



© Margaux Herschel (INRAE)

**De l'identification biophysique des services écosystémiques à dire d'experts à l'évaluation économique de la fonctionnalité nourricière des marais intertidaux reconnectés à l'estuaire de la Gironde**

**Rapport final INOTOP, volet économie - Novembre 2021**

**Rédactrice :** Tina Rambonilaza (Chercheuse INRAE, UMR CESAER, AgroSup Dijon)

**Contributeurs :** Emma Saint-André (Stagiaire INRAE Bordeaux, 2019), Chloé Spiteri (Stagiaire INRAE Bordeaux, 2020), Laure Carassou (Chercheuse INRAE, UR EABX)

**Projet INOTOP** (Programme de recherche sur l'évaluation des services écosystémiques et les bénéfices de la reconnexion estuarienne sur le site de l'île Nouvelle) - financé dans le cadre de la convention de partenariat Etude Recherche Appliquée n° 33-280 + avenant n°1, Conservatoire du Littoral – INRAE ; **Chargée de mission du Conservatoire du Littoral :** Katia PERRIN.

**Remerciements :** Aux participants qui ont bien voulu remplir les matrices de capacités et qui nous ont ainsi permis de réaliser la première partie de cette évaluation.

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne et la Région Nouvelle-Aquitaine.

## **PLAN DU RAPPORT**

### **CONTEXTE ET ENJEUX DE RECHERCHE**

Les marais intertidaux- des zones humides à restaurer  
La reconnexion marine au prisme des services écosystémiques (SE)

#### **I- IDENTIFICATION ET EVALUATION BIOPHYSIQUE DES SE RENDUS PAR LES MARAIS GERES VS RECONNECTES DE L'ILE NOUVELLE**

- I-1- L'île Nouvelle - territoire témoin de la reconnexion des marais intertidaux
- I-2- La liste des services écosystémiques potentiellement associés à la reconnexion marine
- I-3- Evaluation des SE par la matrice des capacités
- I-4- Les six services écosystémiques fournis par l'île Nouvelle
- I-5- Interactions habitats-services écosystémiques

#### **II- EVALUATION DES BENEFICES POTENTIELS DE LA FONCTIONNALITE NOURRICIERE DES MARAIS INTERTIDIAUX RECONNECTES**

- II-1- Les retombées économiques de la fonctionnalité nourricière
- II-2- Méthode de monétarisation des valeurs d'usage des SE
- II-3- Résultats des estimations annualisées

### **BIBLIOGRAPHIE**

### **LISTE DES TABLEAUX**

- Tableau 1- Liste complète des services écosystémiques selon la nomenclature CICES
- Tableau 2- Liste des types d'habitats présents sur l'île Nouvelle
- Tableau 3- Liste des services écosystémiques potentiels fournis par l'île Nouvelle
- Tableau 4- Les services écosystémiques (SE) évalués comme significatifs par dires d'experts
- Tableau 5- Récapitulatif des indicateurs monétaires mobilisés
- Tableau 6- Bénéfices estimés pour la pêche professionnelle de la reconnexion marine
- Tableau 7- Estimation du nombre de pêcheurs bénéficiaires du SE
- Tableau 8- Estimation de la valeur récréative du bar attribuée à la reconnexion marine
- Tableau 9- Récapitulatif des bénéfices de la reconnexion marine via la fonctionnalité nourricière

### **LISTE DES FIGURES**

- Figure 1- Evolution des paysages de l'île Nouvelle entre 1999 et 2018 (crédit photos : Conservatoire du Littoral, Nous autres)
- Figure 2- La matrice permettant d'évaluer les capacités des habitats sur l'île Nouvelle
- Figure 3- Evolution des principaux services écosystémiques (score  $\geq 2$ ) fournis par les habitats de l'île Bouchaud
- Figure 4- Evolution des principaux services écosystémiques (score  $\geq 2$ ) fournis par les habitats de l'île Sans-Pain
- Figure 5- Cartes de représentation des services écosystémiques sur l'île Nouvelle
- Figure 6- Les zones humides estuariennes

Figure 7- Adaptation du modèle en cascade de Haines-Young et Potschin (2010) à la fonction nourricière

Figure 8- Utilisation des marais estuariens par les espèces de poissons cibles

Figure 9- Bénéfices attendus des différents usages potentiels du mulot porc

Figure 10- Bénéfices attendus des différents usages supplémentaires du bar commun

Figure 11- Schéma conceptuel de la monétarisation des valeurs d'usages des flux de SE

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1- De la cartographie d'occupation des sols aux habitats écologiques

Annexe 2- Cartes des services écosystémiques potentiellement fournis par les habitats de l'île Nouvelle en 2017 (2a : services non affectés par la reconnexion marine, 2b : services affectés par la reconnexion marine).

Annexe 3- Tableau des poissons présents dans les marais estuariens

Annexe 4- Données sur le bar commun

Annexe 5- Données sur le mulot porc

Annexe 6- Détails des scénarios de référence pour établir les indicateurs monétaires

## **SOURCES DE DONNEES**

ADAPAEF33, carnets de pêche, 2020.

Association des pêcheurs au carrelet de l'estuaire de la Gironde, Site web : <https://www.association-pecheurs-carrelet-estuaire-gironde.fr/>, consulté en juillet 2020.

FranceAgriMer, 2018, *Consommation des produits de la pêche et de l'aquaculture*

FranceAgriMer, 2018, *Étude sur l'évaluation de l'activité de pêche de loisirs en France métropolitaine (dont la Corse)*.

FranceAgriMer, 2019, *Données de ventes déclarées en halles à marée en 2018*.

FranceAgriMer, 2020, Réseau des Nouvelles des Marchés, Site web : <https://rnm.franceagrimer.fr/prix?BAR>, consulté en juillet 2020.

ICES, Copenhagen, « Official Nominal Catches 2006-2018 », Site web : <http://ices.dk/data/dataset-collections/Pages/Fish-catch-and-stock-assessment.aspx>, consulté en juillet 2020.

Ifremer, « La pêche de loisir aux filets sur l'estran girondin en 2014 », 2015.

Ifremer, « La pêche de loisir aux filets sur l'estran landais en 2014 », 2015.

Ifremer, « La pêche récréative au bar sur les façades atlantiques, manche et mer du nord. Résultats de l'enquête 2009-2011 », 2012.

Johnston, R.J., Ranson, M.H. et Besedin, E.Y., Helm, E.C., 2006, « What Determines Willingness to Pay per Fish? A Meta-Analysis of Recreational Fishing Values », *Marine Resource Economics*, 21, pp. 1–32.

## **CONTEXTE ET ENJEUX DE RECHERCHE**

### **Les marais intertidaux- des zones humides à restaurer**

La convention de Ramsar a été adoptée en 1971 et ratifiée à ce jour par 171 pays. Ce traité international marque la prise de conscience pour une utilisation raisonnée et une conservation des zones humides, ces « étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Pour autant, depuis cette date, environ 35% des zones humides de la planète ont disparu et le rythme de disparition s'est accéléré depuis 2000. La restauration et la réhabilitation des zones humides restent ainsi un enjeu majeur des politiques publiques environnementales de l'échelle internationale à l'échelle locale.

Près de 93% des zones humides sont constituées par des écosystèmes intérieurs et seulement 7% par les écosystèmes marins et côtiers. En Europe, les marais côtiers ont été massivement endigués pendant près d'un millénaire, principalement dans le but d'augmenter la surface des terres agricoles. Ce processus d'endiguement des marais côtiers et la construction de systèmes de canaux pour drainer les terres acquises sur la mer est mieux connu sous le nom de « poldérisation ». Cette poldérisation ancienne des zones humides littorales a abouti à la création d'environ 15000 km<sup>2</sup> de polders littoraux en Europe. En France, la surface totale des polders est proche de 1400 km<sup>2</sup>. La poldérisation s'est arrêtée vers les années 1970, concomitamment à l'adoption par de nombreux pays européens de la convention Ramsar. Une tendance inverse est même observée, depuis peu. Certains polders sont rendus à leurs estuaires ou à leurs mers côtières. Les dé-poldérisations ou plus précisément, la reconnexion tidale consistant à rétablir un rythme de submersion naturel au gré des marées, peut se produire accidentellement suite à des ruptures de digues détériorées ou mal gérées lors de fortes tempêtes, ou de manière délibérée via des programmes d'actions de restauration. Ainsi, la reconnexion tidale se présente comme une méthode de restauration écologique des zones humides littorales, car elle est mise en place dans le but d'assister le rétablissement ou l'auto-génération d'un écosystème qui serait endommagé, dégradé ou détruit.

### **La reconnexion marine au prisme des services écosystémiques**

La préservation et la restauration des écosystèmes, fondées sur la reconnaissance de leur apport économique et social, sont au cœur du concept de service écosystémique (les services rendus par les écosystèmes, indispensables aux activités humaines). Depuis la publication du rapport mondial sur l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005), le concept de services écosystémiques s'est progressivement imposé dans la sphère de la décision publique en matière de gestion environnementale et de préservation de la biodiversité, de l'échelle globale à l'échelle locale. Il met en avant les avantages de la préservation d'un écosystème en bon état voire la restauration d'un certain nombre de ses fonctionnalités écologiques, pour souligner à la fois la complexité des décisions en matière de gestion de l'environnement, et amener à un changement de regard sur la nécessité des actions de gestion des écosystèmes pour assurer la durabilité des « biens et services » dont dépend le bien-être des sociétés humaines.

Tableau I : Liste complète des services écosystémiques selon la nomenclature CICES.

| SECTION                | DIVISION  | GROUPE  | CLASSE                                   | FONCTIONS (Processus) ECOLOGIQUES  | SERVICES  | AVANTAGES  |
|------------------------|---|---|--|--|---|--|
| Approvisionnement      |   | Biomasse  |  | Production de biomasse   |   |  |
| Approvisionnement      | Nutrition   | Biomasse  | Crustacés, mollusques, poissons sauvages | Production de biomasse   | Alimentation humaine  | Pêche commerciale  |
| Régulation & entretien | Contrôle des déchets, des substances toxiques et d'autres nuisances | Régulation de la qualité de l'eau                                       | Pollutions                               | Biorémédiation par les microorganismes, algues, plantes et animaux<br>- Filtration /séquestration/stockage/accumulation par les microorganismes, algues plantes et animaux<br>- Filtration / séquestration/ accumulation par les écosystèmes | Purification de l'eau de surface et son oxygénation                 | Stabilisation des niveaux des nutriments ;<br>Une eau de surface de qualité pour la vie des organismes aquatiques (plantes & animaux)  |
| Régulation & Entretien | Régulation des flux   | Régulation et atténuation des flux de matières                          | Evènements extrêmes                      | Transport et stockage des sédiments  | Protection contre l'érosion   | Maintien des services de production végétale<br>Maintien des habitats  |
| Régulation & Entretien | Régulation des flux   | Stabilisation de la matière et contrôle des taux d'érosion              | Evènements extrêmes                      | Effets tampon des couverts de végétation   | Protection contre l'érosion   | Maintien des habitats  |
| Régulation & Entretien | Régulation des flux   | Rétention de l'eau (stockage de l'eau + ralentissement de l'écoulement) | Evènements extrêmes                      | Réservoir temporaire aux eaux de précipitation et de ruissellement, en stockant une partie de ces eaux dans le sol, en l'interceptant par la végétation, etc.  | Protection contre l'inondation                                      | Réduction des risques pour les activités agricoles ; réduction des risques de dommages écologiques par intrusion saline  |
| Régulation & Entretien | Régulation des flux   | Effet brise vent  | Evènements extrêmes                      | Végétation servant de zone « tampon » entre les milieux maritime et terrestre  | Protection contre les tempêtes                                      | Réduction des risques de dommages écologiques  |
| Régulation & Entretien | Maintien des habitats de reproduction                               | Maintien du cycle de vie, protection des habitats et du pool génétique  | Processus biologique                     | Environnement physique, chimique et biologiques permettant le développement des écosystèmes (mollusques, algues etc.) favorisant le retour des espèces faunistiques et floristiques  | Habitats de nurserie et de reproduction pour les plantes et animaux | Avantage direct : Restauration des espèces floristiques et faunistiques autochtones en particulier (les poissons)<br><br>Avantage indirect :<br>- valeur patrimoniale de la biodiversité (espèce en danger)<br>- valeur marchande (espèce commerciale) |
| Régulation & Entretien | Maintien des habitats de reproduction                               | Contrôle des conditions physiques, chimiques et biologiques             | Processus biologique                     | Contrôle du cycle de vie, protection des biotopes et de la diversité génétique<br>Espèces animales et plantes concurrentes   | Contrôle des « espèces envahissantes » (exotiques/indigènes)        | Réduction de l'impact des espèces invasives sur les écosystèmes  |

|                                   |  |  |                         |  |  |   |
|-----------------------------------|--|--|-------------------------|--|--|---|
| <b>Régulation &amp; Entretien</b> | Maintien des conditions physique, chimique et biologique   | Composition atmosphérique et régulation du climat                    | Climat                  | Influence la régulation du microclimat (précipitations, températures atmosphériques)   | Régulation du microclimat  | Précipitation/aération adapté   |
| <b>Régulation &amp; Entretien</b> | Maintien des conditions physique, chimique et biologique   | Conditions hydrologiques   | Cycle hydrologique      | Maintien/régulation de la composition chimique de la colonne d'eau douce et des sédiments pour assurer des conditions de vie favorables pour le biote ex. par la dénitrification, la remobilisation/minéralisation du phosphore etc. | Maintien du bon état chimique des masses d'eau                             | Une eau de surface de qualité pour la vie des organismes aquatiques (plantes & animaux)   |
| <b>Culturels</b>                  | Interactions physiques et intellectuelles avec le biote, les écosystèmes et les paysages terrestres et marins (milieux naturels) | Environnement naturel adapté à la recherche                          | Paysage et biodiversité |  | Espace naturel et biodiversité servant de support à la recherche           | Compréhension des processus naturels à des fins de production de connaissances fondamentales, ou appliquées                                   |
| <b>Culturels</b>                  | Interactions physiques et intellectuelles avec le biote, les écosystèmes et les paysages terrestres et marins (milieux naturels) | Environnement naturel adapté à l'éducation                           | Paysage et biodiversité |  | Paysages naturels et espèces pour l'expérience de la nature et l'éducation | Observation des oiseaux, et d'autres espèces<br>Photographie naturaliste, Education à la nature   |
| <b>Culturels</b>                  | Interactions physiques et intellectuelles avec le biote, les écosystèmes et les paysages terrestres et marins (milieux naturels) | Environnement naturel adapté à l'expérience esthétique et récréative | Paysage et biodiversité |  | Paysages naturels et espèces pour l'expérience esthétique et récréative    | Promenade, collecte de produits naturels, pique-nique, etc...   |
| <b>Culturels</b>                  | Interactions physiques et intellectuelles avec le biote, les écosystèmes et les paysages terrestres et marins (milieux naturels) | Environnement naturel typique  | Paysage et biodiversité |  | Paysages et espèces avec des valeurs culturelles et symboliques            | Espèce phare pour promouvoir l'identité régionale en lien avec les poissons migrateurs, photographie et observation des espèces emblématiques |

Avec la popularité qu'a acquise le concept, les communautés d'experts ont travaillé à l'élaboration de classifications permettant d'uniformiser les nomenclatures utilisées pour répertorier les services écosystémiques. Ces travaux cherchent à créer un vocabulaire commun permettant d'homogénéiser les discours et de les rendre accessibles grâce à une terminologie de référence. Pour autant, la diversité des contextes écologiques ne permet pas d'adopter une nomenclature unique et universelle, qui serait trop vague dès lors qu'on voudrait l'appliquer au cas particulier. Certaines terminologies ont cependant acquis une reconnaissance internationale au fil du temps, offrant ainsi un cadre de travail opérationnel institutionnalisé par le *Common International Classification of Ecosystem Services – CICES*.

Les services écosystémiques sont identifiés dans ce travail selon la nomenclature standard international du CICES. Dans ce cadre, les fonctionnalités écologiques renvoient à la capacité des écosystèmes ou leur potentiel à fournir des services écosystémiques, pour lesquels il existe une demande sociale/des usages effectifs ou potentiels du fait d'un ensemble d'avantages qui couvrent différentes dimensions du bien-être humain (santé, nutrition, sécurité, culture, etc..). L'accent mis sur les avantages implique que les services écosystémiques sont ouverts à l'évaluation économique. Cependant, la notion de valeur ne doit pas être limitée à la valeur monétaire.

Le tableau I présente les trois catégories de SE et la traduction du raisonnement en cascade qui sous-tend leur identification et leur évaluation en termes d'avantages pour l'homme. Cette conceptualisation des services conduit à une démarche méthodologique qui se déroule en 5 grandes étapes : 1) définir la structure biophysique de l'écosystème étudié, 2) en déduire les fonctions écologiques, 3) identifier les services qui peuvent potentiellement en découler, 4) les traduire en termes de bénéfices, et 5) estimer leur valeur économique.

Le Projet INOTOP (porté par le Conservatoire du littoral et INRAE) s'est donné pour objectif de mieux éclairer sur les bénéfices écologiques mais aussi socio-économiques de la reconnexion des marais endigués de l'île Nouvelle à l'estuaire de la Gironde. L'objectif de l'étude synthétisée dans ce rapport est de conduire une évaluation économique des bénéfices de la reconnexion estuarienne, en mobilisant le concept de services écosystémiques qui sont rendus par les marais ainsi restaurés. Cette évaluation a procédé en deux étapes :

- I- L'identification et l'évaluation biophysique des services écosystémiques rendus par les marais estuariens reconnectés, une étape préalable pour mettre en avant l'ensemble des bénéfices que les écosystèmes gérés rendent à l'homme.

Afin de réaliser, cette étape, l'approche dite des matrices des capacités a été mobilisée, pour identifier et comparer les SE rendus par deux types de milieux selon la gestion de leurs interactions avec l'estuaire : (1) les marais gérés et (2) les marais reconnectés de manière naturelle à l'estuaire, en se basant sur les retombées écosystémiques des expériences de gestion de l'île Nouvelle, au cours de la période 2002-2017.

- II- L'évaluation économique de la fonction nourricière et la traduction monétaire des services écosystémiques potentiels qui en résulte.

L'approche par les services écosystémiques cherche à faire le lien entre les fonctionnalités écologiques rétablies à l'issue de la reconnexion estuarienne des marais et les services qu'ils rendent à l'homme. La reconnexion marine ayant le potentiel de rendre aux marais ainsi restaurés le fonctionnement de marais intertidaux naturels. Les marais intertidaux sont des

compartiments de l'écosystème estuarien bien connus pour leurs fortes productivités biologiques tant du point de vue de la production primaire que de la production secondaire et surtout pour leur rôle de nourricerie pour de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés. En comparaison à d'autres habitats accessibles, les zones de nourricerie permettent aux juvéniles (des individus qui ont dépassé le stade larvaire) de rencontrer des conditions favorables à leur croissance et à leur survie : en fournissant une nourriture abondante et diversifiée, un abri/lieu de repos, et une protection contre les prédateurs. La deuxième partie de l'étude consiste ainsi à l'évaluation économique de la contribution de la fonctionnalité de nourricerie des marais intertidaux reconnectés aux services écosystémiques.

## **I- IDENTIFICATION ET EVALUATION BIOPHYSIQUE DES SE RENDUS PAR LES MARAIS GERES VS RECONNECTES DE L'ILE NOUVELLE**

### **I-1- L'île Nouvelle - territoire témoin de la reconnexion des marais intertidaux**

Les dynamiques sédimentaires et le déplacement perpétuel de bouchons vaseux dans l'Estuaire de la Gironde conduisent à la formation et à la disparition fortuite de bancs de sable au cours des siècles. Grâce à l'action combinée de paramètres favorables tels que le vent, les vagues et les courants marins, il n'est pas rare de voir ces bancs de sable se couvrir de végétation et progressivement devenir des îlots et des îles. Ces phénomènes qui rythment la vie de l'Estuaire de la Gironde depuis plusieurs siècles lui ont valu sa qualification d'Estuaire « sauvage ». L'île Nouvelle appartient à un archipel de huit îlots situé entre les côtes du Blayais et du Médoc. Mentionné sur les cartes marines pour la première fois en 1825, l'île Nouvelle doit son existence à la réunion de l'Île Bouchaud avec l'île Sans-Pain au cours du 18<sup>ème</sup> siècle.

Il faut attendre la seconde moitié du 19<sup>ème</sup> siècle pour que des hommes et des femmes s'installent sur l'île. Dans le même temps, des digues sont construites et les sols sont drainés afin de rendre les sols propices à la culture de la vigne. Deux villages se construisent, les habitants vivant principalement de l'exploitation de la vigne et du maraîchage. Dans les années 1950 une crise vinicole majeure contraint la plupart des habitants à quitter l'île, ceux qui restent se reconvertissent péniblement dans la culture du maïs mais finissent aussi par quitter les lieux. A partir de 1980, l'île n'est plus habitée. Le Conservatoire du Littoral fait l'acquisition des terres en 1991. La gestion est confiée au conseil général de la Gironde et à la commune de Blaye deux années plus tard, et rapidement se dessine le projet d'une restauration écologique de l'île. Les objectifs s'inscrivent dans le cadre d'une politique en faveur des Espaces Naturels Sensibles et doivent assumer deux fonctions : la renaturation de l'île et l'accueil du public afin de sensibiliser aux enjeux environnementaux. Du fait de sa position géographique, la restauration écologique de l'Île Nouvelle peut se faire par reconnexion de l'île avec les eaux de l'estuaire de la Gironde qui l'entourent. Les effets attendus de cette reconnexion sont le retour d'un milieu ayant les caractéristiques et fonctionnalités d'une zone humide.

Lorsque le Conservatoire du Littoral fait l'acquisition de l'île Nouvelle, les paysages sont marqués par les activités agricoles passées. Ces paysages ne vont cependant pas perdurer puisque dès 1999 la tempête Martin fragilise les digues au Nord de l'île, amorçant l'inondation régulière des sols. On distingue alors à nouveau le Nord de l'île (Île Bouchaud, régulièrement inondée) du Sud de l'île (Île Sans-Pain, digues fonctionnelles). En 2009, la tempête Xynthia donne une seconde accélération au projet de reconnexion marine en

ouvrant une brèche dans les digues au Nord de l'île Bouchaud. Cet événement aboutit à la formation d'un chenal permettant à l'eau de l'Estuaire de s'infiltrer dans les terres au gré des marées. Depuis quelques années, la reconnexion tidale de l'Île Nouvelle s'inscrit dans un programme d'envergure nationale initié par le Conservatoire du Littoral (le projet ADAPTO). A travers 10 cas d'étude en France métropolitaine, ce programme « explore des solutions face aux effets du changement climatique sur le littoral en préconisant une gestion souple du trait de côte ». Le projet de renaturation de l'île Nouvelle s'insère ainsi dans une démarche exploratoire qui vise à analyser une option de gestion pour les zones estuariennes et littorales.



Figure 1- Evolution des paysages de l'île Nouvelle entre 1999 et 2018 (crédits photos : Conservatoire du Littoral, Conseil Départemental de la Gironde)

## I-2- La liste des services écosystémiques potentiellement associés à la reconnexion marine

Pour disposer d'une évaluation quantifiée des services écosystémiques et de leur évolution en lien avec les modes de gestion, la méthode des matrices des capacités a été adaptée. La matrice est un tableau qui met en relation les types d'écosystèmes terrestres (ou habitats) présents sur la zone étudiée avec les services écosystémiques susceptibles d'être fournis. Les habitats peuvent en effet rendre des services écosystémiques potentiellement différents, ou fournis à des niveaux différents.

La reconnexion tidale de l'Île Nouvelle avec l'estuaire de la Gironde est un projet de restauration écologique : on s'attend à observer le retour d'un milieu ayant les caractéristiques d'un marais intertidal naturel. Les différents suivis qui ont été réalisés sur l'île depuis son acquisition dans les années 90 ont permis de recueillir un ensemble de données capturant les instants importants de son histoire. Ces données (photographies, cartographies, relevés biologiques sur le terrain, ...) fournissent des informations sur les étapes d'évolution des territoires et des écosystèmes qui s'y développent.

Notre étude porte sur les bénéfices du plan de gestion qui a été choisi. Pour cela, nous allons évaluer les avantages retirés des services écosystémiques de l'île avant et après qu'ait eu lieu la reconnexion avec les eaux de l'estuaire de la Gironde. La différence quantitative entre les résultats de ces deux évaluations révélera les bénéfices de la reconnexion à l'estuaire. 2009 est considérée comme l'année pivot puisque c'est cette année-là que la tempête Xynthia ouvre une brèche dans les digues au nord de l'île Bouchaud.

L'évaluation des services écosystémiques associés à la reconnexion de l'île Nouvelle avec les eaux de l'estuaire de la Gironde s'appuie sur une démarche comparative : une situation avant l'ouverture d'une brèche dans les digues de la partie Nord de l'île - nous avons retenu l'année 2002- et la situation actuelle - dernière année pour laquelle les données sur l'occupation des sols sont disponibles, soit 2017. Par ailleurs, pour chacune des matrices il a été nécessaire de distinguer l'île Sans-Pain (situation de marais géré) de l'île Bouchaud (situation de marais reconnectés). Pour l'année 2002, la cartographie que nous avons mobilisée contient en réalité 16 catégories d'occupation du sol, mais ont été retenues uniquement celles qui correspondaient à des habitats écologiques définis (11 habitats en tout). De la même manière, on distingue en réalité 16 catégories d'occupation du sol en 2017, mais à nouveau n'ont été retenues que celles qui correspondaient à des habitats écologiques distincts (14 types en tout). Le tableau 2 détaille la liste des habitats présents sur l'île pour les deux années de référence.

Tableau 2- Liste des types d'habitats présents sur l'île Nouvelle

| Habitats en 2002 |  | Habitats en 2017 |  |
|------------------|--|------------------|--|
| 1                | Zone rivulaire herbacée (roselière baldingère ou à roseau, magnocariçaie, pelouse à éléocharis, vasière)                             | 1                | Fourré mésohalophile à oligohalophile à Cotonnier d'Amérique                       |
| 2                | Milieu à inondation permanente ou fréquente (eau légèrement saumâtre)  | 2                | Frênaie et frênaie à Baldingère  |
| 3                | Dépression inondable (eau douce)   | 3                | Friche annuelle nitrophile vernale paucispecificque à Moutarde noire               |
| 4                | Boisement rivulaire (ancienne digue et DPF)  | 4                | Friche mégaphorbiaie nitrophile à Moutarde noire                                   |
| 5                | Zone rivulaire partiellement boisée : érosion ou colonisation en cours (arbustes peu denses ) clairsemés, sol nu, plaques herbeuses) | 5                | Végétations diverses dominées par des espèces exotiques envahissantes              |
| 6                | Friche herbacée  | 6                | Parvo roselière oligo mésohalophile sur substrat argilo limoneux à Scirpe maritime |
| 7                | Fruticée (frênaie en cours de formation sur la friche herbacée)  | 7                | Roselière dulçaquicole à Roseau commun   |
| 8                | Roselière en cours de développement  | 8                | Roselière à Baldingère faciés à Phragmites   |
| 9                | Boisement d'origine anthropique  | 9                | Roselière à Baldingère   |
| 10               | Fossé fonctionnel  | 10               | Roselière à Baldingère colonisée par le Frêne                                      |
| 11               | Fossé fortement comblé   | 11               | Roselière oligohalophile à Roseau commun et Arroche couchée                        |
|                  |  | 12               | Vasières   |
|                  |  | 13               | Eaux permanentes   |
|                  |  | 14               | Eaux courantes   |

La mise en compatibilité du tableau fourni par le CICES au cas particulier des habitats observés sur l'île Nouvelle en 2002 et 2017 a permis d'établir une liste de 11 services écosystémiques (Tableau 3). Les services culturels ne sont pas évalués car leurs bénéfices sont indépendants du phénomène de reconnexion marine.

Tableau 3- Liste des services écosystémiques potentiels fournis par l'île Nouvelle

| SERVICES ECOSYSTEMIQUES POTENTIELLEMENT PRESENTS SUR L'ILE NOUVELLE |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Services d'approvisionnement  | Biomasse  | Production de biomasse (plantes cultivées : vignes, maïs...)  |   |
|   |   | Production de biomasse (crustacées, mollusques, poissons sauvages)  |   |
| Services de régulation et d'entretien                               | Régulation par le biote (ou biota)  | Bioremédiation (filtration, stockage) par les microorganismes, algues, plantes et animaux   |   |
|   | Flux solides  | Régulation des flux de matières : transport et stockages des sédiments (protection contre l'érosion)  |   |
|   | Flux solides  | Stabilisation des flux de matières et régulation du taux d'érosion. Effet tampon des couverts de végétation (protection contre les événements extrêmes)   |   |
|   | Flux liquides   | Réservoir temporaire aux eaux de précipitation et de ruissellement (en stockant une partie de ces eaux dans le sol, en l'interceptant par la végétation, ...) (protection contre les inondations) |   |
|   | Flux gazeux / atmosphérique   | Végétation servant de « zone tampon » entre les milieux maritimes et terrestres   |   |
|   | Maintien du cycle vital, protection des habitats et du pool génétique   |   | Environnement physique, chimique et biologique permettant le développement des écosystèmes favorisant le retour des espèces faunistiques et floristique indigènes |
|   |   |   | Contrôle des « espèces envahissantes » (espèces introduites / exotiques)  |
|   | Composition atmosphérique et régulation du climat   | Influence la régulation du microclimat (précipitation, températures atmosphériques...)  |   |
| Etat de l'eau   | Maintien / régulation de la composition chimique de la colonne d'eau douce et des sédiments pour assurer des conditions de vie favorables pour le biotope |   |   |

### I-3- Approche par la matrice des capacités

L'évaluation de la capacité de chaque type d'écosystème (ou habitat écologique) à fournir toute ou partie de la liste des SE procède par dire d'experts, à partir de la matrice dont l'aperçu est donné en Figure 2. L'expert doit remplir chaque case avec un score pouvant varier de 0 (faible capacité) à 5 (capacité très importante). Le choix du score doit tenir compte de trois éléments : la capacité intrinsèque de l'habitat à produire le service, sa proportion géographique sur le territoire considéré (île Bouchaud ou île Sans-Pain) et enfin le contexte géographique global dans lequel le service s'insère (estuaire de la Gironde). La notion d'expert doit être comprise par des acteurs disposant de connaissances écologiques suffisantes soit du fait de leurs expériences, soit du fait de leurs expertises professionnelles ou scientifiques. Il couvre donc une typologie d'acteurs assez vaste (chercheurs, gestionnaires, usagers, associations de défense de l'environnement, etc...). Nous avons par conséquent demandé aux participants d'évaluer leur niveau de connaissances relatives à chaque SE et habitat sur une échelle de 1 à 3, 1 étant un faible niveau de confiance et 3 un niveau de confiance élevé. Cela est un élément essentiel de communication des résultats et permet de donner une indication sur la qualité des données.

Ainsi, il a fallu recourir à une fouille et sélection des données cartographiques disponibles pour définir les habitats de manière pertinente pour atteindre l'objectif visé. Nous sommes ainsi basés sur une cartographie de la végétation et une carte d'occupation des sols, où les catégories d'occupation des sols correspondaient à des habitats écologiques (ces

différentes sources de données sont fournies en annexes). Nous avons identifié et contacté au départ une liste de 30 experts. Le panel d'experts pouvant être convoqué est fortement réduit par rapport à d'autres études, car l'île fait l'objet d'usages très restreints – recherche, observation et éducation à l'environnement et à la nature. Au final, seuls 9 experts sur 30 contactés ont répondu favorablement, un taux de réponse assez usuel avec ce type de démarche, et qui a des conséquences importantes mais prévisibles sur les résultats exploités (cf. Campagne et al. 2017).

L'évaluation a porté au final sur un total 11 SE x 12 habitats en 2002 aboutissant à 121 scores par répondant, et 11 SE x 14 habitats soit 154 scores par répondant en 2017, et cela pour les deux parties de l'île. Nous avons agrégé les scores des matrices de tous les participants en distinguant les 2 îles et les 2 années. Cela signifie que pour chaque SE, nous avons reproduit la liste des habitats et indiqué les 9 scores de capacité correspondant à chacun. Par exemple pour le SE « Biorémédiation », sur l'île Bouchaud en 2002, on avait donc 11 habitats multipliés par 9 scores de capacité chacun soit 99 scores. Nous avons ensuite calculé pour chaque habitat de chaque SE une moyenne des scores puis fait la moyenne de ces derniers pour avoir le score du SE. Nous avons choisi d'utiliser la moyenne comme le recommandaient Campagne et al. (2017) car c'est la méthode la plus couramment utilisée. Ainsi, nous avons pu classer les habitats en grandes 5 catégories selon leur capacité à fournir divers SE, et ainsi ne relever que les SE avec les scores les plus importants, et ce afin d'optimiser l'interprétabilité des résultats vis-à-vis du contexte spécifique de l'île Nouvelle.



|                  |               | Services écosystémiques potentiels pour les habitats de l'île Nouvelle |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|------------------|---------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---|--|--|
|                  |               | 1. Régulation des crues  | 2. Régulation de la température | 3. Régulation de la qualité de l'eau | 4. Régulation de la salinité | 5. Régulation de la pollution | 6. Régulation de la biodiversité | 7. Régulation de la production de biomasse | 8. Régulation de la production de matière organique | 9. Régulation de la production de matière minérale | 10. Régulation de la production de matière énergétique |
| Types d'habitats | ILE BOUCHAUD  | Habitat 1  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 2  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 3  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 4  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 5  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 6  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 7  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  | ILE SANS PAIN | Habitat 8  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 9  |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 10   |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 11   |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 12   |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 13   |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |
|                  |               | Habitat 14   |                                 |                                      |                              |                               |                                  |  |   |  |  |

Figure 2- La matrice permettant d'évaluer les capacités des habitats de l'île Nouvelle à fournir divers SE.

#### I-4- Les six services écosystémiques fournis par l'île Nouvelle

Plus globalement, 6 des 11 SE totaux évaluables sont fournis de manière notable sur l'île Bouchaud et l'île Sans-pain. Les dynamiques d'évolution de ces SE sont quasi-identiques pour les 2 zones, même si l'on observe une forme d'effet « rattrapage » du SE « effet tampon de la végétation » sur les parties de marais endigués (île Sans-pain) au cours du temps. Le tableau 4 ci-dessous récapitulent les SE fournis en 2002 et en 2017 pour chaque zone (score de capacité >2). Les SE surlignés en bleu sont ceux dont le score est devenu supérieur à 2 en 2017, soit après la dépoldérisation de la partie nord. C'est le cas pour le service de « Biorémédiation » et celui de « Maintien de la régulation de la colonne d'eau douce » pour

Bouchaud, ou ceux dont le score est devenu supérieur à 3, soit le service « Effet tampon des couverts de végétation » sur Sans-Pain.

Le principal SE fourni par les deux parties de l'île Nouvelle, c'est d'abord le SE « Environnement physique, chimique, et biologique permettant le développement des écosystèmes favorisant le retour des espèces faunistiques et floristiques ». Ce SE est fourni par les habitats suivants en 2017 : les eaux permanentes et courantes, les friches et frênaies, les vasières et les roselières. Et contrairement à ce que l'on aurait pu attendre, l'évaluation fournie par les experts n'a pas permis de conclure à une différence significative entre les deux îles pour la période évaluée. Ceci implique que la gestion appliquée à l'ensemble du site depuis 2017 semblent favoriser ce SE spécifique, et ce sans lien direct avec la reconnexion tidale de Bouchaud à l'estuaire.

Tableau 4- Les services écosystémiques (SE) évalués comme ayant évolué de manière significative entre les deux dates 2022 et 2017 par dires d'experts

| SE 2002   | SE 2017   | SE 2002   | SE 2017   |
|---|---|---|---|
| Environnement physique => écosystèmes => retour des espèces | Environnement physique => écosystèmes => retour des espèces | Environnement physique => écosystèmes => retour des espèces | Environnement physique => écosystèmes => retour des espèces |
| Contrôle du cycle de vie                                    | Contrôle du cycle de vie                                    | Contrôle du cycle de vie                                    | Contrôle du cycle de vie                                    |
| Effet tampon couvert végétation                             | Effet tampon couvert végétation                             | Effet tampon couvert végétation                             | Effet tampon couvert végétation                             |
| Transport des sédiments                                     | Transport des sédiments                                     | Transport des sédiments                                     | Transport des sédiments                                     |
|   | Maintien régulation eau douce                               |   | Maintien régulation eau douce                               |
|   | Biorémédiation  |   | Biorémédiation  |

Afin de vérifier la robustesse des résultats obtenus précédemment nous avons décidé de réaliser un test statistique de comparaison de moyenne. Nous avons choisi le test de Wilcoxon en raison du faible nombre d'échantillons dont nous disposons. Le principe est le suivant : on teste l'hypothèse  $H_0$  « les moyennes des 2 échantillons ne sont pas significativement différentes », et on se fixe un seuil de confiance de 95%. Pour chaque SE et pour chaque partie de l'île, nous avons donc comparé les scores donnés en 2002 et ceux donnés en 2017 par chaque individu, ce qui donne une comparaison de 9 paires de score par SE.

Les résultats sont les mêmes pour les 2 îles : pour 5 SE (« Production de Biomasse (crustacés) », « Biorémédiation », « Transport et stockage des sédiments », « Effet tampon des couverts de végétation », « Maintien de la composition chimique de la colonne d'eau douce »), on observe une différence significative des scores entre 2002 et 2017, ce qui signifie que leur score a augmenté de façon notable entre les deux années. En parallèle, certains SE dont le score était donné comme bien supérieur (passage dans la catégorie au-dessus, exemple : de 2 à 3) ne montrent pas d'évolution temporelle significative suite au test de Wilcoxon (« Réservoir temporaire, Environnement physique »), ce qui contribue à modérer les résultats précédents.

## I-5- Interactions habitats-services écosystémiques

Afin d'illustrer les changements potentiels qui ont eu lieu entre 2002 et 2017 pour les SE fournis par les habitats de l'île Nouvelle, nous avons réalisé des schémas (Figures 3 et 4). Sur celui-ci on peut voir en miroir les différents habitats présents à gauche en 2002 et à droite en 2017, avec, au centre, les principaux SE fournis c'est-à-dire ceux qui ont un score supérieur ou égal à 2 en 2002 ou en 2017. Des flèches traduisant la capacité des habitats à fournir les SE relient donc les habitats aux SE concernés.

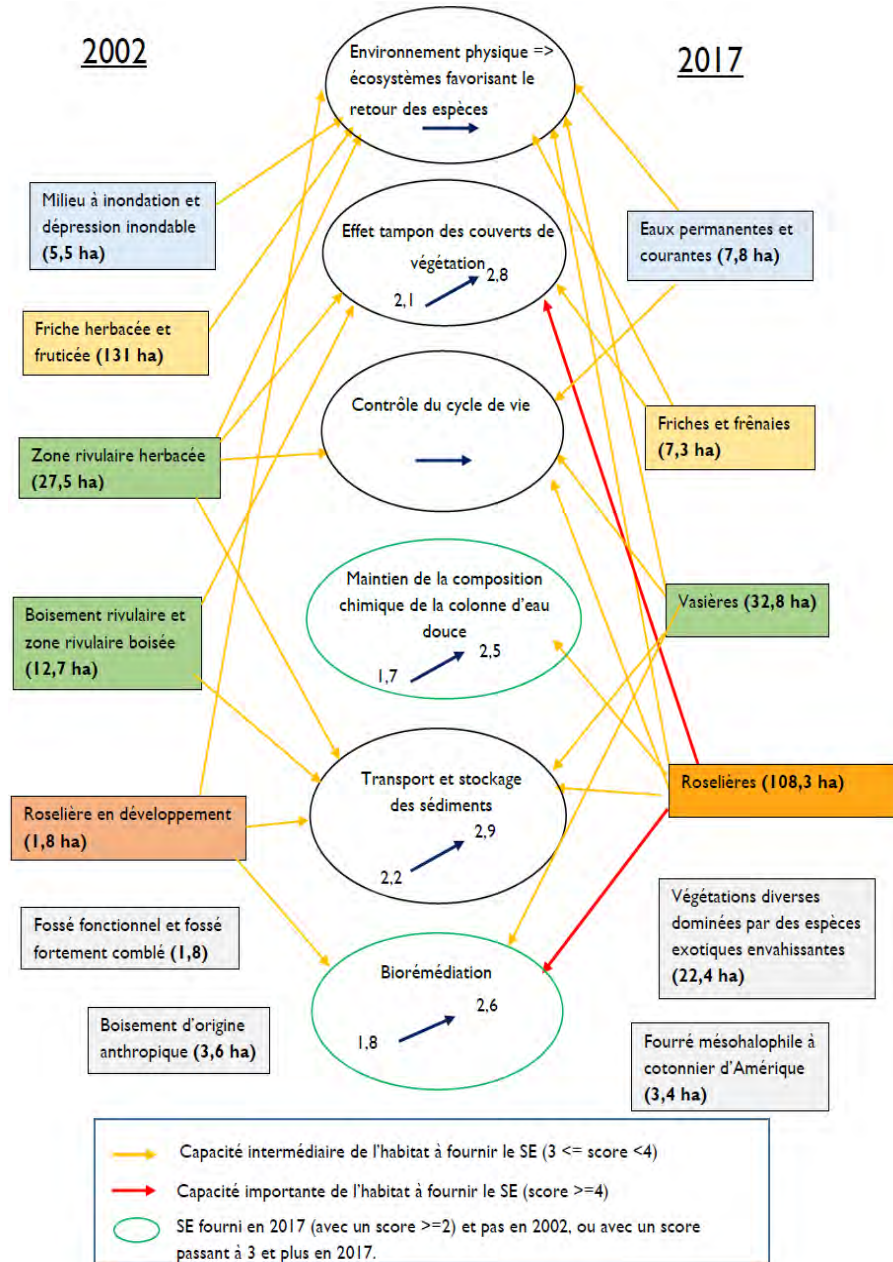


Figure 3- Evolution des principaux services écosystémiques (score >= 2) fournis par les habitats de l'île Bouchaud

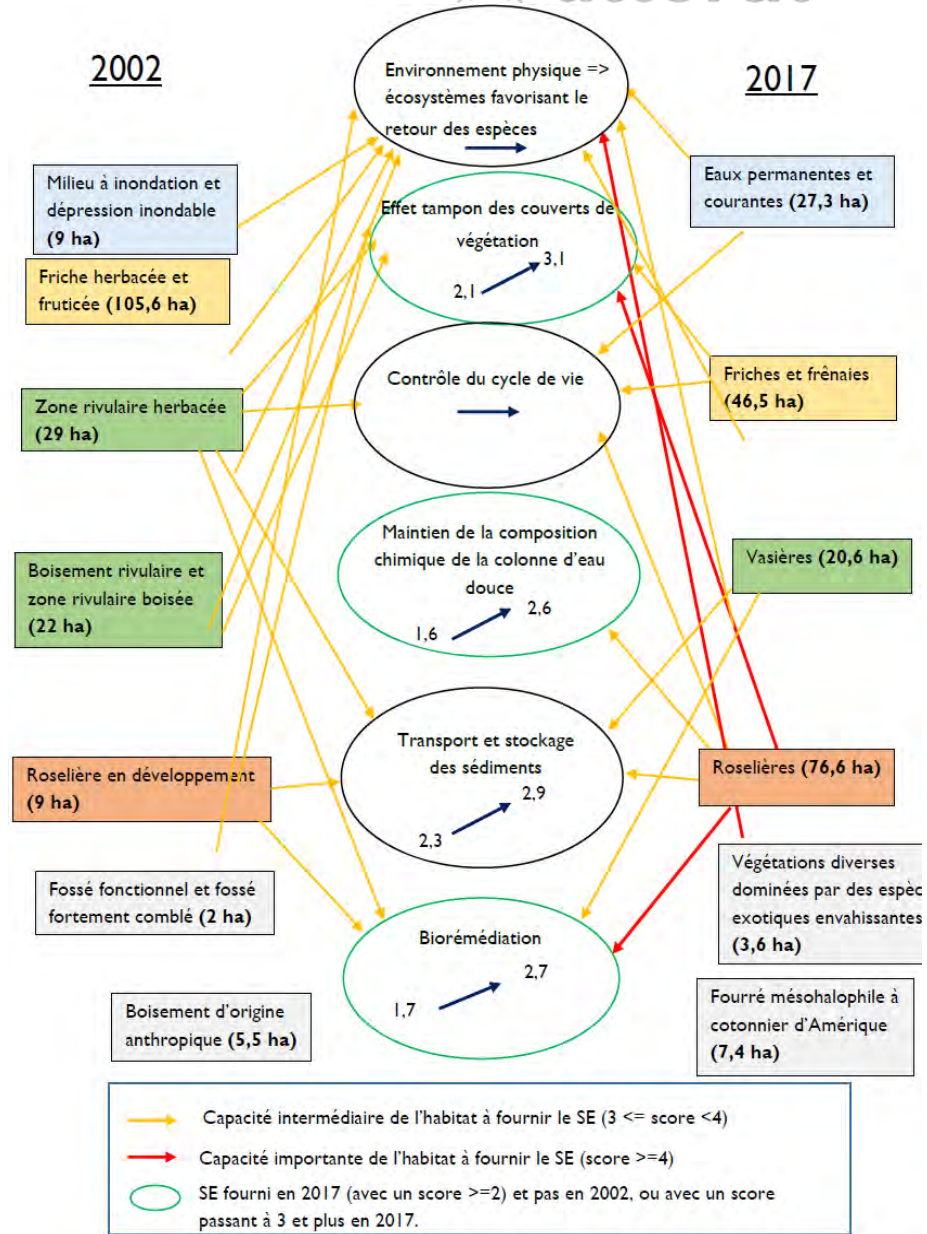


Figure 4- Evolution des principaux services écosystémiques (score ≥ 2) fournis par les habitats de l'île Sans-Pain

Nous n'avons représenté que les capacités intermédiaires en orange (score compris entre 3 et 4) et les capacités importantes en rouge (score supérieur ou égal à 4). Les habitats ont été regroupés par catégories selon l'importance de leur surface et le type de végétation représentée. Nous avons aussi indiqué la surface approximative occupée par chaque habitat sachant que l'île Nouvelle mesure 364 hectares. Nous avons estimé que l'île Bouchaud et l'île Sans-Pain mesureraient chacune 182 hectares. Pour 2002 les surfaces ont été calculées à l'œil, en fonction du pourcentage perçu occupé par chaque type d'habitat sur les deux îles. Pour 2017, des calculs ont été réalisés dans un premier temps grâce à des données SIG sur le logiciel QGIS afin de déterminer la surface occupée par chaque type de végétation sur l'île Nouvelle. Puis le pourcentage occupé par chaque habitat a été estimé approximativement pour chaque île.

On constate une augmentation importante des surfaces de roselières entre 2002 et 2017 qui représentent en 2017 184,5ha, soit plus de 60% de la surface de l'île Nouvelle (312ha). Une revue de la littérature confirme le rôle prépondérant des roselières en zones humides, car elles sont à l'interface entre les milieux aquatique et terrestre. Elles agissent surtout en tant que régulateur du cycle de l'eau de par la fonction de rétention des nutriments et des sédiments, mais protègent aussi les berges contre l'érosion. De même, elles sont un habitat pour de nombreuses espèces sauvages qui s'en servent comme refuge ainsi que pour s'alimenter.

On remarque par ailleurs qu'après 15 ans de renaturation l'habitat « Végétations diverses dominées par des espèces exotiques envahissantes » s'est développé de manière assez importante (15 % de la surface de l'île Nouvelle, 12% de la surface de l'île Bouchaud) or il ne rend pas de SE de façon notable, ce qui mérite d'y prêter attention.

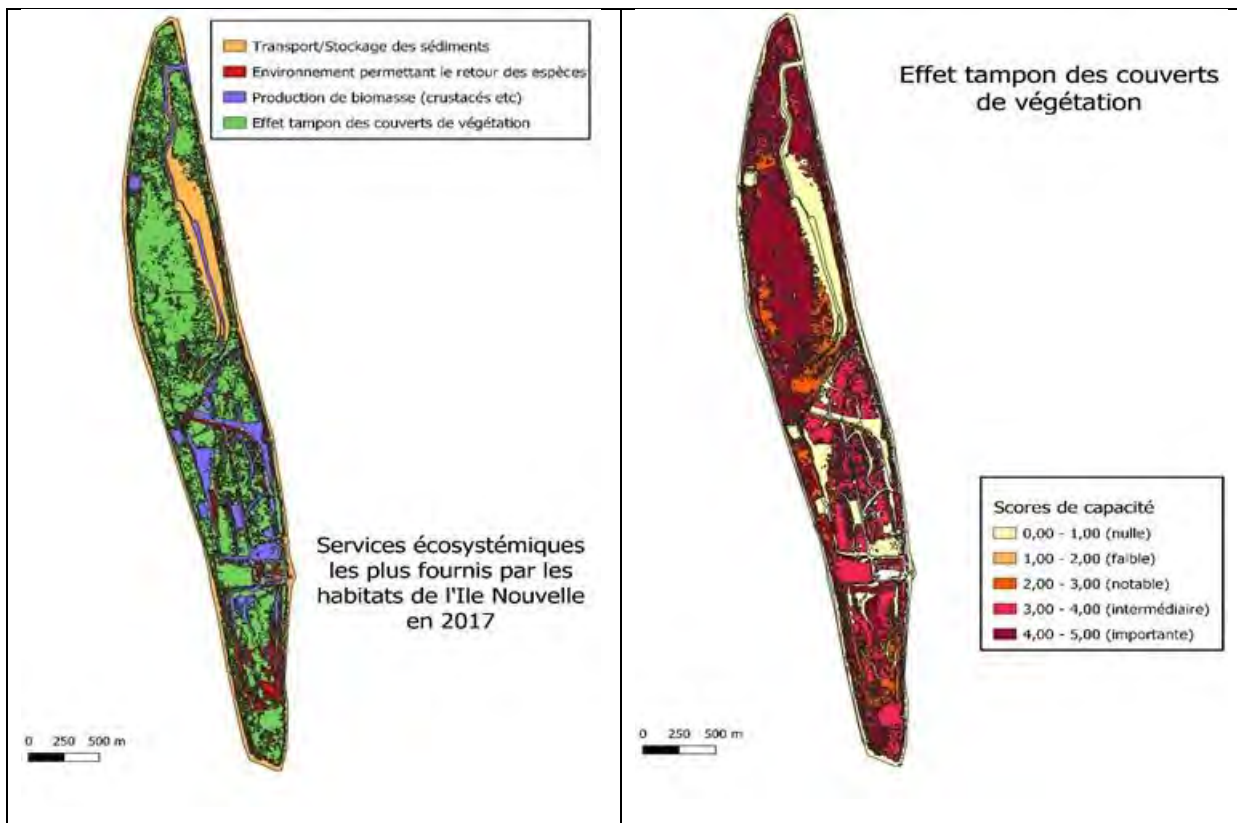


Figure 5- Cartes de représentation des services écosystémiques sur l'île Nouvelle en 2017

Pour terminer nous restituons ici une représentation cartographique des principaux services écosystémiques fournis par les habitats de l'île Nouvelle en 2017 (Figure 5). Pour chaque habitat on a sélectionné le SE pour lequel il avait le score moyen le plus élevé. Sur la première carte, on peut ainsi voir que 4 SE sont principalement rendus : le « Transport et le Stockage des sédiments » est réalisé par les vasières, la « Production de biomasse halieutique » est associée aux eaux permanentes et courantes, les friches herbacées fournissent un « Environnement physique favorisant le retour des espèces », et enfin le reste des habitats et les roselières en particulier jouent un « Effet tampon des couverts de végétation ». La seconde carte illustre plus spécifiquement le SE « Effet tampon des couverts de végétation » et fait apparaître la graduation de la fourniture du SE par les habitats, du score de capacité de fourniture le plus faible au score le plus élevé. Ainsi on remarque que ce sont les roselières qui fournissent ce SE de la manière la plus importante.

L'annexe 2 résume sous forme cartographique les six principaux SE fournis par les habitats de l'île Nouvelle en 2017, en distinguant ceux n'ayant pas été affectés par la reconnexion marine (annexe 2a) et ceux pour lesquels une évolution significative est observée suite à la reconnexion marine (annexe 2b).

## II. EVALUATION DES BENEFICES POTENTIELS DE LA FONCTIONNALITE NOURRICIERE DES MARAIS INTERTIDIAUX RECONNECTES

Cette partie de l'étude s'attache à évaluer le bénéfice potentiel de la restauration des marais intertidaux eut égard au retour progressif de leur fonctionnalité de nourricerie naturelle à l'issue de la reconnexion, à l'échelle de l'écosystème estuarien. D'une manière générale, les polders correspondent à la portion du territoire qui a été gagnée sur l'eau, et dont le niveau est le plus souvent en dessous de celui de la mer (ou du moins de la haute mer), à partir notamment des marais littoraux. Elle est souvent entourée de digues. La reconnexion marine vise à rétablir la submersion par les marées de zones endiguées qui sont naturellement submersibles (voir colonne de gauche, Figure 6).

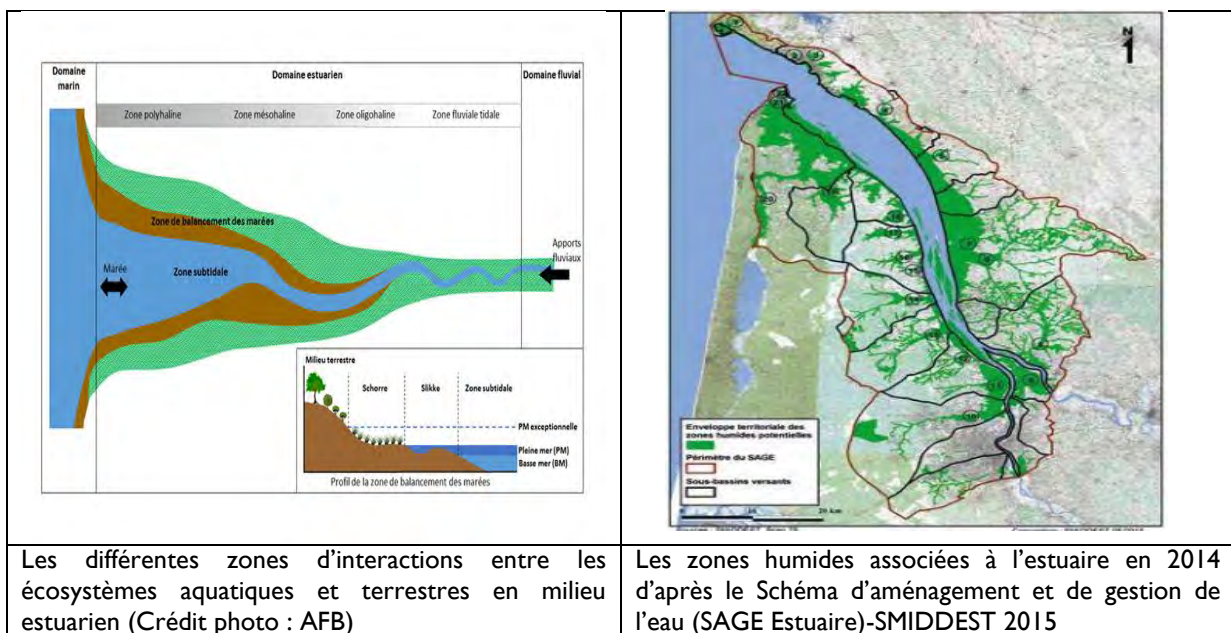


Figure 6- Les zones humides estuariennes de la Gironde

Sur l'estuaire de la Gironde, la surface des marais aménagés par endiguement avoisine 400 km<sup>2</sup>, et correspond à peu près à l'enveloppe présentée dans la figure de gauche. La superficie effective de la zone intertidale est actuellement de 56 km<sup>2</sup> (colonne de droite, Figure 6), mais une superficie de 16 km<sup>2</sup> supplémentaires pourrait être rendue à l'estuaire (par le biais de différentes techniques de reconnexion) car elle peut être inondée lors des grandes marées<sup>1</sup>. Cette surface de 16 km<sup>2</sup> correspond à la surface de zones humides rivulaires de l'estuaire de la Gironde présentant un potentiel de récupération d'une fonction de nurricerie pour les espèces d'intérêt halieutique suite à une dépoldérisation éventuelle. Elle a été estimée par un travail de typologie des zones humides de l'estuaire réalisée à partir de critères de surface, altitude, salinité et occupation des sols (Carrier, 2010). C'est donc dans l'hypothèse de la reconnexion tidale de cette surface 'dépoldérisable' de zones humides que la plus-value économique est envisagée dans ce travail, comme explicité ci-dessous.

## II-I Les retombées économiques de la fonctionnalité nurricerie

L'évaluation présentée dans cette partie du rapport adopte le raisonnement en cascade de Haines-Young et Potschin (2010) comme cadre méthodologique de référence. Celui-ci fait la distinction explicite entre les services écosystémiques et les fonctionnalités écologiques. L'approche par cascade met en avant le rôle d'interface que jouent les SE entre les écosystèmes (leurs structures biophysiques et écologiques) et les systèmes socio-économiques (les activités humaines) avec comme indicateurs finaux les bénéfices potentiels ou effectifs du maintien des fonctionnalités de l'écosystème. C'est pourquoi, pour une meilleure cohérence des évaluations économiques, les notions de « services intermédiaires » et « services finaux » ont été introduites au sein de la cascade conceptuelle pour l'évaluation des SE (cf. Figure 7).

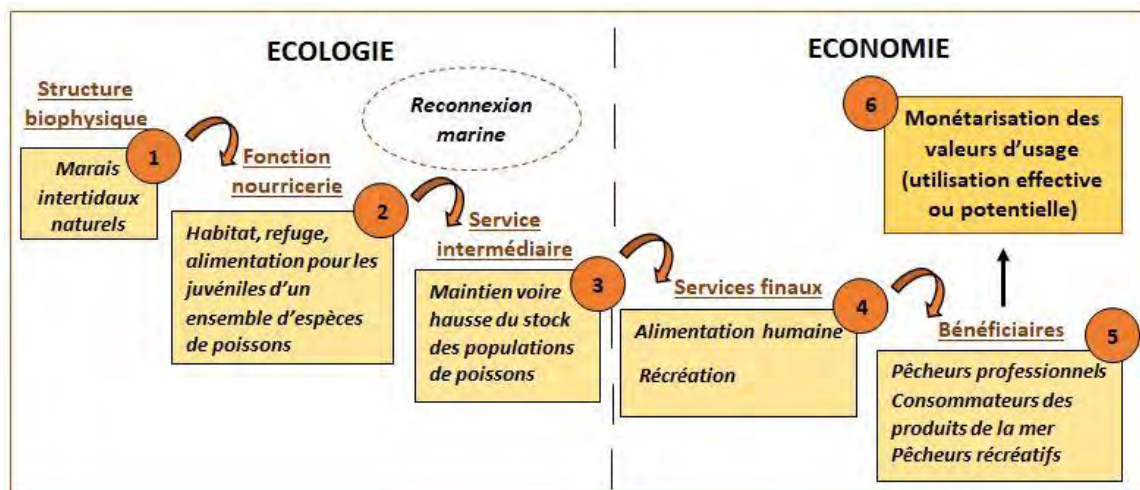


Figure 7- Adaptation du modèle en cascade de Haines-Young et Potschin (2010) à la fonction nurricerie

La fonctionnalité de nurricerie des marais intertidaux permet aux juvéniles de certaines espèces de poissons de devenir adultes. Elle englobe de ce fait trois fonctions (habitat, alimentation et refuge) à l'origine d'un service intermédiaire qu'est le maintien voire la hausse des stocks de poissons disponibles pour permettre la fourniture d'autres SE (les services finaux) à leurs bénéficiaires :

<sup>1</sup> Extraction de données effectuée par Mario Lepage (Chercheur, INRAE Bordeaux), à partir des travaux de Carrier, Lechêne et Boët, 2010.

- Un service d'approvisionnement alimentaire qui bénéficie aux pêcheurs professionnels et aux consommateurs de poissons frais
- Un service récréatif qui bénéficie aux pêcheurs de loisir en mer et en bord d'estuaire

Les bénéfices associés à la reconnexion estuarienne sont donc associés au maintien voire à l'augmentation des usages alimentaires et récréatifs de ces espèces pour lesquelles la croissance et la survie à l'âge adulte sont supposées dépendantes des marais intertidaux reconnectés. Les valeurs d'usages effectifs ou potentiels que les différents bénéficiaires accordent aux principales espèces de poissons présentes ou observables dans ces marais intertidaux reconnectés servent alors à chiffrer les bénéfices escomptés de la restauration. Nous avons retenu pour l'évaluation économique des bénéfices de la fonctionnalité nourricière via la restauration des marais intertidaux : le mulot porc et le bar commun, dont le retour dans marais intertidaux dépoldérisés de Nouvelle a été attestée par des travaux précédents (Lechêne, 2017) ainsi que lors d'observations de terrain réalisées dans le cadre du volet écologie du projet INOTOP (Carassou et al., in prep).



Figure 8- Utilisation des marais estuariens par les espèces de poissons cibles, soit le bar commun *Dicentrarchus labrax* et le mulot porc *Chelon ramada*.

**Le mulot porc – *Chelon ramada*** est une espèce migratrice amphihaline catadrome (se reproduit en mer, grossit en estuaire, et peut être également observée en eau douce). Les mulets porcs se nourrissent d'algues microscopiques qui se développent à la surface des vases. Or, la reconnexion marine favorise le développement de ces microalgues. On dispose encore très peu de connaissances biologiques et écologiques sur cette espèce et à fortiori son aire de répartition à l'échelle française. On sait seulement que ce poisson se rencontre dans les fleuves, les estuaires et les zones intertidales et est très fréquent, surtout aux stades les plus jeunes, dans les zones humides littorales (marais et lagunes). C'est une espèce très abondante sur l'estuaire de la Gironde, mais peu étudiée localement malgré son importance en termes de biomasse.

| SOURCES DE VALEURS D'USAGES ALIMENTAIRES  | SOURCES DE VALEURS D'USAGES RECREATIFS  |
|---|---|
| <p>Un poisson à faible valeur ajoutée pour les pêcheurs professionnels (maritimes et fluviaux) – une baisse de 60% du tonnage de débarquement (Golfe de Gascogne) entre 2011-2018</p> <p>Un poisson sauvage à consommer sans risque pour la biodiversité aquatique : Abondant à l'état sauvage, Un goût supposé avoisinant celui du bar, Peu cher à l'achat</p> | <p>Un poisson pêché en surfcasting avant le bar pour les zones de pêche Pertuis-Charentais et Estuaire de la Gironde</p> <p>Un poisson pêché au carrelet une tradition estuarienne</p> <p>Un poisson pêché au filet en bateau sur le domaine public fluvial de la Gironde</p> <p>Un poisson pêché au filet dérivant sur les estrans girondins</p> |

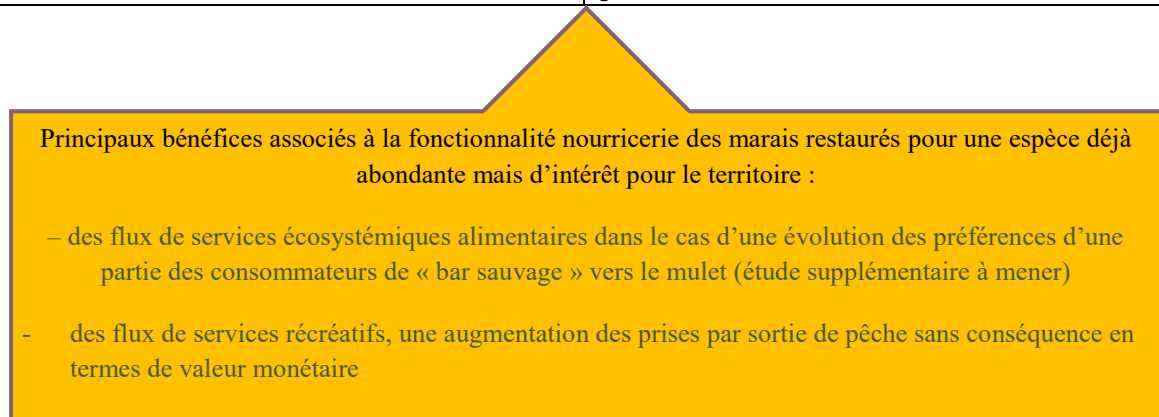


Figure 9- Bénéfices attendus des différents usages potentiels du mulot porc

**Le bar commun** - *Dicentrarchus labrax* est une espèce marine euryhaline (se reproduit en mer, les juvéniles grossissent en estuaire et utilisent les ressources alimentaires fournis par les marais intertidaux). L'aire de répartition des zones de nourriceries et frayères des bars communs pour le sud-atlantique sont l'estuaire de la Gironde et le bassin d'Arcachon. Le bar fait partie des poissons frais les plus consommés par les ménages français. Le bar est une espèce menacée par la surpêche, et le déclin de la population de géniteurs.

| SOURCES DE VALEURS ALIMENTAIRES   | SOURCES DE VALEURS D'USAGES RECREATIFS   |
|---|--|
| <p>Un poisson cible (~30 % du chiffre d'affaires annuel) des pêcheries de petite taille (navires de moins de 12m) qui pratiquent les métiers de l'hameçon et les métiers polyvalents de la pêche</p> <p>Un poisson largement préféré à celui issu de l'élevage, un différentiel de prix important à l'achat</p> | <p>Un poisson cible principal de la pêche en bord de mer aux appâts ou au leurre</p> <p>Un poisson pêché en surfcasting dans les baïnes</p> <p>Un poisson cible principal lors des sorties en bateau</p> |

**Bénéfices de la fonctionnalité nourricière des marais restaurés pour une espèce sous pression :**

- des flux de services d'approvisionnement alimentaire consommation de « bar sauvage » au lieu de basculer vers le bar d'élevage dans un contexte de raréfaction de la ressource
- des flux de services récréatifs : maintien du nombre de prises par sortie de pêche

Figure 10- Bénéfices attendus des différents usages supplémentaires du bar commun

## I- 2 Méthode de monétarisation des valeurs d'usage des SE

L'évaluation économique d'une action de gestion environnementale part bien d'un postulat que ce n'est pas tant le système écologique pris de manière absolue qui intéresse, mais le bénéfice retiré de cette action de gestion, ou plus précisément l'impact socio-économique de cette action sur le bien-être humain à travers les usages des ressources naturelles. C'est pourquoi on mobilise, comme mesure de la valeur d'une unité d'un service écosystémique attribuable à la conduite de l'action de gestion soumise à évaluation, la valeur économique d'une unité supplémentaire des différentes espèces de poissons. La figure suivante décrit le raisonnement qui guide l'évaluation économique des services écosystémiques.

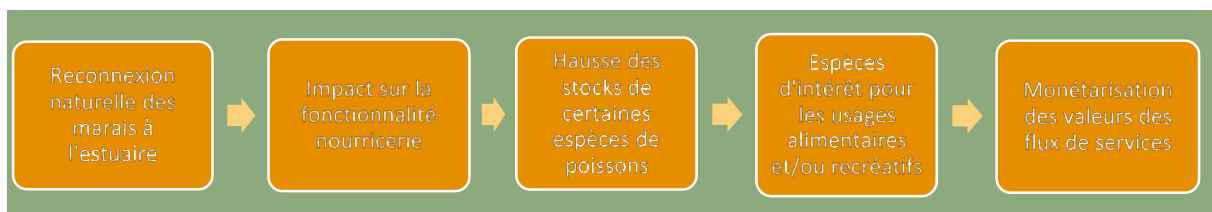


Figure 11- Schéma conceptuel de la monétarisation des valeurs d'usages des flux de SE

Les valeurs d'usages correspondent aux valeurs économiques que les bénéficiaires accordent aux poissons. D'après la littérature, trois types de méthodes d'évaluations économiques sont possibles pour déterminer des indicateurs monétaires des retombées d'une action environnementale : celles de **marché réel** basées sur les prix, celles de **marché fictif** qui reposent sur des Consentement à payer (CAP) déterminés lors d'enquête et celles de **transfert de bénéfices** qui consistent à transposer des valeurs de CAP de la littérature à l'objet d'étude. Voici les indicateurs que nous avons sélectionnés :

Tableau 5- Récapitulatif des indicateurs monétaires mobilisés

| Bénéficiaires           | Indicateur monétaire                             | Signification   |
|-------------------------|--|---|
| Pêcheurs professionnels | Prix de vente sur le marché en gros              | Valeur économique d'une espèce de poisson pour la pêche professionnelle |
| Consommateurs           | Prix de vente en grande et moyenne surface       | CAP pour avoir du poisson sauvage plutôt que du poisson d'élevage       |
| Pêcheurs récréatifs     | Montant des dépenses occasionnées par une sortie | CAP pour réaliser une sortie pêche supplémentaire                       |

### II-3- Résultats des estimations annualisées

**Les bénéfices potentiels de la dépoldérisation de 16 km<sup>2</sup> supplémentaires de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde, pour la pêche professionnelle sont évalués entre 425 600 €2020/an et 521 600 €2020/an, attribués à 90 et 97% à la valeur du bar commun.**

Le maintien de la pêche côtière du bar commun est par définition dépendant de la présence de zones de nurserie permettant aux juvéniles de croître et de rejoindre par la suite les frayères. Le tonnage et la valeur commerciale des flux de poissons débarqués dans les criées du Sud-Atlantique constituent la première source d'informations et la seule disponible pour cette étude. Une partie de ces flux sont pêchés dans le golfe de Gascogne et dépend entièrement des zones de nurserie localisées le long de l'estuaire de la Gironde. En conséquence, pour évaluer le tonnage de débarquements qui peut être associé à l'estuaire de la Gironde, il faut déterminer les criées qui accueillent les espèces de poissons ayant passé une partie de leur vie dans l'estuaire ; et appliquer aux volumes débarqués un coefficient de dépendance à l'estuaire.

Tableau 6- Bénéfices estimés pour la pêche professionnelle de la reconnexion marine

| Espèce     | Criées concernées           | Tonnage débarqué (t) | Bénéfice net (€ 2018) | Coefficient de dépendance (%) | Tonnage, part estuaire (t) | Bénéfice net, part estuaire (€ 2018) |
|------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Bar commun | Oléron - Royan- La Rochelle | 378                  | 3 310 650             | [40 ; 50]                     | [151,2 ; 189]              | [1 324 260 ; 1 655 325]              |
|            | Arcachon                    | 154                  | 895 230               | 10                            | 15,4                       | 89 523                               |
|            | Total                       | 532                  | 4 205 880             |                               | [166,6 ; 204,4]            | [1 413 783 ; 1 744 848]              |
| Mulet porc | La Rochelle                 | 72                   | 84 420                | 70                            | 50,4                       | 59 094                               |

La définition du coefficient de dépendance décrit la proximité des zones de reproduction en mer et l'attractivité de l'estuaire comme nurserie. Cette méthode de calcul a été développée par Anonymes (2009). Les criées et les valeurs des coefficients de dépendance retenues ont été discutées avec les écologues de l'UR EABX de l'INRAE. Actuellement, la quasi-totalité de la pêche de bar dans la zone d'influence écologique de l'estuaire est vendue aux criées d'Oléron, Royan et de La Rochelle. Certains pêcheurs peuvent aussi se rendre sur

la criée d'Arcachon, mais leur pêche ne représente qu'une infime partie des ventes (entre 5 et 10%). Pour le mulot, si les poissons débarqués peuvent être également vendus sur les mêmes criées que celles du bar commun, nous n'avons pu observer de déclarations commerciales que pour la criée de la Rochelle, en 2018. Le tableau 6 détaille la méthode de calcul et les résultats que nous avons obtenus avec les données de 2018 (FranceAgriMer, 2019).

La surface des zones intertidales de l'écosystème estuarien est actuellement de 56 km<sup>2</sup>, à laquelle nous pouvons rajouter la surface utilisable par les juvéniles au niveau du marais de Mortagne (0,9 km<sup>2</sup>), et au niveau de l'île Nouvelle (0,7 km<sup>2</sup>). La valeur à l'hectare de la fonctionnalité nourricière fournie par les marais intertidaux à l'origine des services d'approvisionnement rendus à la pêcherie du bar est de l'ordre de 255 €/2020/ha/an à 315 €/2020/ha/an, et la pêcherie du mulot de 11 €/2020/ha/an. Les bénéfices potentiels de la restauration des marais intertidaux (avoisinant 16 km<sup>2</sup>) au travers ces deux types de valeurs avoisinent 425 600 €/2020/an à 521 600 €/2020/an.

**Les bénéfices potentiels de la dépoldérisation de 16 km<sup>2</sup> supplémentaires de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde pour les consommateurs de bar sauvage en provenance des zones dépendant de l'estuaire pour l'accueil et la croissance des juvéniles sont évalués entre 580 800 €/2020/an et 713 600 €/2020/an.**

Le bénéfice que les consommateurs retirent de la consommation de poisson frais issu de la pêche côtière du bar en comparaison à une situation où la pêche est interdite et seul le bar d'élevage est commercialisé est chiffré à 12,3€/kg. Cette valeur correspond à la valeur moyenne du différentiel de prix de détails entre les deux produits en 2018-2019 (Annexe 4). Etant donné le tonnage débarqué sur les criées françaises pouvant être attribué aux zones de pêches dépendant de l'estuaire (cf. plus haut), ce bénéfice serait situé entre 2 049 180€ et 2 514 120 € en 2019. Ramenée à l'hectare, on obtient une valeur de l'ordre de 363 €/2020/ha/an à 446 €/2020/ha/an, ce qui permet d'évaluer le bénéfice potentiel rendu aux consommateurs de poissons frais, de la restauration de la fonctionnalité nourricière de 16 km<sup>2</sup> de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde entre 580 800 €/2020/an et 713 600 €/2020/an.

**Les bénéfices potentiels de la dépoldérisation de 16 km<sup>2</sup> supplémentaires de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde, pour la pêche récréative et de loisirs ciblant le bar sont évalués entre 1 425 000 €/2020/an et 2 850 000 €/2020/an.**

La pêche récréative du bar concerne la population résidente en Gironde et en Charente-Maritime car la pêche de loisir maritime et côtière est une pêche de proximité lorsque l'on s'intéresse aux pêcheurs réguliers (qui pratiquent sur plusieurs mois de l'année). L'estimation du nombre de pêcheurs récréatifs et de loisirs qui ciblent les bars (2<sup>ème</sup> poisson cible des pêcheurs récréatifs et de loisirs maritimes et côtiers) des deux départements de l'estuaire de la Gironde s'appuie sur l'extrapolation des données d'enquête réalisée par FranceAgriMer en 2018. Les résultats sont détaillés dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7- Estimation du nombre de pêcheurs bénéficiaires du SE

| Département | Estimation du nombre de pratiquants ciblant le bar | Pêche au bord     | Pêche en bateau |
|-------------|--|-------------------|-----------------|
| Gironde     | [21870 ; 43740]                                    | [13 559 ; 27 119] | [8311 ; 16 621] |
| Charente    | [8721 ; 17 442]                                    | [5 407 ; 10814]   | [3 314 ; 6 628] |

Le nombre moyen de sorties étant estimée à 8,3/an pour les pêcheurs habitant le département de la Gironde et à 5,4/an pour ceux résidant en Charente-Maritime par la même enquête<sup>2</sup>.

En moyenne, il ressort de nos entretiens un coût de 80 €/sortie/bateau, et de 20 €/sortie/bord. Ainsi, la valeur récréative du bar pour les pêcheurs résidant dans le département de la Gironde est entre 5.587216 €2020/an et 11.174 433 €2020/an, et celle des pêcheurs résidant dans le département de la Charente Maritime est entre 1 449 571 €2020/an et 2 899 142 €2020/an.

S'il est évident que pour la Charente Maritime, nous pouvons supposer que les bars ainsi pêchés, pour leur grande majorité, ont pu effectuer une partie de leur cycle de vie (et en l'occurrence leur stade juvénile) dans l'estuaire de la Gironde, ce n'est pas le cas pour le département de la Gironde, pour lequel les zostères et prés-salés du bassin d'Arcachon servent également de nourricerie au bar. La dépendance de la pêche récréative à la fonctionnalité nourricerie de l'estuaire de la Gironde est de 100% pour le département de la Charente Maritime, et seulement de 40% pour le département de la Gironde (en proportion des surfaces de nourricerie totale de bars localisées dans ce département).<sup>3</sup> Au final, la valeur récréative totale attribuée au bar ayant passé leur stade juvénile se situe entre 5.125K€2020/an et 10.250 K€2020/an, soit entre 890€2020/ha/an et 1780€2020/ha/an.

Pour être plus correct concernant les bénéfices liés à l'usage du bar il faudrait appliquer un coefficient basé sur un temps de résidence en lien avec la structure âge/taille des pêches. En effet, on ne peut pas attribuer toute la valeur de la biomasse supplémentaire à un seul écosystème, l'estuaire, car le bar n'y passe que les deux premières années de sa vie avant de poursuivre son cycle de vie dans la mer. Les données nécessaires au calcul de ce coefficient n'étant pas disponibles pour l'instant, il est possible de se baser sur des connaissances biologiques de base. Il est admis que dans le golfe de Gascogne, les estuaires jouent le rôle d'une zone de nourricerie des jeunes bars au cours de leur première année de vie. Dès leur deuxième année, les estuaires ne sont plus qu'une zone de présence ponctuelle pour l'alimentation. De plus, le bar commun acquiert sa première maturité sexuelle au cours de sa quatrième année chez le mâle (32 à 37 cm) et au cours de sa sixième année chez la femelle (42 cm), la taille légale de capture étant de 42 cm, ce qui correspond donc à un poisson âgé de minimum 4 ans. Il est donc raisonnable d'estimer un coefficient de résidence de 50% (les deux premières années du cycle de vie sur un minimum de 4 ans), car la majorité des poissons gardés par les pêcheurs (récréatifs ou professionnels) se situent en moyenne entre 45cm et de 52cm. Si l'on applique ce coefficient aux valeurs des services calculés précédemment, les résultats sont les suivants :

<sup>2</sup> Ces chiffres paraissent cohérents, une enquête de l'Ifremer (2009-2011) a conclu à un chiffre de [5 ; 6] sorties/pêcheur en mer/an pour les départements côtiers.

<sup>3</sup> 56 km<sup>2</sup> de marais intertidaux estuariens, 70 km<sup>2</sup> de zostère et 8,64 km<sup>2</sup> de chenaux et marais prés-salés.

Tableau 8- Estimation de la valeur récréative du bar attribuée à la reconnexion marine

| Bénéficiaires de la pêche du bar commun | Bénéfices (€2020/an)    | Valeur à l'hectare (€2020/ha/an) | Bénéfices potentiels (€2020/an) |
|---|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Pêcheurs professionnels                 | [735 192 ; 907 352]     | [128 ; 158]                      | [204 800 ; 252 800]             |
| Consommateurs                           | [1 046 280 ; 1 283 672] | [182 ; 223]                      | [291 200 ; 356 800]             |
| Pêcheurs récréatifs                     | [2 562 500 ; 5 125 000] | [445 ; 890]                      | [712 000 ; 1 424 000]           |

**Les bénéfices potentiels de la dépoldérisation de 16 km<sup>2</sup> supplémentaires de marais intertidaux de l'estuaire de la Gironde, sont évalués entre 204 800 €2020/an et 252 800 €2020/an pour la pêche professionnelle, entre 291 200 €2020/an et 356 800 €2020/an pour les consommateurs et entre 712 000 €2020/an et 1 424 000 €2020/an pour les pêcheurs récréatifs du bar.**

L'évaluation économique par espèce et par bénéficiaire sont résumés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9- Récapitulatif des bénéfices de la reconexion marine via la fonctionnalité nourricerie

| Espèces           | Bénéficiaires           | Valeur à l'hectare (€2020/ha/an) | Bénéfices potentiels (€2020/an) | Commentaires   |
|-------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Bar commun</b> | Pêcheurs professionnels | [128 ; 158]                      | [204 800 ; 252 800]             | Le bar est la 6 <sup>ème</sup> espèce vendue en valeur à la criée (5 % de la valeur des ventes en 2018 en France) et donc une ressource importante pour les pêcheurs professionnels. C'est la raison pour laquelle la valeur des bénéfices associés est élevée.  |
|                   | Consommateurs           | [182 ; 223]                      | [291 200 ; 356 800]             | Le bar est un produit apprécié des consommateurs qui se vend à un prix élevé, surtout s'il est sauvage (26€/kg). Le surplus des consommateurs est supérieur à celui des producteurs car le chiffre d'affaires de ces derniers ne repose pas seulement sur le bar mais aussi sur la capture d'autres espèces de poissons. |
|                   | Pêcheurs récréatifs     | [445 ; 890]                      | [712 000 ; 1 424 000]           | Le bar est un poisson très recherché par un grand nombre de pêcheurs récréatifs (30 à 60 000 dans la zone étudiée), ce qui explique que la valeur des bénéfices soit très élevée, et même supérieure à celle des pêcheurs professionnels et des consommateurs.   |
| <b>Mulet porc</b> | Pêcheurs professionnels | 11                               | 17 600                          | Le mulet porc est peu capturé par les pêcheurs professionnels car peu consommé en France, d'où la faible valeur des bénéfices.   |
|                   | Pêcheurs récréatifs     | [0,74 ; 1,56]                    | [1 184 ; 2 496]                 | Le mulet porc étant un poisson peu recherché, un CAP de 1€/poisson a été retenu pour ces calculs, ce qui explique la faible valeur des bénéfices.  |

Nous voulons terminer cette présentation par des remarques spécifiques. Il n'a pas été possible de disposer de données sur l'abondance des deux espèces (en termes d'évolution relative de la quantité de biomasse potentiellement exploitable) permettant d'estimer quantitativement la productivité moyenne à l'hectare des marais intertidaux localisés le long de l'estuaire de la Gironde en tant que nourricerie pour ces espèces. L'approche qui a été développée, en mobilisant d'emblée les valeurs des usages économiques effectifs de ces espèces, reste partielle et constitue une mesure statique de la fonction de nourricerie. Il est également crucial de comprendre que les flux de services écosystémiques peuvent être plus ou moins effectifs en relation avec les préférences des principaux usagers des espèces qui bénéficient de ces zones, qu'ils soient consommateurs de poissons frais ou pêcheurs récréatifs. En effet, à l'heure actuelle l'espèce qui est la plus abondante et aussi la plus dépendante des marais intertidaux de l'estuaire ne constitue pas la principale source de

services écosystémiques et n'est pas à l'origine de la valeur économique de la fonctionnalité nourricière de ces zones. Elle recèle en revanche une valeur d'usages potentiels plus importante, tout en permettant une conservation de la biodiversité, si les consommateurs de « bar sauvage » (une espèce sous pression), qui ne substituent pas cette espèce avec l'espèce d'élevage, optent pour le mulot. Il en sera de même pour les usages récréatifs, en promouvant la pêche au bord des mulots.

## BIBLIOGRAPHIE

Anonymes, 2009, Etude évaluation économique du SAGE estuaire gironde, Rapport de phase 2.

Beck, M.W., et al, 2001, « The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates », *BioScience*, 51, pp. 833-641.

Bell, F.W., 1997, « The economic valuation of saltwater marsh supporting marine recreational fishing in the southeastern United States », *Ecological Economics*, 21, pp.243-254.

Bonnieux, F., Rainelli, P., 2003, « La technique des transferts dans l'évaluation des biens non-marchands : une application », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, avril, pp. 187-208.

Brunel, E., Cozic, Y., 2009, « Les diptères Dolichopodidés des roselières de la réserve de chasse et de faune sauvage du Massereau (Loire-Atlantique) et découverte d'une nouvelle espèce pour la faune de France : *Ludovicus impar* Rondani, 1843 », *Invertébrés armoricains*, 3, pp. 61-68.

Campagne, S., Roche, P., Gosselin, F., Tschanz, L., Taton, T., 2017, « Expert-based ecosystem services capacity matrices: Dealing with scoring variability. » *Ecological Indicators*, 79, pp. 63–72.

Campagne, S., Roche, P., 2018, May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. e24134. *One Ecosystem* 3. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24134>.

Campagne, C.S., Roche, P.K., 2019 « Are expert-based ecosystem services scores related to biophysical quantitative estimates? », *Ecological Indicators*, 106, pp.1-10.

Cattrijsse, A., Hampel, H., 2006, « European intertidal marshes: A review of their habitat functioning and value for aquatic organisms », *Marine Ecology Progress Series*, 324, pp. 293-307.

Carrier G (2010) Typologie des zones humides rivulaires de la Gironde et évaluation du potentiel halieutique de restauration de leur fonction de nourricerie, à l'échelle de l'estuaire. Rapport de stage 2ème année élève ingénieur AgroParisTech, encadrement A. Lechêne, P. Boët, Cemagref, 52 pages.

Centre de ressources des milieux humides, Les zones humides/Agir/Dispositifs, Site web : [zones-humides.org](http://zones-humides.org), consulté en juillet 2020.

Cole, S.G., Moksnes, P.-O., 2016, « Valuing Multiple Eelgrass Ecosystem Services in Sweden: Fish Production and Uptake of Carbon and Nitrogen », *Frontiers in Marine Science*, 2, article 121.

Comité national des pêches CNPMM, 2020, Site web : <https://www.comite-peches.fr/gestion-du-bar/>, consulté en août 2020.

Cordier, M., 2012, « Chapitre 6. Intégration d'un service écosystémique intermédiaire à une modélisation input-output économique-écologique : cas de l'estuaire de la Seine », in Brunet, S., Hamaide, B., *Développement durable et économie environnementale régionale*, Presses de l'Université Saint-Louis, pp. 113-144.

Decreton, T., 2009, « Etude bibliographique des marais dépoldérisés », IRSTEA Bordeaux.

De Pontual, H., Drogou, M., Le Goff, R., Villanueva, C.-M., 2017, « Projet Bargip. Action Nourriceries. Rapport final ».

Desaigues, B., Point, P., 1993, « Chapitre 9. Le transfert des valeurs », in *L'Économie du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, Economica, pp 241-253.

Desvouges, W., Johnson, F., Banzhaf H., 1998, *Environmental policy analysis with limited information, Principles and applications of the transfer method*, Edward Elgar, Northampton Mass.

DREAL Bretagne, 2013, *État des lieux des poissons migrateurs et propositions de gestion*.

FranceAgriMer, 2018, *Étude sur l'évaluation de l'activité de pêche de loisirs en France métropolitaine (dont la Corse)*.

FranceAgriMer, 2019, *Les filières pêche et aquaculture en France*.

Food and Agriculture Organization of the United Nation, « FAO Major Fishing Areas ATLANTIC, NORTHEAST (Major Fishing Area 27) », Site web : <http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en>, consulté en juillet 2020.

Genty, A., 2005, « Du concept à la fiabilité de la méthode du transfert en économie de l'environnement : un état de l'art », *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales, INRA Editions*, 77, pp. 5-34, hal-01201112.

Goeldner, L., 1999, « Réouverture de polders et restauration du schorre en Angleterre : une technique paradoxale de défense contre la mer », *Géocarrefour*, 74, pp. 75-84.

Goeldner-Gianella, L., 2007, « Dépolderiser en Europe occidentale De-polderizing in Western Europe », *Annales de géographie*, 56, pp. 339-360.

Haines-Young, R., Potschin, M.B., 2010, « The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being », in: Raffaelli, D. and C. Frid (Eds.) *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. BES Ecological Reviews Series, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 110-139.

Haines-Young, R., Potschin, M.B., 2018, « Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure », disponible en ligne sur [www.cices.eu](http://www.cices.eu).

Ifen, 2006, *Les synthèses : la biodiversité*.

Ifremer, 2019, *Activité des navires de pêche Région NOUVELLE-AQUITAINE 2018*.

Irwin, E.R., Lai, Q.T., Zhang, Y., 2020, « Quantifying harvestable fish and crustacean production and associated economic values provided by oyster reefs », *Ocean and Coastal Management*, 187.

Jackson, E.L, et al, 2015, « Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service », *Conservation Biology*, 29, pp. 899–909.

Jacobs, S., Burkhard, B., VanDaele, T., Staes, J., Schneiders, A., 2014, « The matrix reloaded, a review of expert knowledge use for mapping ecosystem services », *Ecological Modelling*, 295, pp. 21-30.

Jänes, H., et al, 2020, « Quantifying fisheries enhancement from coastal vegetated ecosystems », *Ecosystem Services*, 43.

Johnston, R.J., Ranson, M.H. et Besedin, E.Y., Helm, E.C, 2006, « What Determines Willingness to Pay per Fish? A Meta-Analysis of Recreational Fishing Values », *Marine Resource Economics*, 21, pp. 1–32.

Lechêne, A., 2017, « Trajectoire de restauration des marais intertidaux: réponse du necton à la dépolderisation dans l'estuaire de la Gironde », Université de Bordeaux, tel-01717327.

Lemonnier, A., 2019, « Dynamique de la population de Mulet porc, Chelon ramada (Risso, 1827) dans le bassin de la Vilaine (Bretagne, France) », EPTB VILAINE- INRA.

Maison, P., 2010, « La méta-analyse sur données résumées », *Recherche en soins infirmiers*, 101, pp.18-24.

Mathevet, R., et al, 2008, « Des roselières et de hommes. ButorStar : un jeu de rôles pour l'aide à la gestion collective », *Revue internationale de géomatique*, 18, pp. 375-395.

Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., 2015, *Wetlands fifth edition*, John Wiley & sons.

Office français de la biodiversité, 2017, Site Web : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/180>, consulté en août 2020.

Pasquaud, S., 2006, « Les relations trophiques : éléments de structuration des peuplements ichtyologiques en milieu estuarien : application à l'estuaire de la Gironde », Université de Bordeaux.

Radenac, G., Vaslet, M., 2011, « La pêche de loisir du poisson sur la zone des Pertuis charentais et de l'estuaire de la Gironde », laboratoire LIENSs UMR 6250CNRS-Université de La Rochelle.

Saint-André Emma, 2019, Programme de recherche sur l'évaluation des services écosystémiques et les bénéfices de la reconnexion estuarienne sur le site de l'Île Nouvelle, Irstea.

Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse, « Introduction à la convention sur les zones humides », 2016.

Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse, « Perspectives mondiales pour les zones humides: l'état mondial des zones humides et de leurs services à l'humanité 2018 », 2018.

SMIDDEST, 2015, Guide méthodologique pour la prise en compte des milieux humides dans les projets de territoire du SAGE "Estuaire de la Gironde et milieux associés"

Villamagna, A.M., Angermeier, P.L, et Bennett, E.M, 2013, « Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery », *Ecological Complexity*, 15, pp. 114-121.

## **LIVRABLES COMPLÉMENTAIRES VERSÉS AUX RESSOURCES DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL DANS LE CADRE DU VOILET ECONOMIE DU PROJET INOTOP :**

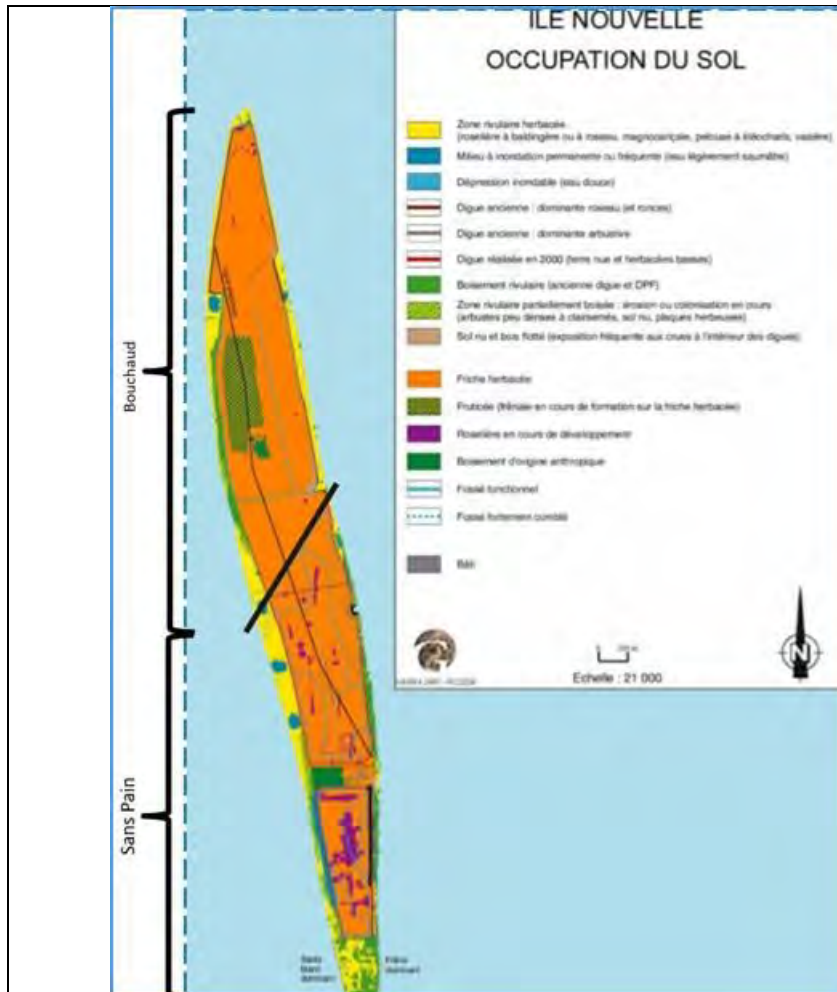
Saint-André E (2019) Programme de recherche sur l'évaluation des services écosystémiques et les bénéfices de la reconnexion estuarienne de l'île Nouvelle. Rapport de stage Master, Economie de l'Environnement, Université de Bordeaux, 33 pages.

Carassou L, Rambonilaza T, Gassiat A, Salles D, Lechêne A (2019) Estuarine marshes restoration through 'depolderisation' : ecological, social and economical perspectives on the Ile Nouvelle case study (Gironde estuary, France). Affiche présentée au colloque international 'CHEERS2019', Global changes in Coastal systems : trends and predictions, à Bordeaux, du 4 au 8 Novembre 2019.

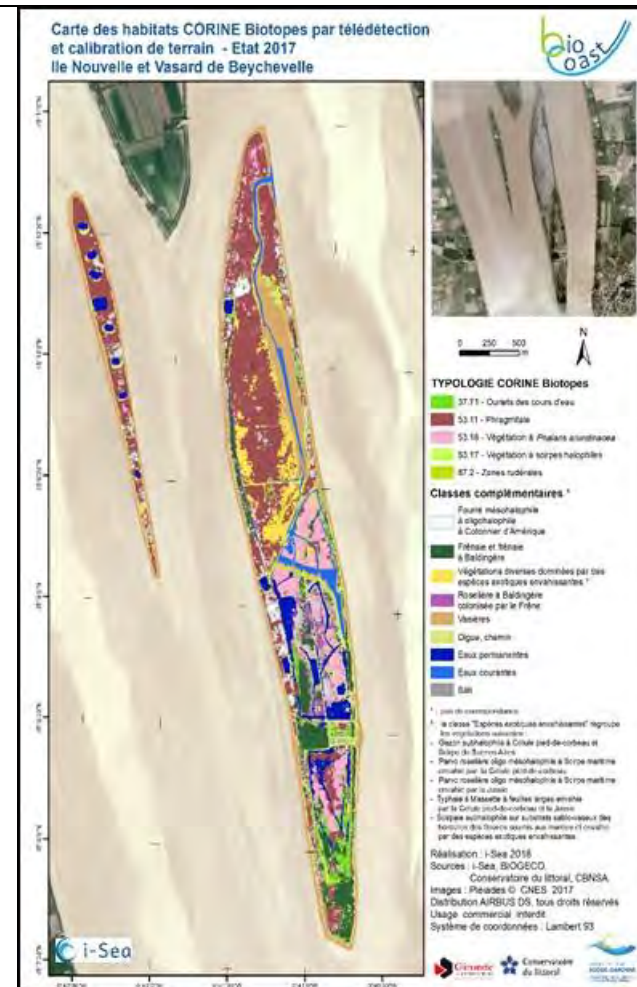
Spiteri C (2020) Evaluation économique des services écosystémiques : les bénéfices liés à la fonctionnalité nourricière des marais intertidaux restaurés. Rapport de stage Master, Economie de l'Environnement, Université de Bordeaux, 49 pages.

Carassou L, Rambonilaza T (2020) Evaluation des bénéfices potentiels de la restauration des marais intertidaux de l'île Nouvelle par dépoldérisation (projet INOTOP). Affiche présentée aux premières rencontres du Réseau Régional de Recherche BIOSENA, 2-3 Novembre 2021, Forum des Pertuis, La Rochelle.

## Annexe I- De la cartographie d'occupation des sols aux habitats écologiques

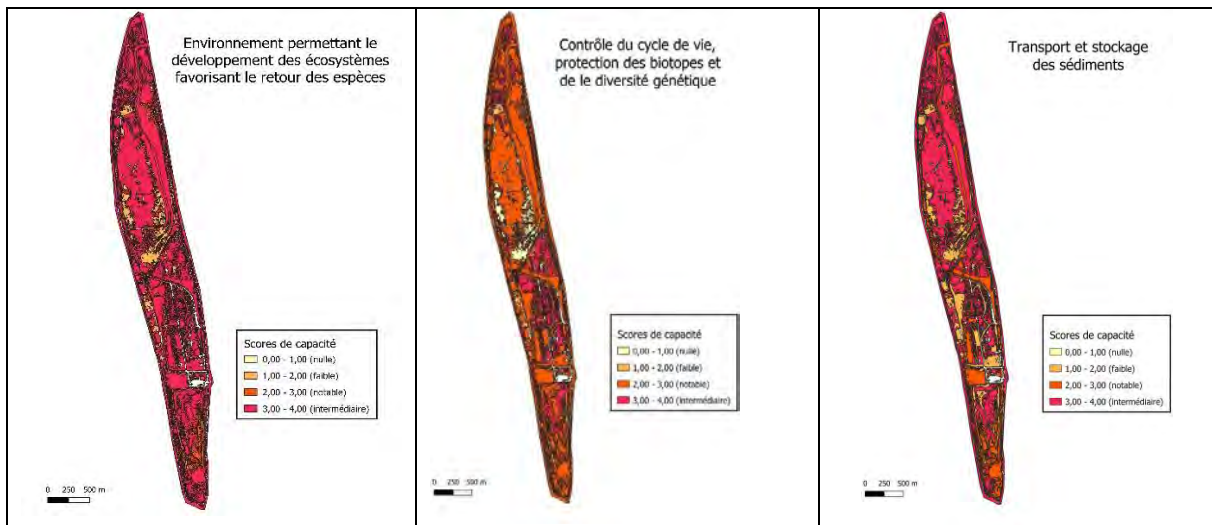


Carte d'occupation des sols, carte extraite du rapport « île Nouvelle : Plan de Gestion » (version finale), avril 2006

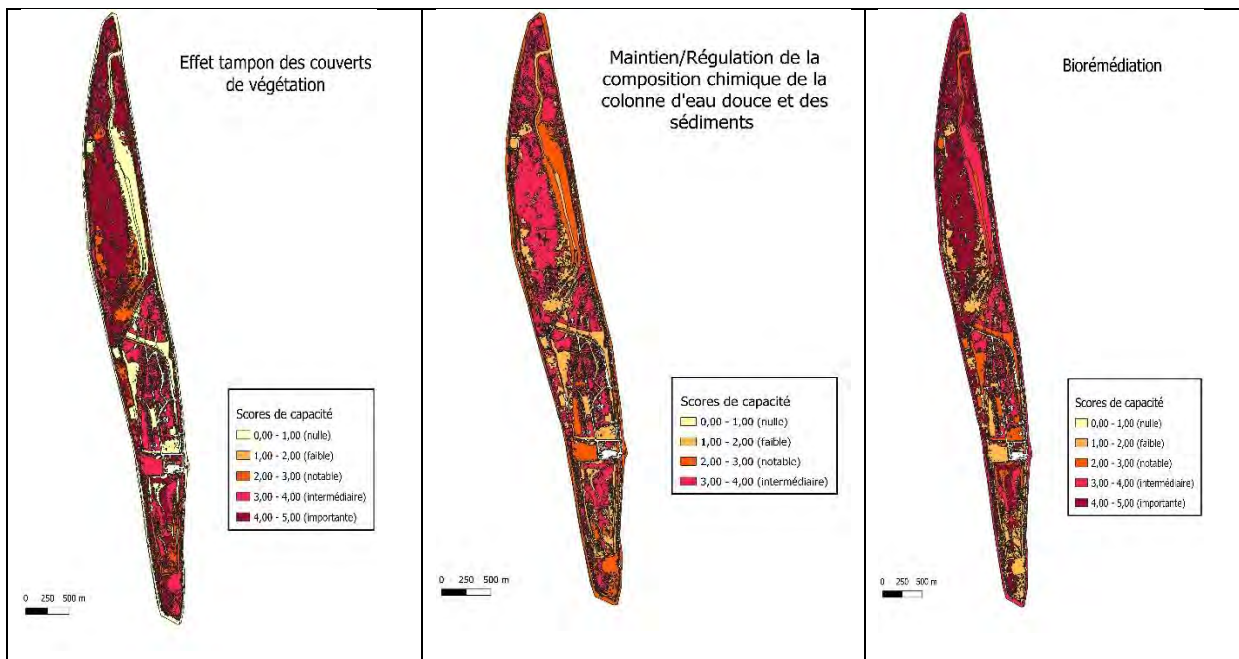


Carte des végétations, issue du rapport « Atlas cartographique des végétations du site île nouvelle et vazard de Beychevelle - état 2017

**Annexe 2a- Cartes des SE potentiellement fournis par les habitats présents sur l'île Nouvelle en 2017 et qui n'ont pas été affectés par la reconnexion marine entre les deux périodes.**



**Annexe 2b- Cartes des SE potentiellement fournis par les habitats présents sur l'île Nouvelle en 2017 et qui ont été affectés par la reconnexion marine entre les deux périodes**



### Annexe 3- Tableau des poissons présents dans les marais estuariens de l'île Nouvelle, selon Lechêne (2017)

| Groupe                        | Marais dépoldérés                                   | Marais endigués                                     |
|-------------------------------|---|---|
| Poissons migrateurs diadromes | Anguille ( <i>Anguilla anguilla</i> )               | Anguille ( <i>Anguilla anguilla</i> )               |
|                               | Mulet porc ( <i>Chelon ramada</i> )                 |   |
|                               | Flet ( <i>Platichthys flesus</i> )                  |   |
|                               | Alose feinte ( <i>Alosa fallax</i> )                |   |
| Poissons résidents estuariens | Gobie tacheté ( <i>Pomatoschistus microps</i> )     |   |
|                               | Gobie buhotte ( <i>Pomatoschistus minutus</i> )     |   |
|                               | Epinoche ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )          | Epinoche ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )          |
| Poissons d'eau douce          | Sandre ( <i>Sander lucioperca</i> )                 | Poisson chat ( <i>Ameiurus melas</i> )              |
|                               |   | Brème bordelière ( <i>Blicca bjoerkna</i> )         |
|                               |   | Carassin argenté ( <i>Carassius gibelio</i> )       |
|                               |   | Carpe commune ( <i>Cyprinus carpio</i> )            |
|                               |   | Gambusie ( <i>Gambusia holbrooki</i> )              |
|                               |   | Perche soleil ( <i>Lepomis gibbosus</i> )           |
|                               |   | Pseudorasbora ( <i>Pseudorasbora parva</i> )        |
| Poissons marins euryhalins    | Bar franc ( <i>Dicentrarchus labrax</i> )           |   |
|                               | Anchois ( <i>Engraulis encrasicolus</i> )           |   |
|                               | Bar moucheté ( <i>Dicentrarchus punctatus</i> )     |   |
|                               | Sprat ( <i>Sprattus sprattus</i> )                  |   |
| Crustacés                     | Crabe vert ( <i>Carcinus maenas</i> )               |   |
|                               | Crevette grise ( <i>Crangon crangon</i> )           |   |
|                               | Crabe japonais ( <i>Hemigrapsus spp</i> )           |   |
|                               | Crevette bouquet ( <i>Palaemon elegans</i> )        |   |
|                               | Crevette des marais ( <i>Palaemonetes varians</i> ) | Crevette des marais ( <i>Palaemonetes varians</i> ) |
|                               | Bouquet delta ( <i>Palaemon longirostris</i> )      |   |
|                               | Bouquet migrateur ( <i>Palaemon macrodactylus</i> ) |   |

Note : Les données que nous reportons ici sont issues du travail de Lechêne (2017) qui s'appuie sur les campagnes de pêche sur le marais de Mortagne et l'île Nouvelle pour identifier les associations espèces-habitats significatives.

#### Annexe 4- Données sur le bar commun

| Marché                  | Unité    | Libellé                               | mai-18 | juil-18 | sept-18 | oct-18 | nov-18 | déc-18 | janv-19 | mai-19 | août-19 | sept-19 | oct-19 | nov-19 | déc-19 | janv-20 |
|-------------------------|----------|---------------------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| Marée France DETAIL GMS | € TTC/kg | BAR frais (entier) aquaculture France | 12,73  | 13,45   | 14,46   | 14,59  | 13,22  | 14,99  | 14,49   | 14,94  | 13,17   | 13,47   | 12,93  | 12,16  | 16,12  | 14,29   |
| Marée France DETAIL GMS | € TTC/kg | BAR frais (entier) sauvage de chalut  | 25,74  | 26,4    | 28,31   | 23,89  | 22,03  | 26,94  | 25,85   | 26,73  | 30,32   | 27,42   | 23,63  | 23,62  | 25,35  | 31,08   |
| Marée France DETAIL GMS | € TTC/kg | Différentiel                          | 13,01  | 12,95   | 13,85   | 9,3    | 8,81   | 11,95  | 11,36   | 11,79  | 17,15   | 13,95   | 10,7   | 11,46  | 9,23   | 16,79   |

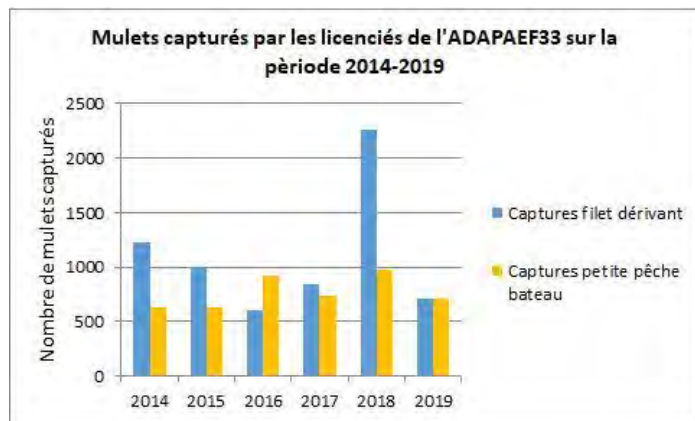
Prix au détail du bar commun sur la période mai 2018-janvier 2020 en France tiré du site RNM piloté par FranceAgriMer

| Département | Sorties pêche au bord | Valeur récréative du bar pour la pêche au bord (€/an) | Sorties de pêche en bateau | Valeur récréative du bar pour la pêche en bateau (€/an) | Valeur récréative totale (€/an) |
|-------------|-----------------------|---|----------------------------|---|---------------------------------|
| Gironde     | [112 543 ; 225 086]   | [2 250 860 ; 4 501 721]                               | [68 978 ; 137956]          | [5 518 238 ; 11 036477]                                 | [5 587 216 ; 11 174 433]        |
| Charente    | [29 199 ; 58397]      | [583 973 ; 1 167 945]                                 | [17 896 ; 35792]           | [1 431 675 ; 2 863 350]                                 | [1 449 571 ; 2 899 142]         |

Nombre de pêcheurs ciblant le bar et valeur récréative

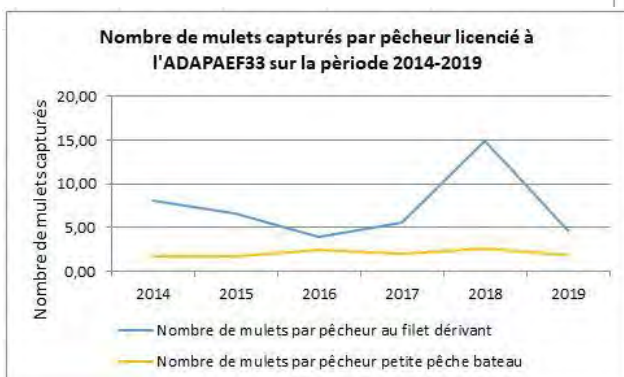
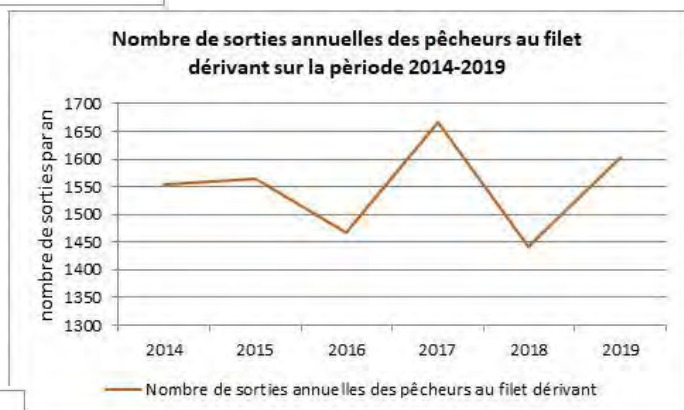
### Annexe 5- Données sur le mulot porc

|      | Historique captures filets dérivants | Historique captures petite pêche bateau | Total des captures | Nombre de sorties filets dérivants | Nombre de mulot par sortie | Nombre de mulot par pêcheur au filet (151 licences) | Nombre de mulot par pêcheur bateau (373 licences) |
|------|--------------------------------------|---|--------------------|------------------------------------|----------------------------|---|---|
| 2005 | 1332                                 |   | 1332               | 1912                               | 0,70                       | 8,82  |   |
| 2006 | 1337                                 |   | 1337               | 1942                               | 0,69                       | 8,85  |   |
| 2007 | 1133                                 |   | 1133               | 2115                               | 0,54                       | 7,50  |   |
| 2013 |                                      | 734                                     | 734                |                                    |                            |   | 1,97  |
| 2014 | 1228                                 | 625                                     | 1853               | 1555                               | 0,79                       | 8,13  | 1,68  |
| 2015 | 1001                                 | 631                                     | 1632               | 1565                               | 0,64                       | 6,63  | 1,69  |
| 2016 | 598                                  | 916                                     | 1514               | 1467                               | 0,41                       | 3,96  | 2,46  |
| 2017 | 847                                  | 731                                     | 1578               | 1666                               | 0,51                       | 5,61  | 1,96  |
| 2018 | 2255                                 | 974                                     | 3229               | 1442                               | 1,56                       | 14,93   | 2,61  |
| 2019 | 711                                  | 705                                     | 1416               | 1602                               | 0,44                       | 4,71  | 1,91  |
|      |                                      |   |                    |                                    | <b>MOYENNE</b>             | <b>7,68</b>   | <b>2,04</b>                                       |



On peut observer que le nombre de mulets pêchés par les licenciés filet dérivant est supérieur au nombre de mulets pêchés par les licenciés petite pêche bateau malgré leur effectif 2,5 fois inférieur. De plus le nombre total de captures reste stable à part un pic soudain en 2018.

On peut noter que le nombre de sorties annuelles est fluctuant, sans doute selon le temps ou l'état de la ressource, le nombre de licences attribuées étant fixe sur la période.



On peut voir que le nombre de mulets capturés par licencié petite pêche bateau est assez stable dans le temps. A l'inverse pour les licenciés au filet dérivant le nombre diminue, à part en 2018 où il augmente brusquement alors que les sorties sont moins nombreuses que l'année précédente.

## Annexe 6- Détails des scénarios de référence pour établir les indicateurs monétaires

| Espèce            | Service                              | Scénario d'évolution du flux de service écosystémique   | Situation de référence   | Indicateur  | Source de données   | Unité de mesure          | Indicateur monétaire en €2020 |
|-------------------|--------------------------------------|---|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Bar commun</b> | <b>Approvisionnement alimentaire</b> | Une substitution de la consommation de bar d'élevage par le bar sauvage pour les consommateurs de produits de la mer (marchés approvisionnés par les criées d'Arcachon, Oléron, Royan, la Rochelle) | Consommation de bar frais en France en 2018 : 1,2 kg/par ménage/an<br><br>Volume total des ventes en 2018 : 3624 tonnes dont 62 % de bar d'élevage (FranceAgriMer, 2018)<br><br>Zone d'influence : difficile à délimiter   | Le différentiel de prix de détails entre bar sauvage et bar d'élevage   | FranceAgriMer (2018)  | €/kg                     | 12,3                          |
|                   | <b>Récréatif</b>                     | Un maintien de la pêche récréative et de loisirs (en comparaison à une interdiction totale)   | Nombre total des pêcheurs difficiles à préciser (entre 30 000 et 60 000)<br><br>Nombre de prises : [1 ; 2] bars/sortie (entretiens, 2020 + Ifremer, 2012)<br><br>Nombre de sorties pêche maritime en Gironde : 8,3<br><br>Nombre de sorties pêche maritime en Charente-Maritime : 5,4 (FranceAgriMer, 2018)  | Valeur du panier moyen par sortie en bateau (pêche occasionnelle)<br><br>Valeur du panier moyen par sortie depuis le bord (pêche régulière) | Entretiens pêcheurs et gérant de magasin, 2020.                   | €/sortie<br><br>€/sortie | 80<br><br>[20 ; 40]           |
| <b>Mulet porc</b> | <b>Approvisionnement alimentaire</b> | Un intérêt croissant pour la consommation du mulet (source de protéine animale locale) et qui favoriserait sa pêche professionnelle   | Nombre de pêcheurs professionnels de la zone d'influence de l'estuaire : 165 navires en 2018 (fréquentant ports Royan, La Rochelle et Oléron.) + 45 pour Arcachon. Total 517 navires actifs en N-A.<br><br>Zone de pêche : Sud Gascogne  | Prix de vente du mulet porc   | FranceAgriMer (2019)  | €/kg                     | 2                             |
|                   | <b>Récréatif</b>                     | Une hausse de l'activité de pêche récréative et de loisir   | <u>Pêcheurs amateurs aux engins et aux filets</u> : 521 licenciés. <b>3,7 mulets/pêcheur/an</b> : [0,7t ; 2,1t] au total en 2019.<br><br>Zone de pêche : domaine public fluvial de la Gironde<br><br><u>Pêcheurs au filet</u> : 751 autorisations.<br><br><b>[3,12 ; 9,3] mulets/pêcheur/an</b> (hypothèse mulet de 500 à 1500 g) : 2,15t au total en 2014.<br><br>Zone de pêche : Estrans Girondin et Landais | Valeur annuelle de la prise moyenne/ pêcheur  | Transfert de valeur (espèce non ciblée) de Johnston et al. (2006) | €/poisson                | [1 ; 7]                       |