéalement 15 minutes (10 minutes au minimum si les conditions de chalutage sont difficiles). Pendant cette durée, le trait ne doit pas être interrompu plus de 2 fois.

Milieu ne possédant pas 3 zones halines distinctes

Si la MET à échantillonner ne couvre pas les 3 zones halines, les traits de chalut doivent être répartis de telle sorte à ce qu'ils couvrent l'essentiel de la superficie de la MET et des zones halines effectivement présentes ainsi que la majeure partie des habitats essentiels pour l'ichtyofaune. Pour les estuaires constitués d'une seule masse d'eau et ne présentant qu'une seule zone haline, un minimum de 12 traits sera effectué.

A titre d'illustration, la Figure 9 montre la localisation des traits de chaluts réalisés dans l'estuaire de la Seine au cours d'un suivi DCE. Les 2 cas de figure cités ci-dessus sont représentés :

- FRHT01 (Estuaire de Seine amont) et FRHT02 (Estuaire de Seine moyen) sont toutes 2 uniquement composées d'eau douce ;
- FRHT03 (Estuaire de Seine aval) présente l'intégralité du gradient de salinité.

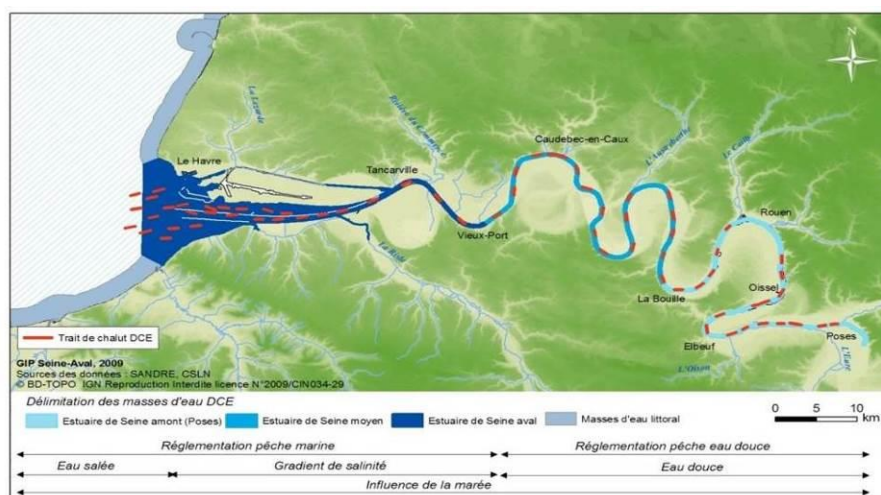


Figure 9 : Distribution des traits de chalut effectués dans l'estuaire de la Seine lors des campagnes DCE (GIP Seine-Aval ; Lobry et al., 2013)

6.2.3. Moyens matériels et humains à mobiliser

Le suivi de l'ichtyofaune nécessite l'utilisation exclusive de chaluts à perche de dimensions standardisées. Deux tailles de chalut peuvent être employées selon les caractéristiques de l'estuaire :

- Un chalut à perche classique de 3 mètres pour les grands estuaires (p ex estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde) ou ceux pour lesquels la sécurité est en jeu (p ex estuaires de la Vilaine ou de la Rance) ;
- Un petit chalut à perche de 1,5 mètre pour les estuaires de taille moyenne ou réduite, ou présentant des fonds irréguliers (p ex estuaires de l'Adour et de la Charente).

Ces engins de pêche doivent être manœuvrés à bord d'embarcations adaptées pour ce type de campagne et équipés d'un échosondeur vidéo pour visualiser le fond et les obstacles éventuels en temps réels.

La méthode employée permet de cibler principalement :

- La faune benthique liée de manière permanente au fond (les individus en sont dépendants).
- La faune démersale vivant près du fond mais les individus n'y sont pas strictement dépendants pour survivre.

Ce mode de capture est efficace pour cibler les juvéniles de poissons et les espèces de petites tailles. Etant donné les faibles profondeurs moyennes des estuaires, plusieurs espèces dites pélagiques se trouvant à proximité du fond peuvent être capturées par le chalut à perche. Il peut également piéger des invertébrés benthiques tels que des mollusques et des crustacés (cf ci-dessous « traitement des captures »).

L'équipe en charge des manipulations doit être composée au minimum de 3 personnes :

- un biologiste ayant des connaissances et une expérience confirmée en ichtyologie, en écologie estuarienne et dans le domaine de l'échantillonnage halieutique en estuaire (ou à défaut, en zone littorale côtière) ;
- 2 techniciens (ou qualification équivalente) avec les connaissances de base nécessaires pour réaliser les pêches, l'identification des espèces et les traitements des captures avec le biologiste.

6.2.4. Paramètres complémentaires à mesurer lors des prélèvements

Lors du chalutage, les mesures suivantes doivent également être faites :

- Avant et pendant chaque trait : la mesure de la salinité au fond avant chaque trait pour s'assurer de la zone haline, la position exacte des traits de chalut (coordonnées GPS de début et fin de trait voire enregistrement complet de la trace, selon le référentiel WGS 84), l'heure locale de début et fin du trait, le coefficient de marée et la vitesse moyenne de chalutage ;
- Après chaque trait : des mesures au fond de la température, la salinité, la conductivité, l'oxygène dissous avec l'aide d'une sonde multi-paramètres ou à défaut, de sondes monoparamètres adaptées. Un prélèvement à la bouteille peut être fait pour mesurer les paramètres physico-chimiques, excepté pour l'oxygène dissous qui doit être impérativement mesuré *in situ*.

Les conditions météorologiques tout comme la présence de débris (p ex végétaux) voire de gélatineux (méduses, cténaires) dans certains estuaires doivent également être notées sur les fiches de terrain.

6.2.5. Traitement des captures

Une fois les prélèvements effectués, les captures doivent être conservées dans des bacs en distinguant bien chaque trait. Ensuite, elles doivent être traitées autant que possible à bord de l'embarcation et sans mise à mort. Lors du traitement de la capture, les poissons peuvent être anesthésiés avec précaution, si cela s'avère nécessaire (protocole d'anesthésie dans Lepage et al. (2009) - annexe 10.8). Un traitement à terre peut également s'avérer nécessaire pour les très petites espèces ou certains juvéniles difficiles à identifier ou si les conditions climatiques ne facilitent pas les manipulations à bord de l'embarcation.

La première étape consiste à identifier les individus. Une reconnaissance jusqu'à l'espèce est impérative pour l'ichtyofaune. De même, pour les crustacés décapodes (écrevisses, crabes, crevettes), une identification à l'espèce est demandée tout en prenant garde aux espèces très ressemblantes, par exemple la crevette blanche pour laquelle l'espèce indigène (*Palaemon longirostris*) et l'espèce invasive (*Palaemon*

macrodactylus) sont très semblables. La présence d'un biologiste expérimenté s'avère donc nécessaire. Si la détermination des individus n'est pas confirmée *in situ*, un échantillon peut être conservé puis traité ultérieurement.

La seconde étape consiste à mesurer, peser et compter les poissons prélevés. Selon la taille de l'échantillon obtenu lors d'un trait de chalut, tout ou partie des individus sera traité (Tableau 22). Pour les crustacées, aucune mesure morphométrique n'est requise sauf pour le crabe chinois et le crabe vert ; pour les autres espèces, seuls leurs nombres voire le poids total par espèce sont mentionnés dans les fiches de terrain. Compte tenu du matériel utilisé, seule une analyse qualitative de ces invertébrés benthiques peut potentiellement être faite de manière satisfaisante (soit présence/absence et abondance relative). En revanche, le protocole n'est pas adapté pour aboutir à une analyse quantitative valable de ces organismes.

Tableau 22 : Critères à prendre en compte lors du traitement des captures (Lepage et al., 2009)

Effectif dans un trait	Mesures effectuées	Comptage
POISSONS		
< 30 poissons d'une même espèce	- Taille à la fourche - Poids total de la capture et par espèce - Poids individuels. A bord, ne seront relevés que les poids > 50 g. Si les pesées sont faites en laboratoire, tous les poids même < 50 g seront notés.	- Effectif total (tous les individus) - Effectif traité (pesé, mesuré)
> 30 poissons d'une même espèce	- Taille à la fourche de 30 individus pris au hasard mais représentatifs de la capture - Poids total de la capture et par espèce - Poids individuels. A bord, ne seront relevés que les poids > 50 g. Si les pesées sont faites en laboratoire, tous les poids même < 50 g seront notés.	- Effectif total (tous les individus) - Effectif traité (pesé, mesuré) - Si l'effectif est très élevé, un sous-échantillonnage sera fait pour estimer l'effectif total
CRUSTACES DECAPODES et MOLLUSQUES		
Tous les crabes chinois et crabes verts	- Largeur du céphalothorax si >30 mm - Poids total - Poids individuels relevés à bord si > 40-50 g	- Effectif total (tous les individus) - Effectif traité
Autres crustacés	Poids total par espèce	Effectif total par espèce
Mollusques	Seule la présence de mollusques (en particulier les céphalopodes) est notée	

Le résultat des pêches doit être transmis à l'IRSTEA pour être ensuite compilés dans la base de données dédiée au suivi DCE (cf document de Lepage et al. (2009) - annexes 10.3 et 10.4 « fiche de pêche »).

7. ELEMENT DE QUALITE « PHYSICO-CHIMIE - PARAMETRES GENERAUX »

L'élément de qualité « physico-chimie » est le seul élément pour lequel de nombreux réseaux patrimoniaux sont sollicités ou ont été adaptés pour les besoins de la DCE. Ainsi, plusieurs structures collaborent pour mettre en œuvre le RCS et cela de manière relativement concertée avec l'IFREMER (désigné pour coordonner les suivis physico-chimiques en eaux côtières et de transition).

7.1. Fréquences d'échantillonnages retenues pour la DCE par district hydrographique

La fréquence de suivi des paramètres physico-chimiques préconisée par la DCE est d'un prélèvement tous les 3 mois (Directive DCE2000/60/CE, Annexe V). Compte tenu de la forte variabilité des conditions physico-chimiques des eaux estuariennes liée au fonctionnement de ce type de milieu, cette fréquence est très insuffisante pour rendre compte de leur qualité physico-chimique. Les préconisations au niveau national laissent une plus grande liberté dans le choix de cette fréquence de suivi avec l'indication « en fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie » (Arrêté ministériel du 25 janvier 2010).

Dans les faits, il a été décidé que les paramètres physico-chimiques seraient mesurés simultanément au suivi du phytoplancton soit à une fréquence mensuelle (qui reste bien insuffisante pour les estuaires) (Tableau 23). Bien qu'aucune évaluation basée sur la température, la transparence (turbidité) et la salinité

soient faites en estuaires, ces paramètres sont pris en compte lors des mesures de l'oxygène dissous et des nutriments en tant que paramètres complémentaires. Ces paramètres fournissent des informations sur les conditions environnementales au moment des prélèvements permettant ainsi de mieux appréhender certains phénomènes et de mieux interpréter les résultats relatifs à l'oxygène dissous et aux nutriments.

Tableau 23 : Fréquences de suivi de la physico-chimie en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation (IFREMER, Agences de l'eau, arrêté du 25 janvier 2010, Directive DCE2000/60/CE)

PHYSICO-CHIMIE						
Paramètres		Oxygène dissous		Nutriment N, P, Si		Fréquence indicative DCE
Suivis		Effectué	Minimas requis au niveau national	Effectué	Minimas requis au niveau national	
Paramètres associés	AP	Température, salinité, turbidité	-	Température, salinité, turbidité	-	-
	SN					
	LB					
	AG					
Nb d'année / plan de gestion	AP	6 ans / 6	6 ans / 6	6 ans / 6	6 ans / 6 2 ans / 6 pour les zones OSPAR ¹ non impactées	-
	SN					
	LB					
	AG					
Fréquence du suivi dans l'année	AP	1 fois / mois	Juin à septembre, simultanément au suivi du phytoplancton	1 fois / mois	En fonction des besoins de la physico-chimie et de la biologie	4 fois / an
	SN					
	LB					
	AG					
Période de suivi	AP	Tous les mois		Tous les mois		
	SN	Juin à septembre (REPHY) Tous les mois (AESN)		Novembre à février		
	LB	Juin à septembre		Novembre à février		
	AG	Juin à septembre		Novembre à février ²		
Sites concernés	AP	1 MET / 2 retenues	Tous	1 MET / 2 retenues	Tous sauf MET où l'élément n'est pas pertinent	Toutes les MET retenues
	SN	MET retenues		MET retenues		
	LB	MET retenues		MET retenues		
	AG	MET retenues		MET pertinentes		

¹ La Convention OSPAR de 1992 intègre une stratégie « eutrophisation » pour les milieux marins visant à réduire les problèmes d'eutrophisation jusqu'à atteindre « un environnement sain ». Les zones OSPAR non impactée sont celles qui ne sont pas touchées par ce phénomène d'eutrophisation.

² Suivi tous les mois à compter de 2010 pour les MET FRFT07 (Adour aval) et FRFT08 (Bidassoa).

Tout comme pour l'ensemble des éléments de qualité considérés, les protocoles et les stations de suivi des paramètres physico-chimiques ont été choisis en tenant en compte des réseaux préexistants. Les multiples réseaux mis à contribution pour le suivi des MET sont les suivants :

- Réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) (sous-chapitre 7.2),
- Suivi Régional des Nutriments (S.R.N.) centré sur le district Artois-Picardie (sous-chapitre 7.3),
- Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) spécifique au littoral normand (sous-chapitre 7.4) ;
- Réseau des Estuaires Bretons (REB) spécifique à la région Bretagne (sous-chapitre 7.5) ;
- Autres réseaux locaux de surveillance (sous-chapitres 7.6 à 7.8).

7.2. Protocole d'échantillonnage mis en place par l'IFREMER dans le cadre de REPHY

Avertissement : ce chapitre présente les protocoles d'échantillonnage et d'analyse des paramètres physico-chimiques utilisés par les LER rattaché à l'IFREMER dans le cadre de REPHY. L'application de ce protocole est également recommandée par l'IFREMER aux divers opérateurs ou réseaux en charge des suivis DCE, pour veiller à une uniformisation des méthodes de suivi à l'échelle nationale. Les informations fournies ci-dessous sont tirées de divers documents :

- Le guide « Technique de prélèvement hydrologique » (IFREMER, 2009) lui-même basé sur les recommandations d'Aminot et Kérouel (2004), diffusé par l'IFREMER et destiné aux SPEL des DDTM ;
- Le cahier de procédure REPHY (IFREMER, 2012) ;
- Le manuel « Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines » d'Aminot et Kérouel (2007).

7.2.1. Contexte

Le suivi des paramètres physico-chimiques mené par l'IFREMER est exécuté simultanément à la surveillance du phytoplancton dans le cadre de REPHY (présentation du réseau p 33). Si le suivi du phytoplancton n'est pas pertinent dans une MET, la physico-chimie est tout de même mesurée soit dans le cadre de REPHY selon les mêmes conditions et le même protocole que lors du suivi du phytoplancton, soit par d'autres réseaux de mesures existants sur lesquels s'appuie l'IFREMER. En l'absence de réseau préexistant, l'IFREMER collabore avec des structures locales compétentes telles que les DDTM pour les réaliser.

Dans le cadre de sa mission de coordination des suivis DCE, l'IFREMER a diffusé des préconisations pour la surveillance de la physico-chimie afin de veiller à une homogénéisation autant que possible, des méthodes employées. Les procédures de prélèvements et de conservation des échantillons prescrites par l'IFREMER et décrites ci-dessous, sont également diffusées sur leur site internet sous forme de séquences filmées (guide « Technique de prélèvement hydrologique » - IFREMER, 2009⁴).

7.2.2. Mesures *in situ* de la salinité, la température, l'oxygène dissous et la turbidité

Les paramètres salinité, température, oxygène dissous et turbidité doivent être mesurés autant que possible, directement dans le milieu à l'aide de sondes multiparamètres de type YSI ou le cas échéant, de sondes monoparamètre. Si les relevés sont faits à l'aide d'une sonde multiparamètres, il est préférable de réaliser un profil vertical de ces 4 paramètres dans les milieux stratifiés tels que les estuaires. Pour l'oxygène dissous, de tels profils ne sont pas nécessaires en période hivernale (d'octobre à mai) pendant laquelle des problèmes d'oxygénation des eaux ne sont généralement pas observés.

Il est recommandé de réaliser la mesure en subsurface, en plongeant la sonde à environ 50 cm de profondeur, moteur du bateau à l'arrêt et d'attendre que la mesure se stabilise avant de la relever. Par sécurité, il est conseillé de noter chaque valeur sur la fiche de terrain associée à la station, même si la sonde peut les enregistrer automatiquement.

En milieu estuarien, étant donné la variabilité de ces paramètres dans la colonne d'eau, l'IFREMER préconise d'effectuer à minima, une mesure en subsurface et une seconde au fond de l'ensemble des paramètres si cela est possible, de juin à septembre (à défaut d'un profil vertical complet).

7.2.3. Echantillonnage à la bouteille de prélèvement

L'IFREMER préconise l'usage d'une bouteille de type Niskin d'une capacité d'au moins 5 L pour pouvoir disposer d'un volume suffisamment conséquent pour permettre la mesure de tous les paramètres (nutriments, chlorophylle-a et phytoplancton). La bouteille est positionnée, clapets ouverts, à la profondeur voulue puis remontée une fois remplie et fermée à l'aide du messenger.

Le prélèvement de 5 L est ensuite conditionné dans différents flacons à l'aide d'un tube souple fixé au niveau de l'orifice de vidange de la bouteille de prélèvement (tube équipé ou non d'un filtre selon le paramètre à analyser). L'étape de flaconnage pour l'analyse de chaque paramètre nécessite de disposer de divers flacons remplis selon un ordre bien défini :

1. Oxygène si non mesuré *in situ* (non recommandé car l'agitation créée par la remontée de la bouteille puis le prélèvement en flacon peut fausser les résultats)
2. Ammonium
3. Nitrate+nitrite et phosphate
4. Silicate
5. Chlorophylle-a
6. MES et turbidité si non mesurée *in situ*
7. Phytoplancton
8. Salinité si non mesurée *in situ*

Dans des milieux chargés en matériel particulaire (cas des estuaires), il est nécessaire d'homogénéiser régulièrement le contenu de la bouteille par retournements successifs, avant de prélever des échantillons.

⁴ Accès au document : <http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/dossiers/prelevementhydro/presentation.html>

Ceci limite le risque de non représentativité de l'échantillon suite à la décantation des particules en suspension. Par ailleurs, le port de gants à usage unique est impératif lors du flaconnage pour éviter toute contamination des échantillons.

7.2.4. Prélèvement et analyse des nutriments

Flaconnage

Les échantillons destinés à l'analyse des nutriments sont récoltés dans 3 flacons distincts de plus de 100 mL en HDPE (à col étroit avec bouchon à visser en polypropylène). Le protocole décrit ci-dessous doit être répété pour chaque flacon, l'un après l'autre, selon l'ordre établi soit le premier flacon pour l'analyse de l'ammonium, le second pour les nitrate+nitrite et phosphate et enfin le troisième pour le silicate. Chaque flacon doit également être identifié selon le nom de la station et l'élément à analyser.

Pour remplir les flacons, une préfiltration à la sortie immédiate de la bouteille est nécessaire pour éliminer le plus possible de matériel particulaire (phytoplancton, MES...) susceptible d'altérer la qualité des analyses faites en laboratoire. Pour cela, un tube souple muni d'un filtre (de type Swinnex de Millipore) avec une membrane de 10 à 200 µm de porosité doit être fixé à l'orifice de vidange de la bouteille. La taille des pores est choisie selon la zone d'étude et le risque de colmatage rapide du filtre. Ainsi, cette taille pourra être d'autant plus grande que l'eau analysée est chargée en particule (ce qui peut être le cas dans les MET).

Chaque flacon doit être rincé 3 fois avec cette eau filtrée avant de récolter l'échantillon à analyser. Cette manœuvre consiste à remplir légèrement le flacon, le refermer avec son bouchon, l'agiter puis le vider. Après rinçage, chaque flacon est rempli au trois quart de sa capacité, refermé puis stocké debout, à l'abri de la lumière et au frais dans une glacière ou au réfrigérateur, avant d'être acheminé au laboratoire.

Conservation des échantillons au laboratoire

Une fois au laboratoire, les flacons 1 et 2 destinés à l'analyse de l'ammonium et des nitrate+nitrite et phosphate peuvent être conservés en l'état, debout au congélateur jusqu'à leur analyse (à une température minimale de - 23°C ou à la température optimale de conservation de - 25°C). Ce stockage avant analyse ne peut excéder quelques mois.

Pour le flacon 3 destiné à l'analyse du silicate, un nouveau pré-filtrage de l'échantillon sur membrane d'acétate de cellulose de 0,5 à 0,8 µm est recommandé pour pouvoir le conserver. Cette filtration vise à éliminer autant que possible les diatomées présentes (à terme, la dégradation du squelette des diatomées composé de silice peut être une source de contamination de l'échantillon).

Cette manipulation réalisée à l'aide d'une seringue à gros volume (de type « Minisart ») équipée du filtre adéquate, peut se faire à bord du bateau. Le cas échéant, elle doit être faite de préférence, dès l'arrivée au laboratoire ou sous 1 ou 2 jours maximum si l'échantillon est conservé au réfrigérateur. L'échantillon filtré peut ensuite être stocké 2 mois maximum au réfrigérateur avant analyse de la teneur en silicate.

Analyse des échantillons

Les différents échantillons sont analysés à l'aide d'un autoanalyseur effectuant des dosages en flux continu avec détection par fluorimétrie pour l'ammonium et par spectrophotométrie pour les autres substances (suivant les recommandations d'Aminot et Kérouel, 2007).

7.2.5. Prélèvement et analyse de la chlorophylle-a

Flaconnage

Contrairement aux nutriments, l'échantillonnage de la chlorophylle-a ne nécessite pas de préfiltration à la sortie de la bouteille. Un échantillon d'eau brute de 0,5 à 2 L (selon la zone étudiée et la saison) est prélevé dans un flacon en plastique éventuellement opaque, sans rinçage préalable. Il est alors stocké debout, à l'abri de la lumière et au frais dans une glacière ou au réfrigérateur, avant d'être acheminé au laboratoire.

Conservation des échantillons au laboratoire

Au laboratoire, l'échantillon de chlorophylle-a doit être filtré dans la pénombre, à l'aide d'un système de filtration équipé d'une pompe à vide permettant de maintenir un vide maximal de 0,2 bar dans le circuit de filtration. L'IFREMER préconise d'utiliser des filtres en fibre de verre de type Whatman GF/F de 0,7 µm de porosité (de diamètre de 25 ou 47 mm). Ces filtres ne doivent en aucun cas être manipulés directement avec les doigts mais avec l'aide de pinces. Les différentes étapes de la filtration sont décrites avec précision, dans le document « Technique de prélèvement hydrologique » réalisé et diffusé par l'IFREMER (séquence filmée).

Cette filtration doit être réalisée dès l'arrivée au laboratoire (dans un délai maximum de 10 h après le prélèvement *in situ*). Le volume d'eau filtré doit être impérativement noté pour pouvoir déterminer la concentration en chlorophylle-a de l'échantillon. Pour que l'extraction aboutisse à une analyse correcte, la quantité de chlorophylle-a déposée sur le filtre ne doit pas excéder 10 µg environ. Les filtres contenant la chlorophylle-a sont ensuite pliés, introduits dans des tubes (de type tube à hémolyse) avant d'être conservés au congélateur (jusqu'à un mois à - 25°C). Si un stockage sur le plus long terme est nécessaire, une congélation dans de l'azote liquide est recommandée (un an maximum).

Analyse des échantillons

Pour déterminer la quantité de chlorophylle-a contenue dans les filtres, la technique analytique consiste en une extraction des pigments chlorophylliens dans l'acétone. L'extrait est ensuite analysé par spectrophotométrie ou par fluorimétrie. Ces 2 méthodes analytiques se valent pour quantifier la chlorophylle-a. Néanmoins, la spectrophotométrie est moins sensible et nécessite donc la filtration d'un plus grand volume d'eau pour disposer de matériels suffisants dans les milieux oligotrophes (ce qui n'est pas le cas des estuaires en général). En revanche, l'analyse par fluorimétrie nécessite un étalonnage régulier des équipements contrairement à celle par spectrophotométrie.

7.2.6. Analyse de la salinité, l'oxygène dissous, les MES et la turbidité à partir d'un échantillon prélevé à la bouteille

Pour rappel, il est vivement conseillé de mesurer ces paramètres directement dans le milieu à l'aide de sondes (notamment pour l'oxygène dissous). Le cas échéant, ils peuvent être quantifiés à partir d'un échantillon prélevé à la bouteille selon les méthodes décrites ci-dessous de manière succincte.

Salinité

Un échantillon d'eau est prélevé directement à la sortie de la bouteille. Il est conseillé d'utiliser des cannettes en verre munies de fermeture rapide à bouchon en porcelaine et joint de caoutchouc ou en silicone. La canette et son bouchon doivent être rincés 2 à 3 fois avec l'eau de la bouteille de prélèvement avant de récolter les 100 à 250 mL d'échantillon nécessaires pour une analyse avec un salinomètre. Lors de son remplissage, il faut laisser quelques millilitres d'air en prévision de toute dilatation ultérieure. Le flacon est ensuite stocké avec les autres prélèvements, debout, à l'abri de la lumière et au frais dans une glacière ou au réfrigérateur, avant d'être acheminé au laboratoire.

Oxygène dissous

Cette manipulation doit être exercée dès la remontée (sans agitation) de la bouteille de prélèvement donc avant tout autre échantillonnage. L'échantillon doit être prélevé à l'aide d'un tube souple placé sur l'orifice de la bouteille de prélèvement. Le tube purgé, doit être positionné au fond du flacon en verre préconisé pour cet échantillonnage. Un rinçage du flacon n'est pas nécessaire. Le flacon est ensuite rempli jusqu'à débordement, tout d'abord à faible débit puis plus rapidement en remontant progressivement le tube souple vers le haut du flacon et en évitant toute agitation susceptible de ré-oxygéner l'eau. Cette manipulation est illustrée en séquence filmée dans le guide « Technique de prélèvement hydrologique » réalisé et diffusé par l'IFREMER.

Une fois rempli, 2 réactifs doivent être ajoutés à l'échantillon sous la surface sans former de bulle. Le flacon peut ensuite être bouché avec précaution à l'aide d'un bouchon conique, puis agité pour dissiper le

précipité créé par les réactifs. La réaction entre le précipité et l'oxygène prend environ une minute sous agitation continue. L'échantillon sera ensuite analysé en laboratoire.

MES et turbidité

Si l'échantillonnage n'est pas réalisé directement après la remontée de la bouteille, le contenu de cette dernière doit être homogénéisé par retournements successifs avant tout prélèvement. Un volume de 1 à 2 L est récolté dans un flacon en plastique opaque (sans rinçage) d'une contenance supérieure au volume à prélever pour faciliter une agitation ultérieure. Si la concentration en MES et la turbidité doivent être quantifiées simultanément, un échantillonnage unique pour ces 2 paramètres est préférable. Le flacon est ensuite stocké debout, à l'abri de la lumière et au frais dans une glacière ou au réfrigérateur avant d'être acheminé au laboratoire.

Une fois au laboratoire, la détermination de la turbidité se fait directement à l'aide d'une sonde adaptée (de type turbidimètre) quant à la quantification des MES, un pré-traitement est nécessaire. Ce dernier consiste en une filtration de l'échantillon d'eau réalisée à l'aide du même dispositif que celui utilisé pour la chlorophylle-a soit un système de filtration équipé d'une pompe à vide. Il est recommandé d'utiliser un filtre en fibre de verre de porosité 0,7 µm préalablement calciné au four à 450-500°C pendant une heure et pré-pesé. En milieu turbide, un filtre de type Whatman GF/C (ou équivalent) peut être utilisé. Ces filtres doivent être manipulés avec des pinces pour ne pas les détériorer. La filtration d'un volume au moins supérieur à 100 mL est recommandée. Une fois réalisée, le volume d'eau filtré doit être noté pour pouvoir déterminer la concentration en MES de l'échantillon.

Suite à la filtration, les filtres chargés en particules sont séchés puis à nouveau pesés. Le différentiel de poids du filtre avant et après filtration ainsi que le volume d'eau filtré permettent de déterminer la concentration en MES de l'échantillon. Les conditions de conservation des échantillons ou filtres, à chaque étape du prélèvement et de l'analyse sont précisées dans le Tableau 24.

Tableau 24 : Conditions de conservation des échantillons de MES à différentes étapes de traitement préconisées par l'IFREMER dans le cadre de la surveillance DCE (IFREMER, 2009)

Type d'échantillon	Etapes du traitement et analyse	Conditions de conservation	Durée de conservation
Echantillon d'eau prélevée à la bouteille	Transport du site vers le laboratoire	Stockage du flacon debout, à l'abri de la lumière et au frais dans une glacière ou un réfrigérateur	Durée du transport
Echantillon d'eau prélevée à la bouteille	Au laboratoire, échantillon brut non filtré	Stockage au réfrigérateur (à 3 ou 4 °C), à l'abri de la lumière pour éviter toute modification d'origine biologique	Quelques semaines pour les eaux avec [MES] > quelques mg/l Quelques heures pour les eaux peu chargées avec [MES] < 1 mg/l
Filtres non séchés	Après la filtration	Conservation du filtre bien à plat, dans une boîte individuelle adaptée, au froid	Plusieurs semaines au réfrigérateur et plusieurs mois au congélateur
Filtres séchés	Après la filtration et le séchage	Conservation à l'abri de la lumière	Sans limite de durée

Il est rappelé que toutes ces étapes de traitement en laboratoire sont décrites dans le document « Technique de prélèvement hydrologique » réalisé et diffusé par l'IFREMER. Toutes les données récoltées sont ensuite bancarisées dans la base de données nationale Quadrige².

7.3. Suivi Régional des Nutriments (S.R.N.)

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le réseau SRN et le protocole de suivi des paramètres physico-chimiques retenus pour la DCE. Les informations fournies sont tirées du rapport de Lefebvre et Ait hamoudi (2011) diffusé par l'IFREMER.

7.3.1. Présentation du SRN et stratégie d'échantillonnage

Objectifs du SRN et paramètres mesurés

Le Suivi Régional des Nutriments (SRN) a été mis en place en 1992 à l'initiative de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et de l'IFREMER. Cette initiative visait à renforcer les suivis de la qualité des eaux littorales du

bassin Artois-Picardie, réalisés épisodiquement dans le cadre du Réseau National d'Observation (RNO) ou du Réseau National de Contrôle (RNC).

Le SRN a pour objectif d'évaluer (1) l'influence des apports continentaux sur le milieu marin et leur rôle dans le risque d'eutrophisation des eaux, (2) l'efficacité des nouvelles stations d'épuration mises en place sur le bassin et (3) la qualité des eaux littorales et son évolution. Plus récemment, il contribue à la surveillance des eaux littorales dans le cadre de la DCE.

Ce suivi est assuré par l'IFREMER et plus particulièrement par le LER de Boulogne-sur-Mer, au niveau de 3 radiales localisées sur 3 types de milieu caractéristiques du littoral (cf paragraphe suivant). Sur chaque point de prélèvements de chaque radiale, 13 paramètres sont mesurés :

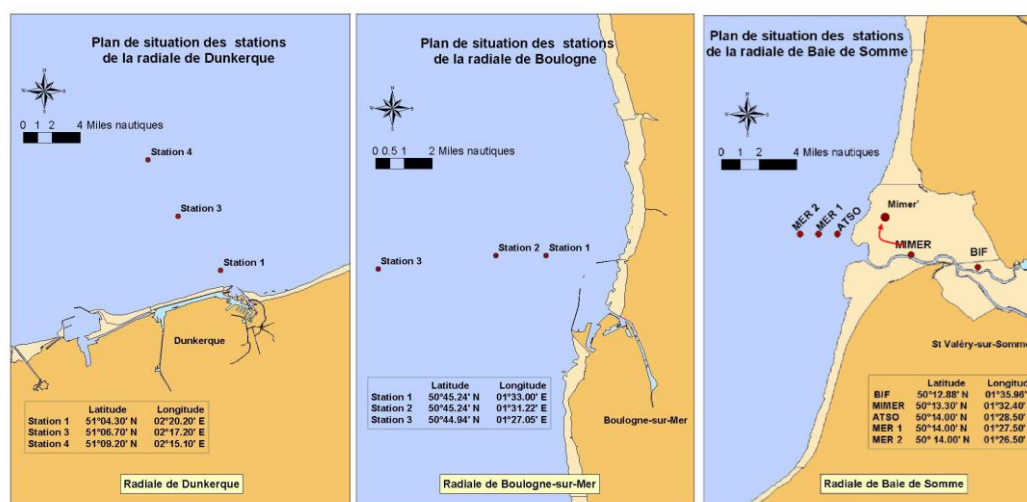
Paramètres physico-chimiques	• Salinité • Température de l'eau • Oxygène dissous (profil vertical en Baie de Somme) • Matières En Suspension (MES) • Matière Organique Particulaire (MOP)
Nutriments	• Ammonium • Nitrate • Nitrite • Phosphate • Silicate
Phytoplancton	• Flore totale (abondance et composition) • Chlorophylle-a (biomasse) • Phéopigments (indicateur de la quantité globale de phytoplancton)

Localisation des points de prélèvements et fréquence d'échantillonnage

Comme précisé ci-dessus, le suivi est réalisé au niveau de 3 radiales localisées sur 3 types de milieu caractéristiques du littoral concerné :

- Au large de Dunkerque : système côtier de faible profondeur où dominant des apports industriels et sous influence de la mer du Nord (zone eutrophisée) ;
- Au large de Boulogne-sur-Mer : système côtier particulier dominé par des rejets agricoles et soumis à ceux d'une agglomération importante ;
- Baie de Somme : système estuarien sur lequel se trouvent des activités conchylicoles et agricoles importantes et recevant les apports du second plus grand fleuve de la Manche Est (après la Seine).

Les radiales sont composées de 3 à 5 points de prélèvements. Seul un point de prélèvements (Bif) de la radiale en Baie de Somme est localisé dans la masse d'eau de transition telle que définie pour la DCE, les autres étant par conséquent, situés dans des masses d'eau côtières (Figure 10).



Le point MIMER en Baie de Somme a dû être déplacé en 2004 en raison de modification au niveau du chenal de navigation.

Figure 10 : Localisation des points de prélèvements des radiales de Dunkerque, de Boulogne-sur-Mer et de la Baie de Somme définis pour le Suivi Régional des Nutriments (Lefebvre et al., 2011)

En ces différents points, des prélèvements sont réalisés à 2 fréquences de mesure différentes selon la période de l'année soit : 2 fois par mois, de mars à juin et une fois par mois, de juillet à février. Par ailleurs, une veille renforcée est mise en œuvre de mars à juin afin de détecter l'apparition de blooms de *Prymnesiophycée Phaeocystis*, algues marines qui prolifèrent au printemps en Manche orientale.

7.3.2. Protocoles d'échantillonnage et analyses

Les méthodes d'analyses suivent les procédures décrites dans le manuel d'analyses chimiques en milieu marin d'Aminot et Chaussepied (1983) et le manuel d'Aminot et Kérouel (2004). Elles sont par ailleurs, conformes à la procédure d'assurance de la qualité définie par l'IFREMER.

Prélèvement et stockage des échantillons

Les prélèvements sont effectués en subsurface (entre 0,5 à 1 m de profondeur) à partir d'un bateau et à l'aide d'une perche équipée d'un flacon amovible d'un litre. Selon le paramètre à mesurer, le conditionnement peut différer et un pré-traitement peut s'avérer nécessaire (Tableau 25).

Tableau 25 : Méthode de stockage et pré-traitement des échantillons selon le paramètre à analyser dans le cadre du Suivi Régional des Nutriments (Lefebvre et al., 2011)

Paramètres	Pré-traitement et stockage de l'échantillon d'eau
Salinité, turbidité et température	Mesure <i>in situ</i> ou stockage dans un flacon à usage courant
Oxygène	Mesure <i>in situ</i>
MES et MOP	Flacon à usage courant
Nutriments (hors ammonium)	Pré-filtrage de l'échantillon (maille de 50 µm) avant d'être stocké dans un flacon
Ammonium	Pré-filtrage de l'échantillon (maille de 50 µm) avant d'être stocké dans un flacon opaque de 100 mL
Chlorophylle-a et phéopigments	Flacon en plastique opaque brun de 1 L
Phytoplancton	Stockage dans un flacon en plastique opaque brun de 1 L <u>Observation dans la journée</u> : fixation avec 2,5 mL/l de lugol (lugol à conserver à l'abri de la lumière dans un flacon brun pendant quelques mois seulement). <u>Observation décalée (lendemain)</u> : fixation au lugol (2,5 mL/l), ajout de formol pour la conservation des formes fragiles. <u>Stockage à plus long terme</u> : conservation de l'échantillon possible en ajoutant du formol.

Tous les flacons récoltés sur le terrain sont ensuite transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Analyse des échantillons

Dans le cadre du SRN, les méthodes utilisées correspondent à diverses techniques employées par l'IFREMER pour la mesure et le dosage des ions ciblés. Ces méthodes sont synthétisées dans le Tableau 26. Des informations plus détaillées sont accessibles dans le rapport de Lefebvre et Ait hamoudi (2011).

Les méthodes analytiques citées (Koroleff (1969), Bendschneider et Robinson (1952), Murphy et Riley (1962)) sont des méthodes manuelles à partir desquelles ont été adaptées les méthodes automatiques préconisées par l'IFREMER pour le suivi DCE. Les divergences entre ces méthodes résident principalement dans les conditions réactionnelles (concentration des réactifs et temps de la réaction) et le risque de contamination des échantillons notamment pour l'ammonium. De même, la méthode d'analyse de la chlorophylle-a préconisée par Aminot et Kérouel (2004) sur laquelle repose les préconisations de l'IFREMER est basée sur celle de Lorenzen (1967).

Tableau 26 : Méthode d'analyse des échantillons selon le paramètre dans le cadre du Suivi Régional des Nutriments (Lefebvre et Ait Hamoudi, 2011)

Paramètres	Analyse
Salinité	Mesure <i>in situ</i> dans la colonne (profil vertical) à l'aide d'une sonde multiparamètres (sonde Ysi 6600 V2)
Température	
Oxygène	
Turbidité	Mesure sur eau brute en laboratoire à l'aide d'un turbidimètre
Matières En Suspension (MES)	1. Filtration de l'échantillon sur une membrane filtrante, rinçage du filtre pour enlever les excédents de sel 2. Séchage à l'étuve à 70°C pendant 2h et obtention du poids sec de MES par pesées avant et après la filtration, comparées au volume filtré
Matière Organique Particulaire (MOP)	1. Séchage au four à moufle à 450°C pendant 1 h du filtre utilisé pour quantifier les MES (cf ci-dessus) puis pesée pour l'obtention du poids de matière minérale (MM). 2. Calcul du poids sec estimé de MOP = Poids sec de MES - Poids sec de la MM
Ammonium	Dosage selon la méthode de Koroleff (1969) puis mesure au spectrophotomètre
Nitrate	Dosage colorimétrique selon la méthode manuelle de Bendschneider & Robinson (1952) puis mesure au spectrophotomètre
Nitrite	
Phosphate	Dosage selon la méthode de Murphy et Riley (1962) puis mesure au spectrophotomètre
Silicate	Dosage selon la méthode de Mullin et Riley (1955) adaptée par Strickland et Parsons (1972) puis mesure au spectrophotomètre
Chlorophylle-a et phéopigments	Méthode spectrophotométrique de Lorenzen (1967)
Phytoplancton	Méthode préconisée par l'IFREMER dans le cadre de REPHY (cf sous-chapitre 2., p36)

7.4. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN)

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le RHLN et le protocole de suivi des paramètres physico-chimiques retenus par la DCE. Pour plus d'informations, il faut se référer au rapport de Nedelec et al. (2012) diffusé par l'IFREMER.

7.4.1. Présentation synthétique du RHLN

Objectifs du RHLN et paramètres analysés

Initié fin 2000, le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) est géré par le LERN rattaché à l'IFREMER qui assure sa conduite opérationnelle avec le soutien financier de l'AESN et du Conseil Régional de Basse Normandie. Ce réseau de suivi considéré pérenne à compter de 2007 vise à (1) suivre la qualité des eaux littorales normandes et évaluer leur niveau trophique et leur degré d'eutrophisation en réponse aux réglementations (Directive Nitrate, OSPAR, DCE), (2) aider par l'apport de données, dans la réflexion sur la définition des indicateurs DCE et (3) développer les connaissances et fournir des données nécessaires à la modélisation.

Le RHLN a vocation à être pérenne pour répondre (mais pas seulement) aux exigences de la DCE en l'occurrence pour l'évaluation des éléments de qualité « phytoplancton » et « physico-chimie » des eaux littorales. Pour cela, les paramètres suivants sont mesurés sur chaque station selon leur pertinence :

Paramètres physico-chimiques	• Salinité • Température de l'eau • Oxygène dissous • Turbidité
Nutriments	• Ammonium • Nitrate + nitrite • Phosphate • Silicate
Phytoplancton	• Flore totale ou indicatrice (abondance et composition) • Chlorophylle-a (biomasse)



Le détail des éléments suivis en chaque station est précisé dans le sous-chapitre 9 dans lequel sont cartographiées toutes les stations de mesure utilisées dans le cadre du RCS à l'échelle du bassin hydrographique Seine-Normandie (Figures 15 et 16, p 83).

Liste des points de mesure exploités pour la DCE et fréquences d'échantillonnage

Le RHLN dispose d'une vingtaine de points de mesure servant à l'évaluation DCE de 16 masses d'eau côtières normandes et de 3 masses d'eau de transition (Tableau 27).

Tableau 27 : Points d'échantillonnage localisés dans les eaux de transition, fréquence de suivi et structures associées pour les prélèvements et l'analyse des échantillons dans le cadre du RHLN (Nedelec et al., 2012)

MET	Nom du point	Nb de mesure	Prélèvements et mesure in situ	Analyses chlorophylle-a et nutriments	Détermination phytoplancton
FRHT03 : Estuaire de Seine - Aval*	Seine 1	12 / an	DDTM 76 (SPEL) et CSLN à partir de 2014	LERN	LERN
FRHT05 : Baie du Mont-Saint-Michel*	Tombelaine	12 / an	DDTM 50 (SPEL)	LERN	LERN
FRHT06 : Baie des Veys	Géfosse	20 / an	LERN	LERN	LERN

*Arrêt du suivi du phytoplancton et de la chlorophylle-a en 2014.

Les MET FRHT03, FRHT05 et FRHT06 sont suivies jusqu'à présent mensuellement à l'exception de la station « Géfosse » en Baie des Veys qui fait l'objet d'un contrôle renforcé durant la période productive du phytoplancton impliquant un suivi mensuel de novembre à février et bimensuel de mars à octobre. Ce contrôle additionnel est réalisé lorsqu'une masse d'eau présente un état classé moyen à mauvais lors de la première évaluation et/ou si elle subit des pressions avérées (aquaculture, pêche...).

A compter de 2014, les prélèvements et l'analyse du phytoplancton et de la chlorophylle-a dans les MET FRHT03 et FRHT05 ne seront plus exécutés dans le cadre de la DCE suite à la réévaluation du caractère turbide des MET réalisée par Belin et Daniel (2013). Ces 2 MET étant considérées comme turbides, le suivi du phytoplancton n'y est plus pertinent (cf chapitre 2, p 36). Les mesures et prélèvements pour les paramètres physico-chimiques sont malgré tout maintenus. En parallèle, la MET FRHT04 - estuaire de l'Orne (non retenue pour le RCS) fait également l'objet d'un suivi du phytoplancton et de la physico-chimie par le RHLN dans le cadre d'un contrôle régional selon les mêmes procédures de suivis que pour le RCS.

Pour mener à bien ces objectifs, le LERN fait appel à plusieurs partenaires locaux apportant un soutien technique et opérationnel : les Services Police de l'Eau Littorale (SPEL) des DDTM de la Manche et de la Seine-Normandie et plus récemment la CSLN (Tableau 27). Cette dernière prend le relais de la DDTM 76 pour les campagnes réalisés dans la MET FRHT03 dès 2014. Ces structures assurent les prélèvements pour les nutriments ainsi que les mesures *in situ* des paramètres physico-chimiques sur 2 des 3 MET à prospecter. Le LERN quant à lui, se charge des analyses en laboratoire pour l'ensemble des MET ainsi que des prélèvements et mesures dans FRHT06.

7.4.2. Protocole d'échantillonnage et d'analyse

Les prélèvements et le stockage des échantillons sont réalisés conformément aux consignes éditées dans le manuel « Technique de prélèvement hydrologique » diffusé par l'IFREMER (IFREMER, 2009 - cf sous-chapitre 7.2, p 60).

Comme l'IFREMER le préconise, les mesures *in situ* et les prélèvements sont réalisées en subsurface à 1 m de profondeur et/ou à 1 m du fond selon le paramètre. Les échantillons sont analysés d'après les méthodes indiquées dans le Tableau 28.

Tableau 28 : Qualification des paramètres physico-chimiques dans le cadre du RHLN (Nedelec et al., 2012)

Paramètre	Mesure	Prélèvement	Matériel et analyse
Température	Mesure <i>in situ</i>	Subsurface et fond	Sonde multi-paramètres YSI 6600EDS-M ou 600QS
Salinité	Mesure <i>in situ</i>	Subsurface et fond	Sonde multi-paramètres YSI 6600EDS-M ou 600QS
Oxygène dissous	Mesure <i>in situ</i>	Subsurface et fond	Sonde multi-paramètres YSI 6600EDS-M ou 600QS
Turbidité	Prélèvement <i>in situ</i> et analyse en laboratoire	Subsurface	Turbidimètre HACH 2100 IS
Nutriments	Prélèvement <i>in situ</i> et analyse en laboratoire	Subsurface	1. Pré-filtrage sur une membrane de 100 µm lors du prélèvement et de 25 µm pour le dosage des silicates. Conservation au congélateur des échantillons (6 mois maximum sauf ceux pour le dosage des silicates, 1 mois) 2. Dosage automatique avec un analyseur TECHNICON
Phytoplancton	Prélèvement <i>in situ</i> et analyse en laboratoire	Subsurface	Méthode préconisée par l'IFREMER pour REPHY (cf chapitre 2, p 33)
Chlorophylle-a	Prélèvement <i>in situ</i> et analyse en laboratoire	Subsurface	1. Filtrage des échantillons sur filtre Whatman GF/F puis conservation au congélateur dans des tubes en polypropylène avant analyse (1 mois maximum) 2. Analyse avec la méthode spectrophotométrique de Lorenzen (1967)

Toutes les données acquises sont archivées dans la base de données Quadrige².

7.5. Réseau des Estuaires Bretons (REB)

Avertissement : ce chapitre présente de manière synthétique le REB et le protocole de suivi des paramètres physico-chimiques retenus par la DCE. Pour disposer de toutes les informations, il faut se référer au rapport de Chaillou et al. (2013) diffusé par la DREAL Bretagne.

7.5.1. Présentation synthétique du REB

Objectifs du réseau et paramètres suivis par le REB

Le Réseau des Estuaires Bretons (REB) a été créé en 1999 à l'initiative des SPEL des DDTM d'Ille-et-Vilaine, Côtes-d'Armor, Finistère et Morbihan avec l'aide de la DREAL Bretagne qui assure la coordination du REB. Ce réseau patrimonial a été construit sur la base des enseignements acquis durant de nombreuses années par les CQEL et vise à être pérenne. Le REB a pour objectifs de :

- Appréhender la qualité des eaux des principaux estuaires ainsi que son évolution dans le temps et l'espace ;
- Qualifier les apports à la mer générés par les principaux cours d'eau côtiers bretons ;
- Contribuer à la connaissance nécessaire à la mise en oeuvre de la loi sur l'eau ;
- Informer les différents usagers de l'eau dont les collectivités, sur la qualité des eaux estuariennes de cette région.

Le suivi patrimonial consiste à suivre les paramètres suivants (en gras figurent ceux désignés par la DCE) :

Paramètres mesurés <i>in situ</i>	• Salinité • Température de l'eau • Oxygène dissous (concentration et % de saturation) • pH
Paramètres analysés en laboratoire	• Nutriments : ammonium, nitrate, nitrite, phosphate, silice (SiO₂) • Matières en suspension (concentration) • Chlorophylle a et phéopigments de mai à octobre • Escherichia Coli

Les SPEL des 4 DDTM sont chargées d'effectuer les mesures sur le terrain et les prélèvements d'échantillons. Ces échantillons sont ensuite analysés par des laboratoires désignés par chaque DDTM dans le cadre du suivi patrimonial. Pour la surveillance dédiée à la DCE, seuls les paramètres désignés dans cette Directive sont suivis. Les DDTM assurent les mesures *in situ* et les prélèvements en respectant les

protocoles d'échantillonnages préconisés par l'IFREMER (cf sous-chapitre 7.2, p 60) puis délèguent une partie des analyses en laboratoire à l'IFREMER. Ce dernier se charge notamment de l'analyse des échantillons pour les nutriments et la chlorophylle-a lors des « campagnes d'été » soit de mai à octobre.

Stations d'échantillonnage et fréquence de suivi

Le REB comporte 200 stations de mesures réparties dans :

- La zone soumise à la marée de 27 estuaires bretons sélectionnés selon divers critères liés entre autre à leur fonctionnement ;
- La zone fluviale en amont immédiat de ces estuaires.

Les stations situées en zone estuarienne sont réparties le long du gradient de salinité, soit entre la limite de propagation de la marée dynamique et une limite aval fixée à 35 de salinité. Cette limite aval ne correspond pas systématiquement à celle des MET définies pour la DCE. Cela étant, un peu plus de 15 % des stations en estuaires du REB sont actuellement exploitées pour les besoins de la DCE en MET (Tableau 29).

Tableau 29 : Répartition des stations du REB par estuaire et nombre de stations utilisées en 2014 pour les évaluations et le suivi DCE (Chaillou et al., 2013 ; Belin et al.,)

MET	Nom	MET retenues pour le suivi DCE	REB - Suivi patrimonial		REB - Suivi DCE
			Nb de stations en estuaire	Nb de stations en rivière	Nb de stations utilisées en MET
FRGT02	La Rance	NON	5	2	-
MEC	Arguenon	-	4	3	-
FRGT03	Le Trieux	OUI	8	4	2
FRGT04	Le Jaudy	NON	7	4	-
FRGT05	Le Léguer	NON	5	2	-
FRGT06	Rivière de Morlaix	OUI	5	5	2
FRGT07	La Penzé	OUI	5	2	1
FRGT08	L'Aber Wrac'h	OUI	4	2	2
FRGT09	L'Aber Benoit	NON	4	4	-
FRGT10	L'Elorn	OUI	5	1	2
FRGT11	Rivière de Daoulas	NON	4	1	-
FRGT12	L'Aulne	OUI	7	2	2
FRGT13	Le Goyen	OUI	4	2	1
FRGT14	Rivière de Pont-l'Abbé	OUI	6	2	2
FRGT15	L'Odét	OUI	5	4	2
FRGT16	L'Aven	OUI	5	1	3
FRGT17	La Belon	OUI	3	3	2
FRGT18	La Laïta	OUI	8	3	2
FRGT19	Le Scorff	OUI	5	1	2
FRGT20	Le Blavet	OUI	8	1	3
FRGT21	Rivière d'Etel	OUI	6	2	1
FRGT22	Rivière de Crac'h	NON	4	1	-
FRGT23	Rivière d'Auray	NON	6	2	-
FRGT24	Rivière de Vannes	NON	5	1	-
FRGT25	Rivière de Noyal	NON	5	1	-
FRGT26	Rivière de Pénérf	NON	5	1	-
FRGT27	La Vilaine	OUI	4	1	2
TOTAL			142	58	31

Dans le cadre du suivi patrimonial des 200 stations, les prélèvements sont réalisés une fois tous les 2 mois tout au long de l'année pour l'ensemble des paramètres excepté la chlorophylle-a et les phéopigments (Tableau 30). En théorie, les campagnes de terrain doivent être réalisées tous les 2 mois soit 3 campagnes « en hiver » (de novembre à avril inclus) et 3 autres « en été » (de mai à octobre inclus). En pratique, le nombre et la période des prélèvements peuvent varier selon les conditions climatiques ou pour des questions d'organisation.

Conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010, les paramètres physico-chimiques et les prélèvements pour l'analyse des nutriments, du phytoplancton et de la chlorophylle-a sont réalisés 1 fois par mois sur les 31 stations désignées pour le suivi DCE. Ce dernier est exécuté simultanément au suivi patrimonial lorsque tous deux doivent être réalisés le même mois (Tableau 30).

Tableau 30 : Fréquences de surveillance appliquées par le REB dans le cadre des suivis patrimonial et DCE (Chaillou et al., 2013)

Cadre du suivi		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Suivi patrimonial (200 stations)	Paramètres REB	1		1		1		1		1		1	
	Chlorophylle-a et phéopigments					1		1		1			
Contrôle DCE (31 stations)	Paramètres généraux	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nutriments	1	1									1	1
	Chlorophylle-a			1	1	1	1	1	1	1	1		

7.5.2. Protocoles d'échantillonnage et analyses

Les mesures et échantillonnages sont effectués en subsurface (entre - 20 cm et - 50 cm) à mi-jusant. Dans un même système, ils sont réalisés de l'amont vers l'aval, à commencer par la station située en rivière pour finir par la station estuarienne la plus aval. En milieu estuarien, les prélèvements sont effectués autant que possible à PM + 2h et le plus rapidement possible afin qu'ils soient réalisés dans des conditions de marée semblables.

Pour le suivi DCE, les protocoles de mesure et d'échantillonnage sont conformes aux préconisations faites par l'IFREMER (2009). Les prélèvements réalisés par les DDTM dédiés à l'analyse des nutriments et de la chlorophylle-a sont analysés par l'IFREMER selon les méthodes décrites dans le sous-chapitre 7.2 (p 60).

Pour information, dans le cadre du suivi patrimonial, les méthodes d'analyses de certains paramètres non mesurables *in situ* sont réalisées par des laboratoires sélectionnés par les différentes DDTM selon des protocoles normalisés. D'un laboratoire à un autre, les normes suivies peuvent varier (Tableau 31).

Tableau 31 : Méthodes d'analyses utilisées pour le suivi patrimonial mené par chaque DDTM bretonnes dans le cadre du REB (com. pers. Chaillou P. - DREAL Bretagne)

Paramètre	Mesure	Support	Matériel et normes retenues			
			DDTM 22	DDTM 29	DDTM 35	DDTM 56
Salinité	Mesure <i>in situ</i>	Eau brute	Sonde multi-paramètres			
Température de l'eau						
Oxygène dissous						
Ammonium	Prélèvement <i>in situ</i> et analyse en laboratoire	Eau filtrée	Spectrométrie visible - NF T90-015-2			
Nitrate			Flux continu - NF EN ISO 13395			
Nitrite			Flux continu NF EN ISO 13395	Colorimétrie NF EN 26777	Spectrométrie visible NF EN 26777	Flux continu NF EN ISO 13395 NF EN ISO 11732
Phosphate			Spectrométrie visible - NF EN ISO 6878			
Silicate			Spectrométrie visible NF T90-007	Colorimétrie automatisée	Spectrométrie visible NF T90-007	Flux continu ISO 16264
Matières en suspension		Eau brute	Filtration/Gravimétrie - NF EN 872			
Chlorophylle a			Spectrométrie visible NF T90-117	Spectrométrie UV Protocole IFREMER	Spectrométrie visible NF T90-117	Spectrométrie visible NF T90-117

Les intitulés des normes citées dans le tableau ci-dessus sont développés en annexe 3.

Les données brutes récoltées dans le cadre du REB sont stockées dans des bases de données propres à chaque DDTM (les données accessibles peuvent être antérieurs à la création du REB, issus des suivis départementaux préexistants) et dans une base de données régionale hébergée par la DREAL Bretagne. Celles obtenues dans le cadre du RCS sont également bancarisées dans la base de données Quadrigé².

7.6. Réseaux complémentaires géré par la DDTM 44

Avertissement : les informations ci-après ont été fournies par la DREAL des Pays de la Loire (contact : Hélène Legrand), la DDTM de Loire-Atlantique (contact : Eric Pavoine) et la DDTM de la Vendée (contact : Yvon Praud).

La majorité des MET du bassin hydrographique Loire-Bretagne sont suivies dans le cadre du Réseau des Estuaires Bretons géré par les DDTM 29, 56, 22 ET 35 (cf sous-chapitre précédent). Toutefois, les MET « Estuaire de la Loire » et « Sèvre niortaise », toutes 2 retenues pour le suivi DCE, se trouvent en dehors du territoire d'intervention du REB. Ainsi, d'autres opérateurs ont dû être sollicités pour ces masses d'eau.

Pour la Sèvre niortaise, l'IFREMER se charge du suivi DCE des éléments de qualité physico-chimique dans le cadre de REPHY. Le protocole employé sur cet MET est donc celui décrit dans le sous-chapitre 7.2 (p 60). En revanche, pour l'estuaire de la Loire, ce suivi est assuré par la SPEL de la DDTM de la Loire-Atlantique (DDTM 44) qui se charge des prélèvements et des mesures sur le terrain. Quant à l'IFREMER, il effectue les analyses en laboratoire des nutriments et de la chlorophylle-a (Annexe 1).

7.6.1. Présentation générale du réseau de mesure et paramètres suivis

La DDTM 44 se base sur leur « réseau complémentaire » opérationnel depuis 1988 sur certains cours d'eau côtiers. Ce réseau a été progressivement étendu à l'ensemble du littoral de Loire-Atlantique afin de :

- Suivre la qualité des eaux littorales (côtières et de transition) sur le long terme ;
- Acquérir de la connaissance sur les sources de pressions au regard notamment du risque d'eutrophisation des eaux ;
- Informer les collectivités.

Pour cela, 14 paramètres (physico-chimiques et bactériologiques) sont susceptibles d'être mesurés selon leur pertinence, en chaque station (en gras figurent ceux désignés par la DCE) :

Paramètres physico-chimiques	• Salinité
	• Oxygène dissous
	• DBO5
	• Température de l'eau
	• Matières en suspension (concentration)
	• Carbone Organique Total (COP)
	• Nutriments : ammonium, nitrate, nitrite, phosphate
	• Phosphore total
	• Chlorophylle a
	• Escherichia Coli
Autres paramètres	• Streptocoques fécaux

Il est à noter que dans le cadre du suivi patrimonial, la DDTM ne quantifie pas les silicates. Néanmoins, dans le cadre de la surveillance DCE, la DDTM 44 effectue les prélèvements puis expédie les échantillons destinés à l'analyse des nutriments et de la chlorophylle-a à l'IFREMER qui se charge de les analyser selon leur protocole.

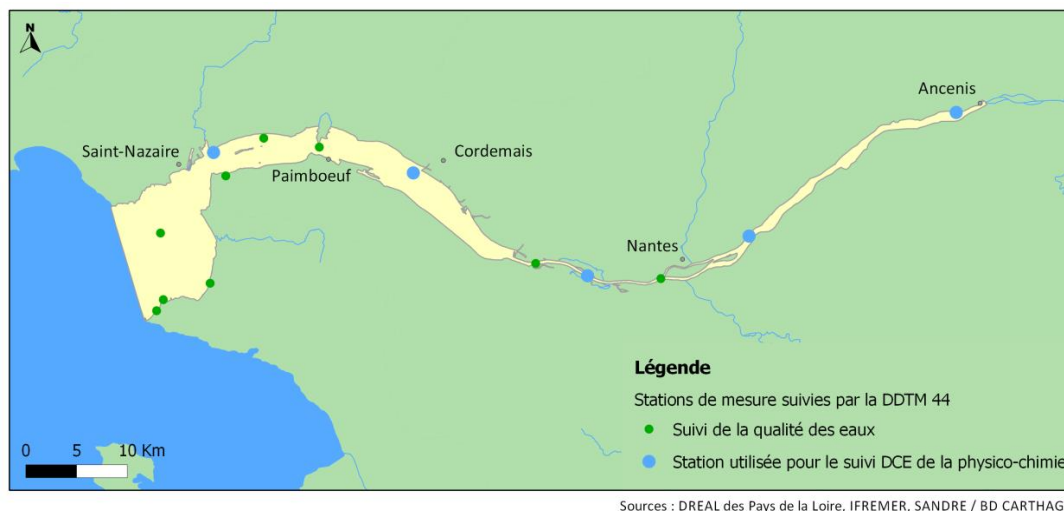
Les données brutes récoltées dans le cadre de ce réseau complémentaire sont bancarisées dans une base de données propre à la DDTM 44. Les données sont accessibles sur demande et peuvent être antérieures au suivi DCE (soit depuis 1988 en certains points). Celles obtenues dans le cadre du RCS sont également bancarisées dans la base de données Quadrige².

7.6.2. Stations de mesure et fréquences d'échantillonnage

Sur l'ensemble de son territoire d'action, la DDTM dispose de plus de 40 stations de mesures localisés dans des cours d'eau côtiers et estuaires (majoritairement classés en MEC à quelques exceptions près) et en mer (points isolés ou radiales). Selon les stations, différentes fréquences de suivi de 4, 6 ou 12 fois par an sont appliquées dans le cadre du suivi patrimonial.

Comme indiqué précédemment, seule la MET FRGT28 « estuaire de la Loire » est suivie par la DDTM 44 au titre de la DCE. Une dizaine de stations de ce réseau complémentaire se trouve dans cette MET (Figure 11).

Parmi ces stations, 5 d'entre elles ont été retenues pour réaliser le suivi DCE à raison d'un prélèvement par mois comme le préconise le programme de mesure défini par l'AELEB.



Sources : DREAL des Pays de la Loire, IFREMER, SANDRE / BD CARTHAGE

Figure 11 : Localisation des stations de mesure suivies par la DDTM 44 dans le cadre du réseau complémentaire et pour la DCE (DREAL des Pays de la Loire, IFREMER)

7.6.3. Protocole d'échantillonnage appliqué pour le suivi DCE

La DDTM 44 assure, une fois par mois, les prélèvements et les mesures sur le terrain des paramètres physico-chimiques nécessaires pour l'évaluation DCE soit :

- les mesures *in situ* à l'aide de sondes, de l'oxygène dissous, le pH, la température, la conductivité, la salinité et la turbidité ;
- les prélèvements d'eau pour l'analyse des nutriments (ammonium, nitrates+nitrites, phosphate et silicate) et la chlorophylle-a.

Les prélèvements sont effectués à la bouteille en subsurface (entre 50 cm et 1 m suivant les conditions) et cela entre la PM et la PM + 1 h. Les méthodes employées pour les prélèvements et le conditionnement des échantillons sont conformes aux préconisations faites par l'IFREMER dans le manuel « Technique de prélèvement hydrologique » (IFREMER, 2009 - cf sous-chapitre 7.2, p 60). Comme pour le REB, les échantillons d'eau prélevés pour la quantification des nutriments et de la chlorophylle-a, sont transmis dans la journée à l'IFREMER qui les analyse selon les méthodes retenues pour la surveillance DCE.

7.7. Protocole d'échantillonnage mis en place par l'Agence de l'eau Seine-Normandie

Avertissement : les informations ci-après sont tirées du Cahier des Clauses Techniques Particulières (AESN, nd(a) à (e)), destiné au laboratoire assurant le suivi de la qualité des eaux estuariennes pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie (contact à la Direction Territoriale et Maritime Seine-Aval : Barbara Leroy). Le prestataire assurant le suivi en estuaire de Seine a été contacté afin de confirmer les méthodes utilisées (contact au Laboratoire de Rouen : Elise Adam). En revanche, aucune confirmation n'a pu être apportée concernant les méthodes d'échantillonnage employées sur la station eau douce permettant l'évaluation de la Risle estuarienne.

7.7.1. Présentation générale des réseaux de mesure gérés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie

Objectifs des réseaux de mesure et paramètres suivis

Dans le district hydrographique Seine-Normandie, certaines masses d'eau délimitant l'estuaire de la Seine et la Risle estuarienne ne font pas parties du territoire d'intervention des réseaux REPHY et RHLN utilisés pour la surveillance DCE de la physico-chimie dans ce district. Sont concernées les MET FRHT01, FRHT02, FRHT03 (en amont d'Honfleur) et FRHT07. Leur suivi est alors assuré par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie par le biais d'un prestataire privé.

Divers types de suivis ont été définis en concertation avec de multiples partenaires impliqués dans la surveillance de la qualité de l'estuaire de la Seine (DREAL, IFREMER, ONEMA et acteurs locaux).

Ces suivis s'inscrivent :

- D'une part, dans le réseau de bassin appartenant au « réseau national de surveillance » visant à répondre à la DCE (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel et contrôle d'enquête) mais pas seulement.
- D'autre part dans le réseau complémentaire de bassin répondant à des problématiques hors rapportage européen (suivi patrimonial, suivi des masses d'eau à fort enjeu...). Certaines stations de ce réseau peuvent servir au besoin, pour le contrôle opérationnel DCE.

En somme, ces réseaux de surveillance ont pour objectif de suivre la qualité globale des eaux au travers d'une centaine de paramètres touchant plus particulièrement la qualité chimique (pesticides, HAP, métaux...) sur différentes matrices (eau, sédiments, biote) mais également la qualité physico-chimique des eaux. Les paramètres physico-chimiques mesurés sont classés selon 3 catégories définies par l'AESN (en gras figurent les paramètres désignés par la DCE) :

« Physico-chimie de base »	Sur eau brute :	Sur eau filtrée :
	• Turbidité • Matières en suspension • DBO5 à 20°C • DCO • Azote Kjeldahl • Ammonium • Phosphore total	• Nitrate • Nitrite • Orthophosphates (PO4) • Carbone Organique
« Mesure <i>in situ</i> »	• Température de l'eau • pH • Conductivité à 25°C (permettant de calculer la salinité) • Oxygène dissous (concentration et % de saturation)	
Suivi « Eutrophisation »	Sur eau brute	
	• Silice • Chlorophylle-a • Phéopigments	

Pour la mise en œuvre du programme de surveillance de la qualité des eaux de l'estuaire de la Seine, un Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) a été rédigé par l'AESN en concertation avec de multiples acteurs impliqués dans cette surveillance. Il tient compte des guides et normes en vigueur en termes de protocoles d'échantillonnage et d'analyses en milieu marin et en rivière. Le prestataire est tenu de respecter ces consignes et également de considérer toute nouvelle norme ou méthodes d'échantillonnage reconnues, susceptibles d'être mises en place au cours de la prestation. Les informations suivantes combinent à la fois, les préconisations du CCTP et sa mise en application en estuaire de Seine par le Laboratoire de Rouen (prestataire désigné pour ce suivi).

Répartition des stations et fréquence d'échantillonnage

Les réseaux de surveillance de l'AESN dédié aux MET FRHT01 à 03 et FRHT07 rassemblent un nombre important de points de prélèvements répartis :

- Tout le long de l'estuaire de la Seine, de Poses à Honfleur ;
- En amont immédiat de la Risle estuarienne (un point situé en zone d'eau douce).

Tous ces points ne sont pas suivis dans le cadre unique du RCS (Figure 12). Certaines stations sont suivies au titre du :

- Contrôle Opérationnel (RCO) permettant de compléter le RCS. Il cible les masses d'eau classées en risque de non-atteinte des objectifs de bon état ;
- Réseau Complémentaire de Bassin (RCB) : réseau de connaissance patrimonial permettant de suivre l'évolution spatio-temporelle de la qualité des cours d'eau. Depuis la DCE, il permet également de densifier le RCS pour répondre à des besoins locaux et compléter les connaissances.

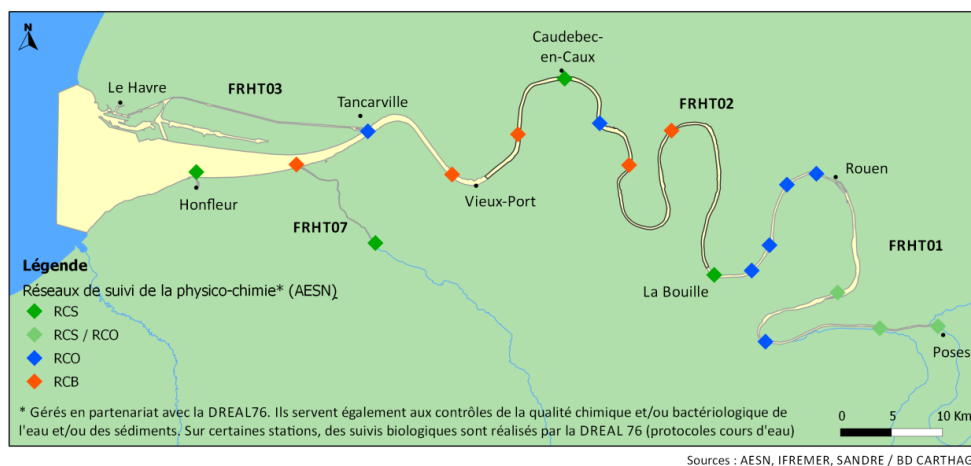
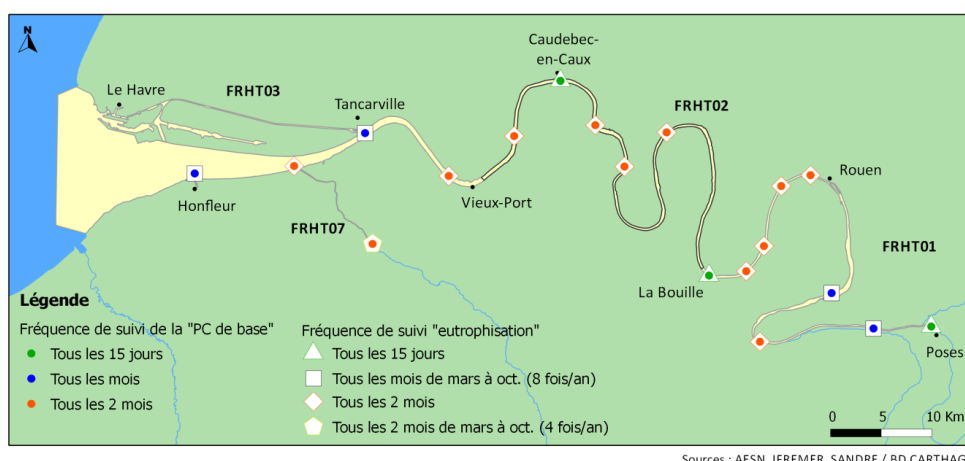


Figure 12 : Localisation des stations de mesure suivies dans le cadre du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) et Réseau Complémentaire de Bassin (RCB) sur l'estuaire de la Seine (AESN, nd)

Le programme de surveillance prévoit 3 fréquences de suivi différentes selon les besoins : tous les 15 jours, tous les mois ou tous les 2 mois. La Figure 13 montre les fréquences définies dans le CCTP posant les bases du programme de surveillance, à destination du prestataire chargé de le mettre en œuvre. Toutefois, ces fréquences sont susceptibles d'évoluer chaque année en fonction des besoins de l'AESN en prenant garde à ce que le programme de surveillance DCE défini pour le RCS soit systématiquement réalisé. Pour rappel, ce dernier impose au minimum, une mesure mensuelle pour chaque paramètre retenu (Tableau 23, p 60).



Cf paragraphe précédent (p 74) pour le détail des paramètres associés aux suivis « PC de base » et « eutrophisation ». Chaque suivi effectué sur les différentes stations est systématiquement accompagné du suivi dit « mesures *in situ* ».

Figure 13 : Fréquences de suivi des paramètres physico-chimiques appliquées par l'Agence de l'eau Seine-Normandie dans le cadre de la DCE sur l'estuaire de la Seine (AESN)

7.7.2. Prélèvement des échantillons et mesures *in situ* des paramètres physico-chimiques

Quels que soient les éléments suivis (physico-chimiques, chimiques et microbiologiques), les conditions de prélèvement sont identiques en chaque station. Ainsi, celles-ci doivent tenir compte des contraintes d'échantillonnage inhérentes à tous ces éléments (notamment minimiser les risques de contamination des échantillons pour les analyses chimiques). Elles ne sont donc pas déterminées spécifiquement pour le suivi des paramètres physico-chimiques ce qui peut expliquer d'éventuelles divergences avec les protocoles d'échantillonnage mis en place par les autres réseaux de surveillance à l'échelle nationale.

Moyens nautiques à mobiliser

Pour échantillonner les MET FRHT01 à 03, les moyens à mobiliser, les conditions de marée et de prélèvements divergent en fonction du secteur dans lequel l'échantillonnage est réalisé. **D'Honfleur à Rouen**, les prélèvements ne peuvent être réalisés qu'à bord d'une embarcation motorisée adaptée et en prenant garde au trafic maritime et estuarien qui peut être important dans certaines zones de ce secteur. Il

est demandé de faire les mesures et prélèvements au centre du fleuve et à marée moyenne. Compte tenu des 10 h de navigation nécessaires pour remonter l'estuaire d'Honfleur jusqu'à Rouen et du temps de prélèvement, il est conseillé de débiter la campagne d'échantillonnage par la station d'Honfleur, 1h30 avant la basse mer puis de remonter l'estuaire en suivant le flot.

Une fois positionné au niveau de la station, les prélèvements et mesures doivent être faits à l'avant de l'embarcation en veillant à ce que rien ne fausse l'échantillonnage (corps flottants, contamination ou agitation de l'eau engendrée par le moteur de l'embarcation ou par le passage d'autres bateaux...).

Entre Rouen et Poses, l'utilisation d'une embarcation motorisée est facultative étant donné que les prélèvements peuvent être réalisés depuis les ponts et appontements présents dans ce secteur. Ils sont effectués à marée moyenne, au jusant (contrairement au secteur Honfleur-Rouen). Les préconisations pour l'échantillonnage depuis un pont sont les suivantes :

- Prélever à l'aval du pont (pour minimiser les risques de contamination des échantillons par frottement de la corde sur le tablier du pont) et hors zone de turbulence des piles du pont ;
- Vérifier qu'aucune embarcation n'est visible à l'amont et à l'aval du pont avant d'échantillonner.

Si les prélèvements sont réalisés depuis une embarcation, les mêmes précautions que celles indiquées ci-dessus pour le secteur Honfleur-Rouen doivent être prises.

Concernant la Risle estuarienne, la station de surveillance choisie se situe à l'entrée du système, dans la zone sous influence de la marée dynamique. En l'absence de précision sur le protocole employé, celui-ci ne sera pas traité dans la présente synthèse. Il est possible que la même procédure que celle mise en place dans l'estuaire de la Seine soit utilisée étant donné que (1) la méthode employée dans l'estuaire de la Seine a été développée pour les cours d'eau et que (2) la station située en Risle estuarienne est intégrée au réseau de suivi du domaine fluvial de l'AESN.

Mesures et prélèvements *in situ*

Comme indiqué dans le CCTP, les prélèvements et mesures *in situ* sont réalisés au milieu du fleuve en subsurface (à 1 m de profondeur). Les mesures de salinité, température, oxygène dissous et turbidité sont faites directement dans le milieu à l'aide de sondes individuelles spécifiques à chaque paramètre.

Le prestataire désigné utilise une pompe immergée ou une pompe péristaltique muni d'un tube permettant un remplissage direct des flacons selon les recommandations faites dans les normes FD T90-523-1 et ISO 5667-6 relatives aux prélèvements d'échantillons d'eaux douces superficielles en vue d'analyses physico-chimiques, biologiques et microbiologiques (intitulé complet en Annexe 3).

Une fois prélevés, les échantillons doivent être conditionnés dans des flacons adéquats. Le prestataire utilise des flacons avec stabilisant évitant ainsi de devoir rincer les flacons avec l'eau de la Seine avant d'échantillonner (comme le préconise l'IFREMER, 2009). Les échantillons sont immédiatement placés dans une enceinte réfrigérée avant d'être acheminés sous 24 h maximum, au laboratoire. Les flacons et le volume à prélever est fonction du paramètre à analyser (cf protocole d'échantillonnage ci-dessous). Chaque échantillon doit être identifié selon la station et le paramètre à analyser et être accompagné d'une fiche terrain donnant les conditions de prélèvements.

Après chaque analyse, un répliquat de chaque échantillon doit être conservé au réfrigérateur ou au congélateur pendant la durée de validation des résultats par l'AESN, au cas où ces derniers seraient remis en cause.

7.7.3. Protocoles d'échantillonnage et d'analyse des nutriments

Flaconnage et conservation des échantillons au laboratoire

Les différents échantillons destinés à l'analyse des nutriments sont stockés à l'aide de flacons en polyéthylène d'une capacité de 125 mL. Une fois au laboratoire, les échantillons sont filtrés pour les stabiliser. Ceci permet d'éliminer autant que possible le phytoplancton (et autres particules éventuellement présentes) susceptibles d'altérer la qualité des analyses de ces éléments nutritifs notamment celle des nitrates et nitrites.

Les échantillons filtrés sont ensuite conservés au réfrigérateur si l'analyse est réalisée rapidement ou au congélateur à - 20°C pour une conservation de plus longue durée.

Analyse des échantillons

Les différents échantillons sont analysés à l'aide d'un autoanalyseur effectuant des dosages colorimétriques avec détection par spectrophotométrie UV-visible :

- en flux séquentiel pour l'ammonium (selon la norme NF T90-015-2, intitulé complet en Annexe 3) ;
- en flux continu pour les autres éléments nutritifs (nitrate+nitrite, phosphate, silicate).

7.7.4. Protocoles d'échantillonnage et analyse de la chlorophylle-a

Flaconnage et conservation des échantillons au laboratoire

Pour effectuer l'analyse de la chlorophylle-a, un échantillon d'un litre est prélevé dans un flacon en plastique puis stocké debout, à l'abri de la lumière dans une enceinte réfrigérée le temps du transport. Une fois au laboratoire, l'échantillon est filtré dès que possible avant d'être analysé (ou conservé à plus long terme).

Le protocole employé pour la filtration est basé sur les prescriptions de la norme NF T 90-117 (intitulé complet en Annexe 3). L'échantillon est homogénéisé puis filtré sur un filtre en fibre de verre ou en acétate de cellulose de 0,7 µm de porosité (type GF/F de Whatman), à l'aide d'un système de filtration sous vide. L'échantillon est filtré jusqu'à colmatage du filtre et dans une limite de durée n'excédant pas 10 minutes de filtration. Ainsi, le volume filtré dépendra de la nature et de la quantité de matières en suspension présentes dans l'eau. Ce volume filtré doit être mesuré et noté sur la fiche associée à l'échantillon.

Si l'analyse n'est pas réalisée immédiatement, le filtre contenant la chlorophylle-a est plié à l'aide de pinces (et non avec les doigts) puis inséré dans un tube à usage unique pour éviter toute contamination. Le tube contenant le filtre peut ensuite être stocké dans l'obscurité au réfrigérateur jusqu'à l'analyse ou conservé au congélateur au maximum 1 an.

Analyse des échantillons

Pour déterminer la quantité de chlorophylle-a contenue dans les filtres, la technique analytique consiste en une extraction des pigments chlorophylliens dans l'acétone. L'extrait est ensuite analysé par spectrométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

8. ELEMENTS DE QUALITE NON SUIVIS AU TITRE DE LA DCE : FREQUENCES DE SUIVI MINIMALES REQUISES PAR LA REGLEMENTATION

Lors du plan de gestion 2010-2015, le suivi de certains éléments de qualité DCE n'a pas pu être programmé en raison principalement, de l'absence d'un indicateur opérationnel à renseigner. C'est notamment le cas des éléments « macroalgues intertidales sur substrat dur » et « hydromorphologie » pour lesquels le développement d'un indicateur de qualité est en cours. Selon l'avancement des travaux relatifs au développement d'outils d'évaluation pour ces éléments d'ici 2015, le suivi de ces éléments pourrait être intégré au prochain programme de surveillance.

8.1. Élément de qualité « macroalgues intertidales sur substrat dur et vases indurées »

La méthode d'évaluation basée sur les macroalgues intertidales sur substrat dur et vases indurées est actuellement en cours de développement. Le LEMAR a construit l'indicateur ABER (Algal Belts Estuarine Ratios) sur la base de ses connaissances des abers bretons et des données acquises sur 13 MET bretonnes (Trieux, Penzé, Aber Wrac'h, Elorn, Aulne, Goyen, rivière de Pont-L'abbé, Odet, Aven, Belon, Laïta, Scorff, Blavet) (Ar Gall et Le Duff, 2012). Depuis 2013, les experts poursuivent leurs travaux afin de déterminer si l'indicateur peut s'appliquer aux différentes MET de la façade Manche/Atlantique hors Bretagne (projet 2013-2015). Pour cela, des campagnes terrain ont été initiées en 2013 comprenant le ré-échantillonnage de

2 abers bretons et la prospection de 2 MET localisées dans le bassin Seine-Normandie sur lesquelles se trouvent les macroalgues ciblées : l'estuaire de Seine-Aval (FRHT03) et l'estuaire de l'Orne (FRHT04). Ces prospections ont à ce jour donné des résultats prometteurs. Elles seront complétées par de nouvelles missions programmées en 2014 dans le district Adour-Garonne ce qui permettra de compléter la base de données acquises par le LEMAR et de déterminer l'applicabilité de l'outil à l'échelle nationale (E. Ar Gall, com. pers.).

Selon les résultats obtenus, des suivis récurrents pourraient être mis en place dans le cadre du RCS selon les fréquences minimales requises par l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 soit :

- 2 années de suivi par plan de gestion de 6 ans ;
- 1 campagne de surveillance par année de suivi.

8.2. Élément de qualité « hydromorphologie »

Le suivi de l'hydromorphologie n'est pas programmé par les Agences de l'eau dans le cadre du plan de gestion 2010-2015 en raison également de l'absence d'indicateurs adaptés pour les MET. Comme indiqué précédemment, des travaux coordonnés par l'Université de Bordeaux 1 et l'IFREMER sont en cours et visent à aboutir à des indicateurs hydromorpho-sédimentaires pertinents et opérationnels pour les milieux estuariens (projet 2013-2015).

Les estuaires sont des milieux en constante évolution. Certaines caractéristiques physiques connaissent de fortes variabilités (1) temporelles impliquant une fréquence d'acquisition de la donnée variable selon le paramètre considéré et (2) spatiales rendant délicat la détermination d'une station unique de mesure, représentative de l'ensemble d'une MET.

Ainsi, le besoin de données à basse, moyenne ou haute fréquence sera donc fonction des indicateurs développés et des outils employés (comme la modélisation). Ces aspects seront abordés dans le cadre des travaux coordonnés par l'Université de Bordeaux 1 et l'IFREMER afin d'aboutir à la proposition d'un programme de surveillance pertinent.

Tout comme pour les autres éléments de qualité, des fréquences minimales de suivi de l'hydromorphologie sont requises par l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010. Celles-ci sont les suivantes :

- 1 année de suivi par plan de gestion de 6 ans ;
- 1 campagne de surveillance par année de suivi.

9. CARTOGRAPHIES DES STATIONS DE SURVEILLANCE UTILISEES POUR REpondre A LA DCE

Les cartes suivantes géolocalisent les stations d'échantillonnages utilisées pour la surveillance de la qualité de chaque MET **au titre du RCS** durant le SDAGE 2010/2015. Les suivis complémentaires réalisés dans le cadre des contrôles opérationnels, d'enquête ou additionnels ne sont donc pas représentés. Ces derniers peuvent toutefois être cités ponctuellement dans les tableaux de synthèse accompagnant les cartes.

Ces cartographies ont été réalisées à partir de données tirées des :

- Atlas interactifs diffusés sur le site ENVLIT de l'IFREMER ;
- Rapports techniques faisant état des suivis mis en place lors du SDAGE 2010-2015 ;
- Différents acteurs impliqués dans la surveillance DCE contactés dans le cadre de la rédaction de cette synthèse (Agences de l'eau, coordinateurs des suivis, prestataires...).

Suite à la première phase du programme de surveillance, des ajustements ont été nécessaires concernant la délimitation de certaines MET, la localisation de quelques stations de suivis et les stratégies appliquées. Les cartographies présentées ci-dessous tiennent compte de ces récentes modifications.

Le tableau 32 précise la correspondance entre les stratégies appliquées pour la DCE et les sigles employés dans les légendes.

Tableau 32 : Stratégies d'échantillonnage appliquées par les différents réseaux impliqués dans le contrôle de surveillance DCE

Élément de qualité	Réseau(x) concerné(s)	Stratégie (intitulé utilisé dans les figures)	Paramètres associés
Phytoplancton	REPHY, RAZLEC RHLN SRN	PhyInd	Flore partielle : dénombrement de toute espèce proliférante atteignant une concentration > 100 000 cellules/litre
		PhyTot	Flore totale : dénombrement de toutes les espèces en chaîne ou de taille > 20 µm
Faunes et flores benthiques	REBENT et partenaires associés	Invertébrés benthiques en intertidal ou en subtidal	Invertébrés benthiques en zone intertidale ou subtidale Paramètres associés : granulométrie du sédiment, teneur en matière organique
		Herbiers à zostères	Espèce présente en MET : <i>Zostera noltei</i> Paramètres associés : granulométrie du sédiment, teneur en matière organique
Ichtyofaune	Suivi DCE géré par les 4 Agences de l'eau	Faune benthique et démersale	Faune benthique et démersale : tous les poissons capturables avec les chaluts à pêche préconisés (plutôt des juvéniles, vivant à proximité du fond) + inventaire des crustacés décapodes (crabe chinois, crevettes) et des mollusques en particulier les céphalopodes. + Paramètres environnementaux associés (mesurés au fond au niveau des traits de chalut) : température, salinité, conductivité, oxygène dissous
Physico-chimie	REPHY, RHLN, SRN REB, DDTM, AESN MAGEST	Hyd	Hydrologie : température, salinité, turbidité (ou teneur en MES), oxygène dissous
		Nut	Nutriments : ammonium, nitrate + nitrite, phosphate, silicate
		Chl	Chlorophylle-a

9.1. District hydrographique Artois-Picardie

Le district hydrographique Artois-Picardie est majoritairement composé de fleuves côtiers intégrés aux masses d'eau côtières adjacentes. Seules 4 MET ont été identifiées dans ce district :

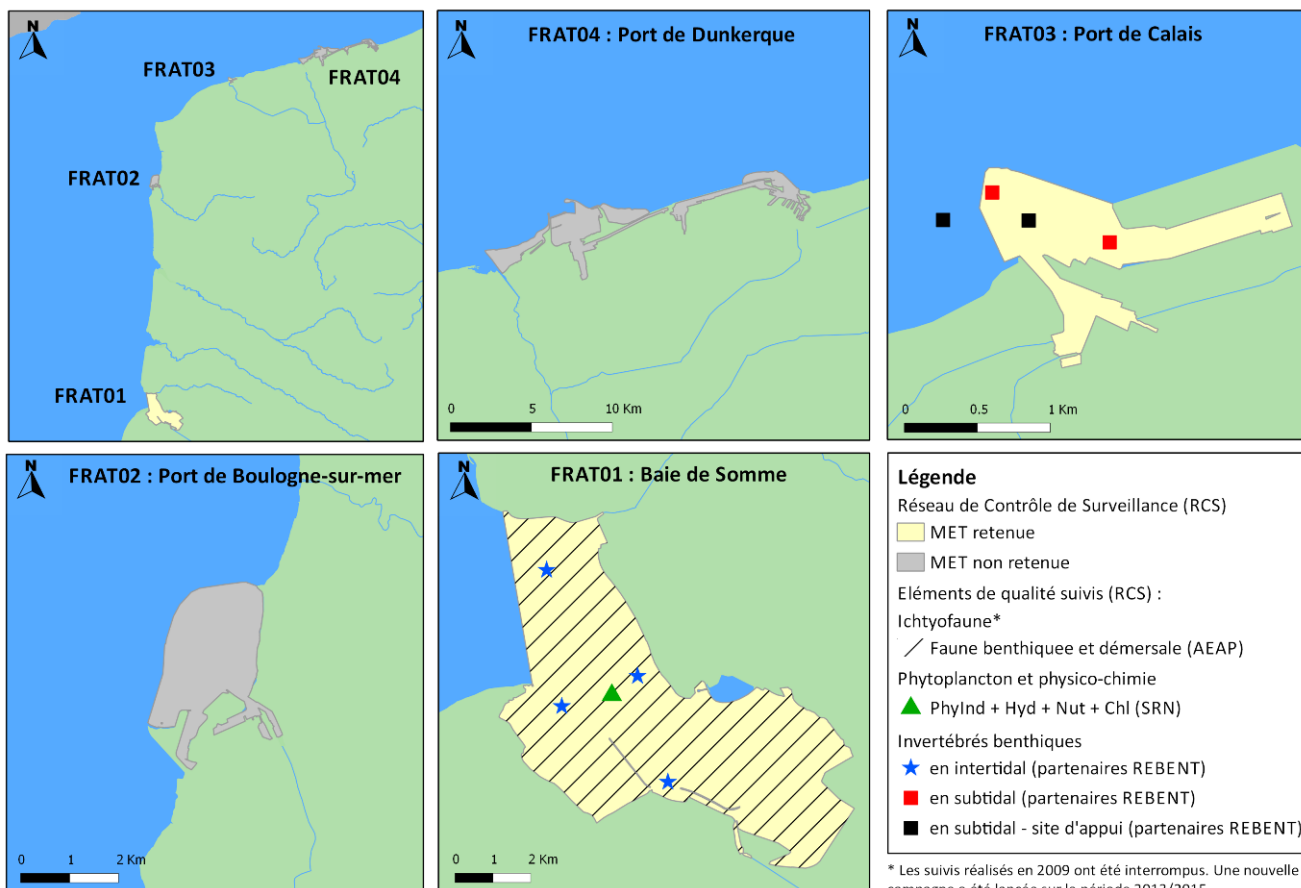
- FRAT01 : Baie de Somme
- FRAT02 : Port de Boulogne-sur-Mer
- FRAT03 : Port de Calais
- FRAT04 : Port de Dunkerque

Trois d'entre elles sont constituées exclusivement de zones portuaires impliquant leur classement en MEFM mais également la non-pertinence d'un suivi de la majorité des éléments de qualité définis par la DCE dans ces MET (Tableau 33 et Figure 14).

Tableau 33 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Artois-Picardie au titre du RCS (Agence de l'eau Artois-Picardie, IFREMER, IRSTEA)

	MET			
	FRAT01	FRAT02	FRAT03	FRAT04
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	OUI	NON	OUI	NON
MEFM	NON	OUI	OUI	OUI
SUIVIS DCE				
Phytoplancton	OUI	-	NP	-
Invertébrés benthiques	OUI	-	OUI	-
Macroalgues (blooms) - survols	NP	-	NP	-
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir			
Angiospermes (herbiers à zostères)	NP	-	NP	-
Ichtyofaune	OUI	-	NP	-
Physico-chimie	OUI	-	NP	-
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis			

Figure 14 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Artois-Picardie



Sources : IFREMER (REPHY, SRN, REBENT, envlit), IRSTEA, Agence de l'eau Artois-Picardie, SANDRE, IGN BD CARTHAGE®

9.2. District hydrographique Seine-Normandie

Un grand nombre de fleuves côtiers ainsi que les havres situés sur la côte du Cotentin sont intégrés dans les MEC adjacentes. Le district hydrographique Seine-Normandie se compose uniquement de 7 MET dont la quasi-totalité d'entre elles sont classées en MEFM :

- FRHT01: Estuaire de Seine - Amont
- FRHT02 : Estuaire de Seine - Moyen
- FRHT03 : Estuaire de Seine - Aval
- FRHT04 : Estuaire de l'Orne
- FRHT05 : Baie du Mont-Saint-Michel : fond de baie estuarien
- FRHT06 : Baie des Veys : fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan
- FRHT07 : La Risle du confluent de la Corbie (inclus) au confluent de la Seine (exclu)

Parmi ces 7 MET, figure la Baie du Mont-Saint-Michel qui est localisée par sa partie Est, dans le district Seine-Normandie et par sa partie Ouest, dans le district Loire-Bretagne. Dans le cadre de la DCE, la MET FRHT05 « Fond de Baie du Mont-Saint-Michel » est intégrée au réseau de suivi du district Seine-Normandie. Suite à l'état des lieux de 2013, la limite aval de cette dernière a été repoussée plus au large afin d'intégrer autant possible la zone d'influence des eaux saumâtres et ainsi, aboutir à des évaluations plus correctes de la qualité de ces eaux (cf Figure 15). Cette nouvelle délimitation est effective dès 2014 et devra être prise en compte lors des prochains suivis.

Le Tableau ci-dessous récapitule pour chaque élément de qualité, les suivis réalisés dans le cadre du RCS (sauf mention contraire).

Tableau 34 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Seine-Normandie au titre du RCS, sauf mention contraire (Agence de l'eau Seine-Normandie, IFREMER, IRSTEA, CEVA)

	MET						
	FRHT01	FRHT02	FRHT03	FRHT04	FRHT05	FRHT06	FRHT07
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	NON
MEFM	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
SUIVIS DCE							
Phytoplancton	NON	NON	OUI (avant 2014)	(Suivi régional)	OUI (avant 2014)	OUI	OUI**
Invertébrés benthiques	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	-
Macroalgues (blooms) - survols	NP	NP	OUI	OUI	OUI*	OUI	-
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir						
Angiospermes (herbiers à zostères)	NP	NP	NP	-	NP	OUI	-
Ichtyofaune	OUI	OUI	OUI	(RCO)	OUI	OUI	(RCO)
Physico-chimie	OUI	OUI	OUI	(Suivi régional)	OUI	OUI	OUI**
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis						

* Suivi des blooms de macroalgues réalisé lors des survols du bassin Loire-Bretagne

** Station située au niveau de la limite amont de la MET FRHT07, intégrée au RCS en rivière. Les échantillonnages sont réalisés selon les méthodes développées pour le domaine fluvial bien qu'elle soit soumise à la marée dynamique.

Suivis du phytoplancton

Dans le cadre de travaux menés par Belin et Daniel (2013), une mise à jour de la liste des MET turbides a été faite fin 2013. Ce classement réalisé en fonction du caractère turbide ou non turbide des MET joue un rôle primordial dans le programme de surveillance du phytoplancton car le suivi de cet élément est jugé non pertinent dans les MET à forte turbidité. Ainsi, suite à ce reclassement, certains suivis ont été maintenus, supprimés ou à être mettre en place à compter de 2014.

Dans le district Seine-Normandie, cette mise à jour a eu un impact sur les suivis menés dans les MET FRHT03 et FRHT05 au niveau desquelles le phytoplancton était suivi jusqu'à présent. A compter de 2014, elles ne seront plus suivies pour cet élément dans le cadre du RCS du fait de leur caractère turbide.

Pour la MET FRHT06, son classement en MET non turbide n'a pas été modifié. Les suivis qui y sont exécutés sont maintenus en 2014.

Suivis engagés dans les MET non retenues pour le RCS

Bien que non retenues pour le RCS, certaines MET font l'objet de suivis respectant les protocoles définis pour la DCE. Ces suivis sont principalement réalisés dans le cadre du RCO ou de suivis régionaux. Ils concernent les MET suivantes :

(1) L'estuaire de l'Orne (FRHT04) où sont suivis :

- le phytoplancton et la physico-chimie dans le cadre d'un suivi régional ;
- l'ichtyofaune au titre du RCO ;
- les blooms de macroalgues lors des survols effectués dans le cadre du RCS. Une veille généralisée du littoral est réalisée dans le cadre de ces survols. Si cela est nécessaire, une intervention sur le terrain peut être engagée au titre du RCO ;
- les invertébrés benthiques, suivi intégré au RCS bien que la MET ne soit pas retenue pour ce type de réseau (pas de justification connue à ce jour).

(2) La Risle (FRHT07) dans laquelle un suivi de l'ichtyofaune est programmé par l'AESN au titre du RCO. Des suivis sont également réalisés par cette Agence au niveau d'une station de mesure située à la limite amont de la MET. Bien qu'elle soit soumise à la marée dynamique, cette station est rattachée au RCS en rivière ce qui implique que les éléments de qualité suivis et les protocoles employés ne sont pas semblables à ceux appliqués aux eaux de transition. Les suivis réalisés en cette station concernent donc (A. Deburghrave/AESN, com. pers.) :

- le phytoplancton (selon le protocole défini pour les eaux douces) et chlorophylle-a ;
- les diatomées ;
- la physico-chimie de base y compris les nutriments (selon des protocoles présumés définis pour les eaux fluviales, équivalents à ceux employés sur les MET de l'estuaire de Seine) ;
- la chimie des eaux.

Les protocoles développés pour les suivis biologiques en cours d'eau et employés sur la MET FRHT07 sont détaillés sur le site suivant : <https://hydrobio-dce.cemagref.fr/>

Localisation des stations de surveillance utilisées pour le RCS

Les Figures 15 et 16 localisent les stations de mesures exploitées pour cette surveillance au cours de la période 2010-2015. Ces cartes tiennent compte des modifications de station ou de stratégie de suivis réalisées jusqu'à présent. Elles ne représentent pas le plan de survols du littoral normand pour la surveillance des blooms de macroalgues consultable dans le sous-chapitre 4 (Figure 5, p 46).

Figure 15 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS (sauf mention contraire), dans le bassin Seine-Normandie (1)

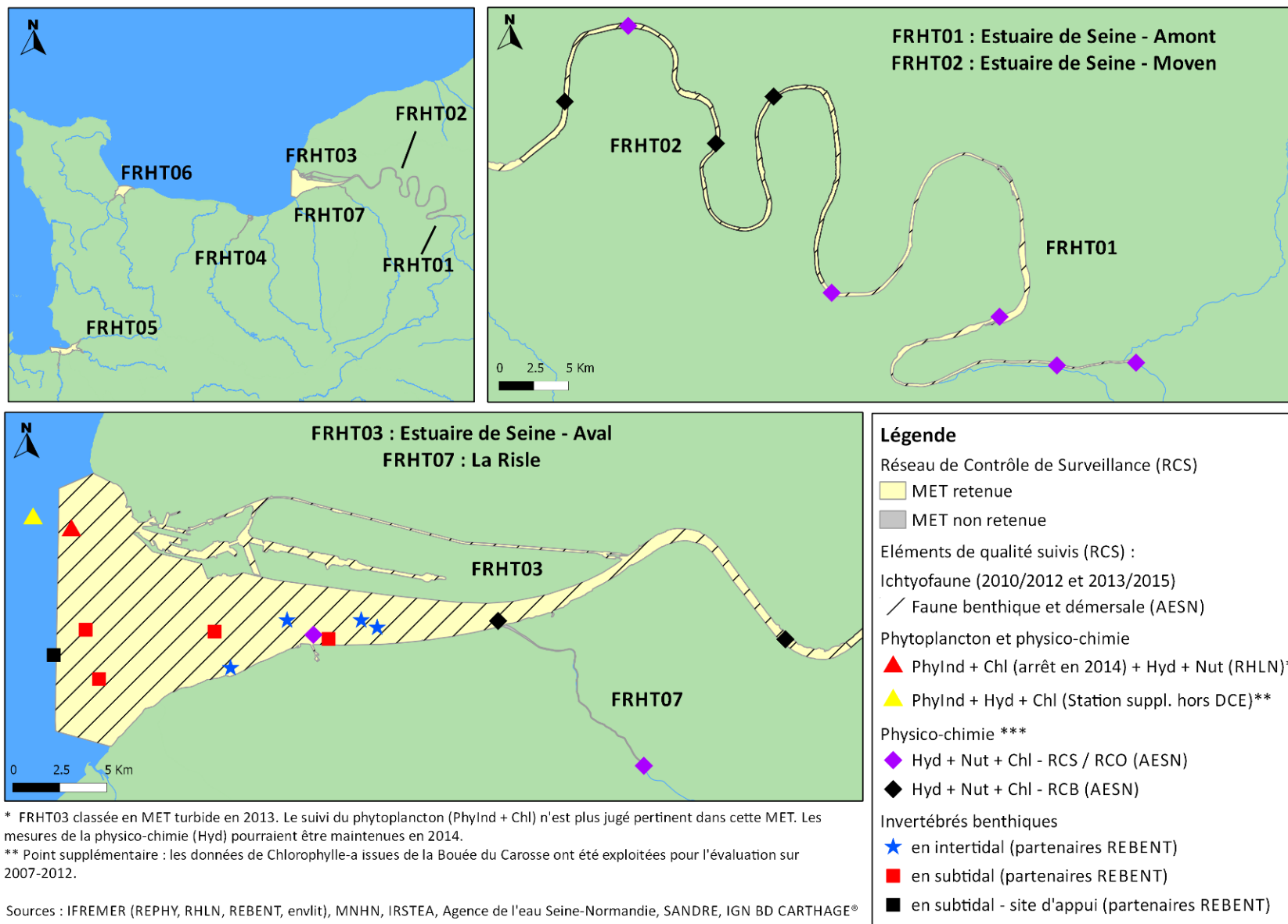
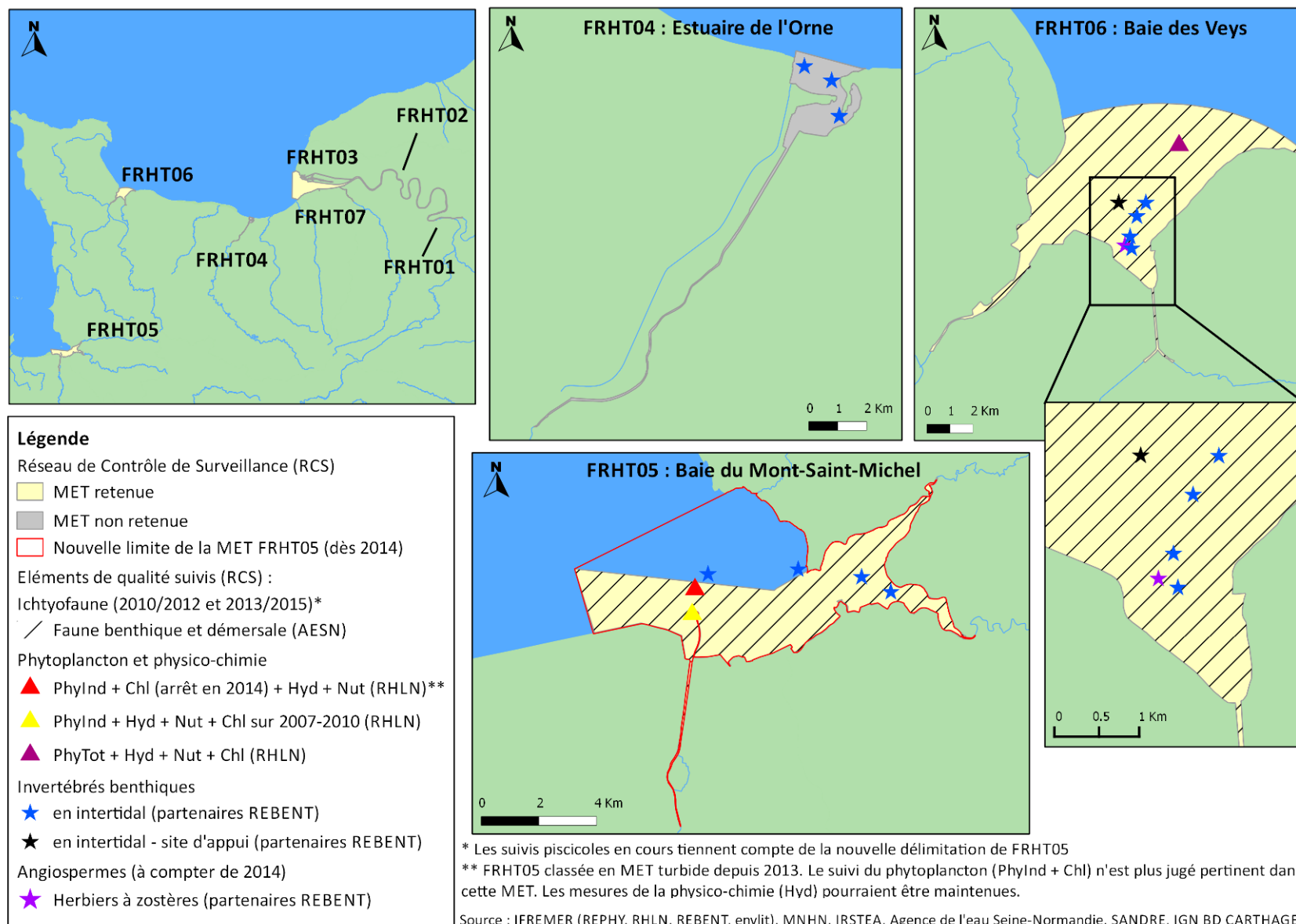


Figure 16 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Seine-Normandie (2)



9.3. District hydrographique Loire-Bretagne

Plus de la moitié des MET de la façade Manche/Atlantique se trouvent dans le district hydrographique Loire-Bretagne. Ce dernier se compose de 30 MET dont seules 7 d'entre elles sont classées en MEFM :

- | | |
|--|-------------------------------|
| - FRGT02 : Bassin maritime de la Rance | - FRGT17 : La Belon |
| - FRGT03 : Le Trieux | - FRGT18 : La Laïta |
| - FRGT04 : Le Jaudy | - FRGT19 : Le Scorff |
| - FRGT05 : Le Léguer | - FRGT20 : Le Blavet |
| - FRGT06 : Rivière de Morlaix | - FRGT21 : Rivière d'Etel |
| - FRGT07 : La Penzé | - FRGT22 : Rivière de Crac'h |
| - FRGT08 : L'Aber Wrac'h | - FRGT23 : Rivière d'Auray |
| - FRGT09 : L'Aber Benoit | - FRGT24 : Rivière de Vannes |
| - FRGT10 : L'Elorn | - FRGT25 : Rivière de Noyal |
| - FRGT11 : Rivière de Daoulas | - FRGT26 : Rivière de Pénérf |
| - FRGT12 : L'Aulne | - FRGT27 : La Vilaine |
| - FRGT13 : Le Goyen | - FRGT28 : La Loire |
| - FRGT14 : Rivière de Pont-l'Abbé | - FRGT29 : La Vie |
| - FRGT15 : L'Odé | - FRGT30 : Le Lay |
| - FRGT16 : L'Aven | - FRGT31 : La Sèvre Niortaise |

Parmi toutes ces MET, 18 MET ont été retenues pour le RCS. Le Tableau 35 récapitule pour chaque élément de qualité, les suivis mis en place pour la DCE.

Tableau 35 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Loire-Bretagne au titre du RCS, sauf mention contraire (Agence de l'eau Loire-Bretagne, IFREMER, IRSTEA, CEVA, REB, DDTM 44)

	MET									
	FRGT02	FRGT03	FRGT04	FRGT05	FRGT06	FRGT07	FRGT08	FRGT09	FRGT10	FRGT11
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	NON
MEFM	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
SUIVIS DCE										
Phytoplancton	(RCO)	OUI (en 2014)*	-	-	OUI (en 2014)*	OUI (en 2014)*	OUI (en 2014)*	-	OUI (en 2014)*	-
Invertébrés benthiques	Indicateurs et stratégie de suivi non définis sur les MET									
Macroalgues (blooms) - survol	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir									
Angiospermes (herbiers à zostères)	-	NP	-	-	NP	NP	NP	-	NP	-
Ichtyofaune	(Suivi compl.)	OUI	-	-	OUI	NON	OUI	-	OUI	-
Physico-chimie	(RCO)	OUI	(RCO)	(RCO)	OUI	OUI	OUI	-	OUI	-
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis									

	MET									
	FRGT12	FRGT13	FRGT14	FRGT15	FRGT16	FRGT17	FRGT18	FRGT19	FRGT20	FRGT21
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
MEFM	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON
SUIVIS DCE										
Phytoplancton	OUI (en 2014)*	OUI	OUI (en 2014)*	OUI (en 2014)*	OUI	OUI	OUI	OUI (en 2014)*	OUI (en 2014)*	OUI (en 2014)*
Invertébrés benthiques	Indicateurs et stratégie de suivi non définis sur les MET									
Macroalgues (blooms) - survol	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir									
Angiospermes (herbiers à zostères)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Ichtyofaune	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
Physico-chimie	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis									

	MET									
	FRGT22	FRGT23	FRGT24	FRGT25	FRGT26	FRGT27	FRGT28	FRGT29	FRGT30	FRGT31
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
MEFM	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
SUIVIS DCE										
Phytoplancton	-	-	-	-	-	NP	NP	-	-	NP
Invertébrés benthiques	Indicateurs et stratégie de suivi non définis sur les MET									
Macroalgues (blooms) - survol	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI (embouchure)	OUI	OUI	OUI
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir									
Angiospermes (herbiers à zostères)	-	-	-	-	-	NP	NP	-	OUI	NP
Ichtyofaune	-	-	-	-	-	OUI	OUI	-	(Suivi compl.)	OUI
Physico-chimie	-	-	-	-	-	OUI	OUI	-	-	OUI
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis									

* Leur classement en MET (non) turbides étant reconsidéré, la (non) pertinence d'un suivi du phytoplancton a été remise en cause.

Suivis du phytoplancton

Dans le cadre de travaux menés par Belin et Daniel (2013), une mise à jour de la liste des MET turbides a été faite fin 2013. Ce classement réalisé en fonction du caractère turbide ou non turbide des MET joue un rôle primordial dans le programme de surveillance du phytoplancton car le suivi de cet élément est jugé non pertinent dans les MET turbides. Ainsi, selon ce classement, certains suivis ont été maintenus, supprimés ou ont été mis en place à compter de 2014.

Dans le district Loire-Bretagne, cette mise à jour a eu un impact sur le nombre de MET suivies. Initialement, 5 MET étaient suivies pour cet élément : l'Aulne (FRGT12), le Goyen (FRGT13), l'Aven (FRGT16), la Belon (FRGT17) et la Laïta (FRGT18). Suite aux travaux de Belin et Daniel (2013), l'Aulne considérée à présent turbide, ne sera plus suivie dès 2014. Par ailleurs, 9 MET supplémentaires redéfinies comme non turbides font depuis peu l'objet d'un suivi : le Trieux (FRGT03), la rivière de Morlaix (FRGT06), la Penzé (FRGT07), l'Aber Wrac'h (FRGT08), la rivière de Pont-l'Abbé (FRGT14), l'Odet (FRGT15), le Scorff (FRGT19), le Blavet (FRGT20) et la rivière d'Etel (FRGT21). Ceci porte à 13, le nombre de MET qui seront suivies pour le phytoplancton dès 2014.

Suivis engagés dans les MET non retenues pour le RCS

Bien que non retenues pour le RCS, certaines MET font l'objet de suivis respectant les protocoles définis pour la DCE. La majorité d'entre eux n'est pas intégrée au RCS mais sont réalisés dans le cadre de suivis complémentaires. Ceci concerne notamment :

(1) La Rance (FRGT02) :

Un suivi piscicole y est réalisé suivant le protocole DCE sur la période 2012/2014 dans le cadre d'une étude spécifique initiée dans cet estuaire (hors RCS). Au-delà de cette étude, les données acquises pourront être exploitées pour l'évaluation DCE de l'ichtyofaune de cette MET (AELB, 2012 ; M. Lepage, com. pers.).

(2) Le Jaudy (FRGT04) et le Léguer (FRGT05) :

Dans le cadre du REB, 2 stations de mesures de ce réseau identifiées comme « point DCE » dans Chaillou et al. (2013) sont localisées dans les MET FRGT04 et FRGT05 au niveau desquelles un suivi des paramètres physico-chimiques est réalisé. Il est supposé dans cette synthèse, que ces stations appartiennent au RCO (pas d'indication précisant qu'elles sont intégrées au RCS).

(3) Le Lay (FRGT30) :

Un suivi piscicole y est réalisé suivant le protocole DCE sur la période 2012/2014 (suivi complémentaire en raison d'enjeu fort sur cette MET) (AELB, 2012). Elle fait également l'objet d'un suivi concernant un herbier à zostères au titre du RCS.

(4) L'ensemble du littoral breton fait l'objet d'une veille sur la prolifération des macroalgues opportunistes dans le cadre des survols réalisés par le CEVA. Des opérations sur le terrain peuvent être lancées si cela s'avère nécessaire (que ce soit au niveau des MET retenues ou non pour le RCS).

Localisation des stations de surveillance utilisées pour le RCS

Les Figures 18 à 20 localisent les stations de mesures exploitées dans le cadre du RCS au cours de la période 2010-2015. Compte tenu du nombre important de MET dans ce bassin hydrographique, il n'est représenté que les MET faisant l'objet d'un suivi au titre du RCS (les MET non retenues ne sont pas illustrées).

Ces cartes tiennent compte des modifications de stations faites jusqu'à présent. Pour faciliter leur représentation, les cartographies ont été réalisées selon un découpage en 3 secteurs : secteur NORD, SUD (1) et SUD (2) (Figure 17).

Les figures ci-dessous ne représentent pas le plan de survols du littoral breton pour la surveillance des blooms de macroalgues. Ce dernier est consultable dans le sous-chapitre 4 (Figure 5, p 46).

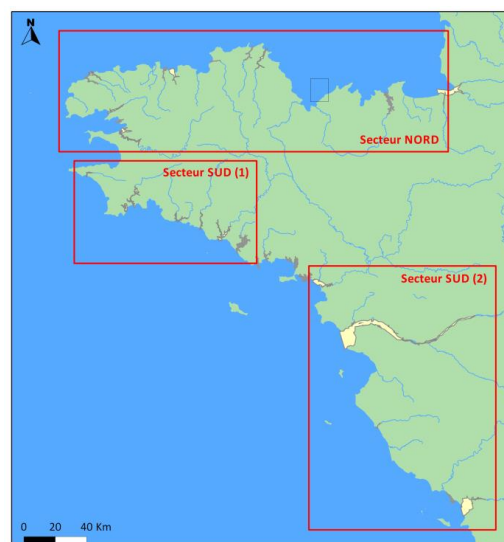
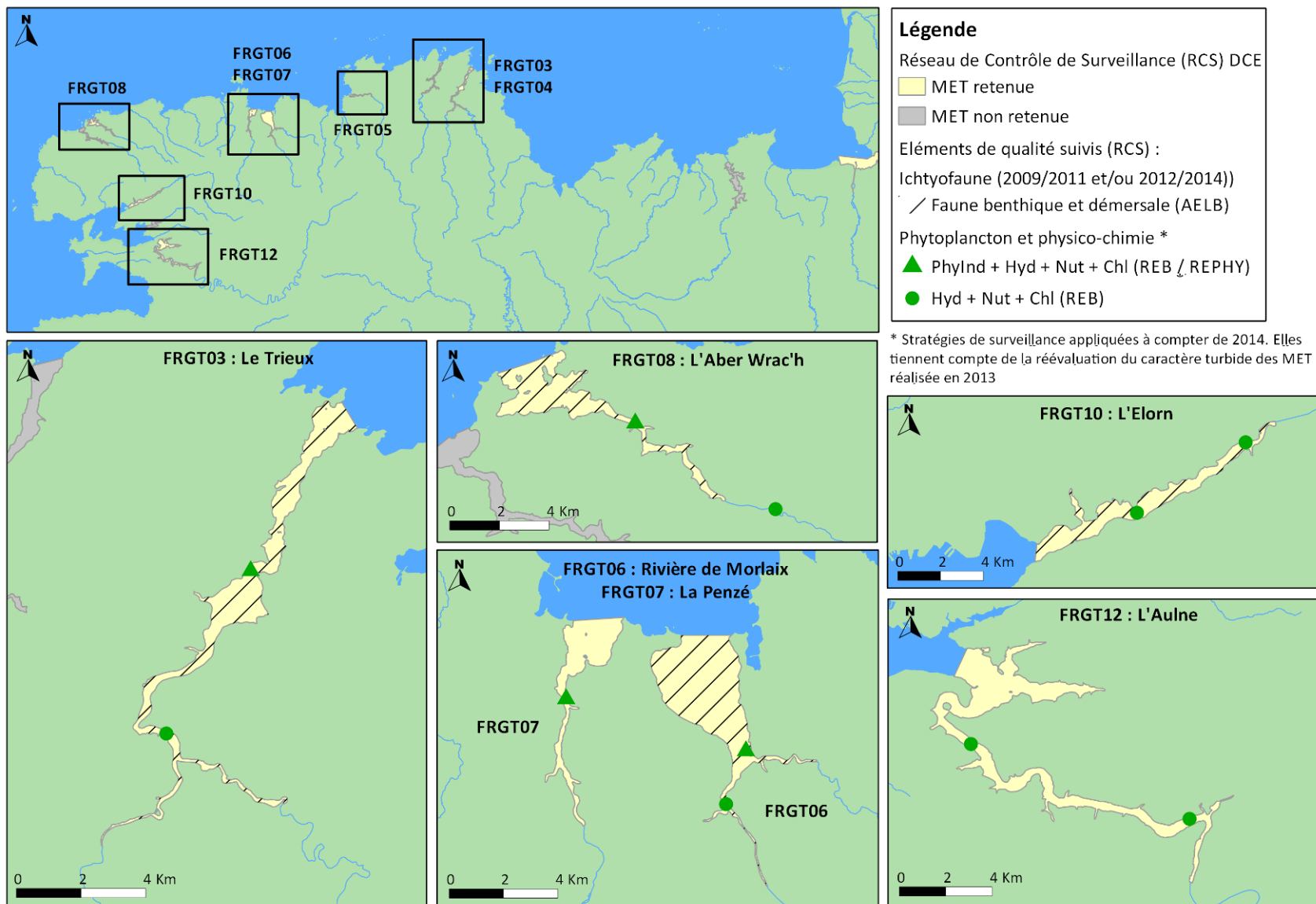


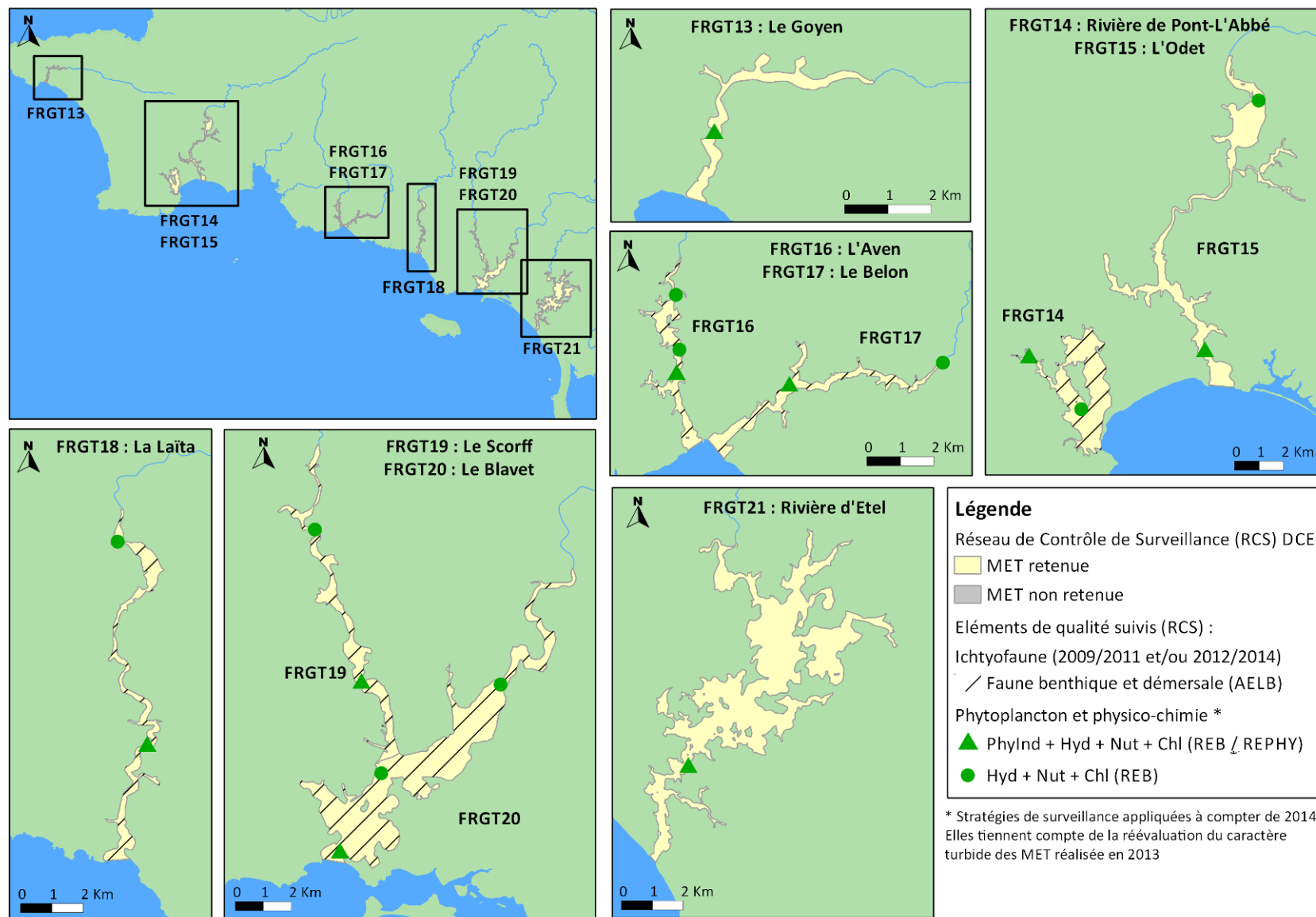
Figure 17 : Secteurs définis dans le bassin Loire-Bretagne

Figure 18 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne NORD



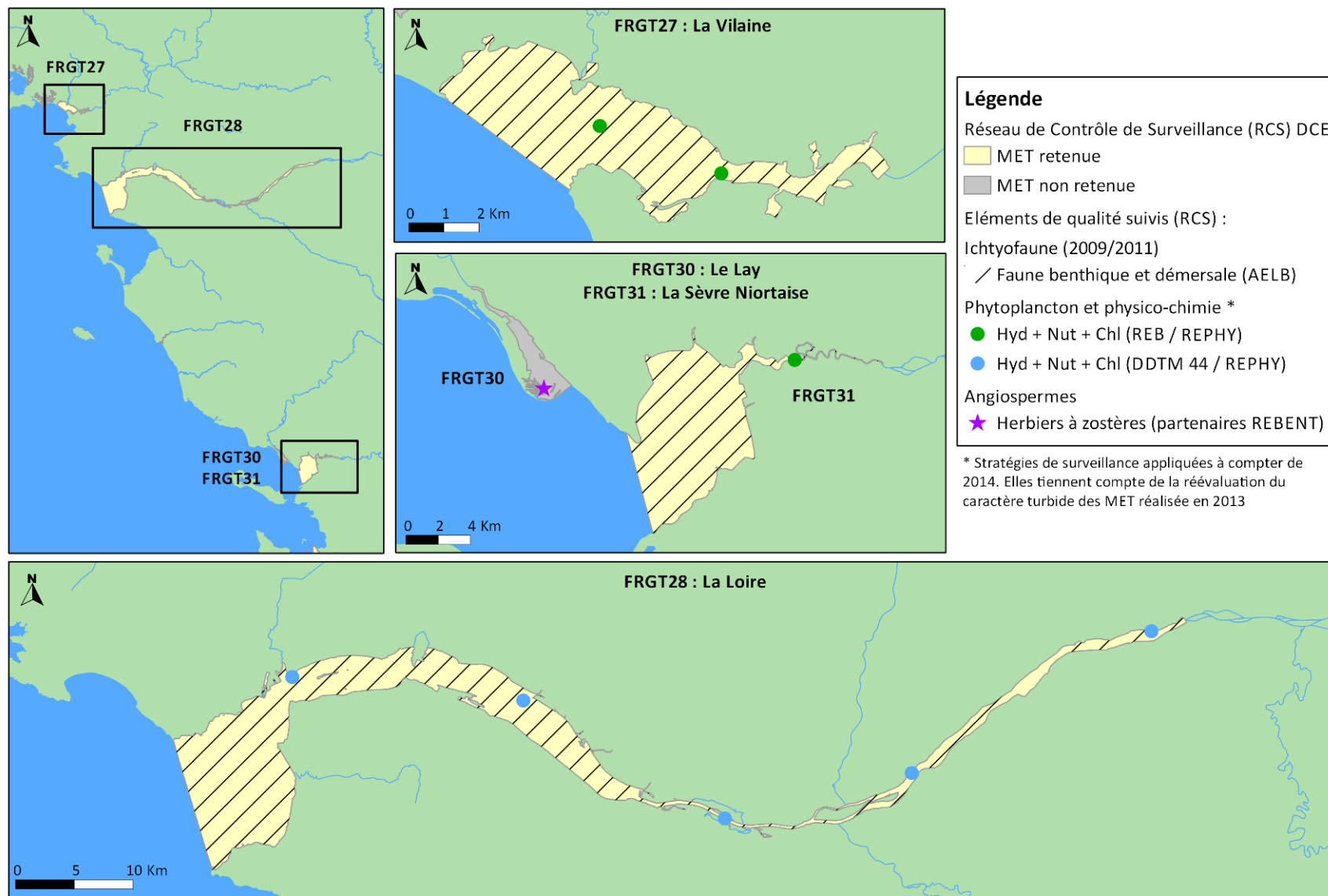
Sources : IFREMER (REPHY, envlit), REB, IRSTEA, Agence de l'eau Loire-Bretagne, SANDRE, IGN BD CARTHAGE®

Figure 19 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne SUD (1)



Sources : IFREMER (REPHY, envlit), REB, IRSTEA, Agence de l'eau Loire-Bretagne, SANDRE, IGN BD CARTHAGE®

Figure 20 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne SUD (2)



Sources : IFREMER (REPHY, envlit), REB, IRSTEA, Agence de l'eau Loire-Bretagne, SANDRE, IGN BD CARTHAGE®

9.4. District hydrographique Adour Garonne

Le district hydrographique Adour-Garonne se compose de 12 MET dont 4 sont classées en MEFM :

- FRFT01 : Estuaire Charente
- FRFT02 : Estuaire Seudre
- FRFT31 : Estuaire Fluvial Isle
- FRFT32 : Estuaire Fluvial Dordogne
- FRFT33 : Estuaire Fluvial Garonne Amont
- FRFT34 : Estuaire Fluvial Garonne Aval
- FRFT35 : Gironde amont
- FRFT04 : Gironde centrale
- FRFT05 : Gironde aval
- FRFT06 : Estuaire Adour Amont
- FRFT07 : Estuaire Adour Aval
- FRFT08 : Estuaire Bidassoa

Le Tableau 36 récapitulent les éléments de qualité suivis MET par MET et les Figures 21 et 22 localisent les stations de mesures utilisées pour la DCE.

Tableau 36 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Adour-Garonne au titre du RCS (Agence de l'eau Adour-Garonne, IFREMER, IRSTEA)

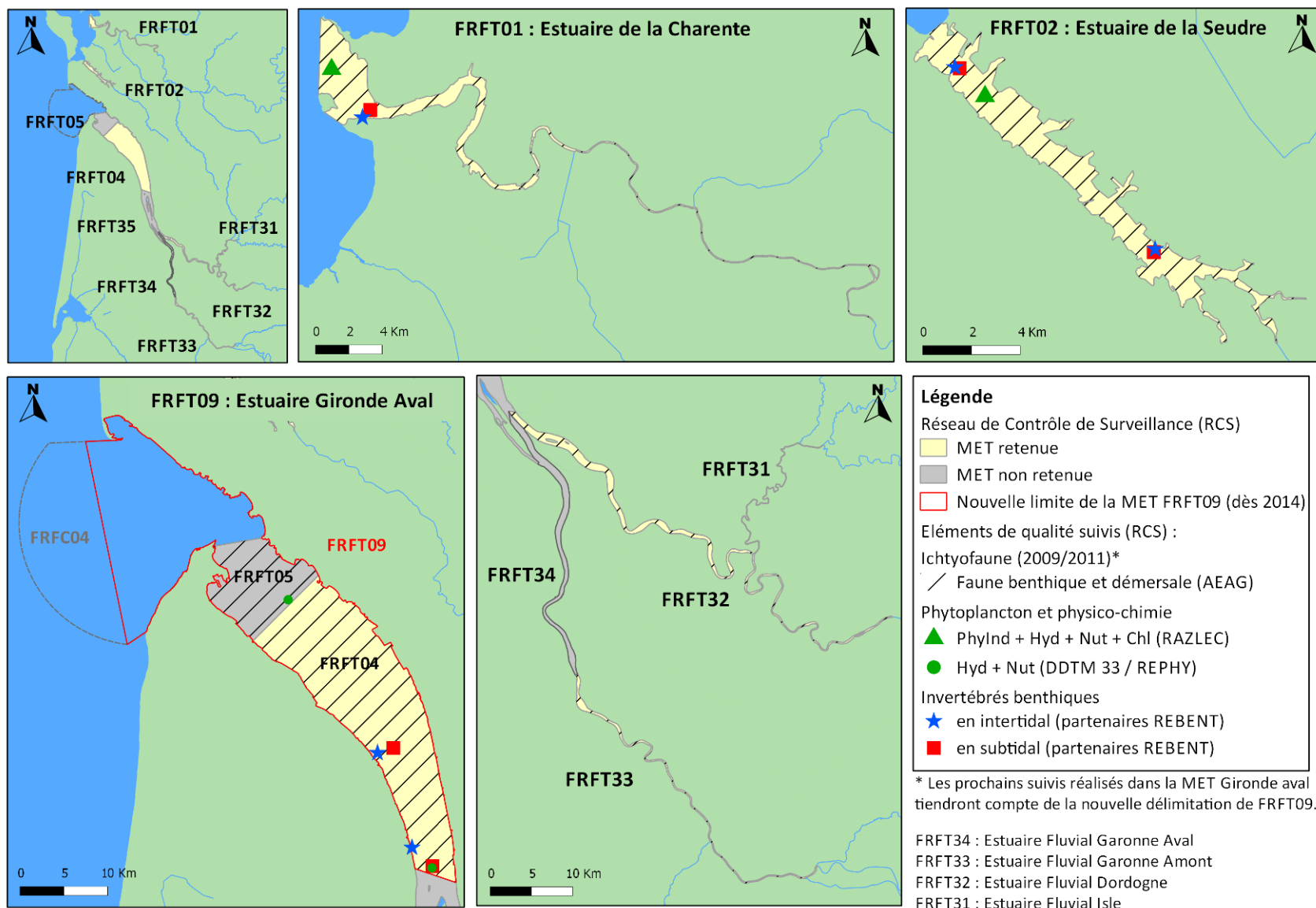
	MET											
	FRFT01	FRFT02	FRFT31	FRFT32	FRFT33	FRFT34	FRFT35	FRFT04	FRFT05	FRFT06	FRFT07	FRFT08
Retenue pour le suivi DCE (RCS)	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI	OUI
MEFM	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON
SUIVIS DCE												
Phytoplancton	OUI	OUI	-	NP	NP	-	-	NP	-	NP	OUI	OUI
Invertébrés benthiques	OUI	OUI	-	NON	NON	-	-	OUI	-	NON	OUI	OUI
Macroalgues (blooms) - survol	NP	NP	-	NP	NP	-	-	NP	-	NP	NP	NP
Macroalgues (substrat dur)	Indice en cours de développement - Pertinence du suivi à définir											
Angiospermes (herbiers à zostères)	NP	NP	-	NP	NP	-	-	NP	-	NP	NP	OUI
Ichtyofaune	OUI	OUI	-	OUI	OUI	-	-	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Physico-chimie	OUI	OUI	-	NON	NON	-	-	OUI*	-	NON	OUI	OUI
Hydromorphologie	Indicateurs et stratégie de suivi non définis											

* Les données issues de la station située dans la MET FRFT05 sont utilisées pour l'évaluation de la MET FRFT04.

Modification des limites de certaines MET de l'estuaire de la Gironde

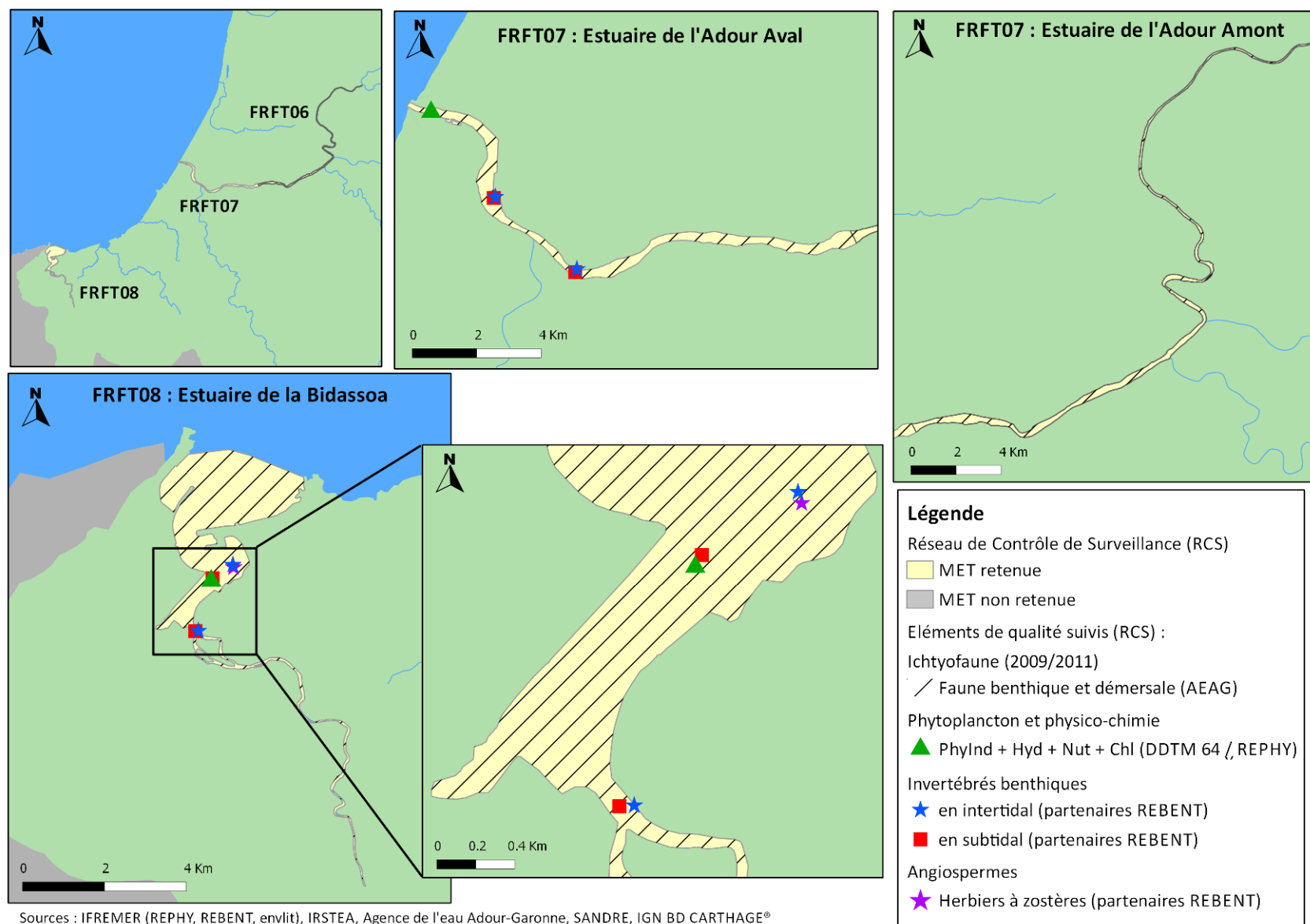
Au cours de la première phase du programme de surveillance, il s'est avéré que la délimitation des MET FRFT04 (Gironde centrale), FRFT05 (Gironde Aval) et de la MEC FRFC04 (Panache de la Gironde) étaient peu cohérentes. En effet, les évaluations faites dans la MEC donnait des résultats défavorables et peu pertinents du fait de l'application d'indicateurs et de seuils de qualité adaptés aux eaux côtières dans une zone sous forte influence du panache estuarien. Par ailleurs, la dissociation des MET FRFT04 et FRFT05 ne s'avèrerait pas nécessaire du fait de la continuité des milieux entre ces MET. Ainsi, à compter de 2014, le programme de surveillance s'appliquera à la MET FRFT09 (Gironde aval) qui correspond à la fusion des 2 MET et d'une partie de la MEC mentionnées ci-dessus (cf Figure 21).

Figure 21 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Adour-Garonne (1)



Sources : IFREMER (REPHY, REBENT, envlit), IRSTEA, Agence de l'eau Adour-Garonne, SANDRE, IGN BD CARTHAGE®

Figure 22 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Adour-Garonne (2)



CHAPITRE 3 : ANALYSE COMPARATIVE DES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE DCE MIS EN PLACE SUR LA FAÇADE MER DU NORD / MANCHE / ATLANTIQUE

1. MASSES D'EAUX DE TRANSITION SUIVIES DANS LE CADRE DU RCS

1.1. Rappel des MET retenues pour le RCS et de leurs caractéristiques physiques

Tel que cela est inscrit dans les textes de la DCE, le programme de surveillance ne s'applique pas obligatoirement à l'ensemble des masses d'eau évaluées. La DCE demande de mettre en place des réseaux de surveillance sur une sélection de masses d'eau qui doit refléter « une image d'ensemble cohérente de l'état écologique et chimique dans chaque district hydrographique et permettre la classification des masses d'eau en 5 classes selon les définitions normatives ». Le contrôle de surveillance doit donc être effectué sur « la base d'un nombre suffisant de masses d'eau de surface pour permettre une évaluation de l'état général des eaux de surface » à l'intérieur de chaque bassin versant des districts hydrographiques (DCE 2000/60/CE).

Pour la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique, 33 MET ont été retenues pour le RCS soit presque les deux tiers des MET définies sur l'ensemble de la façade. Ces 33 MET ne sont pas réparties de manière homogène dans chaque district hydrographique compte tenu d'une part, de la répartition spatiale de l'ensemble des MET et d'autre part, de la diversité de types de masse d'eau rencontrés dans chaque district (Tableau 37).

Tableau 37 : Répartition du nombre de MET retenues pour la surveillance DCE par district hydrographique

	Artois-Picardie	Seine-Normandie	Loire-Bretagne	Adour-Garonne	Total
Nombre de MET total	4	7	30	12 (11 à compter de 2014)*	53
Nombre de MET retenue pour le programme de surveillance	2	5	18	8	33
Pourcentage de MET retenue	50 %	71 %	60 %	66 %	62 %
Nombre de types de MET rencontrés et suivis (sur 9)	2	3	5	5	9

*Fusion des MET Gironde centrale et Gironde aval à compter de 2014 pour plus de pertinence. Ce chapitre « Discussion » considérera ces deux MET distinctement.

Le tableau 38 rappelle la typologie attribuée à chaque MET définie par la circulaire 2005-11 du 29 avril 2005 ainsi que le nombre de zones halines présentes et le caractère turbide de ces MET réévalué en 2013. Pour rappel, la typologie des eaux de transition est la suivante :

- T01 : Petit estuaire à grande zone intertidale méso à polyhalin faiblement à moyennement turbide
- T02 : Grand port macrotidal
- T03 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à faible turbidité
- T04 : Estuaire mésotidal très peu salé et à débit moyen
- T05 : Estuaire petit ou moyen macrotidal fortement salé à débit moyen
- T06 : Grand estuaire très peu salé et à fort débit
- T07 : Grand estuaire moyennement à fortement salé et à fort débit
- T08 : Petit estuaire à petite zone intertidale et à turbidité moyenne à forte
- T09 : Petit estuaire à grande zone intertidale fortement salé et peu turbide

Tableau 38 : Liste et caractéristiques des masses d'eau de transition retenues pour le Réseau de Contrôle de Surveillance

District	Id	Nom de la MET	Typologie ¹	Zone haline ²	Caractère turbide des MET ³
Artois-Picardie	FRAT01	Baie de Somme	T1	Méso- à polyhalin	Non turbide
Artois-Picardie	FRAT03	Port de Calais	T2	Méso- à polyhalin	Non turbide
Seine-Normandie	FRHT01	Estuaire de Seine - Amont	T4	Eau douce	Non turbide
Seine-Normandie	FRHT02	Estuaire de Seine - Moyen	T4	Eau douce	Non turbide
Seine-Normandie	FRHT03	Estuaire de Seine - Aval	T4	Oligo- à polyhalin	Turbide
Seine-Normandie	FRHT05	Baie du Mont-Saint-Michel	T5	Oligo- à polyhalin	Turbide
Seine-Normandie	FRHT06	Baie des Veys	T5	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT03	Le Trieux	T1	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT06	Rivière de Morlaix	T9	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT07	La Penzé	T9	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT08	L'Aber Wrac'h	T9	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT10	L'Elorn	T8	Oligo- à polyhalin	Turbide
Loire-Bretagne	FRGT12	L'Aulne	T8	Oligo- à polyhalin	Turbide
Loire-Bretagne	FRGT13	Le Goyen	T1	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT14	Rivière de Pont-l'Abbé	T1	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT15	L'Odet	T8	Méso- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT16	L'Aven	T1	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT17	La Belon	T9	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT18	La Laïta	T3	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT19	Le Scorff	T1	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT20	Le Blavet	T8	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT21	Rivière d'Etel	T3	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Loire-Bretagne	FRGT27	La Vilaine	T1	Oligo- à polyhalin	Turbide
Loire-Bretagne	FRGT28	La Loire	T7	Eau douce à polyhaline	Turbide
Loire-Bretagne	FRGT31	La Sèvre Niortaise	T8	Oligo- à polyhalin	Turbide
Adour-Garonne	FRFT01	Estuaire Charente	T1	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Adour-Garonne	FRFT02	Estuaire Seudre	T1	Méso à polyhalin	Non turbide
Adour-Garonne	FRFT32	Estuaire Fluvial Dordogne	T4	Eau douce	Turbide
Adour-Garonne	FRFT33	Estuaire Fluvial Garonne Amont	T6	Eau douce	Turbide
Adour-Garonne	FRFT09	Gironde aval (nouvelle MET)	T7	Méso à polyhalin	Turbide
Adour-Garonne	FRFT06	Estuaire Adour Amont	T4	Eau douce	Turbide
Adour-Garonne	FRFT07	Estuaire Adour Aval	T3	Oligo- à polyhalin	Non turbide
Adour-Garonne	FRFT08	Estuaire Bidassoa	T3	Oligo- à polyhalin	Non turbide

¹ Selon la typologie définie par la circulaire 2005-11 du 29 avril 2005 (les critères de cette typologie et les indications sur les zones halines et la turbidité des eaux peuvent différer suite à l'amélioration des connaissances dans certaines MET depuis 2005).

² Oligohalin : 0,5 à 3-5 ; mésohalin : 3-5 à 18 ; polyhalin : 18 à 35. Zones halines données à titre indicatif (variables selon les conditions hydrologiques et de marée). Informations tirées de la base de données POMET de l'IRSTEA, de rapports du REB (2013) et des données SYNAPSES (GIP Seine-Aval).

³ D'après la réévaluation du caractère turbide des MET réalisée par Belin et Daniel (2013).

Des suivis peuvent être réalisés dans le cadre du RCS sur des MET initialement non retenues pour ce type de suivi selon :

- Si elles présentent un enjeu fort : cas des blooms de macroalgues avec le survol de l'intégralité du littoral breton et d'une partie du littoral normand ;
- Les caractéristiques physiques des MET : cas d'un herbier à zostères dans l'estuaire du Lay (FRGT30) ;
- La pertinence du suivi : cas du suivi de l'ichtyofaune dans la MET FRFT05 (Gironde aval) pour des raisons de cohérence avec le suivi mené en amont de cette MET. Depuis 2014, ce cas de figure n'est plus car cette MET a été redélimitée et fusionnée avec la MET FRFT04 (Gironde centrale) (cf Figure 21, p 92).

Par ailleurs, des campagnes de prélèvements respectant les protocoles définis pour la DCE sont également réalisées par les Agences de l'eau dans le cadre du RCO ou de suivis régionaux en raison d'enjeux forts sur

certaines MET (cas de l'ichtyofaune et de la physico-chimie). Ces suivis étant menés hors RCS, ils ne seront pas considérés dans ce chapitre.

1.2. Pertinence des évaluations et des suivis des éléments de qualité en fonction des caractéristiques des MET

La mise en place d'un RCS est directement dépendante de l'état d'avancement des indicateurs de qualité DCE mais également des caractéristiques physiques des MET qui conditionnent fortement :

- La pertinence d'une évaluation ou l'opérationnalité des outils développés dans certains types de MET (cas du phytoplancton, de la physico-chimie, des blooms de macroalgues et des herbiers à zostères) ;
- La pertinence ou l'opérationnalité des protocoles de surveillance associés (cas du phytoplancton en eau douce et de la physico-chimie).

Afin de justifier l'absence partielle ou totale d'une surveillance DCE en eaux de transition, il est essentiel de rappeler les contraintes d'application des protocoles développés en fonction des caractéristiques de certaines MET.

1.2.1. Phytoplancton

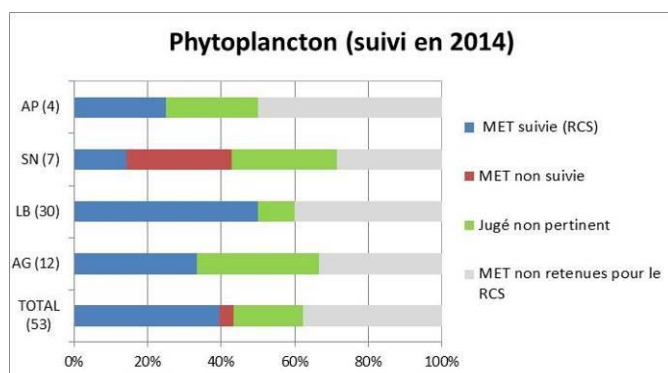
Règles d'évaluation et répartition des MET suivies au titre du RCS

Les règles d'évaluation de la qualité des eaux littorales établies pour la DCE précisent que l'élément « phytoplancton » n'est pas pertinent dans les MET turbides car cette turbidité limite la pénétration de la lumière et par conséquent, le développement de ces organismes photosynthétiques. Ainsi, d'après ce critère, environ un tiers des MET retenues pour le RCS ne font pas l'objet d'un suivi du phytoplancton du fait de leur caractère turbide (selon le nouveau classement des MET turbides réalisé par Belin et Daniel (2013) - cf Tableau 38, p 95).

La méthode de surveillance développée par l'IFREMER devrait donc s'appliquer à l'ensemble des MET non turbides de la façade Manche/Atlantique retenues pour le RCS. En pratique, elle n'est pas appliquée dans :

- la MET FRAT03 (port de Calais) : la mise en œuvre de la plupart des suivis biologiques et de la physico-chimie n'a pas été jugée pertinente dans cette MET composée exclusivement d'une zone portuaire ;
- les MET délimitant les zones fluviales tidales des grands et moyens estuaires soit 5 MET parmi celles retenues pour le RCS : FRHT01, FRHT02 du district Seine-Normandie et FRFT32, FRFT33 et FRFT06 du district Adour-Garonne. Aucun suivi n'est réalisé par l'IFREMER du fait des eaux douces composant ces MET.

La Figure 23 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'évaluation DCE du phytoplancton dans chaque district hydrographique (ne sont pas représentées, les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de surveillance mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie (RCS)	1	1	15	4
MET non suivie	0	2	0	0
Jugé non pertinent	1	2	3	4
MET non retenues pour le RCS	2	2	12	4
TOTAL	4	7	30	12

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne
Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 23 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour le phytoplancton au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

Phytoplancton dans les MET fluviales tidales

D'après les travaux menés dans le projet BEEST, les grands estuaires tels que celui de la Seine, de la Loire et de la Gironde sont perçus comme des zones d'accumulation temporaire du phytoplancton d'origine fluviale (apport amont) et d'origine marine dans la partie aval. Il y a pas ou peu de production locale du fait de la turbidité des eaux (Courrat et al., 2010). Dans les zones fluviales tidales, les espèces rencontrées sont essentiellement des espèces adaptées aux eaux douces qui présentent un taux de mortalité très important lorsqu'elles entrent en contact avec les eaux saumâtres sous l'action des courants. Ceci peut engendrer des problèmes d'eutrophisation des eaux (désoxygénation) suite à la dégradation d'une quantité massive de phéopigments tel que cela est le cas dans l'estuaire de la Loire (Foussard et Etcheber, 2011). Les outils d'évaluation basés sur le phytoplancton développés jusqu'à présent pour les eaux littorales et les cours d'eau ne permettent pas de prendre en considération l'impact de ces apports amont sur la qualité des MET fluviales tidales (outils non appliqués ou applicables en l'état). Par conséquent, les 9 MET fluviales tidales de la façade Manche/Atlantique doivent être évaluées sur la base du dire d'experts. Le développement d'un indicateur spécifique à ce type de milieu n'est pas envisagé actuellement.

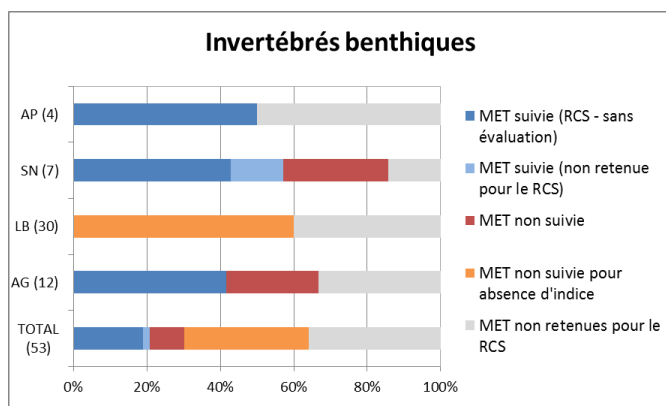
1.2.2. Invertébrés benthiques

Conditions d'application de l'indicateur MISS-TW (en cours de finalisation)

Pour les invertébrés benthiques, l'indicateur MISS-TW (Macrobenthic Index for Sheltered Systems - Transitional Water) nécessite des travaux complémentaires pour être validé afin de mieux considérer l'influence des pressions anthropiques sur les peuplements étudiés. En l'absence d'une méthode d'évaluation validée, aucun suivi de cet élément n'est imposé dans le cadre du RCS. Cela étant, des suivis sont malgré tout mis en place dans diverses MET des différents districts hydrographiques excepté en Loire-Bretagne où aucun suivi ne sera engagé tant que l'indicateur ne sera pas opérationnel (cf chapitre 2, cartes p 79 à 93). Ces suivis ont essentiellement vocation à constituer une base de données homogène pour une application future de MISS-TW. Dans certains cas, la position très aval (en zone polyhaline) des stations de prélèvement permet l'utilisation de l'indice M-AMBI employé pour l'évaluation des invertébrés benthiques en eaux côtières. Si les résultats obtenus sont jugés représentatifs de la MET concernée, ils peuvent être exploités pour qualifier son état pour la DCE.

Tel qu'il a été construit, l'indicateur MISS-TW considère uniquement les espèces marines se développant dans les zones méso-, poly- et euhalines. Il ne tient donc pas compte des zones oligohalines et fluviales tidales en raison d'une typologie d'habitats et de peuplements associés spécifiques aux eaux douces soumises à la marée (présence majoritaire d'oligochètes). Par conséquent, la méthode d'évaluation en cours de développement ne sera pas adaptée pour qualifier l'état des 9 MET fluviales tidales présentes sur la façade Manche/Atlantique. Le développement d'un indicateur spécifique à ce type de milieu n'est pas envisagé actuellement.

La Figure 24 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies au titre du RCS en vue de constituer une base de données « invertébrés benthiques » (ne sont pas représentées, les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de surveillance mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie (RCS - bancarisation)	2	3	0	5
MET suivie (non retenue pour le RCS)	0	1	0	0
MET non suivie	0	2	0	3
MET non suivie pour absence d'indice	0	0	18	0
MET non retenues pour le RCS	2	2	12	4
TOTAL	4	7	30	12

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne
Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 24 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les invertébrés benthiques (bancarisation) au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

Les MET concernées par ces suivis sont précisés dans le chapitre dédié aux invertébrés benthiques (chapitre 2, Tableau 16, p 41).

Éléments de réflexion pour une évaluation des MET fluviales tidales et oligohalines

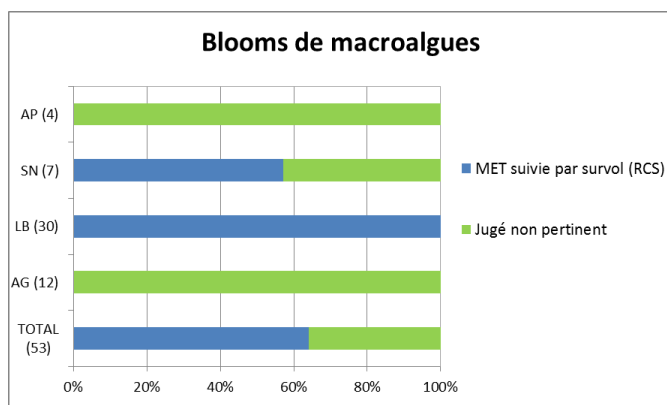
Dans le cadre du projet BEEST, Courrat et al. (2010) se sont intéressés aux possibilités d'adaptations d'indicateurs développés pour les grands fleuves, aux zones fluviales tidales des grands estuaires. L'indice qui semble le plus « simple à appliquer ou à adapter » est l'Indice Oligochète de Bioindication des Sédiments (IOBS). Ce dernier est, a priori, utilisable tant que les chlorures ne dépassent pas la concentration de 5000 mg.L⁻¹. Une utilisation de l'IOBS pourrait donc être envisagée dans les zones fluviales tidales et oligohalines. Des tests en ce sens ont été envisagés mais jamais réalisés par manque de financement (M. Lafont, com. pers., 2009). L'IOBS est un indicateur intéressant dans son principe puisqu'il est sensible à des contaminations par des micropolluants toxiques type métaux, PCB ou HAP. D'autre part les taxons sur lesquels il s'appuie sont dits « sans zonation ni distribution régionale dans les eaux courantes européennes », ce qui rend cet indicateur en théorie, applicable quelle que soit la latitude. Il présente néanmoins un inconvénient : les oligochètes sont particulièrement difficiles à déterminer et très peu d'équipes ont cette compétence en France.

1.2.3. Blooms de macroalgues opportunistes

L'indicateur TW OGA (Transitional Waters Opportunistic Green Algae) a été développé pour évaluer les blooms d'algues vertes opportunistes se développant sur substrats vaseux ou sableux. Ainsi, Il peut s'appliquer à toute MET propice à ce type de prolifération algale et ayant une turbidité faible ou modérée. Jusqu'à présent, seules certaines MET des districts Loire-Bretagne et Seine-Normandie sont sujettes à ce type de dysfonctionnement. Par conséquent, cet élément de qualité est jugé non pertinent dans les deux autres districts.

Les suivis menés sur les MET présentant ce dysfonctionnement consiste en une détection par survol aérien des zones touchées puis à une estimation surfacique des dépôts et de leur taux de recouvrement. Compte tenu de l'enjeu de cette problématique, cette surveillance n'est pas limitée aux seules MET retenues pour le RCS.

La Figure 25 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'évaluation des blooms de macroalgues, au titre du RCS dans chaque district hydrographique (ne sont pas représentées, les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de surveillance mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie par survol (RCS)	0	4	30	0
Jugé non pertinent	4	3	0	12
TOTAL	4	7	30	12

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne

Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 25 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les blooms de macroalgues au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

Le plan des vols réalisés dans les 2 districts concernés sont présentés dans le chapitre 2 (Figure 5, p 46).

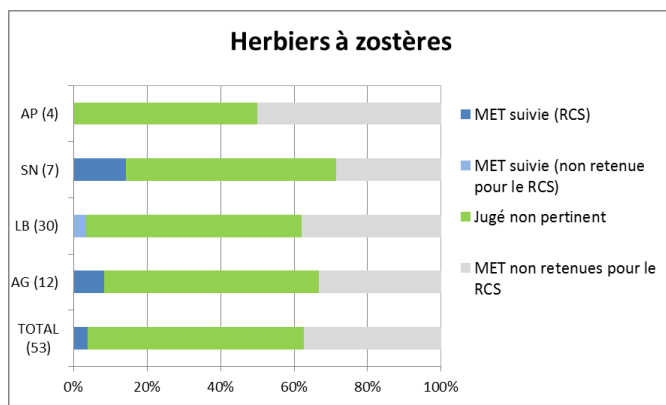
1.2.4. Macroalgues sur substrat rocheux et vases indurées en zones intertidales

L'indicateur ABER (Algal Belts Estuarine Ratios) est en cours de développement. Comme son intitulé l'indique, cet outil ne sera applicable que sur les MET présentant des macroalgues sur substrat dur et vases indurées localisées en zones intertidales. Après une application satisfaisante dans 13 estuaires bretons (Trieux, Penzé, Aber Wrac'h, Elorn, Aulne, Goyen, rivière de Pont-L'abbé, Odet, Aven, Belon, Laïta, Scorff, Blavet), des tests encourageants ont débuté en 2013 sur 2 MET du district Seine-Normandie (estuaires de l'Orne et de Seine Aval). Les prospections doivent se poursuivre en 2014 dans le district Adour-Garonne.

1.2.5. Angiospermes : herbiers à zostères

Compte tenu des fortes contraintes naturelles s'exerçant en estuaires, la diversité d'espèces végétales aquatiques susceptibles de supporter des variations constantes des conditions hydrodynamiques et physico-chimiques est très limitée dans le périmètre des MET définies pour la DCE. Les espèces capables de subsister dans ces conditions sont généralement ubiquistes (opportunistes ou très tolérantes). Elles sont par conséquent, jugées peu indicatrices de la qualité du milieu du fait de leur faible réponse face à un gradient de pression (Courrat et al., 2010). Seul un indicateur basé sur les herbiers à zostères (*Zostera noltei* en MET) a pu être développé jusqu'à présent en eaux de transition. Compte tenu des conditions restreintes dans lesquelles *Zostera noltei* peut se maintenir (substrat vaseux à sablo-vaseux, faible remaniement des sédiments et faible turbidité des eaux), seules 3 MET présentant des herbiers de taille significative sont actuellement évaluées : la Baie des Veys (FRHT06) à compter de 2014, le Lay (FRGT30) non retenue pour le RCS et l'estuaire de la Bidassoa (FRFT08). Cet élément de qualité n'est donc pas jugé pertinent dans les autres MET.

La Figure 26 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'évaluation des herbiers à zostères, au titre du RCS dans chaque district hydrographique (ne sont pas représentées, les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de suivi mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie (RCS)	0	1	0	1
MET suivie (non retenue pour le RCS)	0	0	1	0
Jugé non pertinent	2	4	17	7
MET non retenues pour le RCS	2	2	12	4
TOTAL	4	7	30	12

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne

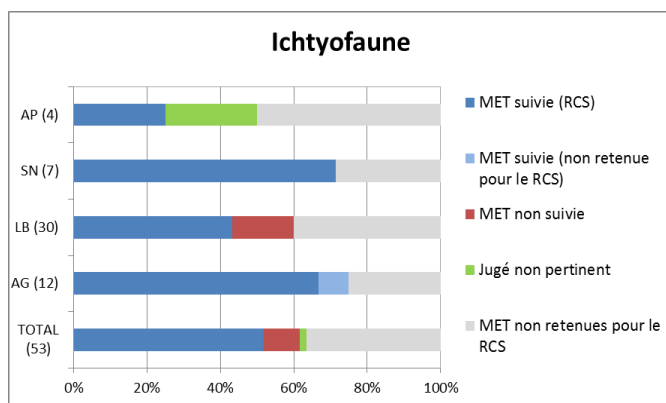
Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 26 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les herbiers à zostères au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

1.2.6. Ichtyofaune

L'indicateur ELFI (Estuarine and Lagoon Fish Index) est le seul outil pouvant être appliqué à l'ensemble des MET de la façade Manche/Atlantique (à l'exception de FRAT03 délimitant le port de Calais où le suivi de l'ichtyofaune n'est pas jugé pertinent). Cette applicabilité étendue est possible grâce à une méthode d'évaluation qui tient compte des spécificités de chaque zone haline et à un protocole de prélèvement adapté aux estuaires dans leur ensemble. La méthode est malgré tout susceptible d'évoluer au fil des prochains plans de gestion et des acquisitions de données (M. Lepage, com. pers.).

La figure 27 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'évaluation des poissons, au titre du RCS dans chaque district hydrographique (ne sont pas représentées, les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de surveillance mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie (RCS)	1	5	13	8
MET suivie (non retenue pour le RCS)	0	0	0	1*
MET non suivie	0	0	5	0
MET non retenues pour le RCS	2	2	12	4
TOTAL	4	7	30	12

*MET FRFT05 (Gironde aval) dont les limites ont été modifiées en 2014

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne

Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 27 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'ichtyofaune au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

Des suivis de l'ichtyofaune ont été réalisés (2010/2012) ou sont en cours (2012/2014) sur la MET FRAT01 (Baie de Somme) et sur la totalité des MET retenues pour le RCS des districts Seine-Normandie et Adour-Garonne.

Dans le district Adour-Garonne, la MET classée comme « MET suivie (non retenue pour le RCS) » dans la Figure 27 est la MET Gironde aval (FRFT05) dont les limites ont été modifiées en 2014. Celle-ci est fusionnée avec la MET FRFT04 située en amont pour former une nouvelle MET FRFT09 « Estuaire Gironde aval » (MET intégrée au RCS).

Dans le district Loire-Bretagne, 13 MET sur les 18 retenues pour le RCS font l'objet d'un suivi soit plus de 70 % d'entre elles, conformément à l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux pour la DCE qui impose un suivi sur 30 à 50 % des MET.

Toutes les MET concernées par ces suivis sont listées dans le Tableau 21 (p 56).

1.2.7. Physico-chimie

Les paramètres température, salinité et turbidité sont considérés comme des paramètres complémentaires nécessaires à acquérir pour mieux appréhender le résultat des évaluations d'autres éléments tels que le phytoplancton, l'ichtyofaune, l'oxygène dissous et les nutriments. Leur mesure est donc fonction des suivis menés en parallèle pour ces différents éléments de qualité.

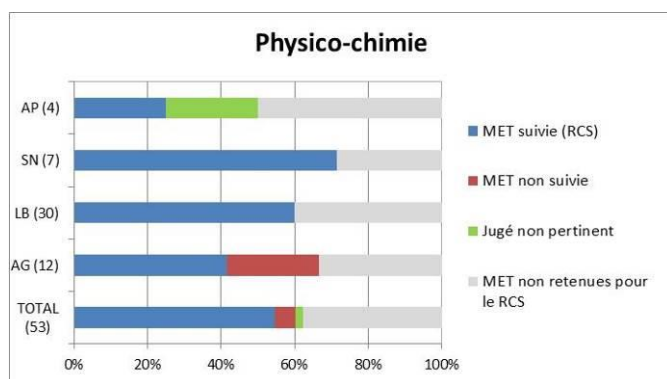
Les indicateurs « oxygène dissous » et « nutriments » ont été développés en considérant les eaux littorales dans leur globalité (MEC et MET). En pratique, il a été constaté que :

(1) L'indicateur « oxygène dissous » n'est pas adapté aux MET car il ne tient pas compte des spécificités des eaux de transition notamment l'importante variabilité spatio-temporelle des concentrations observées dans ce type de milieu. De nouveaux travaux coordonnés par l'IRSTEA ont été lancés en 2014 afin de développer un indicateur spécifique aux eaux de transition. Concernant la surveillance de la qualité physico-chimique, des suivis sont tout de même réalisés sur la quasi-totalité des MET retenues pour le RCS. Un outil d'évaluation n'étant pas validé en MET, aucun protocole de suivi adapté ne peut être proposé à l'échelle nationale.

(2) Tel qu'il est construit, l'indicateur « nutriments » nécessite de relativiser les concentrations en NID (somme nitrate, nitrite et ammonium) par rapport aux valeurs de salinité et aux concentrations en chlorophylle-a mesurées. Selon les informations diffusées jusqu'à présent, la teneur en chlorophylle-a n'est pas acquise dans toutes les MET (p ex dans l'estuaire de Gironde). Dans d'autres MET, cette donnée est acquise que récemment (postérieur à 2012). Compte tenu de la quantité de données nécessaire pour l'évaluation et de la fréquence relativement faible des suivis (4 mesures par an), ces MET pourront difficilement être évaluées à court terme.

Par ailleurs, les zones fluviales tidales ne peuvent être évaluées par manque de données ou dans le cas de l'estuaire de la Seine, les données acquises par l'AESN ne sont pas exploitées par l'IFREMER (aucune justification sur le sujet n'a pu être avancée). Les estuaires étant le réceptacle des apports du bassin versant, ils sont naturellement eutrophes. Il est difficile de déterminer, compte tenu des informations diffusées, si les seuils de qualité définis tiennent compte de cette particularité. Ainsi, cette méthode d'évaluation n'a pas pu être réellement testée dans tous les types de MET.

La Figure 28 montre la répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'évaluation de la physico-chimie au titre du RCS dans chaque district hydrographique (ne sont pas représentées les MET suivies dans le cadre du RCO ou tout autre programme de suivi mené par les Agences de l'eau hors RCS).



Nombre de MET	AP	SN	LB	AG
MET suivie (RCS)	1	5	18	5
MET non suivie	0	0	0	3
Jugé non pertinent	1	0	0	0
MET non retenues pour le RCS	2	2	12	4
TOTAL	4	7	30	12

AP : Artois-Picardie - SN : Seine-Normandie - LB : Loire-Bretagne - AG : Adour-Garonne
Nombre entre parenthèse : nombre total de MET par district

Figure 28 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour la physico-chimie au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015

La localisation des stations et la stratégie de suivi choisies pour chacune d'elles sont indiquées dans le chapitre 2 (p 79 à 93).

1.2.8. Hydromorphologie

Des travaux visant le développement d'indicateurs de qualité hydromorpho-sédimentaire sont en cours donc aucun suivi n'est pour le moment programmé. Les outils ou données pressentis pour réaliser les évaluations (modélisation, données bathymétriques type MNT) devraient permettre de couvrir à minima, l'intégralité des MET retenues pour le RCS.

1.3. Problématique liée à l'évaluation et aux suivis de la qualité des MET fluviales tidales

1.3.1. Difficultés rencontrées

Comme précisé dans les paragraphes précédents, du fait des contraintes environnementales particulières des zones fluviales tidales et du type d'outils développés jusqu'à présent, les indices biologiques utilisés en MET pour la DCE ne s'appliquent pas à ces zones particulières (à l'exception de l'ichtyofaune). En effet, les évaluations de qualité dans ces zones sont complexes à réaliser en raison de :

- Les indicateurs développés sont mieux adaptés au domaine marin et/ou aux secteurs méso- à polyhalin des estuaires. Les zones fluviales tidales possèdent une typologie d'habitats et de peuplements associés qui leur sont propres ne permettant pas de transposer les outils développés jusqu'à présent pour le domaine marin, estuarien ou fluvial à ces zones spécifiques.
- La faible richesse spécifique (diversité d'espèces) rencontrée dans ce type de MET qui peut se traduire lors des évaluations, par un milieu jugé dégradé et non comme un milieu soumis à de fortes contraintes environnementales.
- Les espèces prédominantes rencontrées sont des espèces fluviales résistantes à ces contraintes (p ex les oligochètes pour les invertébrés benthiques) ou d'espèces ubiquistes (p ex espèces opportunistes comme des algues filamenteuses ou certaines espèces de phanérogames résistantes), considérées comme des espèces à « faible valeur biologique » (Courrat et al., 2010).

Ainsi, la non-applicabilité des outils développés ne permet pas de mettre en place des programmes de surveillance adaptés aux zones fluviales tidales. Pour rappel, 9 MET fluviales tidales et/ou oligohalines sont recensées dans les districts Seine-Normandie et Adour-Garonne (Tableau 39).

Tableau 39 : Masses d'eau de transition de la façade Manche/Atlantique composées uniquement d'une zone fluviale tidale

District	Identifiant	Nom de la MET	MET retenue pour le suivi DCE
Seine-Normandie	FRHT01	Estuaire de Seine - Amont	OUI
Seine-Normandie	FRHT02	Estuaire de Seine - Moyen	OUI
Seine-Normandie	FRHT07	La Risle	NON
Adour-Garonne	FRFT31	Estuaire Fluvial Isle	NON
Adour-Garonne	FRFT32	Estuaire Fluvial Dordogne	OUI
Adour-Garonne	FRFT33	Estuaire Fluvial Garonne Amont	OUI
Adour-Garonne	FRFT34	Estuaire Fluvial Garonne Aval	NON
Adour-Garonne	FRFT35	Gironde amont	NON
Adour-Garonne	FRFT06	Estuaire Adour Amont	OUI
Proportion par rapport au nombre de MET totale à évaluer (sur 53)			17 %

Compte tenu de la proportion de MET fluviales tidales par rapport à l'ensemble des MET à évaluer, il est légitime de se demander s'il est nécessaire de développer des indices spécifiques à ce type de milieu d'autant plus que la réflexion menée dans le projet BEEST a montré que l'adaptation des indices existants développés pour le domaine marin ou fluvial à ces MET semble compromis voire impossible (Courrat et al., 2010).

En accord avec les règles d'évaluation des eaux littorales (MEDDE, 2013), une des options envisageables pour l'évaluation de ces MET consisterait à :

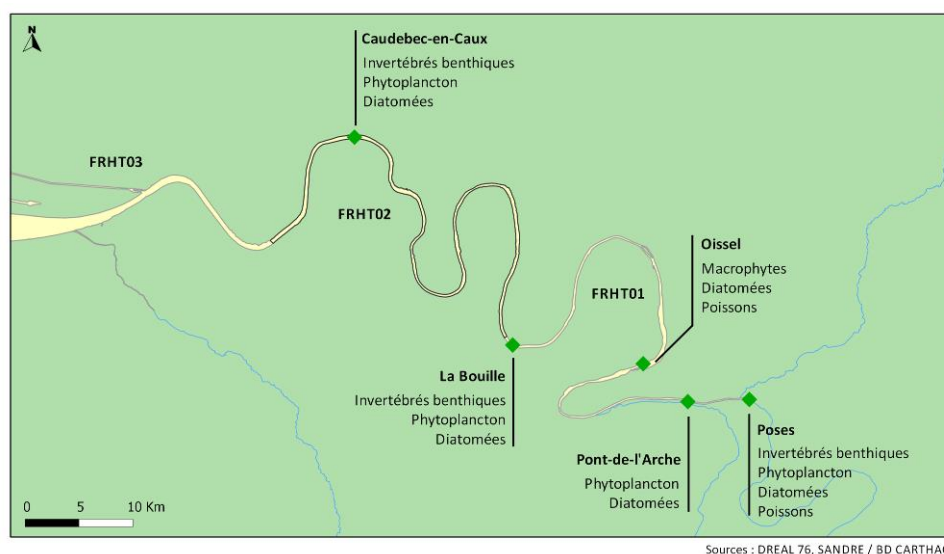
- Comparer les évaluations faites pour chaque élément de qualité, sur les masses d'eau adjacentes (en rivière et en estuaire) puis ;
- Quantifier les pressions qui s'exercent sur la MET fluviale tidale (en ciblant les pressions ayant un impact sur l'élément de qualité) et les comparer aux pressions exercées sur les masses d'eau environnantes ;
- Evaluer l'état des MET par extrapolation à partir de l'évaluation des MET adjacentes et des pressions exercées, avec l'aide d'experts.

Appliquer cette méthode implique une certaine continuité dans les évaluations entre le domaine fluvial, la zone d'eau douce des estuaires et les zones halines. Compte tenu du fonctionnement particulier des eaux de transition, il sera nécessaire de déterminer si cette approche est cohérente scientifiquement.

Il est à noter que l'estuaire de la Loire est constitué d'une zone fluviale tidale non négligeable. Ne formant qu'une seule masse d'eau, son évaluation est basée sur les indices développés pour les eaux côtières et de transition. Ainsi, elle ne prend en considération qu'une fraction de celui-ci correspondant aux zones méso- à polyhaline. Par ailleurs, les critères d'évaluation pour certains éléments de qualité peuvent ne pas être adaptés à cette MET à l'image du phytoplancton. En effet, les blooms phytoplanctoniques dans la zone amont de l'estuaire de la Loire est un phénomène récurrent à l'origine de problèmes d'eutrophisation des eaux estuariennes. Des pics élevés de concentration en chlorophylle-a (dont un atteignant 140 µg/l en juin 2010) ont notamment été mesurés à l'entrée du système (GIP Loire Estuaire, 2010). Or dans l'estuaire de la Loire, aucune évaluation DCE du phytoplancton n'est faite en raison de la présence d'un bouchon vaseux dans la partie aval de cet estuaire.

1.3.2. Exploitation des « réseaux hors DCE »

Le guide relatif aux règles d'évaluation des masses d'eau littoral (MEDDE, 2013) précise que pour des MET non suivies au titre du RCS ou du RCO, il est possible d'utiliser des données « milieux » issues de réseaux complémentaires hors DCE. Pour les MET où peu de données sont disponibles et où la mise en place d'un suivi DCE semble compromis, il pourrait être intéressant de se tourner vers de nouveaux réseaux de surveillance plus localisés que ceux utilisés jusqu'à présent pour la DCE tels que les réseaux haute fréquence de surveillance des paramètres physico-chimiques ou collaborer avec des structures comme les DREAL qui effectuent des suivis biologiques dans les estuaires à l'image de ceux réalisés sur l'estuaire de la Seine (Figure 29). Il reste à confirmer si ces suivis sont maintenus par la DREAL Haute Normandie (les dernières données publiées et accessibles, datent de 2008) (DREAL Haute Normandie, 2008).



Sources : DREAL 76, SANDRE / BD CARTHAGE

Figure 29 : Autres suivis réalisés par la DREAL de Seine-Maritime, dans l'estuaire de la Seine selon des protocoles adaptés aux rivières - non exploités dans les évaluations DCE de ces MET (DREAL Haute Normandie, 2008)

En termes de surveillance de la physico-chimie, des réseaux de mesure haute fréquence (hors nutriments) sont présents sur les 3 grands estuaires (Seine, Loire et Gironde).

L'estuaire de la Seine est équipé depuis 2011 du SYstème de surveillaNce Automatisé de la PhySico-chimie en Estuaire de la Seine (SYNAPSES) géré par le GIP Seine-Aval en partenariat avec le Grand Port Maritime de Rouen (GPMR) et l'Université de Rouen. Ce réseau se compose de 4 stations actives localisées à Rouen, Val des Leux, Heurteville et Tancarville (couvrant ainsi les 3 MET découpant cet estuaire). Le barrage de Poses devrait prochainement être instrumenté permettant ainsi d'avoir des mesures à l'entrée du système. A terme, 2 autres stations sont envisagées au niveau de l'embouchure de l'estuaire de la Seine (Figure 30).

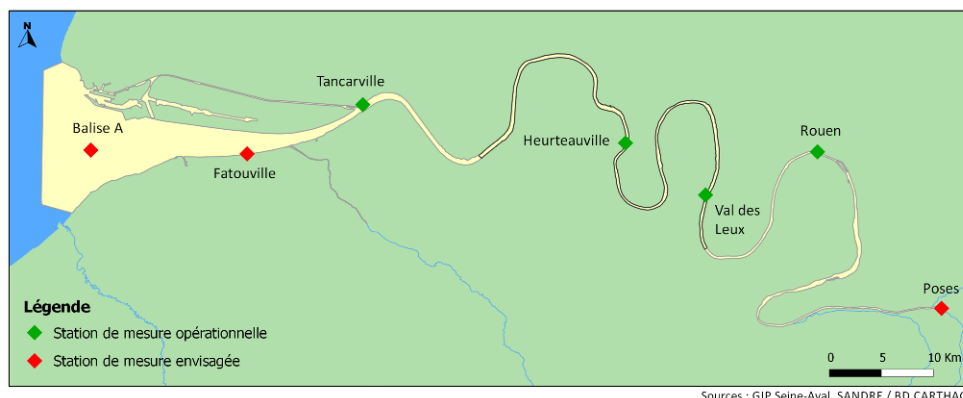


Figure 30 : Localisation des stations de mesure du réseau haute fréquence SYNAPSES (GIP Seine-Aval)

Les stations sont équipées de sondes multiparamètres permettant de mesurer en subsurface (et au fond uniquement à Tancarville) les paramètres suivants : la turbidité, l'oxygène dissous, le pH, la conductivité des eaux (permettant d'obtenir la salinité) et la concentration en chlorophylle-a uniquement à la station de Rouen. Ces paramètres sont mesurés toutes les 5 minutes. Les sondes opérationnelles sont intégrées aux marégraphes du GPMR, entre Rouen et Tancarville ce qui permet également de connaître la hauteur d'eau et les conditions de marée associées. A terme, il est envisagé que soit systématiquement mesuré la température et la concentration en chlorophylle-a sur les différentes stations.

La position d'une majeure partie de ces stations correspond avec celle des stations d'échantillonnage utilisées pour le suivi réalisé par l'AESN. La base de données acquise jusqu'à présent, sur la qualité physico-chimique des eaux de l'estuaire de la Seine peut ainsi être enrichie par les données tirées de SYNAPSES (en libre accès *via* une interface mise à disposition par le GIP Seine-Aval sur son site internet).

Dans l'estuaire de la Loire, Le SYstème de Veille dans l'Estuaire de la Loire (SYVEL) a été mis en place en 2007. Il est constitué de 5 stations de mesures fixes implantées à Donges, Paimboeuf, Cordemais, Le Pellerin, Trentemoult et Bellevue (Figure 31). Ces différentes stations permettent le suivi en subsurface (et subsurface et fond à Donges) des 4 paramètres suivants : température, conductivité, turbidité et concentration en oxygène dissous, au pas de temps demi-horaire, hormis la station localisée à Cordemais (qui fournit des moyennes horaires d'après des mesures réalisées toutes les 10 minutes).

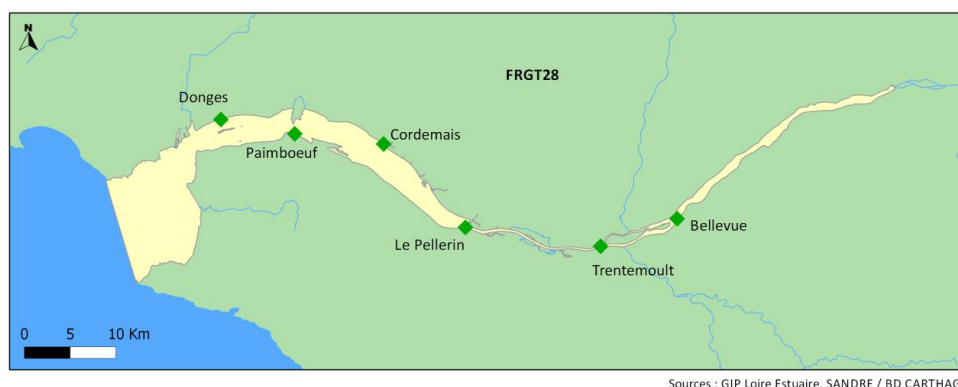


Figure 31 : Localisation des stations de mesure du réseau haute fréquence SYVEL (GIP Loire Estuaire)

SYVEL présente une densité de mesures (et en moindre importance, de station) plus forte que celles de la DDTM 44 dans le cadre des suivis DCE. Cela étant, le réseau de la DDTM 44 est assez conséquent et est réparti de manière homogène de l'amont vers l'aval.

Dans l'estuaire de la Gironde, le réseau MAGEST (Consortium MAREL Gironde ESTuaire) se compose de 4 stations de mesures automatisées localisées à Libourne, Portets, Bordeaux et Pauillac couvrant ainsi 4 MET de l'estuaire de la Gironde (Figure 32). Au niveau de chacune des stations, sont mesurés 4 paramètres physico-chimiques : la température, la salinité, la teneur en MES et la concentration en oxygène dissous, à raison d'une mesure toutes les 10 minutes à partir d'échantillons prélevés à 1 m sous la surface.

Les stations situées à Libourne et Pauillac permettent de suivre quelques paramètres physico-chimiques dans les MET FRFT32 et FRFT33 retenue pour la surveillance (ces dernières n'étant pas actuellement suivies au titre du RCS).

Ces 3 réseaux haute fréquence pourraient permettre de mieux considérer la variabilité spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques dans les grands estuaires. Toutefois, le traitement de ces données très nombreuses peut s'avérer difficile dans le cadre d'une évaluation DCE, généralement basée sur des données ponctuelles (bimensuelles, mensuelles voire bimestrielles).

Le projet coordonné par l'IRSTEA lancé en 2014, permettra d'éclairer sur cet aspect du moins pour l'oxygène dissous. Ce projet vise notamment à dégrader la donnée haute fréquence et ainsi permettre de déterminer la fréquence de mesure optimale à appliquer, en tenant compte du meilleur rapport coût/efficacité.

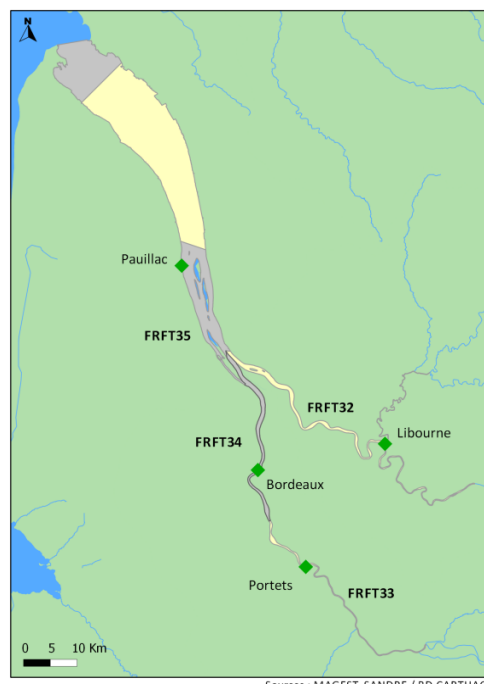


Figure 32 : Localisation des stations de mesure du réseau haute fréquence MAGEST (MAGEST)

2. PROTOCOLES EMPLOYES POUR LA SURVEILLANCE DES EAUX DE TRANSITION

2.1. Analyse globale des protocoles utilisés pour l'ensemble des éléments de qualité

Pour la majeure partie des éléments de qualité suivis, des protocoles uniques d'échantillonnage et d'analyses sont employés sur l'ensemble des bassins hydrographiques ciblés (Tableau 40). Ceci paraît sensé dès lors qu'une seule méthode d'évaluation par élément de qualité est définie. Néanmoins, il est difficile de définir des protocoles standardisés tout comme des outils d'évaluation adaptés à des milieux aussi diversifiés que les eaux de transition françaises. C'est pourquoi les hétérogénéités dans les suivis menés dans le cadre du RCS s'observent plutôt dans le type de MET suivies que dans les protocoles utilisés, à l'exception faite de la physico-chimie.

Tableau 40 : Récapitulatif des protocoles utilisés et des contraintes d'application dans le cadre du RCS

Élément de qualité	Développement du protocole de suivi	Réseaux impliqués / acteurs des suivis	Uniformité / standardisation du protocole	Applicabilité aux différents types de MET
Phytoplancton	IFREMER	REPHY, SRN, RHLN, RAZLEC, DDTM + prestataires locaux	Protocole unique applicable aux eaux salées non turbides, basé sur celui utilisé dans REPHY	Non applicable aux eaux douces et oligohalines
Invertébrés benthiques (sans évaluation)	IFREMER	REBENT Bretagne et partenaires locaux	Protocole « REBENT-DCE » pour les eaux salées, à réajuster en fonction des dernières préconisations	Non applicable aux eaux douces et oligohalines
Blooms de macroalgues	CEVA	CEVA	Protocole unique applicable aux milieux sableux et vaseux, basé sur les méthodes de suivi des marées vertes en Bretagne	Toutes MET touchée par des blooms d'algues vertes
Herbiers à zostères	IFREMER	REBENT Bretagne et partenaires locaux	Protocole unique « REBENT-DCE », basé sur celui utilisé dans REBENT	Toutes MET possédant ce type d'herbiers
Ichtyofaune	IRSTEA	IRSTEA + prestataires locaux	Protocole unique et standardisé développé spécifiquement pour la DCE	Tous types de MET
Physico-chimie	IFREMER Suivi AESN basé sur les méthodes eaux douces et normes	REPHY, SRN, RHLN, RAZLEC, REB, réseaux des DDTM 44, 33, 64 RCS/RCB de l'AESN + prestataires locaux	Préconisations pour les prélèvements proposées par l'IFREMER respectées. Méthodes analytiques adaptées aux eaux méso- à polyhalines Protocole « eau douce » appliqué dans les MET amont de l'estuaire de la Seine (suivi AESN)	Quelques MET retenues non suivies (principalement situées dans « les zones peu ou pas salées » des grands et moyens estuaires)

Les macroalgues intertidales sur substrat dur et l'hydromorphologie ne figurent pas dans ce tableau car le développement des indicateurs est en cours. Ces travaux aboutiront à terme, à la définition de méthodes de surveillance adaptées aux estuaires.

Les protocoles de surveillance appliqués pour les éléments suivis ont été essentiellement définis sur la base des connaissances acquises par les réseaux de surveillance patrimoniaux (pour la plupart, dédiés initialement à la surveillance de la qualité des eaux côtières). Ainsi, les protocoles utilisés ont été soit :

- Adaptés et/ou simplifiés à partir de protocoles préexistants, en tenant compte des moyens techniques et financiers disponibles pour la mise en œuvre de la DCE (l'objectif étant de pérenniser ces suivis). C'est notamment le cas de nombreux éléments de qualité (**phytoplancton, blooms de macroalgues, herbiers à zostères**) ;
- Développé spécifiquement pour les besoins de la DCE (**Ichtyofaune**) ;
- Utilisé tel quel à défaut d'une méthodologie adaptée (protocole « eau douce » pour la **physico-chimie** dans les zones fluviales tidales et oligohalines).

Pour les **invertébrés benthiques**, en l'absence d'un indicateur de qualité opérationnel en MET, un protocole de surveillance unique et adapté à ce type de milieu ne peut être validé à l'échelle nationale. Les suivis réalisés à l'aide du protocole « REBENT-DCE » proposé en 2008 par l'IFREMER permettent tout de même d'acquérir des données relativement homogènes sur l'abondance relative des espèces rencontrées, la granulométrie du sédiment et sa teneur en matière organique. Cependant, il semble que tous les acteurs impliqués dans ces suivis n'emploient pas la même technique notamment pour l'analyse granulométrique des sédiments (A. Garcia, com. pers.). Ainsi, face à la multitude de protocoles d'échantillonnage publiés (Grall et Hily (2003), Guillaumont et Gauthier (2005), la norme ISO/FDIS 16665 (2005), Grall & Hily (2006) et Guérin & Desroy (2008)), les coordinateurs des suivis des invertébrés benthiques prévoient de rédiger un nouveau protocole DCE synthétique et unique pour les MEC et les MET. Ce protocole tiendra compte des protocoles existants cités ci-dessus et s'appliquera aux eaux méso- à euhalines. Il sera susceptible d'évoluer en fonction des travaux menés en parallèle pour finaliser l'indicateur MISS-TW.

Pour la **physico-chimie**, le protocole de surveillance développé pour les eaux littorales s'avère peu adapté aux eaux de transition. Dans l'attente d'outils d'évaluation et de surveillance applicables aux MET (projet en cours), le protocole proposé par l'IFREMER pour les eaux littorales peut être utilisé dans les **zones méso- à polyhalines des estuaires**. D'après les informations recueillies, les différents opérateurs sollicités respectent les préconisations faites pour les prélèvements d'échantillon d'eau et les mesures *in situ* de l'IFREMER. Quant à la quantification des nutriments, elle est essentiellement réalisée par les Laboratoires Environnement Ressources (LER) rattachés à l'IFREMER (Annexe 1) selon des méthodes analytiques

identiques quel que soit le laboratoire. Les données acquises sont par conséquent homogènes. Dans les **zones fluviales tidales et oligohalines**, peu de suivis de la physico-chimie sont réalisés au titre du RCS, excepté dans l'estuaire de la Seine. Dans ce dernier, les conditions de prélèvements et de mesures ont été définies en fonction des contraintes naturelles (p ex marée) et anthropiques (p ex navigation) rencontrées dans cet estuaire. Celles-ci divergent en certains points des préconisations de l'IFREMER tout comme les méthodes de quantification des nutriments choisies par l'AESN qui sont celles développées pour le domaine fluvial donc mieux adaptées aux eaux douces de ces MET.

Le chapitre suivant traite spécifiquement de ces différents programmes de surveillance de la physico-chimie en MET pour lesquels des disparités sont observées.

2.2. La surveillance de la physico-chimie en estuaires

Pour rappel, la surveillance de la physico-chimie est associée aux échantillonnages effectués pour le phytoplancton dans le cadre de REPHY (à l'exception de 2 MET délimitant l'estuaire de la Seine). L'évaluation du phytoplancton n'étant pas pertinente dans toutes les MET retenues pour le RCS, ce réseau de mesure a été complété par (1) l'ajout de nouvelles stations au niveau desquelles les paramètres physico-chimiques sont mesurés et analysés spécifiquement pour la DCE et (2) la sollicitation de réseaux régionaux (REB, SRN, RHLN, RAZLEC, réseaux des DDTM 44, 33 et 64). L'exploitation et l'adaptation de ces différents réseaux patrimoniaux ont eu des implications sur la localisation des stations d'échantillonnage et les protocoles utilisés pour les suivis DCE.

Il est également nécessaire de rappeler que les stratégies d'échantillonnage et de mesures actuellement employées sont susceptibles d'évoluer à compter de 2015 selon les résultats obtenus par l'IRSTEA dans le cadre des travaux visant le développement d'un indicateur de qualité « oxygène » spécifique aux MET auquel sera associée une stratégie de surveillance. Malgré cela, une analyse critique des stratégies de surveillance appliquées jusqu'à présent a tout de même été faite afin de juger de la qualité des données acquises et de leur représentativité.

2.2.1. Localisation des stations d'échantillonnage

En plus du fait que certaines méthodes d'évaluation sont plutôt adaptées aux secteurs méso- à polyhalins des MET, les différents réseaux sollicités - hormis le REB et celui de la DDTM 44 - ne couvrent initialement que le domaine marin voire la zone polyhaline des milieux estuariens, ce qui n'a pas été sans conséquence sur la répartition des stations de suivis définies dans le cadre de la DCE. Ceci a entraîné une restriction géographique des suivis au niveau des grands et moyens estuaires composés de plusieurs MET dont les spécificités ne permettent pas d'appliquer les méthodes d'évaluation développées et par voie de conséquence, les protocoles de surveillance qui leur sont associés. En effet, aucun suivi n'est réalisé par l'IFREMER ou les DDTM dans les MET fluviales tidales et/ou oligohalines des estuaires de la Seine, de la Gironde et de l'Adour (cf paragraphe 1.3, p 102).

Par ailleurs, la simultanéité des suivis « phytoplancton » et « physico-chimie » implique que les stations de mesure définies comme représentatives pour le phytoplancton le sont également pour la physico-chimie. Ainsi, à l'image des estuaires tels que celui de l'Adour, de la Charente et de la Sèvre situés dans le bassin Adour-Garonne, ces stations sont localisées à proximité de la limite aval de ces MET (dans la zone méso- à polyhaline). Les fortes variabilités spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques considérés peuvent remettre en cause la réelle représentativité de ces stations pour la physico-chimie. Cela étant, compte tenu des obligations réglementaires de suivi sur un nombre élevé de MET et des moyens nécessaires pour maintenir le RCS à l'échelle de chaque bassin hydrographique, il semble difficile de multiplier les stations d'échantillonnage dans certaines MET.

2.2.2. Comparaison des protocoles utilisés

Tout comme REPHY, les réseaux SRN, RHLN et RAZLEC sont gérés par l'IFREMER donc l'application du protocole de surveillance défini par cette même structure est systématique. Pour les autres réseaux régionaux impliquant diverses DDTM (y compris le REB), la température, l'oxygène dissous, la turbidité et la

salinité sont également mesurés sur site à l'aide de sondes. Les prélèvements effectués pour la quantification des nutriments sont expédiés à l'IFREMER pour y être analysés. D'après les échanges réalisés avec les différentes DDTM impliquées, les consignes fournies par l'IFREMER pour les prélèvements d'eau sont respectées. Ainsi, les méthodes de surveillance des paramètres physico-chimiques employés par ces réseaux sont homogènes au niveau des MET concernées.

Les méthodes analytiques préconisées par l'IFREMER sont spécifiques aux milieux marins mais elles peuvent être appliquées en milieux estuariens dans les zones possédant une salinité comprise entre 2 à 35 ce qui exclut leurs zones fluviales tidales et oligohalines. Ainsi, pour assurer le suivi de la qualité des eaux douces et oligohalines très étendues de l'estuaire de la Seine (MET FRHT01, FRHT02 et une partie de FRHT03), l'AESN a mis en place un suivi répondant à ses besoins. Ce réseau inclue aussi bien la surveillance de la qualité physico-chimique que chimique des eaux ce qui implique que le protocole d'échantillonnage choisi doit tenir compte de multiples contraintes (p ex le risque de contamination des échantillons pour les analyses chimiques). Ces MET étant composées d'eau douce et en l'absence d'une méthodologie adaptée aux estuaires, les protocoles retenus par l'AESN pour la physico-chimie correspondent à des normes en vigueur pour le domaine fluvial et/ou le cas échéant, à des méthodes de surveillance développées pour les grands fleuves.

Malgré l'influence de la marée dynamique, l'application de ces méthodes spécifiques aux eaux douces s'avère plus pertinente dans les MET fluviales tidales et oligohalines que les méthodes préconisées par l'IFREMER (axé sur les eaux salées). Ainsi, le comparatif suivant a uniquement pour objectif de déterminer si les protocoles de surveillance employés en eaux de transition permettent d'obtenir des données de même qualité que ce soit du point des conditions de prélèvements ou des techniques analytiques privilégiées (Tableau 41).

Les divergences observées entre ces 2 protocoles résident essentiellement dans :

- Les conditions de marée pendant lesquelles sont faites les mesures et les prélèvements.

Les mesures et prélèvements sont réalisés à l'étape de pleine mer +/- 2 h pour l'un et durant le flot ou le jusant selon le secteur, à marée moyenne pour le second. Dans les deux cas, la période choisie ne correspond pas forcément à la période la plus favorable pour détecter des dysfonctionnements en estuaire notamment pour les déficits en oxygène dissous qui sont l'une des causes principales limitant le maintien et/ou le développement des organismes vivants. Il est connu que ces déficits sont plus prononcés en bas de la colonne d'eau, en période d'étiage et à basse mer (Foussard et Etcheber, 2011). Malgré la faible fréquence de prélèvement (mesure mensuelle), avec des mesures réalisées en subsurface et au fond, la probabilité de détecter un déficit en oxygène lors des suivis menés par l'IFREMER est plus importante que lors de ceux réalisés en estuaire de Seine par l'AESN.

- Le matériel utilisé pour effectuer les prélèvements (à la bouteille dans un cas et avec une pompe immergée ou péristaltique dans le second cas).

Ces prélèvements étant réalisés pour l'analyse des nutriments, il ne semble pas que cela ait une conséquence particulière sur l'estimation des concentrations. Une erreur de quantification est plutôt fonction du risque de contamination des échantillons (plus particulièrement pour l'ammonium) lors des transferts dans les flacons d'analyse.

- La méthode d'analyse de l'ammonium (fluorimétrie vs spectrophotométrie).

La fluorimétrie et la spectrophotométrie (ou colorimétrie) sont toutes deux applicables aussi bien en eau de mer qu'en eau douce. Cependant, elles se différencient notamment par les niveaux de concentrations mesurables (sensibilité de la méthode), le type de réactifs utilisés et leurs concentrations ainsi que pour la prise en compte de l'effet de sel plus ou moins important selon la méthode, dans les calculs.

Pour des eaux salées, Aminot et Kérouel (2007) recommande l'utilisation de la méthode fluorimétrique pour l'analyse de l'ammonium dans les eaux marines en raison de ces avantages par rapport à la spectrophotométrie qui sont :

- Une sensibilité plus élevée permettant de détecter des concentrations en nutriments relativement faibles (en estuaire, ces concentrations sont généralement bien plus élevées en mer) ;
- Des réactifs relativement stables ;

- Une sensibilité négligeable à la turbidité ;
- Un effet de sel réduit par rapport à la méthode spectrophotométrique (effet engendrant une réponse variable selon si la réaction chimique permettant le dosage des substances est sensible ou non à la salinité). Cet effet de sel est d'autant plus prononcé lors de l'analyse des eaux estuariennes que les eaux marines (l'effet tampon de ces eaux est différent).

Toutefois, selon Aminot et Kérouel (2007), la qualité des résultats obtenus que ce soit avec la fluorimétrie ou la spectrophotométrie sont identiques. Le dosage de l'ammonium pose des problèmes surtout vis-à-vis du risque de contamination de l'échantillon (par l'atmosphère ou par contact avec la peau) pour lequel l'ammonium y est sensible et à l'activité biologique interne susceptible de modifier rapidement les concentrations en ammonium malgré les pré-filtrations.

Tableau 41 : Comparatif des protocoles d'échantillonnage et d'analyse des paramètres physico-chimiques utilisés par l'Agence de l'eau Seine Normandie et ceux préconisés par l'IFREMER pour le RCS (IFREMER, 2009 ; AESN et Laboratoire de Rouen)

		Préconisations de l'IFREMER (suivi REPHY et autres)	Protocoles employés pour le suivi de l'estuaire de la Seine
Conditions de suivi			
Conditions de marée		Pleine mer +/- 2h	A marée moyenne : pendant le flot d'Honfleur à Rouen pendant le jusant de Rouen à Poses
Site de mesure		Subsurface (env. - 0,5 m) et fond pour les mesures <i>in situ</i> Subsurface (env. - 0,5 m) pour les nutriments	Subsurface (- 1 m), dans la partie centrale du chenal
Mesures <i>in situ</i> (température, oxygène, turbidité, salinité)			
Matériel		Sondes multiparamètres ou monoparamètre depuis une embarcation	
Protocoles d'échantillonnage d'eau pour les nutriments			
Matériel		Bouteille Niskin	Pompe immergée ou péristaltique (selon normes FD T90-523-1 et ISO 5667-6)
Flaconnage	Type de flacon	Flacon en HDPE (à col étroit avec bouchon à visser en polypropylène) de 100 mL pour les nutriments et de 0,5 à 2 L pour la chlorophylle-a	Flacon de 125 mL en polyéthylène avec stabilisant (pas de rinçage) pour les nutriments et de 1 L pour la chlorophylle-a
	Préfiltration	Préfiltration à la sortie de la bouteille avec une membrane de 10 à 200 µm de porosité + 3 rinçages avec eau filtrée avant de remplir les flacons selon un ordre établi	<i>Filtration faite au laboratoire</i>
Conservation lors du transport		Stocké debout, à l'abri de la lumière, au frais dans une enceinte réfrigérée avant d'être acheminés	
Analyse des nutriments au laboratoire			
Préfiltration	Nutriments	Silicate : 2 ^{nde} filtration conseillée sur membrane d'acétate de cellulose de 0,5 à 0.8 µm pour la conservation (seringue de type « Minisart »)	Filtration des particules (ex phytoplancton) pour stabiliser l'échantillon
	Chlorophylle-a	Sur filtre en fibre de verre ou acétate de cellulose de 0,7 µm de porosité (type GF/F de Whatman), avec un système de filtration sous vide (norme NF T 90-117)	
Méthode d'analyse	Ammonium	Dosages en flux continu avec détection par fluorimétrie	Dosages colorimétriques avec détection par spectrophotométrie UV-visible en flux séquentiel (norme NF T90-015-2)
	Nitrate+nitrite	Dosages colorimétriques en flux continu avec détection par spectrophotométrie	Dosages colorimétriques en flux continu avec détection par spectrophotométrie UV-visible
	Phosphate		
	Silicate		
Chlorophylle-a	Extraction des pigments chlorophylliens dans l'acétone puis analyse par spectrométrie d'absorption moléculaire avec un spectrophotomètre UV-visible		
Conservation des échantillons avant et après analyse			
Conservation	Avant analyse	Silicate : réfrigérateur (2 mois) Autres nutriments : congélateur quelques mois	Flacon ou filtre au réfrigérateur
	Après analyse ou longue durée	Au congélateur (durée en fonction de l'échantillon)	

CONCLUSION

Les réseaux de mesure patrimoniaux ont largement été exploités pour mettre en place le RCS à l'échelle nationale. Ces réseaux régionaux (REPHY, REBENT...) ont dû être adaptés afin de couvrir un maximum de masses d'eau aussi bien côtières que de transition. Le cas échéant, des collaborations se sont mises en place avec l'IFREMER chargé de coordonner ces suivis. L'IFREMER a ainsi pu améliorer la couverture géographique des suivis DCE grâce à des réseaux locaux comme le SRN, le RHLN, le REB et le RAZLEC ou en sollicitant des structures compétentes pour effectuer cette surveillance comme les DDTM. Toutefois, il subsiste des cas particuliers comme les MET fluviales tidales, non considérées par ces réseaux et dans lesquelles :

- Des suivis spécifiques ont dû être engagés (cas des suivis de la physico-chimie réalisés par un prestataire privé dans l'estuaire de la Seine) ;
- Les suivis sont inexistantes (cas des MET amont de l'estuaire de la Gironde et de l'Adour pour tous les éléments de qualité ainsi que celles de l'estuaire de la Seine pour les éléments biologiques).

Du point de vue des **protocoles appliqués** à l'échelle nationale, des méthodes identiques sont globalement employées pour les différents éléments de qualité hormis pour la physico-chimie.

Le protocole de suivi du **phytoplancton** défini dans le cadre de REPHY n'a pas été modifié pour les besoins de la DCE. Deux des stratégies employées dans REPHY pour l'acquisition de connaissances et la veille sanitaire permettait d'ores-et-déjà de renseigner les deux métriques (biomasse et abondance) retenues pour l'évaluation DCE. La localisation des stations d'échantillonnage a dû être partiellement adaptée pour les besoins de la DCE (notamment l'intégration de nouvelles stations dans les zones estuariennes non protégées initialement). Etant donné que la méthode d'évaluation cible plus particulièrement les espèces marines proliférantes, ces stations sont essentiellement positionnées dans les secteurs méso- à polyhalins des MET excluant par conséquent les zones fluviales tidales et oligohalines.

Le protocole de surveillance du phytoplancton du REPHY intégrait également des mesures de la **physico-chimie des eaux** (hors nutriments) en tant que paramètres complémentaires (stratégie « hydrologie ») pour mieux interpréter les résultats finaux. Ainsi, un suivi simultané de ces deux éléments de qualité dans le cadre de la DCE (en complétant par la quantification des nutriments) s'est imposé de lui-même et cela, malgré le fait que les conditions favorisant l'apparition de dysfonctionnement pour chacun de ces éléments peuvent différer en estuaire. La simultanéité de ces suivis a par ailleurs conditionné le positionnement des stations de mesure de la physico-chimie dans de nombreuses MET plus particulièrement celles faisant l'objet d'un suivi du phytoplancton. Pour les autres MET, les nombreuses collaborations avec des réseaux locaux ont permis de mettre en place un suivi de la qualité physico-chimique sur l'intégralité des MET retenues pour le RCS à l'exception des MET fluviales tidales.

Pour faciliter l'acquisition de données homogènes, l'IFREMER a transmis aux nombreux acteurs intervenant dans ces suivis, des préconisations pour les mesures *in situ* et les échantillonnages d'eau destinés à l'analyse des nutriments et de la chlorophylle-a. Pour ces dernières, l'IFREMER effectue lui-même les analyses en laboratoire permettant ainsi l'utilisation de techniques de quantification uniques à l'échelle nationale. D'après les informations récoltées, ces préconisations semblent être respectées par toutes les structures impliquées dans les suivis coordonnés par l'IFREMER.

Comme précisé précédemment, ces méthodes ne s'appliquent pas aux MET composées exclusivement d'eaux douces et oligohalines. En effet, compte tenu des particularités de ces MET, il s'avère plus pertinent d'appliquer des méthodes de surveillance adaptées aux rivières, méthodes qu'a choisi d'appliquer l'AESN sur l'estuaire de Seine. Néanmoins, les données récoltées par l'AESN ne sont pas actuellement exploitées par l'IFREMER dans leur évaluation (les eaux douces ont été automatiquement exclues de leur analyse faute de donnée). Ces données n'étant pas bancarisées dans la base de données Quadrigé², celles-ci ne sont pas considérées par l'IFREMER. Cela étant, le protocole d'échantillonnage des paramètres physico-chimiques en eaux de transition (hors nutriments) sera amené à être amélioré voire même entièrement redéfini d'ici 2015 suite aux :

- Travaux menés par l'IRSTEA en 2014 sur le développement d'un indicateur DCE basé sur l'oxygène dissous spécifique aux MET. Ces travaux comprennent également une analyse de données haute fréquence sur les grands estuaires pour déterminer une fréquence de mesure optimale permettant de détecter des déficits en oxygène dissous (rapport coût/efficacité).
- Travaux menés par l'Université de Bordeaux 1 et l'IFREMER (projet 2013/2015) sur la définition d'indices hydromorphologiques qui inclueront la salinité et la turbidité.

Pour les protocoles de surveillance des blooms de **macroalgues**, des **invertébrés benthiques** et des **angiospermes** (herbiers à zostères), ces derniers ont été développés à partir de protocoles existants conçus par le CEVA dans le cadre des programmes Prolittoral pour l'un et par l'IFREMER dans le cadre de REBENT pour les deux derniers éléments de qualité. Ces protocoles ont été développés pour les eaux littorales dans leur ensemble. Toutefois, ils prennent en compte des types d'habitats (p ex vasières) et/ou d'espèces (p ex zostères) bien particuliers, présents aussi bien en MEC que dans la partie aval des MET. Ainsi, aucune difficulté liée à l'applicabilité ou la fiabilité de ces outils en MET n'est mise en avant.

Enfin, le protocole de suivi de l'**ichtyofaune** proposé par l'IRSTEA est actuellement la seule méthode développée spécifiquement pour les MET. De plus, après plusieurs années de tests, cette méthode est suffisamment aboutie pour faire l'objet d'une normalisation par l'AFNOR (norme expérimentale). Cette normalisation implique que ce protocole doit systématiquement être employé lors des suivis DCE de l'ichtyofaune.

En terme d'**applicabilité à l'échelle de l'estuaire**, les méthodes d'évaluation des blooms de macroalgues et des herbiers à zostères sont spécifiques à des types d'espèces et/ou d'habitats particuliers caractéristiques des zones intertidales à substrat meuble ou sableux. Ainsi, les protocoles de suivis associés prennent bien en compte tous les sites potentiels dans chaque MET où l'élément y est pertinent. Pour l'ichtyofaune, le protocole de surveillance a été défini de telle sorte qu'il soit applicable à l'ensemble des MET de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique quelque soit la typologie de la masse d'eau. En revanche, pour les autres éléments de qualité, les protocoles d'échantillonnages et d'analyses ont été développés pour les eaux côtières puis ont été adaptées ou appliquées en l'état aux eaux de transition. Compte tenu des outils d'évaluation et de surveillance développés (plutôt adaptés aux eaux méso- à polyhalines), on constate que les stations de mesures ponctuelles sont généralement concentrées dans la partie la plus aval des estuaires. Dans les grands et moyens estuaires, la question de la représentativité de ces stations peut alors se poser d'autant plus que les milieux de transition sont connus pour leurs fortes variabilités spatio-temporelles des conditions environnementales, aussi bien de l'amont vers l'aval qu'au sein même de la colonne d'eau. Bien que la représentativité de ces données peut être remise en cause, il faut garder à l'esprit que la mise en œuvre de tels réseaux de surveillance pérennes demande beaucoup de moyens humains et financiers notamment en France où le nombre et la diversité de MET à évaluer sont conséquents.

Pour les MET fluviales tidales, les difficultés rencontrées pour mettre en place des outils d'évaluation adaptés à ce type de milieu implique qu'actuellement, seules des évaluations basées sur le dire d'experts sont envisageables. Lors de précédents travaux, la possibilité d'adapter des indices existants semblait complexe du fait d'une typologie d'espèces et d'habitats qui est propre à ces zones soumises à la marée dynamique. Les espèces rencontrées sont généralement ubiquistes du moins adaptées aux fortes contraintes environnementales présentes dans ces milieux. De ce fait, elles sont considérées comme des espèces à « faible valeur biologique » à partir desquelles il est difficile de mettre en avant l'influence de pressions anthropiques. Ainsi, plusieurs questions se posent : les éléments de qualité biologiques considérés par la DCE en estuaires sont-ils réellement pertinents dans les MET fluviales tidales ? Comment mettre en avant un stress anthropique en étudiant des espèces très tolérantes ? Les évaluations faites dans les dernières masses d'eau en rivière et les MET situées en aval de ces zones présentent-elles (ou doivent-elles présenter) une certaine continuité ?

Le RCS a été développé dans un but bien précis qui est de permettre de renseigner les indicateurs de qualité développés pour la DCE. Au-delà même de la DCE, cette quantité importante de données acquises à l'échelle nationale peut s'avérer très intéressante pour développer les connaissances sur ces milieux

jusqu'à présent peu étudiés. Toutefois, une question se pose : **ces données sont-elles de « qualité suffisante » pour être utilisées dans le cadre de projets inter-estuariers hors DCE ?**

L'un des principaux avantages de ces réseaux de surveillance DCE est l'application de protocoles uniques sur une majorité d'estuaires. Ceci permet de construire une base de données globalement homogène à l'échelle nationale qui peut faciliter des études comparatives inter-estuariers hors DCE. Toutefois, hormis le fait que ces suivis DCE ne portent que sur des paramètres et métriques bien particuliers, les principaux inconvénients dans l'usage de ces données résident dans :

- La faible fréquence de suivi qui ne permet pas toujours de bien apprécier les variations saisonnières ou inter-annuelles de certains paramètres. Pour un certain nombre d'éléments, les fréquences appliquées correspondent aux minimas requis par la réglementation (jugées, de manière générale, insuffisantes pour permettre de qualifier l'état des estuaires).
- Dans un souci d'optimisation des suivis (rapport coût/efficacité), les conditions de prélèvement ne sont pas systématiquement optimales à l'image des mesures de la physico-chimie dans les eaux de transition, réalisées simultanément aux suivis du phytoplancton, en subsurface et/ou au fond (selon le réseau) pendant l'étalement de pleine mer. Ces conditions ne sont pas optimales pour la détection de déficits en oxygène dissous en estuaires qui se produisent plutôt en bas de la colonne d'eau à basse mer en période d'étiage.
- La faible représentativité des données à l'échelle d'un estuaire que ce soit longitudinalement (en moyenne une station ponctuelle par MET) ou dans la colonne d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

Documents réglementaires :

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. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (consolidé par l'arrêté du 19 septembre 2011). Journal officiel n°0046 du 24 février 2010.

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021865356&dateTexte=&categorieLien=id>

Circulaire DCE 2005-11 du 29 avril 2005 relative à la typologie nationale des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eau de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau [en ligne]. Bulletin officiel du 29 avril 2005.

<http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/exboenvireco/200513/A0130011.htm>

Circulaire DCE 2007-20 du 05 mars 2007 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Bulletin officiel du 15 mai 2007.

http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/7315

Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC. Official Journal of the European Union, L 266, 8 oct. 2013, volume 56, decisions 2013/480/UE.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2013:266:FULL>

Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal officiel n° L 327 du 22 décembre [en ligne]. Disponible sur :

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:FR:HTML>

Rapports techniques et scientifiques :

AELB, 2012. Inventaire des poissons dans 10 estuaires en Loire-Bretagne, Contrôle de surveillance DCE 2012 à 2014. Cahier des Clauses Techniques Particulières, 26p.

AESN, nd(a). Cahier des Clauses Techniques Particulières des lots 13 et 14. Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux estuariennes, eaux cotières et marines du bassin Seine Normandie. CCTP, 20p.

AESN, nd(b). Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux estuariennes, eaux cotières et marines du bassin Seine Normandie - Annexe 4 au CCTP : Stratégies de surveillance et exemples de planning annuel. Annexe au CCTP, 6p.

AESN, nd(c). Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux estuariennes, eaux cotières et marines du bassin Seine Normandie - Annexe 6 au CCTP : Préconisations pour la phase de prélèvement. Annexe au CCTP, 16p.

AESN, nd(d). Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux estuariennes, eaux cotières et marines du bassin Seine Normandie - Annexe 8 au CCTP : Préconisations pour le flaconnage. Annexe au CCTP, 8p.

AESN, nd(e). Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux estuariennes, eaux cotières et marines du bassin Seine Normandie - Annexe 9 au CCTP : Préconisations pour les analyses. Annexe au CCTP, 10p.

AFNOR (2011). XP T 90-701 juin 2011 - Qualité de l'eau - Échantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires. Norme expérimentale. 16

Aminot A., Chaussepied M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Ed. CNEXO, Paris, 395 p.

- Aminot A., Kérouel R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ed. Ifremer, 336 p.
- Aminot A., Kérouel R., 2007. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : méthodes en flux continu. Ed. Ifremer, Méthodes d'analyse en milieu marin, 188p.
- 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 de la DCE. Rapport Ifremer - ONEMA, Mai 2010, 16p.
- Ar Gall E., Le Duff M. (2012). Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET. Rapport UBO - Onema, Février 2012, 39p.
- ASCONIT Consultants, 2011. Inventaire des poissons dans 6 estuaires en Loire-Bretagne – Contrôle de surveillance DCE 2009 à 2011 - Lot 3 : Inventaires dans l'estuaire de la Vilaine. Rapport de synthèse, 83p.
http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/DOC00021874_s2.pdf
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P-G, Hily C., Barillé L., 2010(a). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique - Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Rapport IFREMER RST/LER/MPL/10-15, 72p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/11646.pdf>
- Auby I., Oger-Jeanneret H., Sauriau P-G, Hily C., Barillé L., 2010(b). Angiospermes des côtes françaises Manche-Atlantique - Propositions pour un indicateur DCE et premières estimations de la qualité. Annexe 2 : Fiches contenant les données sur les herbiers des différentes masses d'eau suivies dans le cadre de la DCE Rapport IFREMER RST/LER/MPL/10-15, 152p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14358/11647.pdf>
- Auby I., d'Amico F., Barbier C., Maurer D., Gouriou L., Plus M., Rigouin L., Rumebe M., Tournaire M.-P., Trut G., Oger-Jeanneret H., Soudant D., Lamoureux A., Llevot G., Beaugrand P., Michel V., Petrau C., Bariou J., Landier P., Miguel V., 2013. Suivi « hydrologie » et « phytoplancton » des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne en 2007-2012. Rapport Ifremer RST /LER/AR/13-007, août 2013, 107p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00152/26281/24364.pdf>
- Auby I., Sauriau P-G, Oger-Jeanneret H., Hily C., Dalloyau S., Rollet C., Trut G., Fortune M., Plus M., Rigouin L., 2014. Protocole de suivi stationnel des herbiers à Zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) Zostera marina, Zostera noltii - Version 2. Rapport Ifremer RST/LER/AR/14.01, mars 2014, 33p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00186/29685/>
- Bajjouk T., 2002. Mise en place d'une procédure de traitement des images SPOT pour la réalisation de cartes de végétation intertidale à l'aide du logiciel ERDAS Imagine - Guide des utilisateurs. Annexe au rapport Perrot et al. (2003), 28p.
- Beaupoil C, E. Luchetti, A. Jaffrezic, C. Cliquet, M. Le Naour, P. Breton, 2012. Inventaire de l'ichthyofaune dans 2 estuaires de la côte Sud Bretagne : Laïta et estuaire du Blavet - Rade de Lorient. Contrat AELB n° 08S0025, rapport final, 104p.
<http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/doc00021874.pdf>
- Belin C., Daniel A., 2013. - Bio-indication Phytoplancton - Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimie. Livrable A2 : Synthèse des conclusions du GT phytoplancton - hydrologie. Validation intermédiaire des grilles biomasse dans les MET de Manche Atlantique. Révision de la définition des masses d'eau turbides pour la prise en compte de l'indicateur phytoplancton. Convention ONEMA / Ifremer, complément au rapport final sur la définition des masses d'eau turbides, décembre 2013, 51 p.
- Belin C., Lamoureux A., Soudant D., 2014(a). Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 1 - Etat des lieux, méthodes et synthèse des résultats. Rapport IFREMER DYNECO/VIGIES/14-05-Tome 1, 158p.
<http://envlit.ifremer.fr/content/download/81901/580117/version/3/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+1.pdf>

- Belin C., Lamoureux A., Soudant D., 2014(b). Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 2 - Résultats détaillés : fiches par masse d'eau et éléments d'expertise. Rapport IFREMER DYNECO/VIGIES/14-05-Tome 1, 368p.
<http://envlit.ifremer.fr/content/download/81902/580120/version/4/file/Evaluation+DCE+phytoplancton+2007-2012+-+Tome+2.pdf>
- Bendschneider, K., Robinson, R.J., 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. J. Mar. Res. 11, 87-96. In : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 119-124.
- Blott S.J., Pye K., 2001. Gradistat : a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, 26: 1237-1248.
- Brivois O., Vinchon C., 2011. Résultats du classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales métropolitaines dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport final de l'action 5 2010 BRGM/RP-59556-FR, 274p.
http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/upload/doc/DCE_classement_hydromorpho_BRGM2011.pdf
- Broudin C., Houbin C., Lévêque L., Gentil, F., 2011. Inventaire de l'ichthyofaune démersale du secteur « Rivière de Morlaix » dans la baie de Morlaix - Lot n°1 : Rivière de Morlaix. Rapport final, 49p.
http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/DOC00021874_s1.pdf
- Carpentier A., Feunteun E., Guillaudeau J., Lamoureux J., 2011. Directive Cadre Eau - Suivi Ichtyologique des masses d'eau de transition : compte rendu des opérations de pêche sur l'estuaire de la Loire - Campagne d'automne 2011 et synthèse des résultats des campagnes de 2009 à 2011. Rapport final, 26p.
http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/DOC00021874_s3.pdf
- CEVA, 2011. Contrôle de surveillance DCE 2011, Suivi des blooms de macroalgues opportunistes. Contrat Ifremer n°11/5 210 785 pour le bassin Loire-Bretagne, rapport final, 56p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81266/556720/version/1/file/DCE_Bloom+opportunistes_CEVA_2011.pdf
- Chaillou P., Lemarc C., Pernet S., Perolat E., Quinio E., Robert L., Roussillon P., Beaupoil C., Luchetti E., 2013. Réseau des estuaires bretons - Qualité des eaux : Présentation et analyses des résultats - Campagne 2012. Rapport de synthèse, juillet 2013, 182p.
http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2011_Bilan_estuaires_modifie_valide_cle27ecfd.pdf
- Courrat A., Foussard V., Lepage M. (Coord.), 2010. Les indicateurs DCE estuariens - Etat des lieux à l'échelle européenne en avril 2009 - Mise à jour en décembre 2010. Projet LITEAU - BEEST, 67p.
http://seine-aval.crihan.fr/web/attached_file/componentId/kmelia324/attachmentId/24968/lang/fr/name/axe1_rapport_synthese_indicateur_mario.pdf
- CREOCEAN, 2011. Inventaire piscicole dans la Sèvre niortaise, Campagne de pêche de 2011 - Rapport de synthèse 2007 - 2009 - 2010 - 2011. Rapport de synthèse, 68p.
http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-doc/DOC00021874_s4.pdf
- Daniel A., Soudant D., 2009. Evaluation DCE avril 2009 : élément de qualité oxygène. Document général pour l'ensemble des masses d'eaux de la France métropolitaine - Convention 2009 - Action 4. 73p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/76710/527675/version/2/file/Oxygene_avr_09_R_INT_DIR_DYNECO_PELAGOS_09_02.pdf
- Daniel A., Soudant D., 2010. Évaluation DCE mai 2010 : Élément de qualité : nutriments. Document général pour les masses d'eaux de la France métropolitaine, hors lagunes méditerranéennes - Convention 2009 - Action 4. Onema, Réf. DYNECO/PELAGOS/10.03, 100p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00019/12991/9966.pdf>
- Delattre M., Vinchon C., avec la collaboration de Ar Gall E., Auby I., Bachelet G., Bruchon F., Jourdin F., Jung S., Le Hir P., Lepage M., Lobry J., Sautour B., Sottolichio A., Ximenes M.C. (2009) - Mise en place du volet « hydro-morphologie » des eaux côtières et de transition dans le cadre de la Directive cadre sur l'eau. Phase 1 : méthodologie de définition du « très bon état » et identification préliminaire des paramètres à suivre. Rapport final de phase 1. BRGM/RP-57525-FR, 112 p.
<http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-57525-FR.pdf>

- Delpech, C., Drouineau, H. & Lepage, M., 2011. Amélioration de la robustesse de l'indicateur ELFI et état d'avancement de l'intercalibration européenne. (Cemagref) Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2010, Bordeaux, France, 98 p.
<http://cemadoc.irstea.fr/oa/PUB00034720-amelioration-robustesse-indicateur-elfi-etat-avanc.html>
- Delpech, C., Lepage, M., 2012. Indicateur ELFI : agrégation temporelle et incertitudes et état d'avancement de l'intercalibration européenne - Rapport final. Etude IRSTEA/ONEMA, 38p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81455/559206/version/1/file/DCE_indicateur+poisson+ELFI_2012_03.pdf
- DREAL Haute Normandie, 2008. Suivi d'indicateurs biologiques en Seine en 2008 - L'Indice Biologique Globale adapté aux grands cours d'eau (IBGA) et l'indice biologique diatomique (IBD). Rapport de synthèse, 31p.
http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapportIBGA_IBD_seine_2008_cle191332.pdf
- Dublon J., Lepage M., Girardin M., Delpech C., Just A., Bouju V., Gonthier P., 2011. Contrôle de surveillance de l'élément de qualité biologique « poisson » dans eaux de transition d'Adour-Garonne. Etude Cemagref n°143, Groupement de Bordeaux, 73p.
<http://envlit.ifremer.fr/content/download/81728/561907/version/5/file/Rapport+DCE+Adour-Garonne+poissons+2010.pdf>
- Etcheber H., Gorse L., Anschutz P., Abril G., Coynel A., Moatar F., Gassama N., Le Bot K., Bertier C., 2013. Demi-journée scientifique « Rencontre autour de la qualité des eaux. Nantes », 29 janvier 2013. GIP Loire Estuaire. Présentation, 29p.
http://www.loire-estuaire.org/documents/pdf/Presentation_HE.pdf
- Foussard V., Etcheber H., 2011. Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques pour les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde. Projet LITEAU - BEEST, 70p.
http://seine-aval.crihan.fr/web/attached_file/componentId/kmelia324/attachmentId/25433/lang/fr/name/axe1_rapport_physicochimie.pdf
- Foussard V., Sottolichio A. (Coord.), 2011. Caractérisation d'indicateurs hydro-morpho-sédimentaires de Bon Etat écologique des estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde – Partie 2 : Synthèse de la démarche et des résultats. Projet LITEAU - BEEST, 55p.
http://seine-aval.crihan.fr/web/attached_file/componentId/kmelia324/attachmentId/24966/lang/fr/name/axe1_rapport_GTHMS_demarche.pdf
- GIP Loire Estuaire, 2010. La lettre de Loire Estuaire de la Maine à la mer. Lettre n°13, décembre 2010, 3p.
http://www.loire-estuaire.org/documents/pdf/Lettre13_BD.pdf
- Girardin, M., Lepage, M., Amara, R., Boët, P., Courrat, A., Delpech, C., Durozoi, B., Laffargue, P., Le Pape, O., Lobry, J., Parlier, E. & Pasquaud, S. 2009. Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition : programme LITEAU2 2005. 50 p.
http://www1.liteau.net/uploads/projet_documents/LITEAU_II_2005_Girardin_Rapport_Scientifique.pdf
- Gouillieux B., Bachelet G., de Montaudouin X., Blanchet H., Grémare A., Lavesque N., Ruellet T., Dauvin J.-C., Sauriau P.-G., Desroy N., Olivier F., Nebout T., Grall J., Barillé A.-L., Hacquebart P., Meirland A., Jourde J., Labruno 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. Rapport scientifique - convention ONEMA, 113p.
- Grall J., Hily Y., 2003. Echantillonnage quantitatif biocénose subtidales des fonds meubles. Fiche technique REBENT, 7 p.
http://www.rebent.org/medias/documents/www/contenu/pdf/document/Fiches_techniques/FT01-2003-01.pdf
- Grall J., Hily Y., 2006. Suivi stationnel des biocénoses des sables fins et hétérogènes envasés intertidaux. Fiche technique REBENT, 4 p.
http://www.rebent.org/medias/documents/www/contenu/documents/FT03_Grall_Rebent_SablesFins_2006.pdf.pdf
- Guérin L., Desroy N., 2008. Protocole d'observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE. Document IFREMER, 3 p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/78040/536349/file/INV_bent_protocole.pdf
- Guillaumont B., Gauthier E. (coord.), 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE - Recommandations concernant le benthos marin. Rapport Ifremer RST/Ifremer/DYNECO/VIGIES/05-11/REBENT, 152 p.
http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/Rapport_DCE_nov2005.pdf

- IFREMER, 2009. Technique de prélèvement hydrologique. Manuel Ifremer DYNECO/PELAGOS diffusé sous forme de DVD et sur le site d'Ifremer.
<http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/dossiers/prelevementhydro/presentation.html>
- IFREMER, 2012. Cahier de Procédures REPHY 2012-2013 - Document de prescription - Date d'application : 1er Octobre 2012. Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/12-07, 82 p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81386/558742/version/4/file/Cahier_REPHY_2012_version_finale_12_sep_+2012.pdf
- ISO (2005). ISO/FDIS 16665:2014 - Qualité de l'eau -- Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.
- Koroleff, F., 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C : 9 Hydr. Comm. In : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 107-118.
- Lefebvre A., Ait hamoudi T., 2011. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais Picardie. Bilan de l'année 2010. Rapport Ifremer RST.LER.BL/11.05, 209 p.
http://www.ifremer.fr/manchemerdunord/content/download/48014/684983/file/RapportSRN_Bilan2010_Edition2011_VDef.pdf
- Lepage M., Girardin M., Bouju V., 2009. Inventaire Poisson dans les eaux de transition – Procédure - Protocole d'échantillonnage pour les Districts de la façade Atlantique et Manche. Rapport Irstea, 29p.
https://hydrobio-dce.cemagref.fr/Telecharger/copy5_of_telechargements/files/protocole-poisson_met_dce_maatl.pdf/attachment_download/attachedFile
- Lepage, M., Breine, J., Van den Bergh, E., Mosch, E. C., Scholle, J., Kelly, F., Harrison, A., Jager, Z., Ruiter, H., Costa, M. J., Fonseca, V., Gamito, R., Cabral, H., Pasquaud, S., Borja, A., Uriarte, A., Galvan, C., Cano, M., Garcia Manteca, P., Coates, S., Waugh, A., Harrison, T., Moorehead, P., O'Reilly, M., Bonne, W. & Zampoukas, N., 2012. Technical report Coastal Water, North East Atlantic geographical intercalibration group. Commission, E., 51 p.
- Lobry J. (coord), Lepage M., Dublon J., Lechêne A., Feunteun E., Duhamel S., 2013. Stratégie d'observation à long terme - Guide pour le suivi de l'ichtyofaune dans l'estuaire de la Seine. Publication Seine-Aval, 10p.
http://seine-aval.crihan.fr/web/attached_file/componentId/kmelia324/attachmentId/31764/lang/fr/name/solt%20%20-%20ichtyofaune.pdf
- Lorenzen C.J., 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments : spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., 12 : 343-346.
- MEDDE, 2006. La désignation des masses d'eau fortement modifiées (MEFM) et des masses d'eau artificielles (MEA). Guide technique, 86p.
http://www.rapportage.eaufrance.fr/annexes/dce/2010/FR/3%20Etat%20des%20lieux/Circulaire%20DCE%202006-13/060130_guide_MEFM_final.pdf
- MEDDE, 2013. Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) en vue de la mise à jour de l'état des lieux 2013. Rapport MEDDE/DGAL/DEB/LM1, 128p.
http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_REEE_EL_-vf.pdf
- Mullin, J. B., Riley, J. P., 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. Anal. Chim. Acta, 12, 162-170. In : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 143-150.
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta 27, 31-36. In : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 135-142.
- Nebout T., Desroy N., Le Mao P., 2010. Coordination de l'étude des peuplements benthiques du district Seine-Normandie dans le cadre du contrôle de surveillance REBENT-DCE-Manche - Année 2009. Rapport REBENT, 80p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00026/13731/10850.pdf>
- Nedelec F., Dagneaux D., Lejolivet A., Fiant L., Etourneau C., Riou P., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Justome V., Maheux F., Pierreduplessix O., Rabiller E., Lesaulnier N., 2012. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2010. Rapport Ifremer RST.LERN/12-04, 183 p.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00094/20512/18181.pdf>

- Perrot T., Ballu S., Dion P., 2003. Evaluation du taux de couverture en fucales en zone intertidale à partir d'imagerie SPOT. Rapport REBENT, 4p.
<http://www.rebent.org//medias/documents/www/contenu/documents/FT08-2003-01.pdf>
- Rossi N., 2011. Classement DCE des masses d'eau côtières et de transition des bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie - Elément de qualité biologique macroalgues de bloom. Rapport final CEVA-ONEMA, décembre 2011, 60p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/81267/556723/version/1/file/DCE_classement_blooms+opportunistes_CEVA_2012.pdf
- Rossi N., 2012. Domaine d'application et validation des grilles d'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition élaborées dans le cadre de la DCE – Elément de qualité biologique « macroalgues opportunistes ».
- Rossi N., 2013. Poursuite du travail d'intercalibration pour l'élément de qualité biologique « macroalgues opportunistes ». Rapport final provisoire CEVA-Onema, décembre 2013, 16 p.
- Soudant D., Belin C., 2010. Evaluation DCE. Elément de qualité : phytoplancton. 01 2010. Rapport IFREMER DYNECO/VIGIES/10-03/DS, 199 p.
http://envlit.ifremer.fr/content/download/65766/466454/version/1/file/Phytoplancton_Jan_10_R_INT_DIR_DYNECO_VIGIES_10_03_DS.pdf
- Strickland J. D. H., Parsons T. R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. Second Edition, Bulletin 167. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 311p.
- Taverny C., Elie P., Boët P., 2009. La vie piscicole dans les masses d'eau de transition : proposition d'une grille de qualité pour la température, l'oxygène dissous, la salinité et la transparence. Étude CEMAGREF BORDEAUX n° 131 mars 2009, 55p.
<http://www.documentation.eaufrance.fr/notice/000000000138e6f96adf3e0e43428dc6>

ANNEXE 1 : OPERATEURS IMPLIQUES DANS LES PRELEVEMENTS, MESURES ET ANALYSES EN MET POUR LE RCS

Elément de qualité	Type d'intervention	Opérateurs par bassin hydrographique			
		Artois-Picardie	Seine-Normandie	Loire-Bretagne	Adour-Garonne
Phytoplancton	Prélèvements	LER/BL (SRN)	LER/N, DDTM 50 et DDTM 76 / CSLN (RHLN)	DDTM 22, DDTM 29 et DDTM 56 (REB) LER/FBN, LER/MPL (REPHY) MINYVEL 44	DDTM 33 et DDTM 64 LER/AR (REPHY)
	Analyse en laboratoire	LER/BL (SRN)	LER/N (RHLN)	LER/FBN, LER/MPL (REPHY)	LER/AR (REPHY)
Invertébrés benthiques	Prélèvements et analyse en laboratoire	GEMEL Picardie Station Marine de Wimereux	CSLN GEMEL Normandie	-	CNRS L'Houmeau Univ Bordeaux 1 / station marine d'Arcachon - ECOBIOC
Macroalgues (bloom)	Prélèvements et analyse en laboratoire	-	CEVA	CEVA	-
Angiospermes (Zostères)	Prélèvements et analyse en laboratoire	-	GEMEL Normandie	CNRS L'Houmeau LER/FBN	LR/HA
Ichtyofaune	Prélèvements et traitement des captures	Fishpass (en 2009) puis ULCO/UMR LOG 8187	CSLN et SEANEO	ASCONIT consultants, Bio-littoral, CREOCEAN Station biologique de Concarneau (MNHN) Station biologique de Roscoff (UPMC)	IRSTEA Bordeaux AZTI Tecnalia
Physico-chimie	Prélèvements, mesures	LER/BL (SRN)	LER/N, DDTM 50 et DDTM 76 / CSLN (RHLN) Laboratoire de Rouen (prestataire privé)	DDTM 22, DDTM 29 et DDTM 56 (REB) DDTM 17, DDTM 44, LER/FBN, LER/PC, LER/MPL MINYVEL 44	LER/PC (RAZLEC) DDTM 33 et DDTM 64 LER/AR
	Analyse en laboratoire (nutriments)	LER/BL (SRN)	LER/N (RHLN) Laboratoire de Rouen (suivi AESN)	LER/FBN, LER/MPL, LER/PC	LER/PC DDTM 33 et DDTM 64 LER/AR

CEVA : Centre d'Etude et de Valorisation des Algues

CSLN : Cellule de Suivi du Littoral Normand

GEMEL : Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux

Laboratoires rattachés à l'IFREMER :

LER/BL : Laboratoire Environnement Ressources de Boulogne-sur-Mer

LERN : Laboratoire Environnement Ressource Normandie

LER/FBN : Laboratoire Environnement Ressource Finistère - Bretagne Nord

LER/MPL : Laboratoire Environnement Ressource Morbihan Pays de la Loire

LER/PC : Laboratoire Environnement Ressource Pertuis Charentais

LER/AR : Laboratoire Environnement Ressource Arcachon

LR/HA : Laboratoire Ressources Halieutiques Anglet

ANNEXE 2 : EXEMPLE D'APPLICATION POUR LA CONVERSION DE LA VALEUR DES METRIQUES EN EQR POUR L'INDICE « BLOOMS DE MACROALGUES »

Pour l'application de la formule, les grilles de seuils et d'EQR définies dans la méthode sont impératives. Les grilles correspondant au système vaseux, sont les suivantes :

Métrique 1	Métrique 2	EQR par métrique et indicateur	Classe
Seuils	Seuils		
[0 – 5[	[0 – 10[	[1 – 0,8[	Très Bon
[5 – 15[	[10 – 50[	[0,8 – 0,6[	Bon
[15 – 25[	[50 – 100[	[0,6 – 0,4[	Moyen
[25 – 75[	[100 – 250[	[0,4 – 0,2[	Médiocre
[75 – 100]	[250 – 6000]	[0,2 – 0]	Mauvais

Exemple (valeurs hypothétiques) :

Dans une masse d'eau d'un système vaseux, le pourcentage de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes (métrique 1) est de 12 % en 2005, 8 % en 2006, 9 % en 2007, 15 % en 2008, 8 % en 2009 et 7 % en 2010. La moyenne de ces valeurs est de **9.83** %. D'après le tableau ci-dessus, cette valeur correspond au seuil **[5-15[** et à l'EQR **[0,6-0,8]**. Pour calculer l'EQR correspondant à 9.83, le calcul suivant doit être effectué :

$$EQR_{\text{métrique}} = EQR_{\text{sup}} - \left[\frac{\text{Valeur de la métrique} - \text{Seuil}_{\text{inf}}}{\text{Seuil}_{\text{sup}} - \text{Seuil}_{\text{inf}}} \times (EQR_{\text{sup}} - EQR_{\text{inf}}) \right]$$

SOIT

$$EQR_{\text{métrique}} = 0,8 - \left[\frac{9,83 - 5}{15 - 5} \times (0,8 - 0,6) \right] = 0,70$$

Cet exercice est réalisé pour chaque métrique. L'EQR final correspond à la moyenne des EQR calculés des métriques.

ANNEXE 3 : INTITULES DES NORMES UTILISEES DANS LE CADRE DES SUIVIS DE LA QUALITE DES EAUX DE TRANSITION

Objet de la norme		Réseau utilisant la norme	Référence	Intitulé
Prélèvement en rivière		Suivi AESN	FD T90-523-1 Février 2008	Qualité de l'eau - Guide de prélèvement pour le suivi de qualité des eaux dans l'environnement - Partie 1 : prélèvement d'eau superficielle
			ISO 5667-6:2005 Juillet 2005 (confirmé en 2009)	Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 6 : lignes directrices pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau
Phyto- plancton	Dénombrement	REPHY / IFREMER	NF EN 15204 Décembre 2006	Qualité de l'eau - Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl)
	Chlorophylle-a	REB / Suivi DDTM 33 / IFREMER / AESN	NF T90-117	Qualité de l'eau - Dosage de la chlorophylle a et d'un indice phéopigments - Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire
Ichtyofaune		Protocole DCE national	XP T90-701 (2011) (expérimentale)	Qualité de l'eau - Échantillonnage au chalut à perche des communautés de poissons dans les estuaires
Invertébrés benthiques		REBENT	ISO 16665 : 2005	Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles
Physico- chimie	Ammonium	REB / AESN	NF T90-015-2	Qualité de l'eau - Dosage de l'ammonium - Partie 2 : méthode spectrophotométrique au bleu d'indophénol
	Nitrate et nitrite	REB	NF EN ISO 13395	Qualité de l'eau : détermination de l'azote nitreux et de l'azote nitrique et de la somme des deux par analyse en flux (CFA et FIA) et détection spectrométrique
	Nitrite	REB	NF EN 26777	Qualité de l'eau - Dosage des nitrites - Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire
			NF EN ISO 11732	Qualité de l'eau - Dosage de l'azote ammoniacal - Méthode par analyse en flux (CFA et FIA) et détection spectrométrique
	Phosphate	REB	NF EN ISO 6878	Qualité de l'eau - Dosage du phosphore - Méthode spectrométrique au molybdate d'ammonium
	Silicate	REB	NF T90-007	Qualité de l'eau - Dosage des silicates solubles - Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire
			ISO 16264	Qualité de l'eau - Dosage des silicates solubles par analyse en flux (FIA et CFA) et détection photométrique
	MES	REB	NF EN 872	Qualité de l'eau - Dosage des matières en suspension - Méthode par filtration sur filtre en fibres de verre

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Délimitation des districts hydrographiques	13
Figure 2 : Localisation des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique par district hydrographique	15
Figure 3 : Eléments de qualité à considérer pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de transition (à gauche) et règles de décision pour le classement des MET (à droite)	17
Figure 4 : Procédure d'acquisition des données surfaciques des dépôts algaux pour l'évaluation DCE des masses d'eau littorales de la façade Manche/Atlantique	45
Figure 5 : Plans de vol permettant le suivi des blooms de macroalgues intertidales dans les districts Seine-Normandie - à gauche - et Loire-Bretagne - à droite - dans le cadre de la DCE.....	46
Figure 6 : Localisation des stations de suivi des herbiers de <i>Zostera noltei</i> (étoile violette) dans l'estuaire du Lay, celui de la Bidassoa et dans la baie des Veys	49
Figure 7 : Exemple de représentation de l'enveloppe d'herbiers à zostères définis à partir de photographie aérienne, présents dans l'estuaire du Lay en 2010.....	50
Figure 8 : Schématisation d'une station de suivi d'un herbier à <i>Zostera noltei</i> et localisation des 30 points de prélèvements qui la compose.....	51
Figure 9 : Distribution des traits de chalut effectués dans l'estuaire de la Seine lors des campagnes DCE	57
Figure 10 : Localisation des points de prélèvements des radiales de Dunkerque, de Boulogne-sur-Mer et de la Baie de Somme définis pour le Suivi Régional des Nutriments.....	65
Figure 11 : Localisation des stations de mesure suivies par la DDTM 44 dans le cadre du réseau complémentaire et pour la DCE	73
Figure 12 : Localisation des stations de mesure suivies dans le cadre du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) et Réseau Complémentaire de Bassin (RCB) sur l'estuaire de la Seine.....	75
Figure 13 : Fréquences de suivi des paramètres physico-chimiques appliquées par l'Agence de l'eau Seine-Normandie dans le cadre de la DCE sur l'estuaire de la Seine.....	75
Figure 14 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Artois-Picardie	80
Figure 15 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS (sauf mention contraire), dans le bassin Seine-Normandie (1).....	83
Figure 16 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Seine-Normandie (2)	84
Figure 17 : Secteurs définis dans le bassin Loire-Bretagne.....	87
Figure 18 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne NORD	88
Figure 19 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne SUD (1).....	89
Figure 20 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Loire-Bretagne SUD (2).....	90
Figure 21 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Adour-Garonne (1)	92
Figure 22 : Localisation des stations de suivi DCE au titre du RCS dans le bassin Adour-Garonne (2)	93
Figure 23 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour le phytoplancton au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015	96
Figure 24 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les invertébrés benthiques (bancarisation) au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015	98
Figure 25 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les blooms de macroalgues au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015.....	99
Figure 26 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour les herbiers à zostères au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015	100
Figure 27 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour l'ichtyofaune au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015	100
Figure 28 : Répartition des masses d'eau de transition suivies pour la physico-chimie au titre du RCS, dans chaque district hydrographique et à l'échelle nationale (TOTAL) au cours du SDAGE 2010-2015	101
Figure 29 : Autres suivis réalisés par la DREAL de Seine-Maritime, dans l'estuaire de la Seine selon des protocoles adaptés aux rivières - non exploités dans les évaluations DCE de ces MET	103
Figure 30 : Localisation des stations de mesure du réseau haute fréquence SYNAPSES	104
Figure 31 : Localisation des stations de mesure du réseau haute fréquence SYVEL	104

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : inventaire et typologie des masses d'eau de transition de la façade Mer du Nord/Manche/Atlantique	16
Tableau 2 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur le phytoplancton dans les masses d'eau de transition	19
Tableau 3 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les invertébrés benthiques pour les masses d'eau de transition	20
Tableau 4 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les macroalgues intertidales sur substrats durs pour les masses d'eau de transition	21
Tableau 5 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les blooms de macroalgues opportunistes pour les masses d'eau de transition.....	23
Tableau 6 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les herbiers à zostères pour les masses d'eau de transition..	24
Tableau 7 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur l'ichtyofaune pour les masses d'eau de transition	25
Tableau 8 : Etat d'avancement de l'évaluation basée sur les nutriments pour les masses d'eau de transition	28
Tableau 9 : Modalités de suivi imposées par l'arrêté du 25 janvier 2010 (modifié par l'arrêté du 29 juillet 2011) établissant le programme de surveillance de l'état des eaux pour la DCE	31
Tableau 10 : Fréquences de suivi du phytoplancton en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	33
Tableau 11 : Stratégies de surveillance mises en place dans REPHY pour la DCE	35
Tableau 12 : Modifications du classement des MET selon leur caractère (non) turbide et modifications des suivis du phytoplancton et de la chlorophylle-a mis en œuvre à compter de 2014	36
Tableau 13 : Bilan des suivis du phytoplancton et de la physico-chimie menés pour la DCE (état en 2014) et opérateurs associés	37
Tableau 14 : Suivi des paramètres physico-chimiques mis en place dans REPHY pour les masses d'eau de transition ..	38
Tableau 15 : Fréquences de suivi des invertébrés benthiques en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	39
Tableau 16 : Nombre de stations de surveillance par masse d'eau de transition suivies au titre de la DCE pour les invertébrés benthiques.....	41
Tableau 17 : Fréquences de suivi des blooms de macroalgues intertidales en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	44
Tableau 18 : Fréquences de suivi des herbiers à zostères en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	48
Tableau 19 : Echantillonnage des sédiments pour le suivi DCE des herbiers de zostères	53
Tableau 20 : Fréquences de suivi de l'ichtyofaune en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	54
Tableau 21 : Masses d'eau de transition échantillonnées pour le suivi piscicole dans le cadre de la DCE, sur la période 2009-2014.....	56
Tableau 22 : Critères à prendre en compte lors du traitement des captures	59
Tableau 23 : Fréquences de suivi de la physico-chimie en estuaires par district hydrographique et modalités de suivi imposées par la législation	60
Tableau 24 : Conditions de conservation des échantillons de MES à différentes étapes de traitement préconisées par l'IFREMER dans le cadre de la surveillance DCE	64
Tableau 25 : Méthode de stockage et pré-traitement des échantillons selon le paramètre à analyser dans le cadre du Suivi Régional des Nutriments	66
Tableau 26 : Méthode d'analyse des échantillons selon le paramètre dans le cadre du Suivi Régional des Nutriments	67
Tableau 27 : Points d'échantillonnage localisés dans les eaux de transition, fréquence de suivi et structures associées pour les prélèvements et l'analyse des échantillons dans le cadre du RHLN	68
Tableau 28 : Qualification des paramètres physico-chimiques dans le cadre du RHLN	69
Tableau 29 : Répartition des stations du REB par estuaire et nombre de stations utilisées en 2014 pour les évaluations et le suivi DCE	70
Tableau 30 : Fréquences de surveillance appliquées par le REB dans le cadre des suivis patrimonial et DCE.....	71
Tableau 31 : Méthodes d'analyses utilisées pour le suivi patrimonial mené par chaque DDTM bretonnes dans le cadre du REB.....	71
Tableau 32 : Stratégies d'échantillonnage appliquées par les différents réseaux impliqués dans le contrôle de surveillance DCE	79
Tableau 33 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Artois-Picardie au titre du RCS	80
Tableau 34 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Seine-Normandie au titre du RCS, sauf mention contraire	81

Tableau 35 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Loire-Bretagne au titre du RCS, sauf mention contraire	86
Tableau 36 : Suivis réalisés dans les masses d'eau de transition du district hydrographique Adour-Garonne au titre du RCS	91
Tableau 37 : Répartition du nombre de MET retenues pour la surveillance DCE par district hydrographique	94
Tableau 38 : Liste et caractéristiques des masses d'eau de transition retenues pour le Réseau de Contrôle de Surveillance.....	95
Tableau 39 : Masses d'eau de transition de la façade Manche/Atlantique composées uniquement d'une zone fluviale tidale.....	102
Tableau 40 : Récapitulatif des protocoles utilisés et des contraintes d'application dans le cadre du RCS	106
Tableau 41 : Comparatif des protocoles d'échantillonnage et d'analyse des paramètres physico-chimiques utilisés par l'Agence de l'eau Seine Normandie et ceux préconisés par l'IFREMER pour le RCS	109