

Description abiotique et qualité de l'eau

Diagnostic écologique du site Natura 2000
Estuaire de la Loire externe

26/04/2019

FR5212014 Estuaire de la Loire - Baie de Bourgneuf, FR5202011 Estuaire de la Loire Nord –
FR5202012 Estuaire de la Loire Sud- Baie de Bourgneuf



CE PROJET EST COFINANCÉ PAR
LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Contenu

| | |
|---|----|
| Description abiotique des sites | 3 |
| Sédimentologie | 3 |
| Bathymétrie..... | 7 |
| Circulations et hydrologie | 9 |
| Influence de la Loire | 9 |
| Qualité de l'eau..... | 10 |
| Définitions..... | 10 |
| Les différentes échelles de définition et mise en œuvre des politiques de l'eau | 12 |
| Les causes de dégradation de la qualité des eaux continentales | 14 |
| Impacts sur la qualité de l'eau en milieu estuarien et des eaux marines..... | 15 |
| Pressions potentielles sur les habitats et les espèces | 18 |
| Bibliographie | 31 |

DOCUMENT DE TRAVAIL

Description abiotique des sites

Situés à l'embouchure de la Loire et recouvrant la quasi-totalité de la baie de Bourgneuf sur une surface d'environ 800 km², les sites font partie de l'estuaire externe.

Sédimentologie

Considérant une zone plus large que le périmètre des sites Natura 2000 en mer, la quasi-totalité de la partie immergée de l'estuaire externe appartient aux assises granitoïdes et métaphoriques du socle armoricain. Les côtes rocheuses sont modelées dans le socle en falaises basses précédées de platiers irréguliers, hérissés d'écueils. Les secteurs de côtes basses sont de deux types : des plages et des cordons dunaires (du Croisic et de la Baule à l'ouest, du Pays de Retz à l'est) et des marais de fond de baie (baie de Bourgneuf, trait du Croisic) ou d'estuaire (Loire) vaseux (Dossier loi sur l'eau, 2012).

La morphologie sous-marine douce est constituée de roches et de sédiments meubles. On y retrouve des chenaux dits prolifériens qui correspondent à l'ancien lit de la Loire (avant la grande transgression marine, il y a environ de 17 000 à 10 000 ans) et qui se situent :

- en aval de Saint-Nazaire, la vallée de la Loire s'élargit en une baie triangulaire occupée par un delta sous-marin encombré de bancs de sables émergeant (les Morées, Mindin et le Pointeau) ou de roches (les Jardinets et le Chatelier), et creusée de dépressions dont la plus profonde au nord, constitue le chenal de navigation dont la profondeur est entretenue par dragages réalisés par le grand port de Nantes-Saint-Nazaire (GPMNSN).
- vers le sud-ouest, se creuse une large dépression dépassant 30 m de profondeur (les Bouquets et le grand trou), limitée au nord et au sud par deux replats et qui constitue l'ancien lit de la Loire.

Les fonds rocheux sont formés par un ensemble de plateaux constitués de grès et calcaires :

- le plateau du Four au large du Croisic, dont une partie émerge
- le plateau (ou banc) de Guérande au large des sites Natura 2000
- le plateau de la Banche
- le plateau de la Lambarde
- et la Chaussée des Bœufs au nord-ouest de l'île de Noirmoutier (Dossier loi sur l'eau, 2012).

Certains hauts fonds forment des îles, il s'agit des îles de la Baule (Les Evens, Baguenaud, Pierre-Percée) et l'île du Pilier (de nature granitique et gneissique) au nord de l'Herbaudière.



SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"

Diagnostic écologique : nature des fonds

Editée le :

11/2016

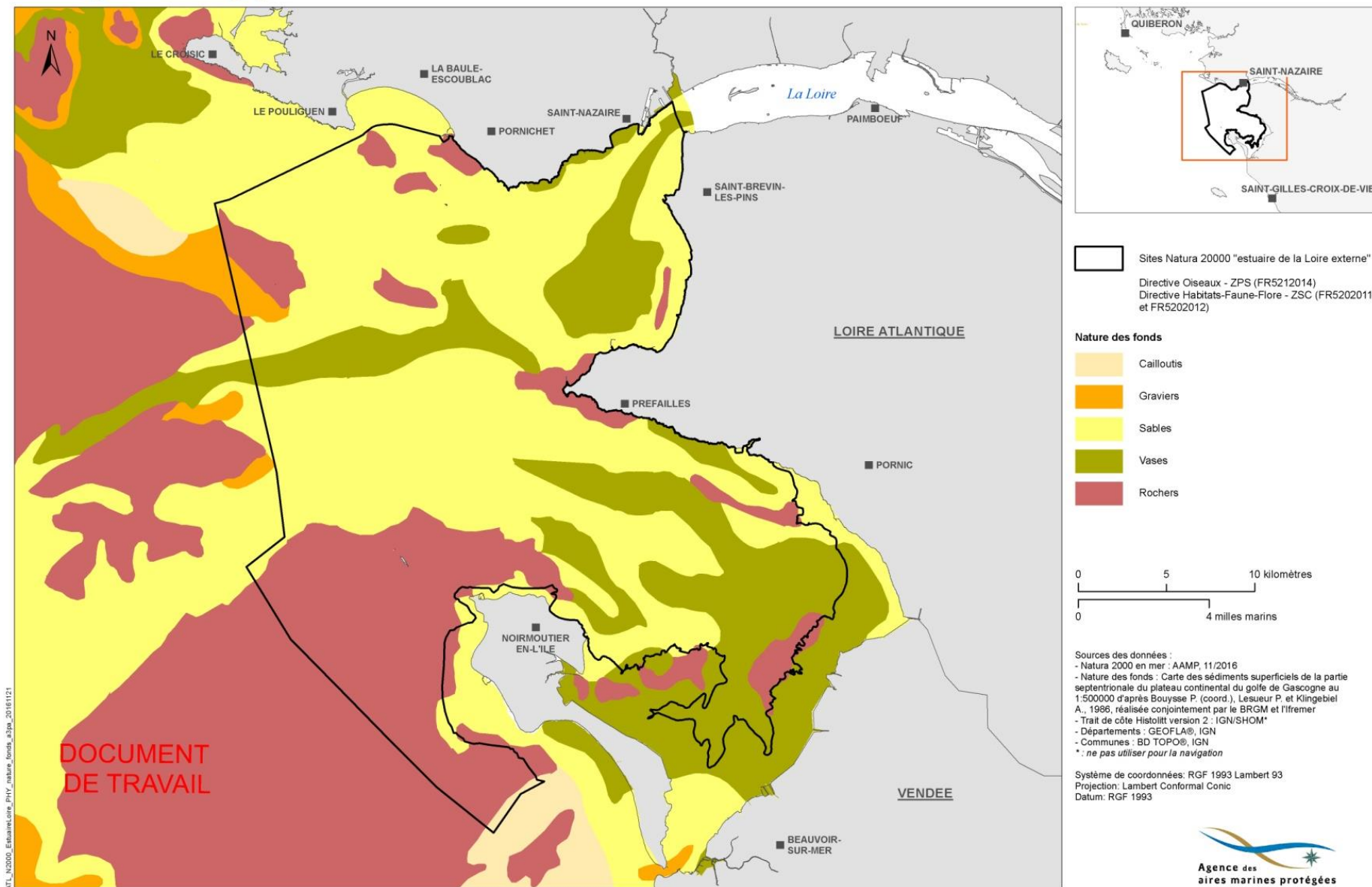


Figure 1 : carte de la nature des fonds et périmètre des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe »

SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"
Diagnostic écologique : toponymie

Editée le :

12/2016



Sites Natura 2000 "estuaire de la Loire externe"

Directive Oiseaux - ZPS (FR5212014)
 Directive Habitats-Faune-Flore - ZSC (FR5202011 et FR5202012)

⊕ Port
⚓ Epave
⊗ Phare
★ Tourelle
⊙ Bouée

Bathymétrie (en m)

| | |
|-------|------|
| Stran | -5 |
| | -10 |
| | -20 |
| | -30 |
| | -50 |
| | -100 |

0 3 6 kilomètres
 0 4 milles marins

Sources des données :

- Réseau Natura 2000 en mer : AAMP, 11/2016
- Toponymie, port : SHOM*, 2013 et AAMP, 2016
- Epave, balisage : SHOM*, 2014
- Trait de côte Histolitt version 2 : IGN/SHOM*
- Départements : GEOFLA®, IGN
- Communes : BD TOPO®, IGN
- * : ne pas utiliser pour la navigation

Système de coordonnées: RGF 1993 Lambert 93
 Projection: Lambert Conformal Conic
 Datum: RGF 1993



Figure 2 : carte de la toponymie et périmètre des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe », secteur nord.



SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"

Diagnostic écologique : toponymie

Éditée le :

12/2016

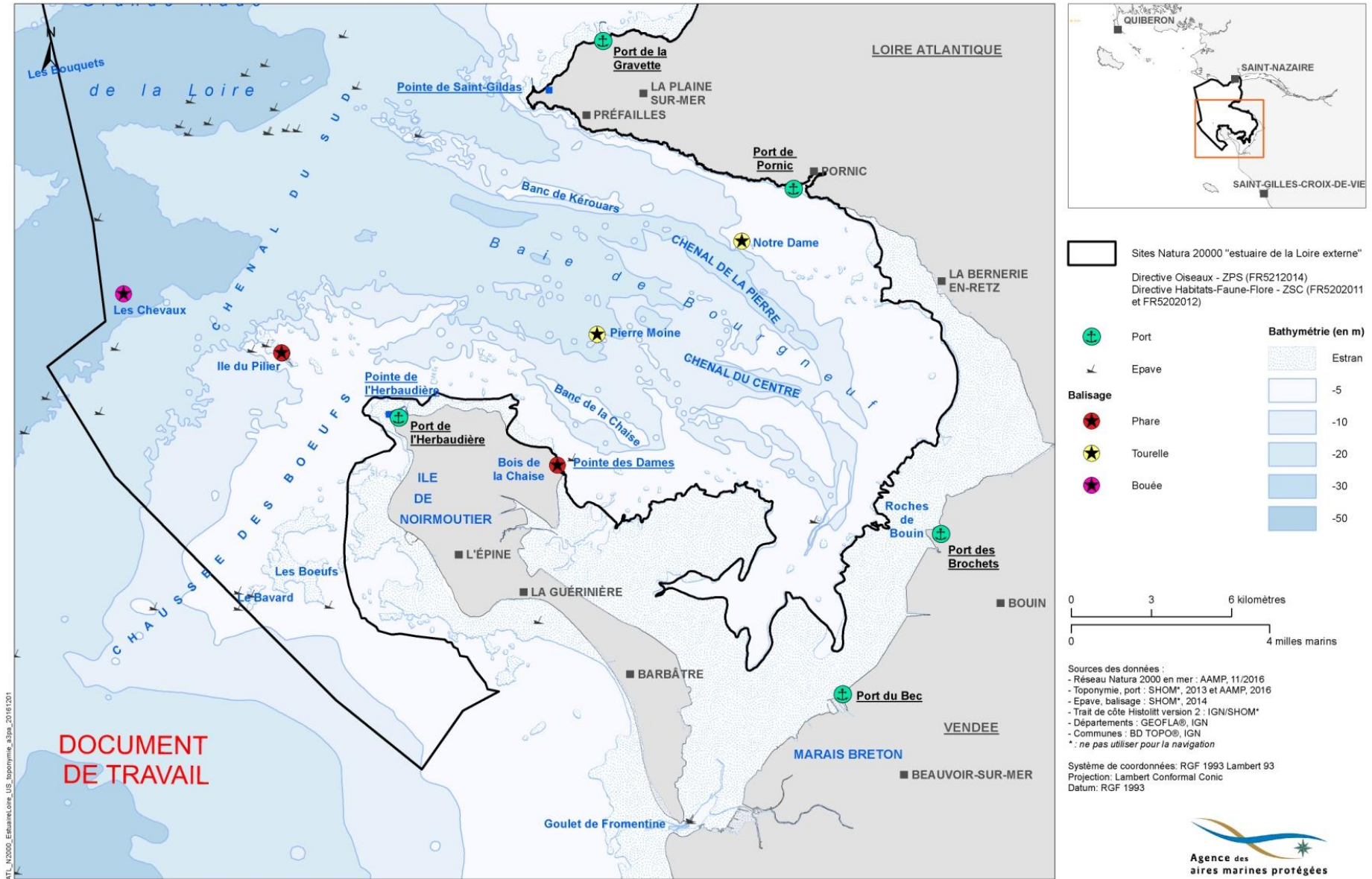


Figure 3 : carte de la toponymie et périmètre des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe », secteur sud.

Bathymétrie

Dans l'estuaire externe de la Loire, jusqu'à schématiquement une ligne fictive joignant la pointe de Penchâteau, le plateau de la Lambarde et la Pointe Saint-Gildas, la profondeur est d'environ 10 m, à l'exception du chenal de navigation qui est entretenu à 13,7 m. Une extension de petits fonds rejoint et ceinture le plateau de la Banche.

Au large du Croisic, au plateau du Four, sur le vaste plateau de Guérande; sur le banc de Kérouars immédiatement au sud de la pointe de Saint-Gildas; à l'intérieur de la Baie de Bourgneuf et en ceinture autour de l'île de Noirmoutier les profondeurs sont inférieures à 10 m, les fonds sont faibles, entre 0 et 8 m à l'embouchure de la Loire et au fond de la baie de Bourgneuf.

Les grandes profondeurs (20 m) se rencontrent plus au large, entre les plateaux de la Banche et de la Lambarde au nord, et la ceinture rocheuse de Noirmoutier au sud. C'est là que s'enracinent les deux couloirs déprimés correspondant aux anciens lits de la Loire. Le plus méridional est à peu près dans le prolongement du chenal du Sud. Le plus septentrional, secteur parfois dit des « Bouquets », conduit à la fosse du Grand Trou, où la profondeur atteint et dépasse même 60 m (Figure 4) (Dossier loi sur l'eau, 2012).



SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"

Diagnostic écologique : bathymétrie

Editée le :

11/2016

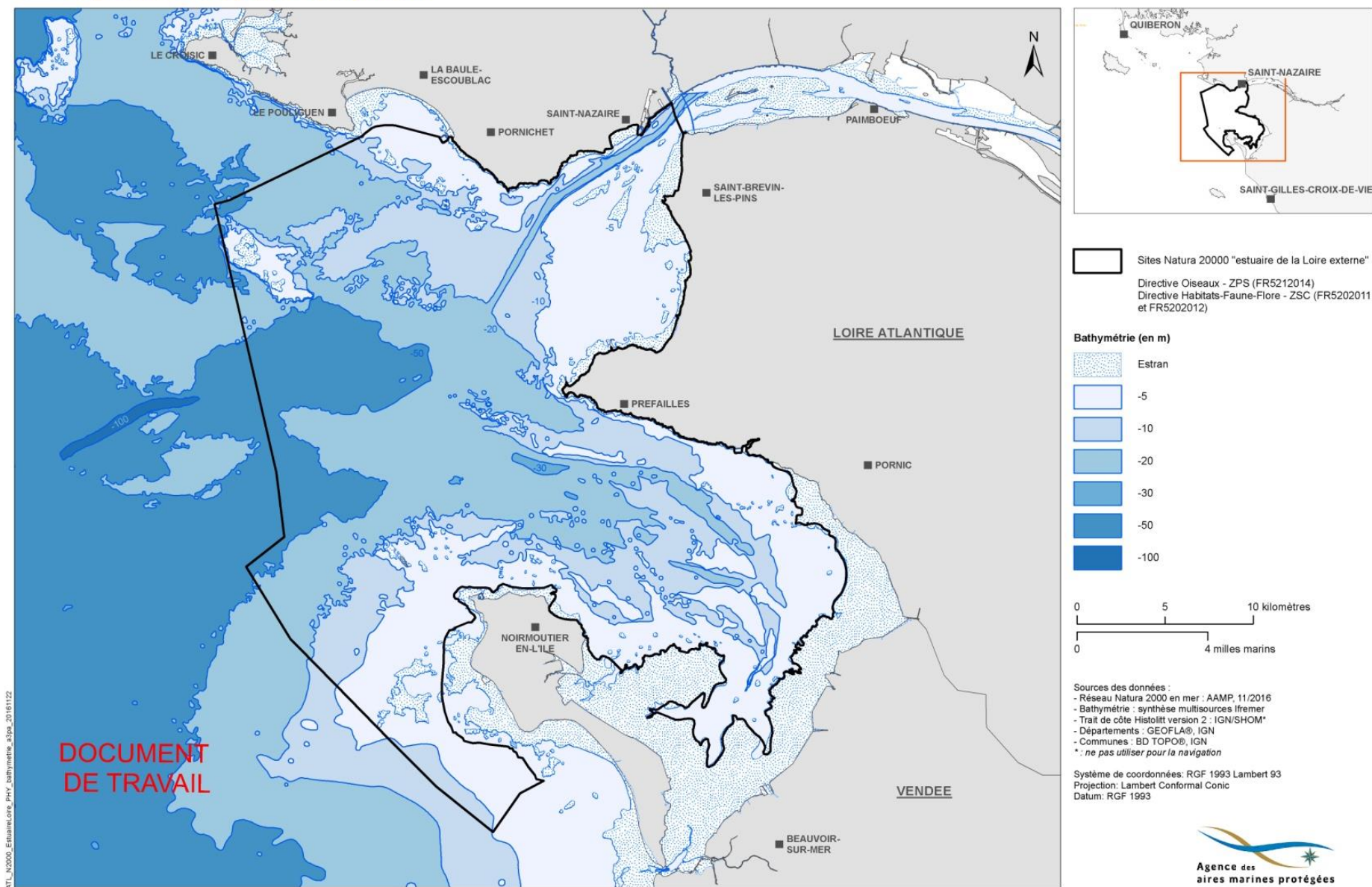


Figure 4: carte de la bathymétrie et périmètre des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe ».

Circulations et hydrologie

La circulation résiduelle de marée dans la zone Loire-Vilaine est complexe, intensifiée autour des îles et des hauts fonds (Lazure et Salomon, 1991 *in* Tessier, 2006/Figure 5). Les faibles courants de marée dans l'ensemble font que la circulation est fortement influencée par les vents, majoritairement orientés sud-ouest / ouest en hiver et ouest / nord-ouest du printemps à l'automne, avec à cette période des vents de nord-est associés aux régimes anticycloniques. Cependant, un important flux sortant de la baie de Bourgneuf est observé au passage de Fromentine, entre Noirmoutier et la côte.

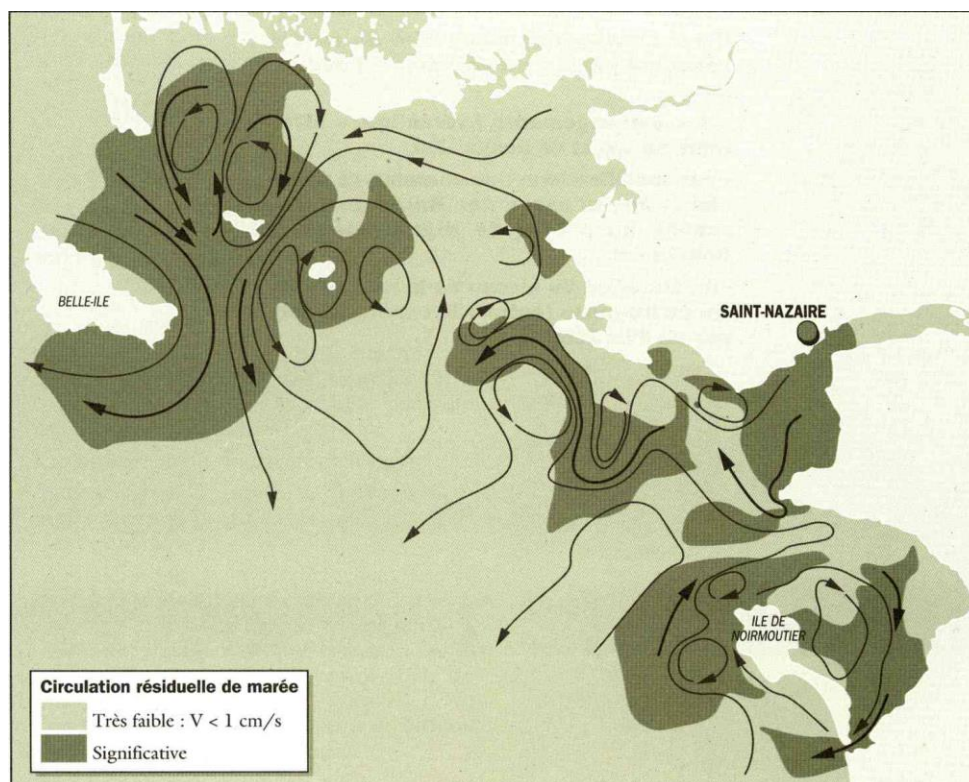


Figure 5: carte de circulations résiduelles de marée de la zone Loire-Vilaine (Lazure et Salomon, 1991 *in* Tessier, 2006 et Le Gourvello, 2009).

Influence de la Loire

L'estuaire de la Loire, qui mesure environ 100 km est l'exutoire du plus long fleuve de France qui draine un bassin versant de 118 000 km² représentant 1/5 du territoire français métropolitain. Les débits sont fluctuants entre les périodes de crue en hiver (2 000 m³/s) et les périodes d'étiage en été (300 m³/s). Ainsi l'apport d'eau douce dans l'estuaire est estimé entre 13 et 45 milliards de m³/an et l'apport d'eau de mer est estimé à 150 milliards de m³/an (GIP-LE, 2013).

L'estuaire est caractérisé par un gradient de salinité et une zone de forte turbidité appelée bouchon vaseux. Les sédiments en provenance du bassin versant, de la mer et du fond du lit, forment un tapis de vase et de matière organique (MO) sur le fond, appelé crème de vase. Sous l'action des courants de marée et/ou de crue, la vase et la matière organique sont remises en suspension et constituent le bouchon vaseux (GIP-LE, 2013). L'expulsion du bouchon vaseux, composé de matière en suspension

(MES) crée un panache turbide qui remonte vers le nord et vers le large (cette expulsion se produit quand la crue est d'au moins 4 000 m³/s, la dernière date de 2007).

Le panache fluvial s'écoule vers le nord le long de la côte du fait de la rotation de la terre. En hiver, les débits importants sont maintenus à la côte (avant l'isobathe -50 m) par les vents dominants de secteur Sud-Ouest qui intensifient le transport vers le Nord. Au printemps, les débits diminuent mais les vents tournent au Nord-Ouest et Nord-Est, le panache peut être exporté vers le large (isobathe – 100 m/Figure 4). Ainsi les conditions liées au panache et à la salinité sont dépendantes à la fois du débit et du vent (Tessier, 2006).

L'étude de Froidefond *et al.* (2003) a montré que les turbidités expulsées du panache de la Loire pouvaient souvent se confondre avec les turbidités côtières générées par les remises en suspension par temps agité (Tessier, 2006). En période d'étiage, le panache est réduit tandis qu'en période de crue exceptionnelle le panache turbide de la Loire peut être très étendu (vers l'Ouest et le Nord-Ouest) et pénétrer dans le Mor-Bras. Les concentrations en matière en suspension peuvent être importantes devant Piriac et des patches de très fortes turbidités sont alors observés devant la baie de La Baule, signalant l'expulsion du bouchon vaseux. En général, les turbidités expulsées par la Loire sont faibles par rapport aux remises en suspension.

En baie de Bourgneuf, les turbidités peuvent être également fortes, (autant qu'au niveau du panache de la Loire) et notamment à la pointe Nord de Noirmoutier, entretenues par les courants de marée, indépendamment du panache (Tessier, 2006).

Qualité de l'eau

Définitions

La qualité de l'eau est définie comme étant l'aptitude de l'eau, déterminée par ses caractéristiques physiques, chimiques, biotiques ou organoleptiques à servir à un usage défini ou à permettre le fonctionnement d'un milieu aquatique donné. (Imbeaux, 1935)

Une eau en bon état est donc une eau qui permet une vie animale et végétale riche et variée, une eau exempte de produits toxiques, une eau disponible en quantité suffisante pour satisfaire tous les usages et toutes les activités humaines.

L'état d'une eau de surface se définit par son état écologique et son état chimique :

- **L'état écologique** est l'appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur des critères de nature biologique (présence d'êtres vivants végétaux et animaux), hydro morphologique ou physico-chimique.
- **L'état chimique** d'une eau de surface est atteint lorsque les concentrations en polluants ne dépassent pas des normes de qualité environnementales. Il est caractérisé par la recherche de molécules toxiques dont les concentrations doivent être inférieures les normes de qualité définies au niveau européen. (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2016)

La qualité de l'eau fait référence à plusieurs paramètres :

- **La qualité physique** (turbidité, luminosité, température),

La **turbidité** correspond à la présence de matières en suspension dans l'eau. (Aquaportail.com, 2019)
La **luminosité** dépend directement de la présence de ces particules en suspension dans l'eau. En effet, la turbidité engendre une baisse de luminosité. La **température** est l'intensité de la chaleur de l'eau, paramètre qui peut influencer certaines propriétés de l'eau telles que sa densité, sa viscosité, et le taux d'oxygène dissout. (Aquaportail.com, 2019)

- La **qualité chimique** (salinité, polluants, disponibilité en oxygène),

La qualité chimique de l'eau concerne les substances présentes dans l'eau, tels que les sels, les chlorures, la chaux et l'oxygène. (Aquaportail.com, 2019)

- La **qualité biologique** (eutrophisation, développement de micro et macro-organismes),

Elle peut être évaluée à l'aide des éléments biologiques qui composent la masse d'eau : abondance et biomasse du phytoplancton, des autres flores aquatiques et de la faune invertébrée benthique et des organismes pélagiques (poissons). (EauFrance)

L'**eutrophisation** est la modification et la dégradation du milieu aquatique lié à un apport excessif de matières nutritives qui augmentent la production d'algues et de plantes aquatiques. (Etablissement Territorial Eau et Assainissement Seine Ouest, 2019). Cet excès de nutriments en mer (azote et phosphore principalement) peut accélérer la croissance algale et accroître la production de biomasse végétale, entraînant des effets néfastes sur la qualité de l'eau et l'écologie marine. Il s'agit d'un problème qui affecte principalement les zones côtières et les zones à faible échange d'eau.

L'eutrophisation concerne différents types de blooms : les microalgues (bacillariophycées, dinophycées) et les macroalgues (chlorophycées, phéophycées, rhodophycées). (Agence des aires marines protégées, 2009) L'eutrophisation induit des effets d'anoxie (manque d'oxygène) ; de toxicité, d'ombrage et d'atteinte à la qualité sédimentaire.

- La **qualité hydromorphologique** (conditions morphologiques, régime des marées)

Les **conditions morphologiques** sont relatives à la profondeur et à la topographie du fond (bathymétrie), à la structure et nature du substrat du lit côtier et à structure de la zone de balancement des marées.

Le **régime des marées et la courantologie** s'intéressent à la direction des courants dominants et à l'exposition à la houle. (EauFrance)

- La présence de **déchets** (macro-déchets et micro-déchets)

Parmi les micro-déchets, les microplastiques peuvent concentrer de fortes teneurs en contaminants chimiques. Il peut s'agir de microplastiques primaires (fabriqués à la taille microscopique) ou induits par la fragmentation de gros déchets plastiques. (Roclin, 2014-2015)

Les différentes échelles de définition et mise en œuvre des politiques de l'eau

○ à l'échelle européenne

Dans les pays de l'union européenne, la gestion de l'eau est encadrée par le droit communautaire inscrit dans la **Directive cadre sur l'eau** (DCE). (GEST'EAU, 2019) Cette directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit le cadre communautaire pour la gestion et la protection de l'eau. Les eaux saumâtres, salées et littorales y sont incluses. (Syndicat Loire Aval, 2019)

○ à l'échelle nationale

La **loi sur l'eau** de 1992 est complétée par la **loi sur l'eau et les milieux aquatiques** (LEMA) en 2006. Elle pose un cadre réglementaire pour les outils de gestion des eaux : les agences de l'eau et les comités de bassin. (Syndicat Loire Aval, 2019)

○ à l'échelle du bassin

Les **schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux** (SDAGE) sont les documents de planification de la gestion de l'eau et ont été institués suite à la loi sur l'eau de 1992. Ils fixent pour six ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de "bon état des eaux". En France il existe un SDAGE pour chaque grand bassin hydrographique. Des **programmes de mesures** y sont associés pour planifier les actions opérationnelles à mettre en œuvre. (GEST'EAU, 2019)



Nota bene : chaque couleur correspond à un cycle de gestion. Les dates mentionnées sont les dates d'adoption des documents par les autorités compétentes.

Figure 6 : Cycles de gestion des SDAGE (GEST'EAU, 2019)

Le site Natura 2000 est concerné par le SDAGE Loire-Bretagne (en orange ci-dessous).

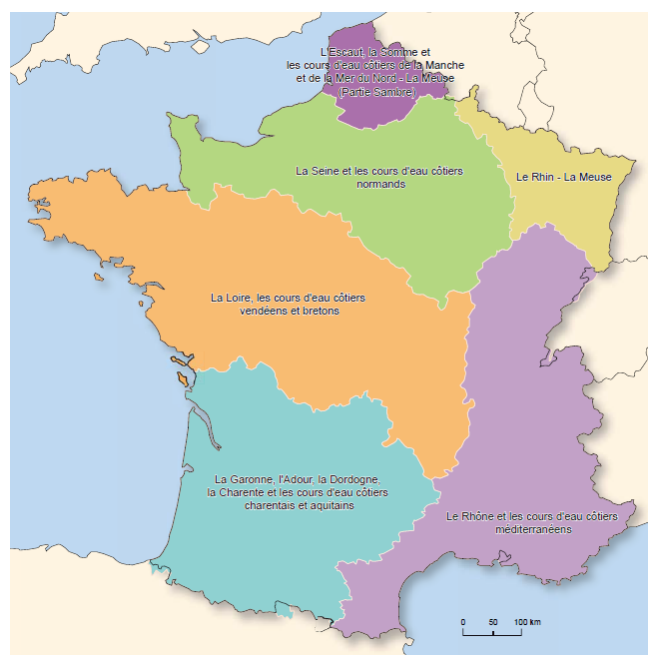


Figure 7 : SDAGEs en France métropolitaine (GEST'EAU, 2019)

○ à l'échelle départementale

Les **plans d'actions opérationnels territorialisés** (PAOT) définissent des actions prioritaires à l'échelle départementale, masse d'eau par masse d'eau. Ils sont élaborés par l'Etat pour 3 ans et constituent la feuille de route pour atteindre les objectifs de la DCE. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017) (Ministère de la transition écologique et solidaire - Ministère de la cohésion des territoires, 2018)

Les masses d'eaux côtières sont des parties des eaux de surface situées entre la limite des eaux territoriales et une distance d'un mille marin. (Sandre EauFrance) Les masses d'eaux de transition sont des parties des eaux de surface situées à proximité des embouchures de rivières ou de fleuves, qui sont partiellement salines en raison de leur proximité des eaux côtières mais restent principalement influencées par les courants d'eau douce, constituant le découpage élémentaire des milieux aquatiques destinés à être l'unité d'évaluation de la DCE. (Sandre EauFrance)

Tableau 1 : Etat des masses d'eaux du site Natura 2000 Estuaire de la Loire externe (Ifremer, 2019)

| Masse d'eau | Etat global | Etat chimique | Etat écologique |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| La Loire | Mauvais | Mauvais | Moyen |
| Loire (large) | Mauvais | Mauvais | Bon |
| Baie de Bourgneuf | Bon | Bon | Bon |
| Ile d'Yeu | Bon | Inconnu | Bon |

La **mission interservices de l'eau et de la biodiversité** (MISEB) est une instance de coordination entre les services de l'Etat et ses établissements publics, chargée de la déclinaison départementale des

politiques de l'eau et de la biodiversité pour le compte de l'Etat. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017)

Seuls 2% des masses d'eau sont en bon état écologique en Loire-Atlantique. Le SDAGE 2016-2021 fixe à 39 % les objectifs de masses d'eau en bon état écologique d'ici à 2021. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017)

○ à l'échelle locale

Le **Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE)** est l'outil de planification local décliné du SDAGE. Délimité selon des critères naturels, il concerne un bassin versant hydrographique ou une nappe. Le SAGE vise à la gestion de l'utilisation, de valorisation et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques, ainsi qu'à la préservation des zones humides (*GEST'EAU, 2019*)

Le SAGE comprend un **plan d'aménagement et de gestion durable (PAGD)** et un règlement pour atteindre les objectifs fixés.

Le site Natura 2000 est concerné par le SAGE Estuaire de la Loire (Syndicat Loire Aval, 2019). La structure porteuse du SAGE est le Syndicat Loire Aval (SYLOA).



Figure 8 : Le territoire du SAGE Estuaire de la Loire (Syndicat Loire Aval, 2019)

Les causes de dégradation de la qualité des eaux continentales

- **Assainissement** : les rejets directs des eaux usées domestiques traitées dans les cours d'eau peuvent altérer leur qualité physico chimique, ainsi que leur qualité biologique, en particulier en période d'étiage. Les dysfonctionnements des réseaux de collecte des eaux usées sont à l'origine de déversements directs dans les milieux naturels d'effluents bruts, avec des dégradations locales de la qualité de l'eau. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017)
- **Eaux usées industrielles** : de même, les rejets des eaux usées industrielles, selon la nature des process peuvent surtout altérer la qualité physique et chimique des cours d'eau. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017)

- **Pollutions diffuses d'origine agricole** : des nitrates et des pesticides se retrouvent dans les cours d'eau et les nappes phréatiques par transferts. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017)
- **Le ruissellement des routes** (saumure et bâtiments, zinc, cuivre, métaux lourds) affectent la qualité chimique des cours d'eau. (Aquaportail.com, 2019)
- **L'excès de nutriments** : Le fleuve recueillant des rejets directs à partir de sources ponctuelles comme les apports diffus provenant des industries, des collectivités et de l'agriculture, les dynamiques de nutriments sont fortes en estuaire. La Loire est le principal contributeur aux apports de nitrates (78%) et de phosphore (60%) à la côte. (DREAL, 2015). Cet excès de nutriments peut aussi provenir des retombées atmosphériques en azote. (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Préfecture maritime de l'Atlantique. Préfecture de la région Pays de la Loire, 2012)
- **L'altération de l'hydromorphologie** des cours d'eau participe à la perte de leurs fonctions épuratoires et à l'eutrophisation des milieux aquatiques. Elle affecte tous les compartiments des écosystèmes et entraînent des perturbations physiques, chimiques, et biologiques. (Préfecture de Loire-Atlantique, 2017),

Impacts sur la qualité de l'eau en milieu estuarien et des eaux marines

La définition d'un « estuaire » inclut la notion de masse d'eau côtière en libre communication avec la mer et dans laquelle l'eau de mer est diluée par de l'eau douce d'origine terrestre. L'ouverture de l'estuaire à la mer permet leurs échanges continuels : transmission de l'énergie de marée et apports de sels dissous.

L'interaction des eaux douces avec les eaux marines ainsi que la réduction du flux des eaux dans l'estuaire provoquent le dépôt de fins sédiments sous forme de larges étendues de replats boueux et sableux. Lorsque l'écoulement du fleuve est plus lent que le flot, les dépôts de sédiments forment un delta à l'embouchure de l'estuaire. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Suite au dépôt de sédiments, de vase et de matières organiques, le phénomène de « **bouchon vaseux** » est fréquemment observé dans l'estuaire de la Loire. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Ce phénomène est naturel dans les estuaires marnants. Issues de l'érosion des sols du bassin versant, les particules de vases apportées par le fleuve se regroupent entre elles en présence d'eau salée. Plus les particules s'agglomèrent, plus leur poids augmente, favorisant leur décantation. Les apports océaniques entraînés par la marée s'ajoutent à ceux de la Loire. Sous l'action des courants de marée ou de crue, ces sédiments sont mis en suspension dans la colonne d'eau et constituent alors le bouchon vaseux (GIP Loire Estuaire, 2017) Celui-ci se déplace dans l'estuaire selon les courants. La dégradation des grandes quantités de matière organique contenues dans le bouchon vaseux consomme de l'oxygène et peut entraîner des hypoxies préjudiciables pour les poissons migrateurs amphihalins et ce, d'autant plus si les températures sont élevées (les températures élevées favorisent la dégradation de la matière organique). Il concentre également de fortes teneurs en polluants. (DREAL Pays de la Loire, 2014)

La dilution des effluents domestiques et industriels associée à une utilisation accrue de la ressource en eau par des activités agricoles et industrielles ainsi que la dégradation-réduction des zones humides associées à une réduction des précipitations influencent fortement la variabilité spatio-temporelle du bouchon vaseux sur les grands estuaires. (Agence des aires marines protégées, 2009)

La qualité des eaux marines est donc menacée par la surcharge en matière organique et nutriments venant des bassins-versants ou des apports des émissaires urbains générant une eutrophisation, des hypoxies ou anoxies. (Agence des aires marines protégées, 2009)

DOCUMENT DE TRAVAIL

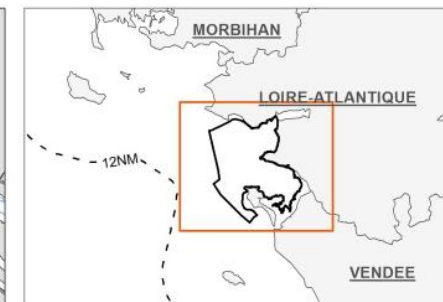


SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"

Diagnostic socio-économique : rejets sur le littoral des eaux continentales

Éditée le :

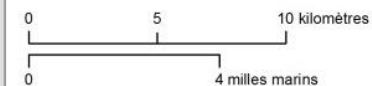
04/2019



 Sites Natura 2000 "estuaire de la Loire externe"
 Directive Oiseaux - ZPS (FR5212014)
 Directive Habitats-Faune-Flore - ZSC (FR5202011 et FR5202012)

Localisation sur ou en bordure du domaine public maritime des points de rejets des eaux continentales (fleuves, étiers, sources, stations d'épuration, puisards et autres exutoires d'eaux pluviales)

-  Etier
-  Exutoire EP
-  Fleuve
-  Puisard
-  STEP
-  Source



Sources des données :
 - Réseau Natura 2000 en mer : AFB, 01/2019
 - Rejets sur le littoral des eaux continentales : DDTM44
 - Trait de côte Histolitt version 2 : IGN/SHOM*
 - Départements : GEOFLA®, IGN
 - Communes : BD TOPO®, IGN
 - Bathymétrie : multisources IFREMER/SHOM*
 *: ne pas utiliser pour la navigation

Système de coordonnées : RGF 1993 Lambert 93
 Projection : Lambert Conformal Conic
 Datum : RGF 1993

**AGENCE FRANÇAISE
 POUR LA BIODIVERSITÉ**
 ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

ATL_N2000_EstuaireLoire_US_estuaire_EP_atlas_20190423

**DOCUMENT
 DE TRAVAIL**

Figure 9 : Carte des rejets des eaux continentales sur le littoral

Les **étiers** sont des canaux qui font communiquer les marais littoraux avec la mer à marée haute. (CNRTL, 2012)

Les **puisards** sont des cavités souterraines dans lesquelles sont enfouis des matériaux favorisant la dispersion et l'infiltration des eaux pluviales dans le sous-sol. En l'absence de réseau public d'eaux pluviales, les eaux pluviales sont en général infiltrées via un puisard.

Les **stations d'épuration** (STEP) traitent les eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel. En sortie de station, l'eau est épurée et répond à des normes réglementaires pour un rejet en milieu naturel. (HEVIA, 2019)

Les **exutoires** sont des sites naturels ou aménagés où sont rejetées les eaux traitées.

Les **émissaires** sont les canalisations principales d'évacuation d'eaux usées ou pluviales dans lesquelles se jettent les eaux collectées et transportées par des canalisations de moindre importance.

Les **activités en mer** ont des effets sur la qualité de l'eau. Ces derniers sont traités dans les fiches correspondantes.

Pressions potentielles sur les habitats et les espèces

La qualité de l'eau impacte directement ou indirectement l'état de conservation des habitats et espèces marins. Les exemples ci-dessous illustrent ces impacts :

- **LA QUALITE PHYSIQUE DE L'EAU**

- **Température**

- *Influence sur les habitats marins*

Les **laminaires** (1170-5) sont sensibles au changement des températures. L'augmentation des températures, associée à d'autres éléments environnementaux, pourrait avoir des conséquences sur la prolifération de *Saccorhiza polyschides* dans les champs de *Laminaria digitata*. (Agence des aires marines protégées, 2009)

- *Influence sur les poissons amphihalins*

La température de l'eau est un élément déterminant pour la réalisation des phases du cycle biologique des **espèces marines et amphihalines**. Elle est un élément responsable du déclenchement ou de l'arrêt de la migration pour le **Saumon atlantique** par exemple. De plus, Le taux d'oxygène dissout disponible pour les poissons est directement lié à la température de l'eau: plus elle est élevée et moins la concentration en oxygène est importante (Tétard, Lasne, Gadais, Bultel, & Feunteun, 2012). Or, les conditions en oxygène peuvent être déterminantes pour les capacités migratoires des espèces. Elles sont responsables d'une forte mortalité de poissons amphihalins, et notamment des **lamproies**, lors de leur passage dans l'estuaire (Acou, Lasne, Robinet, & Feunteun, 2013). La désoxygénation du milieu induite par un excès de matière organique est peu favorable aux **lamproies marines et fluviatiles**. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les oiseaux marins*

Le réchauffement des eaux marines entraîne des modifications environnementales qui impactent la survie des oiseaux marins en menaçant l'abondance et la répartition des ressources alimentaires. Le **Guillemot de troil** est l'une des espèces pour lesquelles des inquiétudes sont exprimées quant à ce phénomène. Les effets du changement climatique peuvent avoir des répercussions sur la reproduction et la survie des individus de cette espèce. (Agence des aires marines protégées, 2009)

○ *Turbidité et luminosité*

→ *Influence sur les habitats marins*

Les boues de dragage portuaire peuvent induire des problèmes de colmatage sur les habitats de **sables moyens dunaires** (1110-2) : les sédiments très fins viennent se déposer dans les interstices ce qui génère des modifications des biocénoses. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Le bouchon vaseux impacte les peuplements dépendant des **habitats estuariens** (1130). Très dégradés, il semble parfois difficile de reconstituer les peuplements originaux.

Les biomasses saisonnières d'algues vertes dépendent des paramètres de température, de lumière et d'azote. (DREAL, 2015)

Les apports terrigènes et d'eaux douces provoquent des baisses de salinité et de luminosité qui se traduisent par une chute de la diversité algale dans les **récifs** (1170) au bénéfice d'espèces proliférantes. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les poissons amphihalins*

Les milieux estuariens constituent des zones de passage pour les **espèces amphihalines**. La présence d'une forte turbidité peut induire un manque de disponibilité d'oxygène dissout et perturber fortement la migration des poissons. (Agence des aires marines protégées, 2009)

La qualité des eaux estuariennes repose sur la bonne gestion des bassins-versants. Sa reconquête est parfois marquée par la réapparition d'espèces migratrices jadis abondantes et qui avaient déserté cet habitat (c'est le cas du **Saumon atlantique**, *Salmo salar*). (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les oiseaux marins*

Les oiseaux s'immergeant pour leur alimentation dépendent de la qualité de l'eau pour repérer leurs proies. Ceux qui les repèrent depuis le ciel (**Sterne pierregarin** par exemple) ont besoin d'une eau suffisamment claire pour préparer leur plongeon en piqué. Pour ceux qui les chassent à vue sous l'eau en nageant (**Harle huppé** par exemple), la turbidité peut diminuer leur capacité à repérer leur proie. (Agence des aires marines protégées, 2009)

● *LA QUALITE CHIMIQUE DE L'EAU*

→ *Influence sur les habitats marins*

L'habitat **replats boueux ou sableux exondés à marée basse** (1140) souffre d'échouages d'hydrocarbures (massifs ponctuels lors de catastrophes ou peu importants fréquemment en cas de dégazage). (Agence des aires marines protégées, 2009)

Les étages supérieurs des **récifs** (1170) sont impactés par les rejets de produits plus ou moins polluants provenant des terres et de l'eau douce. La **roche supralittorale** (1170-1) est sous l'influence directe des écoulements polluants de toutes sortes. Sur les **roches médiolittorales en mode abrité** (1170-2) les apports de flux polluants induisent une modification des ceintures au bénéfice des algues vertes éphémères et réduisent la biodiversité de la zone concernée. La **roche médiolittorale en mode exposé** (1170-3) est directement menacée par les apports d'hydrocarbures venant souiller les pointements rocheux. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les poissons amphihalins*

Les **poissons amphihalins** font face à la dégradation des habitats aquatiques essentiels (pollution de s eaux, construction de barrages...). C'est le cas notamment de **l'Esturgeon européen** qui semble très sensible à la contamination par les biocides lors de la phase juvénile (qui dure plusieurs années en estuaires).

De même, la pollution des estuaires impacte fortement le développement des amphihalins juvéniles qui y réalisent leur grossissement tels que les **alososns**.

Les **lamproies** sont particulièrement sensibles à la pollution de l'eau interstitielle par des toxiques ou métaux lourds. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les mammifères marins*

La pollution des eaux par les organochlorés et les métaux lourds impacte aussi les animaux marins. Les micropolluants, tels que les organochlorés et les métaux lourds ont une propension à la bioaccumulation, particulièrement chez les prédateurs situés en bout de chaîne alimentaire. Ces contaminations diminuent les résistances immunitaires, perturbent la physiologie de la reproduction et présentent parfois des effets létaux.

C'est le cas du **Grand dauphin** et du **Marsouin commun**, qui, situés en bout de chaîne alimentaire, accumulent rapidement d'assez grandes quantités de ces substances. Cette contamination influence la fécondité (déjà faible chez le Marsouin) et peut être aussi la mortalité des individus. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ *Influence sur les oiseaux marins*

La pollution de l'eau, spécialement par les PCBs et le mercure, a une répercussion sur la reproduction des **sternes**, notamment en Mer des Wadden. Sur ces sites, on retrouve les plus forts taux de contamination par les pesticides organochlorés et le mercure dans les œufs de Sternes. Or, le taux de mercure peut jouer un rôle dans la sécrétion de la prolactine, hormone de la couvaison. La contamination au mercure entraîne une diminution de la couvaison des œufs donc une perte de chance d'éclosion. (Agence des aires marines protégées, 2009)

• LA QUALITE BIOLOGIQUE DE L'EAU

→ Influence sur les habitats marins

Les apports croissants d'azote et de phosphate sur le littoral (eutrophisation) se traduisent non seulement par des proliférations suivies d'échouages massifs d'algues macrophytes (« marées vertes»), mais aussi par des modifications qualitatives des peuplements d'invertébrés des **replats boueux ou sableux exondés à marée basse** (1140). Les effluents, traités ou non, les eaux usées, etc., participent aussi à ce type de modifications. Les **estrans de sable fin** (1140-3) sont d'autant plus vulnérables qu'ils sont souvent baignés d'eaux claires qui permettent aux algues de se développer. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Etant donné le faible renouvellement des eaux, l'habitat **grandes criques et baie peu profondes** (1160) présente des risques d'hypoxie ou d'anoxie sous l'influence des apports de nutriments venant des bassins versants. Périodiquement, cet habitat peut être le siège de crises dystrophiques, c'est-à-dire d'explosions massives et brutales de populations phytoplanctoniques, dont certaines peuvent être toxiques.

Il est aujourd'hui démontré que les espèces opportunistes, comme les polychètes *Cirratulidés* et *Capitellidés*, se sont développées de façon importante depuis une dizaine d'années en réponse à l'hypertrophisation croissante de ce type de milieu. Il est le siège de crises dystrophiques de plus en plus fréquentes et ces vasières peuvent constituer un milieu privilégié de stockage des formes de résistances (kystes) de formes planctoniques comme les dinoflagellés.

Les **sables hétérogènes envasés infralittoraux** (1160-2) subissent les effets de l'enrichissement des eaux côtières en apports terrigènes avec pour principales conséquences le colmatage de la structure architecturale par des particules fines et une forte augmentation des macrophytes qui bénéficient de l'enrichissement en éléments nutritifs pour former des tapis très denses. Par ailleurs, la **crépidule** (*Crepidula fornicata*) peut localement coloniser ces fonds propices à sa fixation. (Agence des aires marines protégées, 2009)

La prolifération d'algues vertes sur les **récifs** (1170) induit une disparition de la disposition habituelle du milieu en ceintures algales. Le développement de brouteurs corrélé à cette chute de la diversité algale favorise la biocorrosion destructrice du substrat rocheux friable. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Les **récifs d'hermelles** (1170-4) peuvent être impactés par une dégradation de la qualité de l'eau par développement d'algues vertes éphémères qui participent au dépérissement du banc. (Agence des aires marines protégées, 2009)

Les **laminaires** (1170-5) subissent périodiquement et localement l'attaque des bactéries, de mycoses. Les couvertures d'épiphytes peuvent être surabondantes.

Les **cuvettes ou mares permanentes** (1170-8) sont menacées par le phénomène d'eutrophisation. Cela est d'autant plus marqué que les mollusques brouteurs sont peu nombreux dans les cuvettes de haut niveau. (Agence des aires marines protégées, 2009)

→ Influence sur les poissons amphihalins

Pour les **poissons amphihalins**, un excès de matière organique entraîne une désoxygénation (milieu réducteur) peu favorable au développement des **lamproies**. (Agence des aires marines protégées, 2009)

- **LA QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE DE L'EAU**

- *Influence sur les habitats marins*

Les **bancs de sable à faible couverture d'eau permanente** (1110) correspondent à l'étage infralittoral (Pérès et Picard, 1964) des zones ouvertes soumises à un fort hydrodynamisme puisqu'elles subissent l'influence des houles venant du large. Dans ce milieu de type dispersif, où l'hydrodynamisme lié aux courants de marées et à la houle est généralement important, les possibilités de stockage des contaminants dans les sédiments sont limitées. Cependant, dans certaines zones littorales où la circulation résiduelle de marée est faible et où des apports terrigènes non négligeables d'azote ont lieu au printemps et en été, il est observé des phénomènes de prolifération d'algues vertes (*Ulva* sp.). (Agence des aires marines protégées, 2009)

Les peuplements intertidaux d'invertébrés des **replats boueux ou sableux exondés à marée basse** (1140) dépendent des caractéristiques du sédiment liées à l'hydrodynamisme. Une variabilité très forte des populations d'invertébrés est observée selon l'amplitude des marées, l'exposition aux forces hydrodynamique, vagues et houles. (Agence des aires marines protégées, 2009)

L'habitat **grandes criques et baies peu profondes** (1160) dépend particulièrement de l'hydromorphologie locale. Il est caractérisé par des courants de marées très faibles, à l'abri des houles et des vagues. Ce faible hydrodynamisme assure une stabilité thermique verticale. Cet habitat abrite une faune et une flore riche et abondante. Il peut être colonisé par des espèces circalittorales.

Les **récifs** (1170) et les peuplements qu'ils abritent sont aussi influencés par l'hydrodynamisme local. On observe une perte de biodiversité dans le cas d'enrochement ou de bétonnage du littoral. (Agence des aires marines protégées, 2009)

- **LA PRESENCE DE DECHETS**

- *Influence sur les habitats marins*

Les macro-déchets affectent également les différents habitats élémentaires des **replats boueux ou sableux exondés à marée basse** (1140) tels que les **hauts de plage à talitres** (1140-1), les **galets et cailloutis des hauts de plages** (1140-2). Les **récifs** (1170) et les **grandes criques et baies peu profondes** (1160) et les **bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine** (1110) sont également concernés par les macro-déchets. (Agence des aires marines protégées, 2009)

- *Influence sur les poissons et les oiseaux marins*

Les animaux marins qui ingèrent les microplastiques sont des organismes benthiques et pélagiques, possédant des stratégies d'alimentation variées et occupant des niveaux trophiques différents. Plus de 250 espèces animales sont concernées par l'ingestion de microplastiques. Les microplastiques sont

retrouvés dans les tissus des organismes des animaux marins, mais aussi dans les fèces. Ils peuvent être stockés dans les tissus et être excrétés par les organismes.

Dans les habitats marins pélagiques, les microplastiques sont ingérés par le zooplancton et par les adultes et les larves de **poissons**. Les **oiseaux de mer** ingèrent les microplastiques directement et indirectement, par l'intermédiaire de poissons ayant consommé des microplastiques. Le Fulmar (oiseau) est proposé comme indicateur biologique de l'abondance des débris plastiques flottants en mer.

Une corrélation positive a été observée entre la masse de microplastiques ingérée et la concentration en PCB dans le tissu adipeux des **oiseaux**. Les concentrations tissulaires de contaminants hydrophobes et mal métabolisables, comme les PCB, sont amplifiées par le biais de la chaîne alimentaire. Les **organismes de niveau trophique supérieur** (par exemple les oiseaux de mer) sont exposés à des concentrations de contaminants hydrophobes hautement enrichies par l'intermédiaire de leurs proies (poissons). Les plastiques marins peuvent agir comme une source importante de produits chimiques dérivés d'additifs phénoliques (nonylphénol, octylphénol et BPA). Ainsi, l'ingestion de plastiques marins pourrait être un itinéraire direct et important de produits chimiques phénoliques dans les animaux supérieurs tels que les oiseaux de mer. (Roclin, 2014-2015)

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des pressions potentielles induites par la qualité de l'eau sur les enjeux écologiques d'après le référentiel technique (Agence des aires marines protégées, 2009)

| X : Pression potentielle induite par une modification de la qualité de l'eau | | Habitats marins | Poissons amphihalins | Oiseaux marins | Mammifères marins |
|--|---------------------------|-----------------|----------------------|----------------|-------------------|
| | | | | | |
| Qualité physique | Température | | X | X | |
| | Turbidité | X | X | X | |
| | Luminosité | X | | | |
| Qualité chimique | | X | X | X | X |
| Qualité biologique | Eutrophisation | X | X | X | |
| | Macro et micro-organismes | X | | | |
| Qualité hydromorphologique | | X | | | |
| Présence de déchets | | X | X | X | X |

D'autres facteurs de la qualité de l'eau identifiés par TILLIN en 2010 peuvent influencer les espèces et les habitats en mer :

- Le changement climatique, la modification du niveau des mers et le changement de températures,
- La contamination par des radionucléides,
- Les changements électromagnétiques. (Tillin, 2014)

Actions de suivis

Conformément aux exigences de cette Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), les Etats Membres doivent disposer de réseaux de surveillance des états chimique, biologique et hydromorphologique des masses d'eau souterraines, côtières et des cours d'eau. (Jaouen, Akbaraly, & Winckel, 2011)

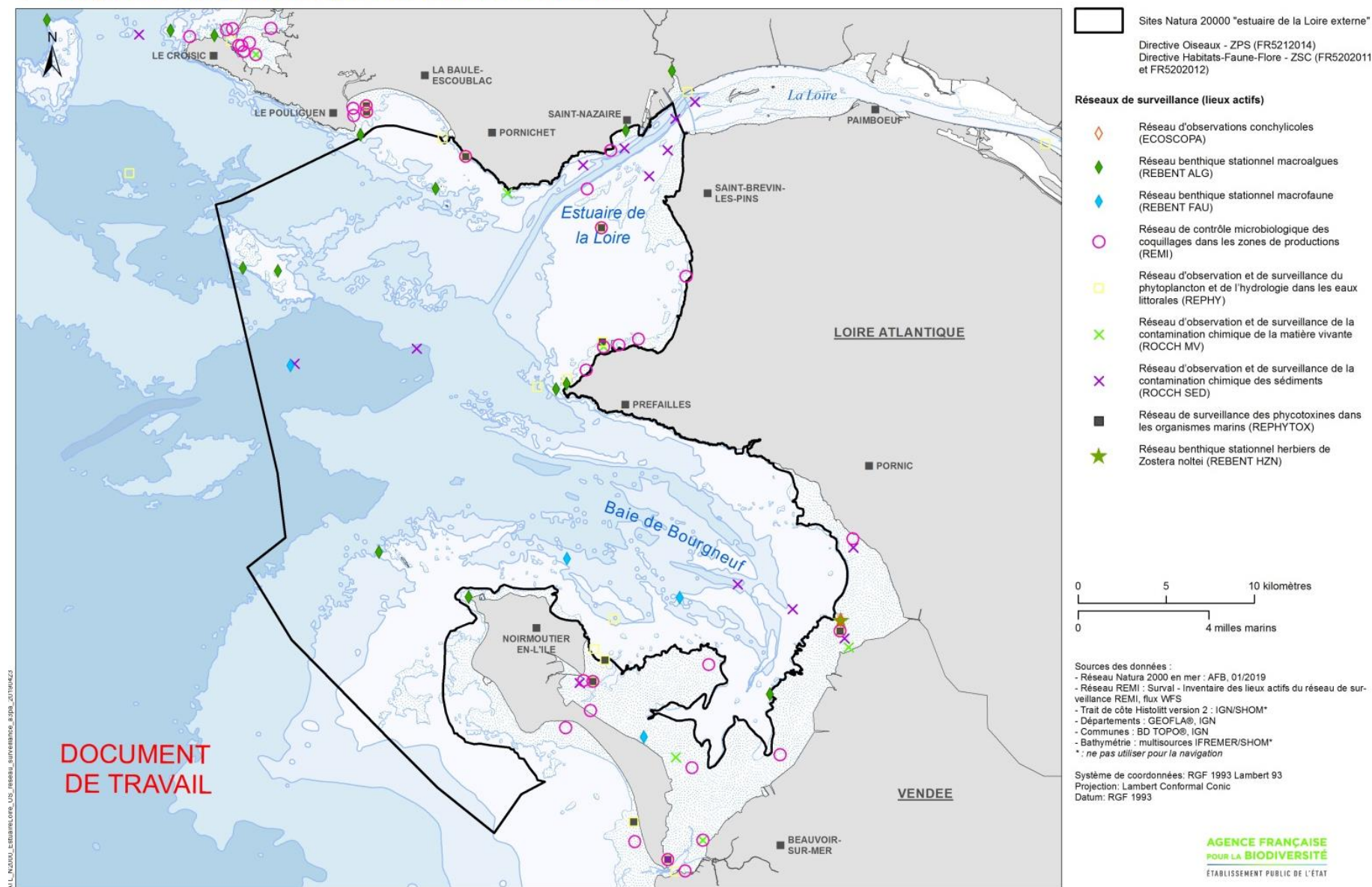
Les réseaux de surveillance du littoral sur le site Natura 2000 sont multiples et sont mis en œuvre par différentes structures :

- Le **réseau de suivi de la qualité microbiologique des zones conchylicoles (REMI)**, piloté par l'Ifremer,
- Le **réseau d'observations conchylicoles (ECOSCOPA)**, piloté par l'Ifremer,
- Le **réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie** dans les eaux littorales (**REPHY**), piloté par l'Ifremer, il participe à la surveillance de l'état écologique du milieu marin pour la DCE et la DCSMM,
- Le **réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX)**, piloté par l'Ifremer,
- Le **réseau d'observation de la contamination chimique (ROCCH)**, piloté par l'Ifremer, a pour objectif de répondre aux obligations nationales, communautaires et internationales de surveillance chimique (DCE, conventions de Barcelone et OSPAR),
- Le **réseau pathologie des mollusques (REPAMO)**, piloté par l'Ifremer, assure un suivi des agents pathogènes présents dans les espèces de coquillages d'intérêt pour la conchyliculture,
- Le **recueil et mise en forme de données relatives aux habitats, et biocénoses benthiques associées**, dans la zone côtière de Bretagne (**REBENT**), piloté par l'Ifremer,
- Le **suivi de la qualité des eaux de baignade**, piloté par le Ministère de la Santé au travers des ARS,
- Le **suivi de la qualité sanitaire des gisements naturels de coquillages** piloté par le Ministère de la Santé au travers des ARS,
- Le **réseau de suivi de la qualité des vases portuaires (REPOM)** sous responsabilité du ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durables,
- Le **réseau de suivi du développement des marées vertes** en Bretagne sous la responsabilité du CEVA. (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2016) (Ifremer, 2017)

SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"
Diagnostic socio-économique : réseaux de surveillance

Éditée le :

04/2019



AL_N2000_ESTUAIRELOIRE_US_reseau_surveillance_ajpa_07moncz

DOCUMENT DE TRAVAIL

Figure 10 : Carte des réseaux de surveillance dans le site Natura 2000

**Classement 2017
Règlement 854**

- AUTORISEE
- TOLEREE
- DECONSEILLEE
- INTERDITE

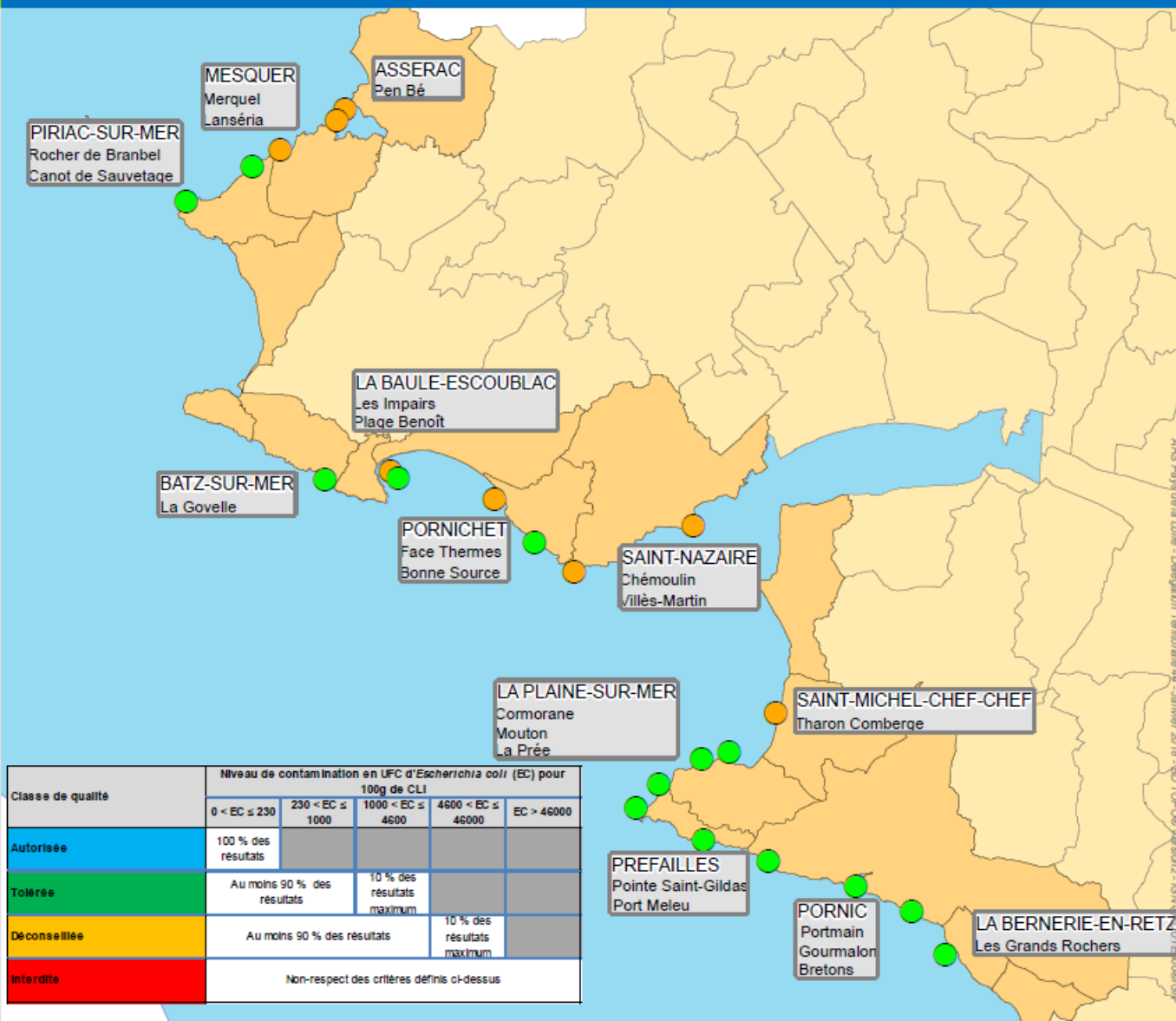
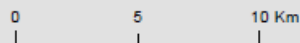


Figure 11 : Points de suivis des gisements naturels de coquillages en Loire-Atlantique (Agence Régionale de Santé, 2018)

QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES ZONES DE PECHE A PIED RECREATIVE

Classement 2017
 (établi à partir des résultats des années 2015, 2016 et 2017)



Figure 12 : Points de suivi de la qualité bactériologique des zones de pêche à pied récréative de Vendée (Agence Régionale de Santé, 2018)

- SITES SURVEILLES
- QUALITE 2018**
- BON
- EXCELLENT
- SUFFISANT
- INSUFFISANT
- NOUVELLE BAIGNADE

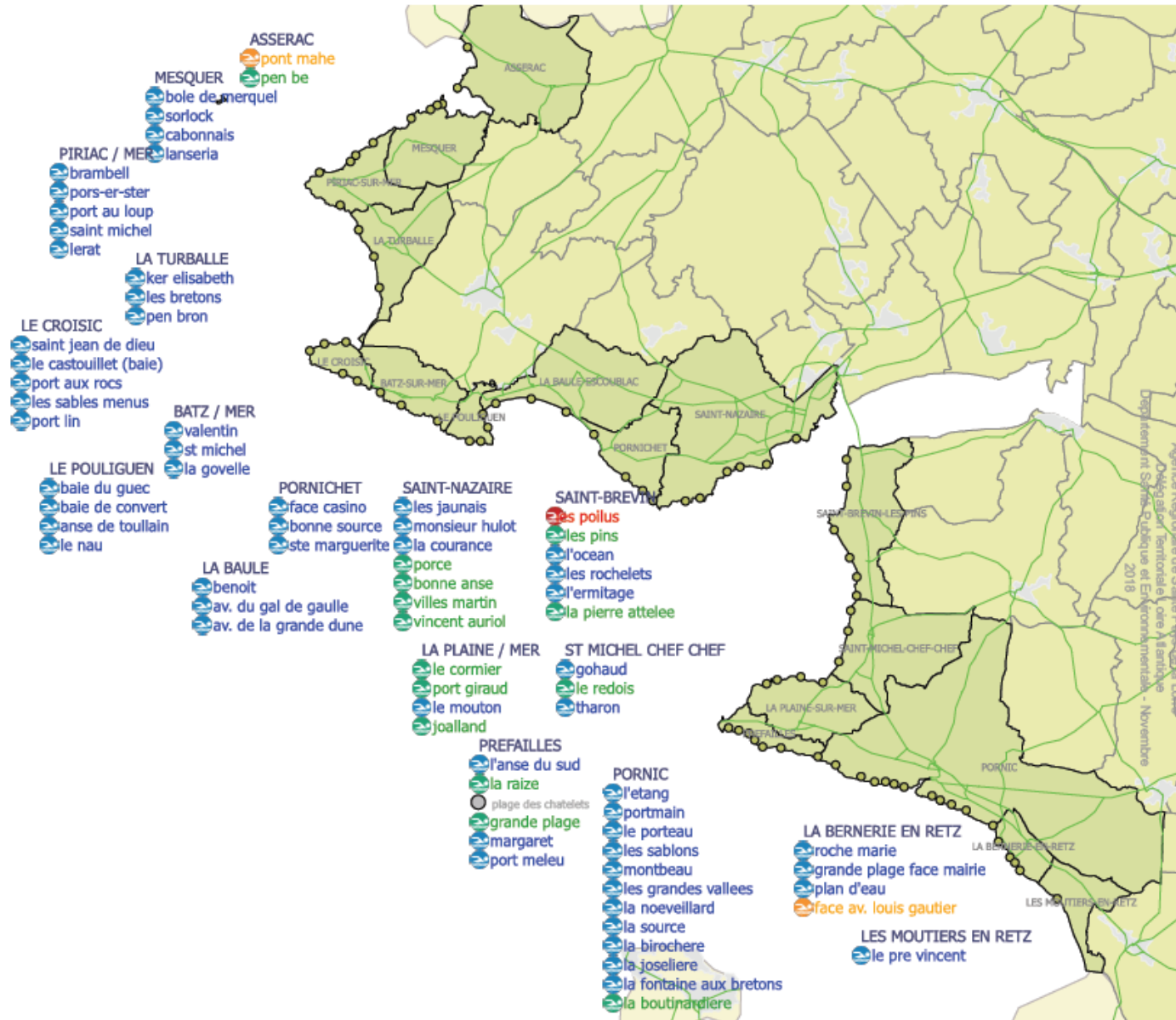


Figure 13: Sites suivis pour la qualité des eaux de baignade en mer (Agence Régionale de Santé, 2018)



Figure 14 : Survolés réalisés pour le suivi des marées vertes (Observatoire de l'Environnement en Bretagne, 2010)

Les masses d'eau sont des unités de l'évaluation de la qualité des eaux. Elles constituent le référentiel cartographique élémentaire de la directive cadre sur l'eau. L'état écologique et chimique est évalué pour chaque masse d'eau. Les masses d'eau sont catégorisées :

- En masses d'eau côtières pour les eaux marines le long du littoral,
- En masses d'eau de transition pour les estuaires. (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2017)

Le site Natura 2000 comporte quatre masses d'eau faisant l'objet de contrôle de surveillance DCE : FRGC46 Loire (large), FRGC48 Baie de Bourgneuf, FRGC47 Ile d'Yeu et FRGT28 Loire.

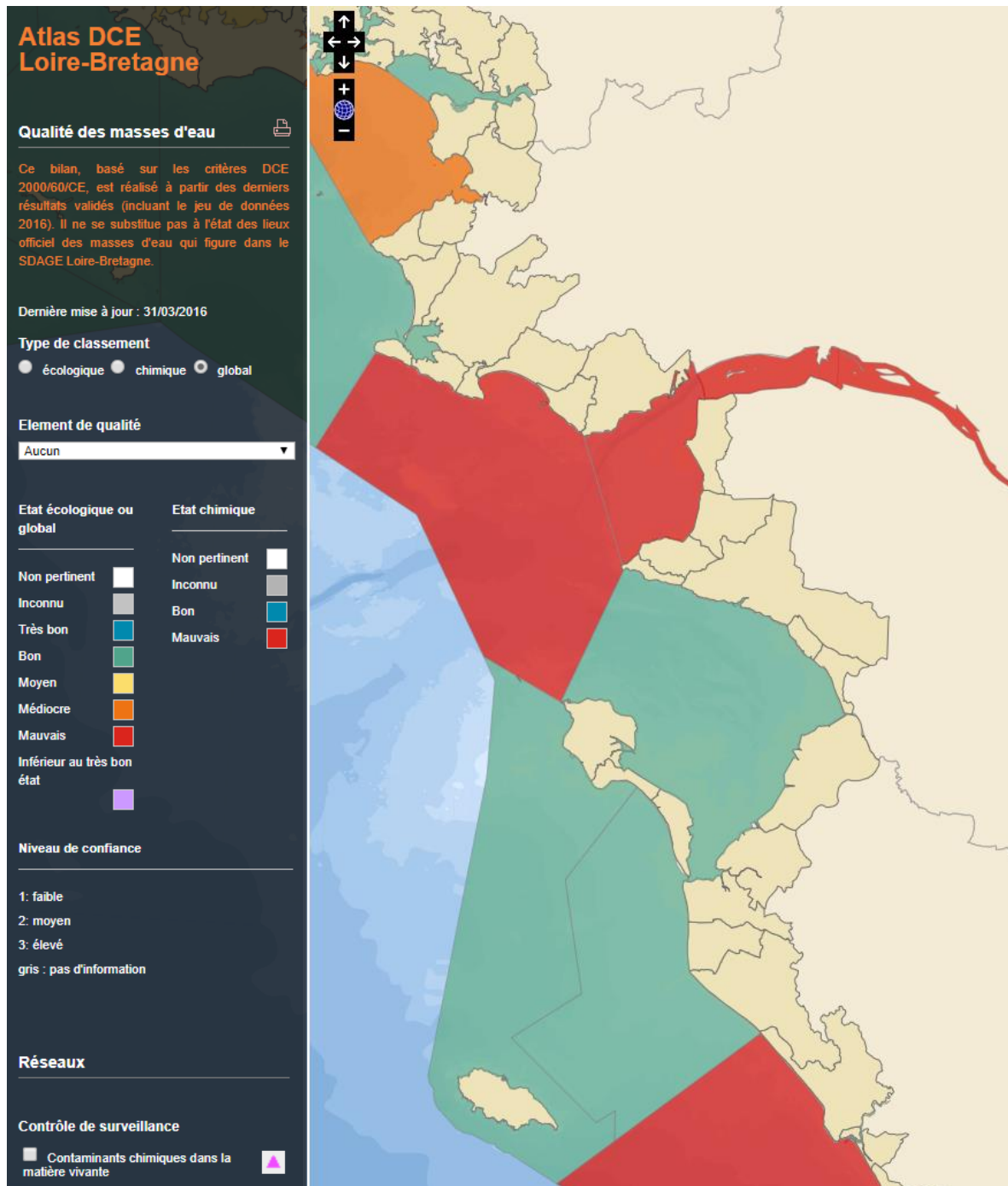


Figure 15 : Etat globale des masses d'eau dans le site Natura 2000 (Ifremer, 2019)

Un **programme de surveillance** de l'état des eaux est établi pour chaque bassin hydrographique afin de contrôler la qualité des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux côtières) et des eaux souterraines. (EauFrance)

A terre, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne met en place des réseaux de surveillance pour connaître la qualité des eaux de cours d'eau, de plans d'eau et de nappes et suivre leur évolution. (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2016)

Bibliographie

- Acou, A., Lasne, E., Robinet, T., & Feunteun, E. (2013). *Programme de connaissances "Amphihalins Natura 2000 en mer". Evaluation de la suffisance du réseau Natura 2000 en mer pour les espèces amphihalines et éléments de réponse aux recommandations émises en zone atlantique*. Rapport de synthèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Stations marines de Dinard et Concarneau.
- Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2016). *Les réseaux de mesures de la qualité de l'eau*. Consulté le 2019, sur L'eau en Loire-Bretagne: http://www.eau-loire-bretagne.fr/informations_et_donnees/reseaux_de_mesure
- Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2016, novembre 7). *Qu'est ce que le bon état des eaux ?* Consulté le 2019, sur Sdage et Sage en Loire-Bretagne: <https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/des-eaux-en-bon-etat/quest-ce-que-le-bon-etat.html>
- Agence de l'eau Loire-Bretagne. (2017, janvier 17). *Les masses d'eau*. Consulté le 2019, sur L'eau en Loire-Bretagne: http://www.eau-loire-bretagne.fr/informations_et_donnees/Etat_masses_d_eau
- Agence des aires marines protégées. (2009). *Les habitats et les espèces Natura 2000 en mer - Référentiel pour la gestion des activités de pêche professionnelle, cultures marines, sports et loisirs en mer dans les sites Natura 2000 en mer*.
- Agence Régionale de Santé. (2018). *Classement des eaux de baignade en mer*.
- Agence Régionale de Santé. (2018). *La qualité des gisements naturels de coquillages - Classement 2017*.
- Agence Régionale de Santé. (2018). *Qualité bactériologique des zones de pêche à pied récréative - Classement 2017*.
- Agence Régionale de Santé Rhône Alpes. (2017). *Les obligations relatives aux eaux de baignade*. Conférence environnementale 20 juin 2017.
- Aquaportail.com. (2019). *Définition de la qualité de l'eau*. Récupéré sur Aquaportail.com: <https://www.aquaportail.com/definition-12555-qualite-de-l-eau.html>
- Artelia et Creocéan. (2012). *Demande d'autorisation des dragages d'entretien et des immersions à la Lambarde des matériaux dragués dans l'estuaire de la Loire. Dossier « Loi sur l'eau » Articles L.214-1 A 6 du code de l'environnement. Pièce 4 : documents d'incidences*.
- Bensettiti, F., & Gaudillat, V. (s.d.). *Tome 7 Espèces animales. Cahiers d'habitats Natura 2000 - Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. La documentation Française.
- CNRTL. (2012). *Etier*. Consulté le 2019, sur Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales: <http://www.cnrtl.fr/definition/%C3%A9tier>

- DREAL. (2015). *Etude de connaissance des marées vertes du littoral Atlantique sous influence de la Loire et de la Vilaine. Secteur de la Presqu'île de Quiberon à l'île d eRé. .*
- DREAL Pays de la Loire. (2014). *Plan de gestion des poissons migrateurs 2014-2019 Bassins de la Loire, de la Sèvre niortaise et des côtiers vendéens.*
- EauFrance. (s.d.). *Les programmes de surveillance.* Consulté le 2019, sur Service-Public.fr: <http://www.surveillance.eaufrance.fr/>
- EauFrance. (s.d.). *Système d'information sur l'eau du bassin Loire-Bretagne.* Consulté le 2019, sur Qualité des eaux côtières: <http://www.loire-bretagne.eaufrance.fr/spip/spip/eaux-littorales/qualite-des-eaux-cotieres-60/>
- Etablissement Territorial Eau et Assainissement Seine Ouest. (2019). *Dico de l'eau - Eutrophisation.*
- GEST'EAU. (2019, 02 19). *Qu'est ce qu'un SDAGE ?* Récupéré sur Gest'eau: <https://www.gesteau.fr/presentation/sdage>
- GIP Loire Estuaire. (2017). *Bouchon vaseux.* Consulté le 2019, sur GIP Loire Estuaire Observations et suivis environnementaux: <http://www.loire-estuaire.org/accueil/un-territoire/contexte-physique/bouchon-vaseux>
- GIP-Loire Estuaire. (2013). Présentation au colloque « continuité écologique dans les zones humides littorales ». ONEMA/OIEau.
- HEVIA. (2019). *Assainissement. Lexique - Glossaire.* Consulté le 2019, sur HEVIA Maintenance des réseaux d'assainissement et de services en hygiène public: <http://www.hevia.fr/assainissement-lexique/>
- ICES Marine Habitat Committee. (2006). *Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM).* Galway, Ireland: ICES CM 2006/MHC:05, Ref. FTC, ACE.
- Ifremer. (2017). *Réseaux de surveillance.* Consulté le 2019, sur Ifremer: <https://wwz.ifremer.fr/Appui-a-la-puissance-publique/Reseaux-de-surveillance>
- Ifremer. (2019). *Atlas interactif.* Consulté le 2019, sur Ifremer environnement: http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_loire_bretagne/fr/atlas_interactif
- Ifremer. (2019, février 8). *Lieux d'observation et de surveillance des réseaux REPHY et REPHYTOX.* Consulté le 2019, sur data.gouv.fr Plateforme des données publiques françaises: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/lieux-dobservation-et-de-surveillance-des-reseaux-rephy-et-rephytox/>
- Ifremer. (2019, février 8). *Lieux d'observation et de surveillance du réseau REMI.* Consulté le 2019, sur data.gouv.fr Plateforme des données publiques françaises: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/lieux-dobservation-et-de-surveillance-du-reseau-remi/>
- Imbeaux, E. (1935). *Qualités de l'eau et moyens de correction.*

- Jaouen, T., Akbaraly, A., & Winckel, A. (2011). *Définition des réseaux de surveillance DCE de l'état qualitatif des masses d'eau souterraines, cours d'eau et côtières*. Rapport final. RP-58229-FR.
- Latraube, F., Fortin, M., Dulac, P., & Ouvrard, E. (2017). *Rapport final sur les données historiques et sur la campagne d'inventaires et de suivis 2016-2017 sur la répartition de l'avifaune et la mégafaune marine dans les ZPS de l'Estuaire de la Loire- Baie de Bourgneuf (FR5212014)*. LPO Loire Atlantique.
- Le Gourvello, R. (2011). *Inventaire des données et suivis existants sur le secteur côtier Loire/Vilaine. Volume A*. STERMOR pour ELV.
- MarLIN. (2019). Sensitivity of selected habitats. The Marine Life Information Network.
- Michez, N., Bajjouk, T., Aish, A., Andersen, A., Ar Gall, E., Baffreau, A., et al. (2015). *Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 2*. Paris: Rapport SPN 2015 - 45, MNHN.
- Ministère de la transition écologique et solidaire - Ministère de la cohésion des territoires. (2018). *Guide DCE Plan d'Action Opérationnel Territorialisé - Guide pour la déclinaison des programmes de mesures en plan d'action opérationnel territorialisé (PAOT) V.2*. BO MTES - MCT n°2018/5 du 25 août 2018.
- Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Préfecture maritime de l'Atlantique. Préfecture de la région Pays de la Loire. (2012). *Evaluation initiale des eaux marines - Sous région marine Golfe de Gascogne*. Directive cadre stratégie pour le milieu marin.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie; Muséum national d'Histoire naturelle. (2015). *Natura 2000 - Formulaire standard de données FR5212014 - Estuaire de la Loire - Baie de Bourgneuf*.
- MNHN, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. (2015). *Formulaire standard de données FR5202011 - Estuaire de la Loire Nord - Sud Baie de Bourgneuf*.
- Muséum national d'Histoire naturelle. (2003-2019). *INPN*. Consulté le 2019, sur Inventaire National du Patrimoine Naturel: <https://inpn.mnhn.fr>
- Observatoire de l'Environnement en Bretagne. (2010). *Survols réalisés pour le suivi des marées vertes*. Consulté le 2019, sur Portail de l'information environnementale en Bretagne: <http://www.bretagne-environnement.org/Media/Atlas/Cartes/Survols-realises-pour-le-suivi-des-marees-vertes>
- Pettex, E., Lambert, C., Laran, S., Ricart, A., Virgili, A., Falchetto, H., et al. (2014). *Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine*.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *La protection du littoral et les usages du milieu marin : la pêche à pied de loisir*.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Le fonctionnement de la MISEB*.

- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Le plan d'actions opérationnel territorialisé*. PAOT 2016 - 2018.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Les masses d'eau littorales*. PAOT 2016 - 2018 Actions sur les milieux aquatiques.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Milieux aquatiques*. PAOT 2016 - 2018 Actions sur les milieux aquatiques.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Pollutions diffuses agriculture*. PAOT 2016 - 2018 Actions sur les milieux aquatiques.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Pollutions ponctuelles assainissement*. PAOT 2016 - 2018 Actions sur les milieux aquatiques.
- Préfecture de Loire-Atlantique. (2017). *Pollutions ponctuelles industries*. 2016 - 2018 Actions sur les milieux aquatiques.
- Quemmerais-Amice, F. (2012). *Pressions physiques et impacts associés, Pertes et dommages physiques, Extraction sélective de matériaux*.
- RedList UICN. (2019). *The UICN Red List of Threatened Species. Version 2019-1*. Consulté le 2019, sur UICN: <https://www.iucnredlist.org/>
- Richard, B. (2013). *Restauration de la qualité des eaux de baignade : des profils et après ?* Pornic: ARS Bretagne.
- Roclin, L. (2014-2015). *Les microplastiques en milieu marin : supports de contaminants chimiques. Etude bibliographique*. Cellule Analyse des Risques Chimiques en milieu marin (ARC), cellule mixte Ifremer/Ineris, Département Biogéochimie et Ecotoxicologie, Centre Ifremer de Nantes.
- Sandre EauFrance. (s.d.). *Dictionnaire des données*. Consulté le 2019, sur Référentiel masses d'eau - Masse d'eau côtière: <http://www.sandre.eaufrance.fr/urn.php?urn=urn:sandre:dictionnaire:MDO::entite:MasseD'EauCotiere:ressource:latest:::html>
- Sandre EauFrance. (s.d.). *Dictionnaire des données*. Consulté le 2019, sur Référentiel masses d'eau - Masse d'eau de transition: <http://www.sandre.eaufrance.fr/urn.php?urn=urn:sandre:dictionnaire:MDO::entite:MasseD'EauTransition:ressource:latest:::html>
- Syndicat Loire Aval. (2019). *Les éléments du contexte : DCE, LEMA, SDAGE, SAGE*. Récupéré sur SAGE Estuaire de la Loire: <http://www.sage-estuaire-loire.org/articles/31-positionnement-dce-lema-sdage-sage.html>
- TBM. (2014). *Inventaire cartographique des habitats marins des sites Natura 2000 « Estuaire de la Loire Nord » (FR 5202011) et « Estuaire de la Loire Sud – baie de Bourgneuf » (FR 5202012). Volet intertidal*.

- TBM. (2014). *Inventaire cartographique des habitats marins des sites Natura 2000 « Estuaire de la Loire Nord » (FR 5202011) et « Estuaire de la Loire Sud – baie de Bourgneuf » (FR 5202012). Volet intertidal.*
- TBM et Hocer pour RTE. (2015). *Raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire Création de la liaison souterraine à deux circuits 225 000 volts Banc de Guérande – Prinquiau Création du poste électrique à 225 000 volts de Prinquiau.* Dossier d'Evaluation des incidences au titre de Natura 2000.
- Tessier, C. (2006). *Caractérisation et dynamique des turbidités en zone côtière : l'exemple de la région marine Bretagne Sud. Thèse de doctorat.* Université de Bordeaux 1.
- Tétard, S., Lasne, E., Gadais, R., Bultel, E., & Feunteun, E. (2012). *Evaluation du stock de saumons entrant en Estuaire de la Loire et étude du comportement migratoire jusqu'aux secteurs amont phase 1.* MNHN CRESCO .
- Tillin. (2014). *Development of a sensitivity matrix (pressures-MCZ/MPA faetures).* Southampton, Plymouth: Report to the Department of Environment, Food and Rural Affairs from ABPMer and the Marine Life Information Network (MarLin). Marine Biological Association of the UK. Defra contract No.MB0102 Task 3A Report No 22.
- Tillin, H., & Tyler-Walters, H. (2014). *Assessing the sensitivity of subtidal sedimentary habitats to pressures associated with marine activities.* JNCC Report No : 512B.