



# Etat de conservation des lagunes de la façade atlantique française

Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000

Manuelle Richeux

Sous la direction de :

Farid Bensettiti (SPN/MNHN)

Fanny Lepareur (SPN/MNHN)



**Muséum  
national  
d'histoire  
naturelle**

### Crédits photographiques

**Page de couverture** (de haut en bas et de gauche à droite) :

- Echasse blanche ©Manuelle Richeux
- Lagune du bout de la ville, Hirel (35) ©Manuelle Richeux
- Armoise maritime © Loïc Anras
- Flore des cordons coquillers de la baie du mont Saint Michel ©Manuelle Richeux
- Juncus maritimus ©Manuelle Richeux
- Marais de la Seudre, Souhe (17) ©Manuelle Richeux

**Rapport :**

Sauf indication contraire, ©Manuelle Richeux

*"L'homme, par son égoïsme trop peu clairvoyant pour ses propres intérêts, par son penchant à jouir de tout ce qui est à sa disposition, en un mot, par son insouciance pour l'avenir et pour ses semblables, semble travailler à l'anéantissement de ses moyens de conservation et à la destruction même de sa propre espèce. En détruisant partout les grands végétaux qui protégeaient le sol, pour des objets qui satisfont son avidité du moment, il amène rapidement à la stérilité ce sol qu'il habite, donne lieu au tarissement des sources, en écarte les animaux qui y trouvaient leur subsistance, et fait que de grandes parties du globe, autrefois très fertiles et très peuplées à tous égards, sont maintenant nues, stériles, inhabitables et désertes. Négligeant toujours les conseils de l'expérience, pour s'abandonner à ses passions, il est perpétuellement en guerre avec ses semblables, et les détruit de toutes parts et sous tous prétextes; en sorte qu'on voit des populations, autrefois considérables, s'appauvrir de plus en plus. On dirait que l'homme est destiné à s'exterminer lui-même après avoir rendu le globe inhabitable."*

Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829)

Système analytique des connaissances positives de l'homme, 1820.

## Remerciements

Je remercie chaleureusement Fanny Lepareur du pôle marin du Service du Patrimoine Naturel (SPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et Farid Bensettiti du pôle conservation qui m'ont donné l'opportunité de réaliser ce stage, qui m'ont accompagnée et prodigué des conseils avisés au long de ces six mois.

Merci également à Julien Touroult, directeur adjoint du Service du patrimoine Naturel, Lise Maciejewski, et toute l'équipe « Evaluation ». Merci à Jean-Philippe Siblet, directeur du SPN, pour avoir facilité mon arrivée dans le service.

Merci bien évidemment à l'ensemble du pôle marin pour m'avoir accueillie dans leurs bureaux, encouragée et conseillée : Annabelle Aish, Hugues Casabonnet, Jeanne de Mazières, Anthony Doré, Morgane Le Moal, Noémie Michez, Olivier Monnier, Eléonore Vandel, ainsi qu'à Stéphanie Couprie. Merci à Pierre Noël pour ces précieux conseils de terrain, et le prêt de son matériel.

Mes remerciements vont encore à l'ensemble des spécialistes du muséum des départements « Peuplements et Milieux aquatiques » (DMPA), « Systématique et évolution » (DES) et du SPN qui m'ont aidé pour l'identification des espèces : M. Romain Causse (ichtyologue, DMPA), Mme Danielle Defaye (spécialiste des crustacés non décapodes, DMPA), M. Pascal Dupont (Expert Lépidoptères / Insectes, SPN), Mme Line Le Gall (spécialiste des algues, DES), M. Pierre Lozouet (spécialiste des mollusques, responsable des collections d'invertébrés marins, DES), M. Rudo Van Cosel (spécialiste des bivalves, DES).

Je tiens à remercier également Françoise Monniot, pour m'avoir accueillie dans son laboratoire et Aude Andouche pour m'avoir conseillée pendant les manipulations.

Merci aux membres du comité de suivi, et à ceux qui nous ont accompagnés sur le terrain, particulièrement Charlotte Rhone du Comité Régional Conchylicole de Poitou-Charentes (CRC PC) pour son aide précieuse dans la phase de terrain en marais de la Seudre. Merci à Laurent Guérin et au personnel de la station marine de Dinard qui m'ont accueillie.

## Sommaire

1. Introduction .....	2
1.1. La directive Habitats-Faune-Flore et l'état de conservation.....	2
1.2. Le MNHN, appui scientifique et technique du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'Energie (MEDDE).....	2
1.3. L'objectif du stage, une méthode d'évaluation de l'état de conservation des lagunes de la façade atlantique française .....	4
1.4. La démarche pour l'élaboration de la méthode.....	5
2. Matériels et méthodes.....	7
2.1. L'approche méthodologique .....	7
2.2. La recherche bibliographique .....	11
2.3. Le comité de suivi .....	12
2.4. La phase de terrain .....	12
2.5. Les analyses statistiques des relevés .....	19
3. Résultats.....	21
3.1. Les caractéristiques de l'habitat et typologie.....	21
3.2. Les échelles d'évaluation de l'état de conservation des lagunes atlantiques et la stratégie d'échantillonnage recommandées .....	27
3.3. La grille de critères et indicateurs.....	28
3.4. Le système de notation .....	41
4. Discussion .....	45
4.1. La typologie .....	45
4.2. La méthode d'évaluation de l'état de conservation.....	45
5. Conclusion.....	51
Bibliographie .....	53
Annexes .....	59

## 1. Introduction

### 1.1. La directive Habitats-Faune-Flore et l'état de conservation

Adoptée en 1992 dans la lignée de trois conventions internationales (Bonn, Berne et Rio<sup>1</sup>), la directive Habitats-Faune-Flore (DHFF) est fondée sur une vision nouvelle : la compatibilité entre la préservation des ressources biologiques et les exigences de développement des sociétés humaines (Pinton *et al.*, 2006). Plus précisément, la DHFF allie les concepts de développement durable et de biodiversité, en proposant entre autres le modèle original du réseau Natura 2000.

Diffusé dans les années 80 par les naturalistes, la biodiversité est alors un concept émergent au sein des politiques environnementales, et se substitue à la logique de protection de milieux remarquables et d'espèces emblématiques (Pinton *et al.*, 2006). La directive Habitats a en effet pour objectif de « *contribuer à assurer la biodiversité et prône comme moyen la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages sur le territoire européen* » (art.2). C'est pourquoi la Commission Européenne demande aux Etats membres de maintenir ou rétablir dans un état de conservation « *favorable* » les habitats et les espèces d'intérêt communautaire, notamment grâce à la constitution du réseau Natura 2000.

La surveillance de l'état de conservation des habitats et des espèces listées aux annexes I, II, IV et V de la directive doit permettre d'en rendre compte au niveau biogéographique par un rapportage à la Commission Européenne tous les 6 ans (art.11 et 17). Une première évaluation a pour l'instant été rapportée en 2007 pour la période 2001-2006 et le prochain rapportage est prévu en 2013 pour la période 2007-2012. Par ailleurs, la transposition de la DHFF dans le Code de l'Environnement français, et particulièrement l'article R 414-11, impose de renseigner l'état de conservation des habitats et espèces listés aux annexes I et II dans les plans de gestion des sites Natura 2000 dits Documents d'Objectifs (DocObs). L'état de conservation des habitats naturels et des espèces doit donc être renseigné à *deux échelles* (Figure 1).

### 1.2. Le MNHN, appui scientifique et technique du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'Energie (MEDDE)

Jusqu'à maintenant, l'état de conservation était évalué, tant au niveau national (biogéographique) que local (site Natura 2000), sur les meilleures données disponibles et par

---

<sup>1</sup> Bonn : Convention on Migratory Species (CMS)

Berne : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe

Rio : Convention mondiale sur la Diversité biologique (CBD)

avis d'expert (Bensettiti *et al.*, 2012). On ne disposait alors d'aucune méthode d'évaluation qui soit standardisée au niveau des sites, ni d'un programme de surveillance national, ceci engendrant évidemment une hétérogénéité des informations sur l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire.

C'est pourquoi depuis 2008, le MEDDE a mandaté le MNHN, au travers de ses missions d'expertise, pour piloter la surveillance de l'état de conservation et notamment élaborer des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire, au niveau des sites Natura 2000.

Véritable outil de gestion pour l'opérateur de site, les informations tirées de l'application des méthodes permettront non seulement à l'opérateur de renseigner l'état de conservation dans les DocObs, mais serviront également au rapportage national (art.17) grâce à la compilation des données (Carnino, 2009b). En effet, si l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle biogéographique ne se base pas uniquement sur les données des sites puisque les habitats naturels d'intérêt communautaire sont aussi présents en dehors des sites, la source d'information que ces données constituent serait très importante. Ces « méthodes-site » pourraient être utilisées ponctuellement en dehors du réseau, pour des habitats d'intérêt communautaire qui le justifient, participant à un réseau de surveillance national (Figure 1).

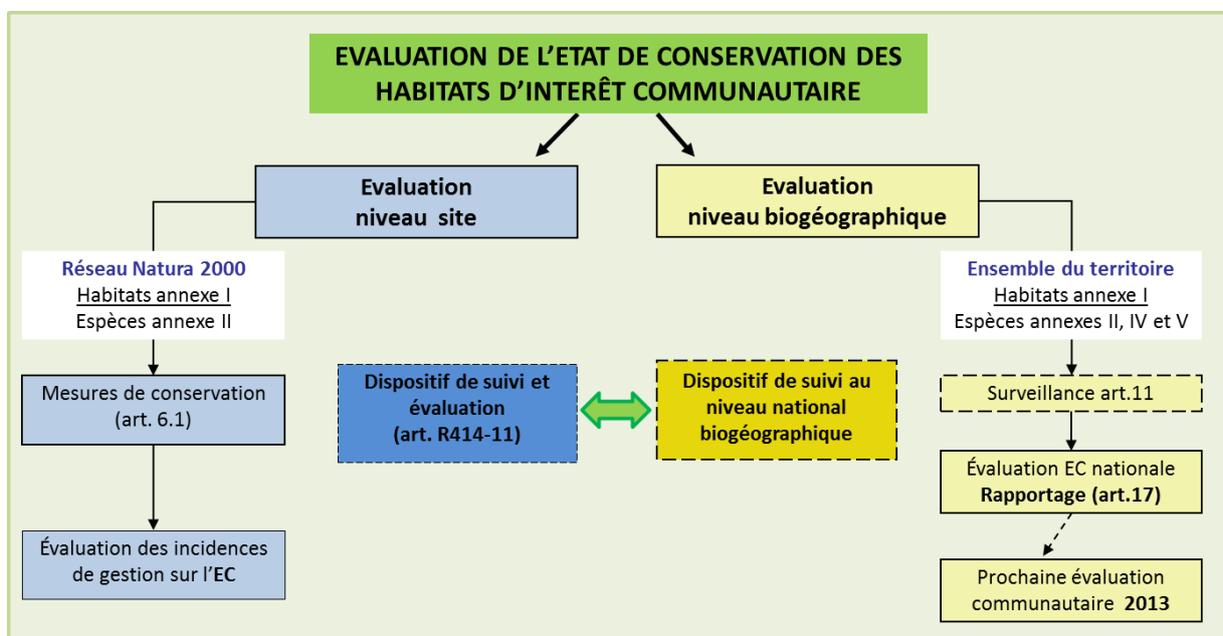


Figure 1 : Les deux échelles d'évaluation de l'état de conservation et leur relations (Bensettiti, communication personnelle, 2012)

### 1.3. L'objectif du stage, une méthode d'évaluation de l'état de conservation des lagunes de la façade atlantique française

Une réflexion s'est engagée depuis 2008 au SPN afin de développer ces méthodes normalisées pour les habitats d'intérêt communautaires de l'annexe I de la DHFF présents en France. Sur la base des Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, coord., 2004), qui précisent et complètent pour la France la description du manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne (Commission Européenne, 2007), des grands types d'habitats d'intérêt communautaires ont été constitués pour lesquels une méthode doit être élaborée.

Les premières méthodes ont été élaborées pour les habitats forestiers (Carnino, 2009), puis les habitats marins (version 1 ; Lepareur, 2011), les habitats dunaires non boisés du littoral atlantique (Goffé, 2011), et les habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012). La part des grands types d'habitats présents en France et l'avancement des méthodes associées sont illustrées Figure 2. Une approche méthodologique s'est précisée au fur et à mesure de l'avancement de la réflexion.

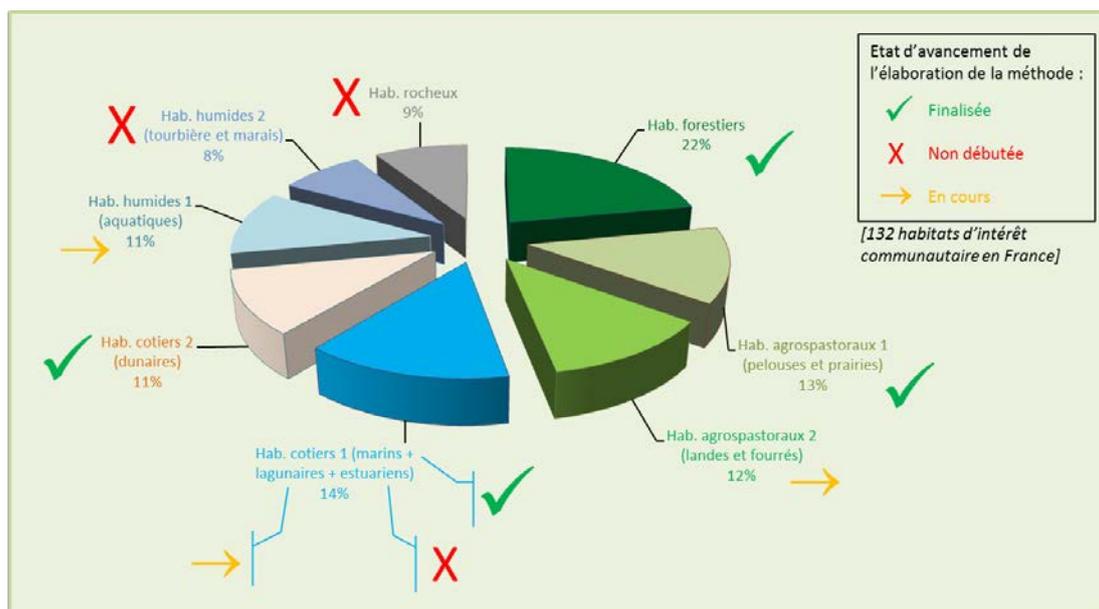


Figure 2 : État d'avancement des méthodes correspondantes au premier semestre 2012 (Bensettiti, communication personnelle, 2012)

Parmi les habitats littoraux de l'annexe I de la DHFF, les « lagunes côtières » (code UE 1150\*) et « estuariens » (code UE 1130) doivent faire l'objet de méthodes spécifiques (Lepareur, 2011). En outre, les « lagunes côtières » ont été déclinées dans le Cahier d'habitats côtiers en deux habitats dits élémentaires sur le territoire métropolitain, 1150-1\* : *lagunes en*

*mer à marée (façade atlantique)* et 1150-2\* : *lagunes méditerranéennes* (Bensettiti *et al.*, coord., 2004).

L'objectif principal du stage est de contribuer à la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation des lagunes atlantiques (1150-1\*). Un autre stage, piloté par le Pôle-Relais Lagunes méditerranéennes en partenariat avec le MNHN, a pour objectif de mettre en place une méthode pour les lagunes méditerranéennes (1150-2\*). L'ensemble de ces deux travaux donnera lieu à la publication d'un guide méthodologique par le MNHN.

A travers l'adaptation des choix développés par les autres méthodes au cas particulier des *lagunes en mer à marée (façade atlantique)*, des questions plus précises ont été abordées pendant ce stage :

- Quelles sont les caractéristiques de l'habitat 1150-1\* ?
- Quelles déclinaisons typologiques de cet habitat que peut-on proposer ? Quel lien avec la réalité du terrain (biocénoses, états de conservation)<sup>2</sup> ?
- Quels critères et indicateurs peut-on renseigner pour évaluer l'état de conservation des lagunes atlantiques ?
- A quels types de lagunes, à quelle échelle et selon quelles modalités s'appliquent-ils ?
- Quel système de notation peut-on mettre en place pour évaluer l'état de conservation de l'habitat au sein du site Natura 2000 ?

#### **1.4. La démarche pour l'élaboration de la méthode**

Dans un souci d'harmonisation et de cohérence, l'organisation de l'élaboration de la méthode suit la même démarche que l'ensemble des autres méthodes, la durée du stage correspondant aux quatre premières phases (Figure 3).

- ① *Construction d'une typologie* : la recherche bibliographique doit permettre de distinguer, si c'est pertinent, plusieurs sous-types d'un même habitat, ce qui justifie éventuellement la construction de plusieurs grilles d'indicateurs.
- ② *Création de grilles d'indicateurs, validées par un COPIL* : la recherche bibliographique permet également de sélectionner des critères et indicateurs de l'état de conservation, qui sont ensuite soumis à un comité de pilotage constitué de chercheurs et de gestionnaires.
- ③ *Relevé des indicateurs sur le terrain* : choix de sites pilotes et collecte des informations nécessaires aux indicateurs. Si possible, recueil d'avis d'expert.

---

<sup>2</sup> Plus précisément, les types de lagunes correspondent-ils à des biocénoses particulières ? L'état de conservation est-il différent selon les types de lagunes ?

- ④ *Analyses des relevés* : d'une part tester la pertinence et la redondance des indicateurs, d'autre part élaborer le système de notation.
- ⑤ *Nouvelle grille finalisée à soumettre au COPIL* : discussion des résultats obtenus (indicateurs sélectionnés *in fine*, valeurs-seuils retenues, système de notation, etc.)
- ⑥ *Ajustements et retours d'expérience* : prise en compte des commentaires du COPIL, prise en compte des applications de la méthode afin de l'alimenter (propositions d'indicateurs, nouvelles données, simplifications, avis d'expert, etc.)

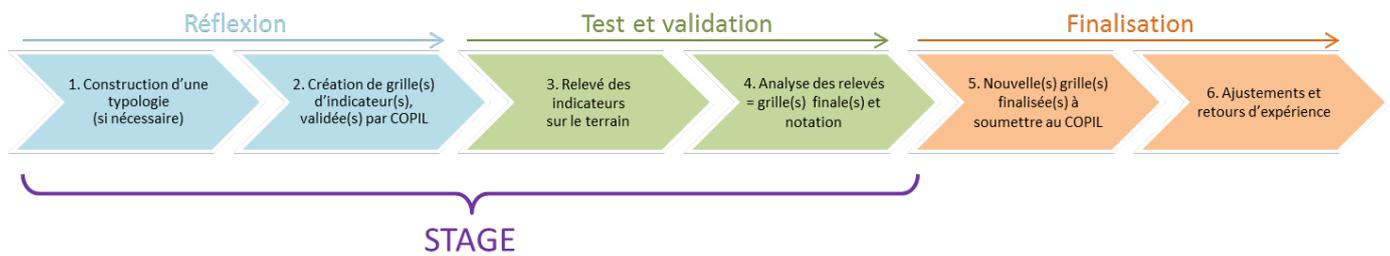


Figure 3 : Phases de l'élaboration d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation d'un habitat naturel

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. L'approche méthodologique

Un certain nombre de concepts de base et de choix méthodologiques ont été mis en place lors de la réflexion opérée pour l'élaboration des autres méthodes concernant les habitats forestiers (Carnino, 2009), marins (Lepareur, 2011), des dunes non boisées de la façade atlantique (Goffé, 2011) et agropastorales (Maciejewski, 2012). Dans un souci d'harmonisation et de cohérence, le travail sur les lagunes atlantiques devra s'inscrire dans cette approche et s'adapter le cas échéant. Ces adaptations seront présentées dans la partie « Résultats ».

#### 2.1.1. Les états de conservation : définitions

##### Etat de conservation et paramètres de son évaluation :

A l'échelle biogéographique, l'état de conservation d'un habitat naturel est (art.1) :

« ...l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que sur les espèces typiques qu'il abrite, qui peuvent affecter à long terme sa répartition naturelle, sa structure et ses fonctions ainsi que la survie à long terme de ses espèces typiques sur le territoire... »

A cette échelle, on parle d'état de conservation d'un habitat naturel « favorable » et la méthode communautaire préconise, pour évaluer cet état à l'échelle biogéographique, de renseigner les paramètres suivants (Commission Européenne, 2005) :

- « Aire de répartition »
- « Surface de l'habitat »
- « Structure et fonctions (Inc. espèces typiques) »
- « Perspectives futures » (menaces, pressions)

A noter que la définition d' « espèces typiques » ne figurant pas dans le texte de la directive, a été donnée ultérieurement comme celles qui sont les plus appropriées pour diagnostiquer l'état de conservation de la structure et fonction de l'habitat (Bensettiti *et al.*, 2012).

Etant donné que certains de ces paramètres ne sont pas directement applicables à l'échelle du site, quelques adaptations ont dûes être opérées pour définir les paramètres à renseigner pour évaluer l'état de conservation de l'habitat à cette échelle (Figure 4). Notamment, le paramètre « Altérations » fait référence aux pressions et menaces qui renseignent sur les atteintes susceptibles de nuire à la pérennité de l'habitat (« perspectives futures »).

Afin d'illustrer ces *paramètres*, le choix opéré par le MNHN est de mettre en évidence les différents *critères* spécifiques à l'habitat naturel, ainsi que des variables mesurables susceptibles d'indiquer un état vis-à-vis de ces critères, les *indicateurs*.

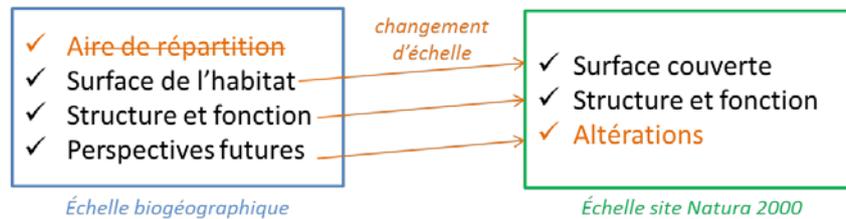


Figure 4 : Paramètres d'état de conservation : de l'échelle biogéographique à l'échelle site

« Etat objectif » et « état de référence » :

Réaliser une évaluation suppose de comparer l'état observé avec un *état objectif* auquel on se réfère et vers lequel *on veut tendre*. La DHFF laisse à chaque état membre le soin de définir cet état, qui peut être au choix un état vierge de toute action anthropique (« pristine » en anglais), un état passé, ou encore l'état présent c'est-à-dire au moment de la mise en œuvre de la directive (Aish, communication personnelle, 2012). Il faut aussi définir *l'état de référence* (« baseline » en anglais), seuil au-delà duquel l'habitat est en bon état et en deçà duquel l'habitat est altéré voire dégradé au regard des paramètres considérés, état par rapport auquel *on veut s'améliorer ou se maintenir*. Ces notions peuvent se représenter le long d'un gradient d'état de conservation (Figure 5).

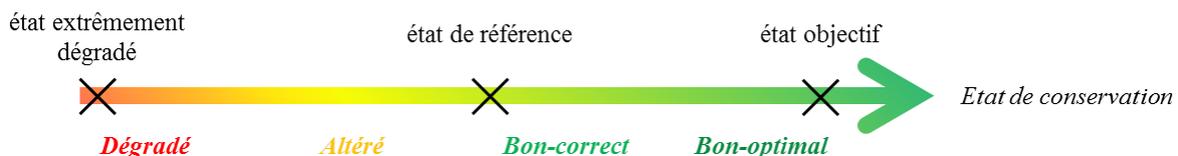


Figure 5 : Gradient des états de conservation

### 2.1.2. Pragmatisme et simplicité des indicateurs recherchés

Les méthodes sont essentiellement à destination des gestionnaires de sites Natura 2000, elles se doivent d'être accessibles à ces opérateurs. Concrètement, cela se traduit par des mesures sur le terrain dont la technicité et les analyses ne doivent pas demander des compétences et de moyens importants. Les indicateurs doivent donc être simples, pragmatiques et peu coûteux en temps, en plus d'être pertinents et non redondants entre eux. C'est dans cette optique que bon nombre de choix ont été faits en ce qui concerne les indicateurs.

### 2.1.3. Les échelles de mesure des indicateurs au sein du site Natura 2000

Les indicateurs qui illustrent la qualité des critères retenus pour chaque paramètre (surface, structure et fonction et altérations), ne se mesurent pas tous à la même échelle (Figure 6). Par exemple, un relevé faunistique s'opère à l'échelle d'une station d'échantillonnage, alors que la mesure de la surface de l'habitat en question s'opère à l'échelle du site Natura 2000. Il existe donc plusieurs échelles d'évaluation de l'état de conservation, la méthode élaborée devra préciser le moyen de donner une note globale de l'habitat au sein du site.

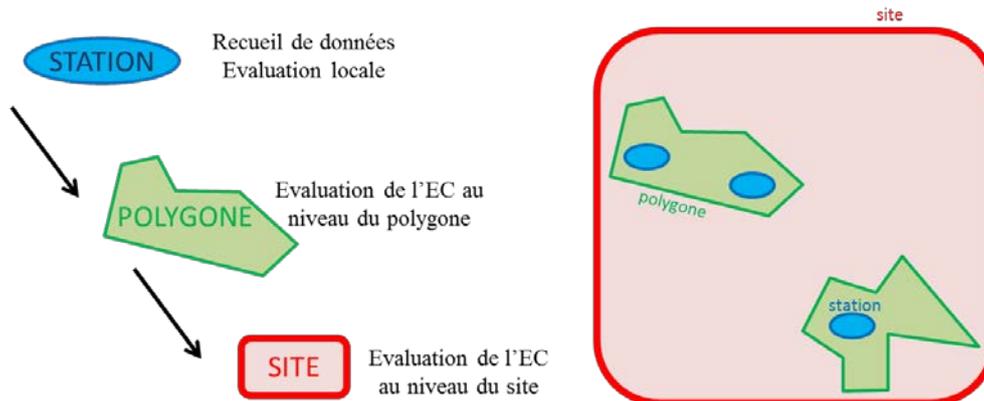


Figure 6: Les échelles d'évaluation de l'état de conservation au sein d'un site Natura 2000

### 2.1.4. La méthode d'interprétation des indicateurs : le système de notation dégressif

Ce système de notation mis en place dès la méthode des habitats forestiers (Carnino, 2009b) peut s'adapter à toutes les échelles de l'évaluation.

L'état de conservation de l'habitat est obtenu en comparant les valeurs des indicateurs sur le site à des valeurs-seuils. Plusieurs modalités de réponses de l'indicateur sont possibles. En fonction de la modalité, un certain nombre de points est retiré. On obtient une note finale sur 100 (Figure 7 à gauche). C'est une méthode plus fine qu'un système à feux tricolore car il permet de situer l'habitat sur un gradient d'état de conservation, très utile à la gestion (Figure 7 à droite).

Le problème qui se pose alors est l'échelle d'évaluation. En effet pour les indicateurs à renseigner à l'échelle de la station d'échantillonnage ou du polygone, il faut pouvoir passer à l'échelle du site. Plusieurs propositions ont été formulées dans les méthodes précédentes :

- Carnino (2009) propose de faire la moyenne des valeurs de l'indicateur
- Maciejewski (2012) et Goffé (2011) proposent d'effectuer d'abord une évaluation « locale », c'est-à-dire à l'échelle de la station ou du polygone. Ce système a l'avantage de

pouvoir rendre compte des disparités spatiales d'état de conservation au sein du site, mais il nécessite de mettre en place une valeur-seuil sur le gradient d'état de conservation spécifique à cette échelle. On peut par exemple représenter le pourcentage de stations d'échantillonnage en état dégradé, altéré et bon ou la fonction de distribution des notes des stations (par tranches de notes) le long de l'axe de notation (Figure 9). Pour passer à l'échelle du site, Goffé (2011) propose de faire la moyenne des notes obtenues, alors que Maciejewski (2012) envisage de fixer un pourcentage d'unité d'échantillonnage locale en bon état (à atteindre) et/ou en mauvais état (à ne pas dépasser).

- Maciejewski (2012) propose encore, pour les indicateurs à l'échelle du site, de donner le pourcentage d'unités d'échantillonnages locales (station ou polygone) par modalité d'indicateur. Cela permet de rendre compte des indicateurs les plus alarmants (Figure 8). On peut alors par exemple fixer un pourcentage d'unité d'échantillonnage locale qui doit atteindre la modalité optimum.

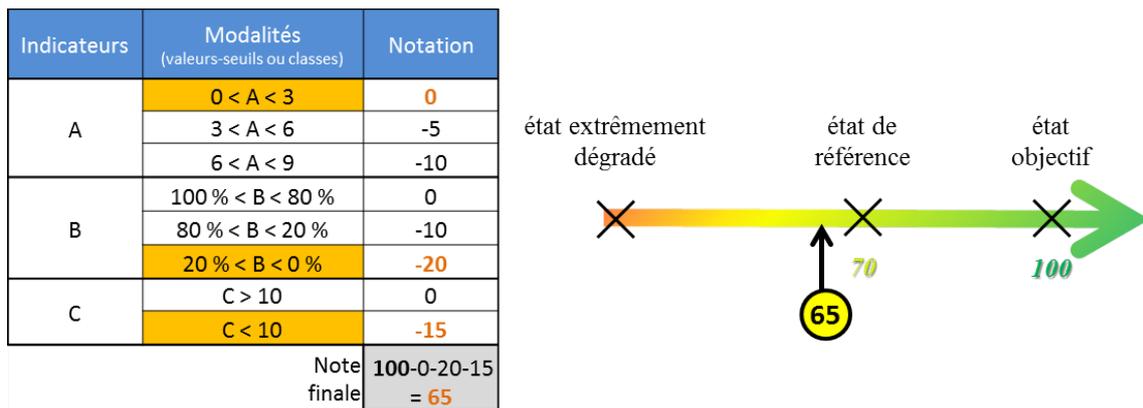


Figure 7 : Système de notation dégressif et axe de correspondance entre la note et l'état de conservation (d'après Carnino, 2009, Goffé, 2011 et Maciejewski, 2012)

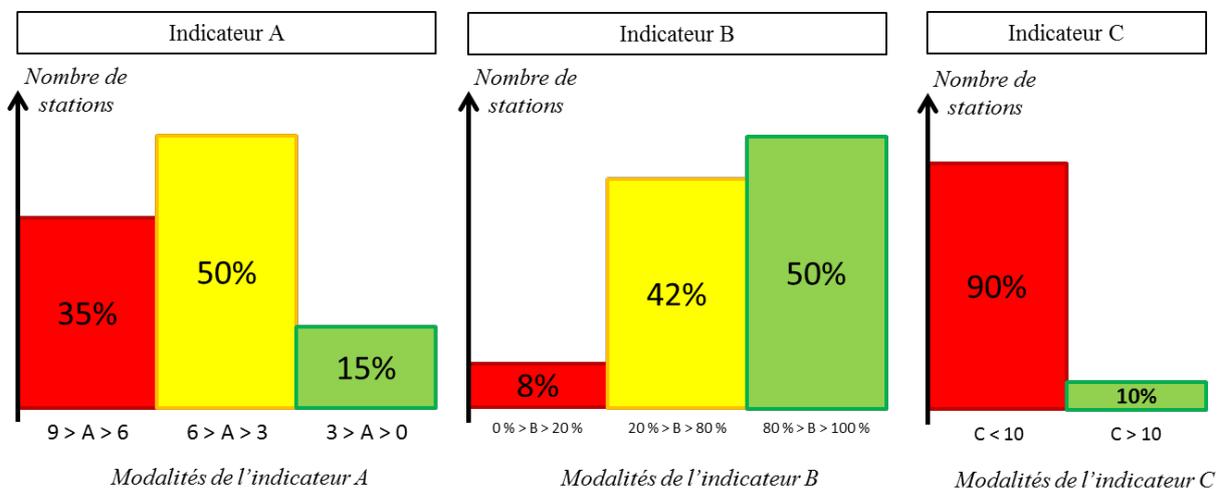


Figure 8 : Evaluation de l'état de conservation indicateur par indicateur (d'après Maciejewski, 2012)

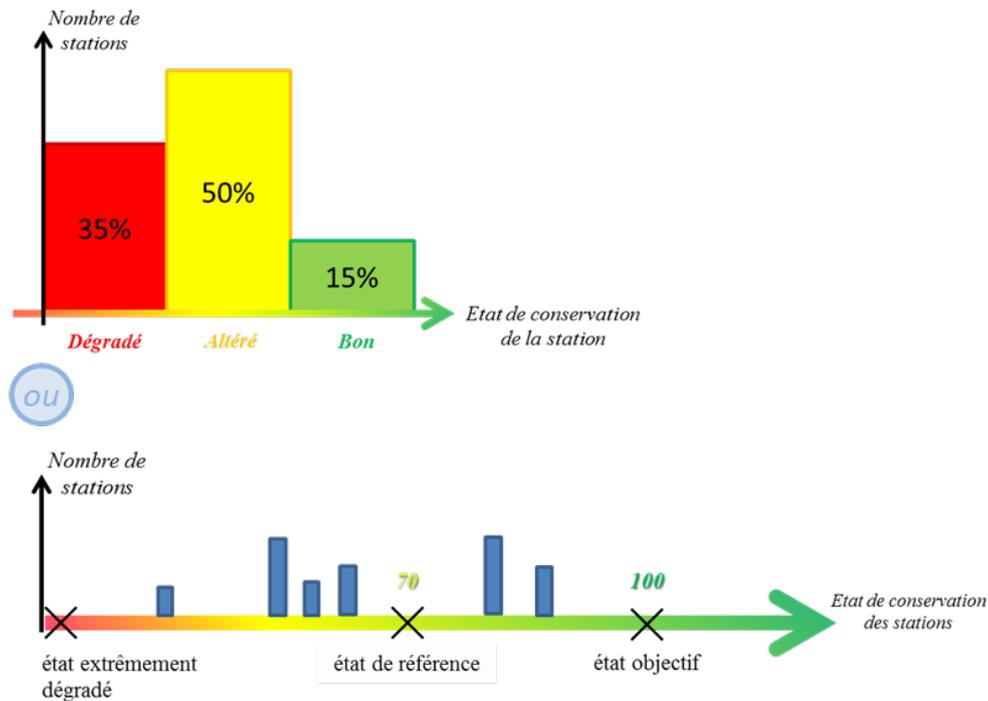


Figure 9 : Evaluation par station d'échantillonnage (d'après Maciejewski, 2012)

Tous ces éléments doivent être intégrés en temps voulu à la démarche et adaptés aux caractéristiques de l'habitat naturel lagunaire de la façade atlantique.

## 2.2. La recherche bibliographique

### 2.2.1. Caractéristiques de l'habitat et typologie

Dans un premier temps, la recherche bibliographique a porté sur la définition et les caractéristiques l'habitat, sur la base du Manuel d'interprétation EUR27 (Commission Européenne, 2007) et des Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, coord., 2004). En effet, il est important de « borner » et préciser la définition de l'habitat lagunaire atlantique, qui est assez mal connu, afin d'être sûr d'appliquer la méthode à l'objet à évaluer.

Ensuite, une recherche précise sur les différents faciès et des classifications déjà existantes de l'habitat a permis d'établir une typologie avec deux sous-types distincts, les lagunes *naturelles* et les lagunes *aménagées*, et des déclinaisons de ces sous-types (cf. partie « Résultats »). Bien que les critères d'évaluation seront proches, il faudra bien préciser la grille d'évaluation en fonction du sous-type évalué. Cette description du milieu lagunaire est aussi importante pour la gestion, pour éventuellement constater des disparités dans l'état de conservation des différents types de lagunes.

### 2.2.2. Critères, indicateurs, modalités, seuils et échelles de mesure

Une fois que ces premières recherches ont abouti, on s'intéresse aux caractéristiques de l'habitat qui pourraient tenir lieu de critères d'évaluation, grâce à l'examen :

- d'études ou guides méthodologiques des autres Etats membres (Dahl *et al.*, 2004 ; JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Krause *et al.*, 2008 ; SORIA, 2009 ; Camacho *et al.*, 2009) ;
- de DocObs faisant part de leur évaluation de l'état de conservation des lagunes (Kung, 2002 ; Commune de Fouesnant-les Glénan, 2008 ; SMEA du Marais du Payré, 2009) ;
- de diagnostics écologiques des sous-types précédemment établis (Labourg, 1978 ; Auby & Prunier, 1983 ; Auby, 1986 ; Auby & Thimel, 1987 ; Auby & Thimel, 1990 ; Thimel *et al.*, 1993 ; Terrisse *et al.*, 2001 ; Lepareur & Noël, 2010 ; Le Mao *et al.*, 2010) ;
- autres études scientifiques (Noss, 1990 ; Dauvin, 1994 ; Dauvin, 1997 ; Hussenot & Buchet, 1998 ; Filloux & Blachier, 2005 ; Chalmel *et al.*, 2005 ; Anras & Des Touches, 2007 ; Anras *et al.*, 2007 ; Anras & Guesdon, 2007 ; Brimont *et al.*, 2008 ; Anras *et al.*, 2010 ; Fromont, 2010).

La recherche de ces critères pour chacun des deux sous-types qui le justifie, est accompagnée de la recherche d'indicateurs, c'est-à-dire de variables qualitatives ou quantitatives qui rendent compte des critères. On se pose également la question de l'échelle d'application et des différentes modalités possibles de l'indicateur et on recherche des valeurs-seuils<sup>3</sup>. Cette recherche a abouti à la création d'une première grille d'évaluation qui a été soumise à l'avis d'un comité de suivi.

### 2.3. Le comité de suivi

Le comité de suivi est composé de gestionnaires et de scientifiques qui ont une bonne connaissance de ces milieux (composition en [annexe A](#)). Le cas échant, des modifications ont été amenées à la grille préliminaire d'évaluation.

### 2.4. La phase de terrain

La phase de terrain a permis de se confronter à la réalité du terrain (types de lagunes, pertinence des indicateurs choisis, échelles d'évaluation pertinentes). L'analyse des données a permis en outre d'élaborer les valeurs-seuils.

---

<sup>3</sup> Bien souvent, de telles valeurs n'existent pas dans la bibliographie, ou ne répondent pas aux conditions d'une méthode pour le site, elles seront alors fixées au vu des résultats de terrain et/ou selon avis d'expert. Il faut garder à l'esprit qu'elles doivent s'affiner avec les retours d'expérience.

### 2.4.1. Les sites « pilote »

Deux sites Natura 2000, un pour chaque sous-type de lagunes, ont été choisis :

- pour les lagunes « naturelles », les plans d'eau en arrière des bancs coquillers de la partie ouest de la baie du mont Saint-Michel, forment une série de lagunes très différentes les unes des autres. Ce complexe lagunaire se trouve dans la partie bretonne du site n° FR 2500077 « Baie du mont Saint-Michel » (Figure 10). L'étude de cette zone permettra de construire la méthode en tenant compte de plusieurs faciès de lagunes naturelles.



Figure 10 : Vue aérienne des lagunes d'Hirel à marée haute, baie du Mont saint-Michel (©Benoit Marembert)

- pour les lagunes dites « aménagées », les marais de l'estuaire de la Seudre dans le bassin de Marennes-Oléron constituent un bon exemple de la complexité spatiale qui caractérise les marais salés, il s'agit du site Natura 2000 n° FR 5400432 « Marais de la Seudre » (Figure 11), géré par la Communauté de Communes du Bassin de Marennes (CCBM). De nombreuses professions, méthodes de gestions et pratiques sont représentées sur ce territoire, nous permettant d'être le plus complet possible sur les différentes expressions de l'habitat lagunaire en marais salé.



Figure 11 : Vue aérienne de l'estuaire de la Seudre (© CRC PC).

## 2.4.2. La stratégie d'échantillonnage

Comme précisé dans le paragraphe précédent, nous avons choisi des sites qui nous permettaient d'avoir le plus possible d'expressions différentes de l'habitat lagunaire au sein de chaque sous-type. La stratégie d'échantillonnage devra nous permettre de prendre en compte ces diversités et si possible tous les états de conservation, du plus conservé au plus dégradé. En effet, il ne s'agit pas ici de *faire* l'évaluation de l'état de conservation mais de la *construire*, grâce au test sur le terrain des indicateurs retenus.

### 2.4.2.1. Lagunes de la baie du mont Saint-Michel

Dans le cas des lagunes naturelles, la stratégie d'échantillonnage s'est fait principalement sur place. Toutes les lagunes ont été échantillonnées une fois.

D'une part, la délimitation précise de l'habitat lagunaire n'a pas encore fait l'objet d'une cartographie dans le DocOb. Seule une étude de l'Ifremer a été menée sur le complexe de lagunes, permettant de recenser au moins quatre pièces d'eau (Le Mao *et al.*, 2010). Une analyse sur les images de Google Earth© permet d'avoir un premier aperçu de potentielles autres pièces d'eau composant le complexe lagunaire (Figure 12, voir annexe B pour plus de détail). Dès le début du terrain, une prospection de l'ensemble des lagunes a permis de confirmer ou d'infirmer la présence de ces lagunes naturelles. Elles ont ensuite toutes été échantillonnées.

D'autre part, le terrain a permis de constater la petite taille et l'homogénéité de chaque pièce d'eau, il n'a donc pas été nécessaire d'avoir plusieurs stations d'échantillonnage par lagune.



Figure 12 : Localisation des lagunes de l'étude Le Mao *et al.*, 2010 et des lagunes potentielles.

#### 2.4.2.2. *Marais de la Seudre.*

Dans le cas des lagunes « aménagées », plusieurs clés d'entrées ont été exploitées pour déterminer les zones à échantillonner :

- alimentation à la mer : en contact direct avec la mer / intermédiaire / rarement alimentées ;
- activité : aquaculture, conchyliculture, déprise, tonnes de chasse, etc. ;
- du bon état de conservation à différents états de dégradation

Nous avons donc procédé en deux étapes. D'abord, afin de sélectionner différents cas d'alimentations à la mer, neuf zones ont été délimitées selon deux gradients (Figure 13). Ensuite, grâce au retour de nos interlocuteurs locaux, le Section Régionale Conchylicole de Poitou-Charentes (SRC-PC) et la Communauté de Communes du Bassin de Marennes (CCBM), nous avons pu préciser ces zones, selon la volonté du propriétaire de nous accueillir, et le type d'activité et de gestion qu'ils mènent (annexe C pour le détail des zones). M. Gérald Viaud, Président de la SRC-PC, a également souligné l'importance d'échantillonner les deux rives de la Seudre car les conditions sédimentaires y sont différentes.

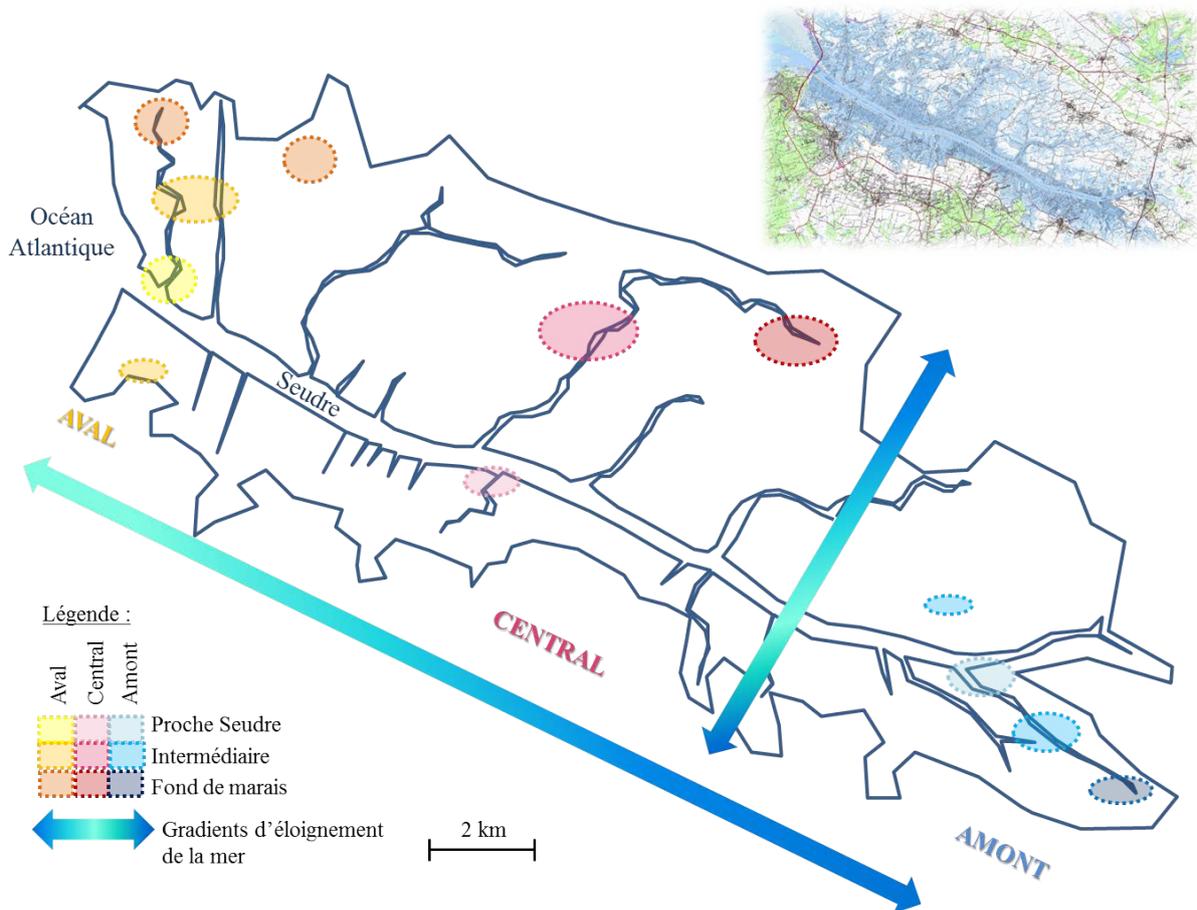


Figure 13 : Schéma des gradients d'alimentation à la mer en marais de la Seudre

### 2.4.3. Les relevés de terrain

Une fiche de terrain est disponible [annexe D](#). Ces relevés dépendent en partie des indicateurs sectionnés (cf. partie « Résultats »), il s'agit aussi d'informations supplémentaires qui nous renseignent sur la typologie ou le faciès de la lagune échantillonnée. L'ensemble de ces manipulations dure environ 30 min par station d'échantillonnage.

#### 2.4.3.1. Avis d'expert

L'intérêt principal de l'avis d'expert dans l'élaboration de la méthode est de pouvoir confronter les résultats de l'évaluation par les indicateurs qui auront été choisis à cet avis (cf. paragraphe 2.5)

Sur le terrain, nous n'avons pas pu avoir d'avis d'expert. En revanche, en ce qui concerne les lagunes aménagées, grâce à la connaissance du terrain par Fanny Lepareur et les recherches bibliographiques en amont, nous avons été à-même d'émettre un avis (une note de 1 à 5).

#### 2.4.3.2. Relevés de paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques nécessitant des appareils plutôt coûteux, il a été décidé de ne mesurer que la *salinité* et la *température* de l'eau, juste en dessous de la surface, ainsi que la transparence avec un disque de Secchi<sup>4</sup>.

Il aurait également été intéressant de mesurer l'*oxygène dissous* pour le mettre en relation avec la dystrophie du milieu. Cette mesure sera préconisée, pour les opérateurs de site qui le peuvent, dans le guide méthodologique final.

#### 2.4.3.3. Relevés GPS

Pour les lagunes « naturelles », deux séries de points ont été relevées : une autour de la lame d'eau au temps t de la phase de terrain, et une autour de la limite supérieure de la lame d'eau, exprimée par la végétation et la topographie. Sur place il a souvent fallu suivre la limite d'expression des joncs maritimes ([Figure 14](#)). Ces mesures serviront au suivi de surface des lagunes.



Figure 14 : Les deux lignes de relevés GPS en lagunes naturelles

<sup>4</sup> Un problème technique dans la baie du mont Saint-Michel nous a obligés à mesurer uniquement la salinité (en laboratoire). De plus la profondeur n'était pas suffisante pour une mesure de la turbidité au disque de Secchi.

Pour les lagunes « aménagées », seulement un point par bassin a été relevé. Etant donné que la surface ne sera suivie qu'à l'échelle du site, le point GPS ne sert qu'à positionner la station d'échantillonnage.

#### **2.4.3.4. Prélèvement et traitement des échantillons**

Les prélèvements ont été qualitatifs, les relevés biologiques n'ont donc pris en compte que la présence/absence d'espèces et jamais l'abondance ou la biomasse, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, le temps imparti à la phase de terrain était court et nous avons préféré multiplier les stations d'échantillonnage avec des mesures moins lourdes. L'objectif est aussi de proposer des mesures peu coûteuses en temps aux opérateurs de sites. D'autre part, les mesures quantitatives apportent des renseignements qui varient beaucoup plus en fonction de la saison et des modes gestion (Lepareur & Noël, 2010) que les méthodes qualitatives, ce qui compliquerait la construction des indicateurs. Les relevés par station sont présentés [annexe E](#).

La *faune benthique vagile et pélagique* (crevettes, hydrobies, insectes, etc.) a été récoltée de deux manières :

- avec un troubleau en passant dans les herbiers de phanérogames, massifs d'algues, et sous les massifs d'halophytes qui bordent les bassins ([Figure 15a](#) ; Lepareur, 2009)
- avec une balance et un appât (croquettes pour chat) posés pendant une dizaine de minutes là où la profondeur est suffisante ([Figure 15b](#) ; Lepareur & Noël, 2010)

La *faune benthique endogée et épigée* (vers, larves d'insectes, etc.) a été récoltée à l'aide d'une petite truelle et d'un tamis de maille 3mm ([Figure 15c](#)). Pour les lagunes « aménagées », les coquilles de bivalves ont été récoltées sur les bords des bassins, où sont déposées les boues de curage ([Figure 15c](#) ; Lepareur, communication personnelle, 2012)

L'ensemble des échantillons faunistiques a été conservé dans l'alcool à 70°, en vue de l'identification ultérieure des espèces.

La *flore aquatique* et les *algues* ont été prélevées à la main. Les échantillons ont systématiquement été conservés dans un herbier. Certains échantillons d'algues ont été conservés dans du para-formaldéhyde (PAF) à 3.7%, puis, au retour du terrain, lavés par trois bains et conservés dans l'alcool à 70°<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> La conservation préalable dans une solution de PAF n'était finalement pas nécessaire (Line Le Gall, communication personnelle, 2012)

**a. Troubleau**



*Passage du troubleau sous les massifs d'halophytes en bord de bassin*



*Récolte de la faune benthique à support végétal*

**b. Balance**



*Mise en place de la balance. L'appât se trouve dans le sac percé accroché au milieu.*



*Pose de la balance pendant une dizaine de minutes*

**c. Tamis et récolte à la main**



*Examen du tamis*



*Récolte à la main des coquilles*

Figure 15 : Quelques prélèvements de faune aquatique

#### 2.4.4. Identification des échantillons

L'identification des espèces s'est fait au retour du terrain, à l'aide de la loupe binoculaire et de clés d'identifications. Ces identifications ont été aidées, ou vérifiées grâce à des spécialistes au MNHN des départements « Peuplements et milieux aquatiques » (DMPA) et « Systématique et Evolution » (DES), ainsi que du SPN (cf. « Remerciements »).

La nomenclature scientifique et vernaculaire a été vérifiée et correspond à celle du World Register of Marine Species (WORMS) et du référentiel taxonomique national pour la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et d'outre-mer (TAXREF<sup>6</sup>).

#### 2.5. Les analyses statistiques des relevés

L'ensemble des analyses a été réalisé grâce au logiciel R (R Development Core Team, 2011).

##### Méthodes descriptives :

L'utilisation de ces méthodes a servi dans le cadre des questions sur la typologie (cf. partie « Résultats » paragraphe 3.1.2) pour essayer de faire des rapprochements écologiques entre les stations d'échantillonnage, autrement dit de mettre en évidence des biocénoses différentes. A partir des tableaux de présence/absence d'espèces par station d'échantillonnage, l'analyse descriptive a suivi deux démarches complémentaires : le *groupement* et l'*ordination*.

Le groupement choisi est la classification ascendante hiérarchique (CAH), sur la base d'une matrice de similarité de Jaccard, et en utilisant les liens moyens. Les résultats se présentent sous forme de dendrogramme regroupant les stations similaires.

Deux méthodes d'ordination ont été testées, l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ainsi que le positionnement multidimensionnel (MDS). Les résultats se présentent sous la forme d'une projection des stations dans un nombre réduit de dimensions orthogonales les unes aux autres (2 ou 3), représentant les principales tendances de variabilité entre ces données (Brocard, 2009).

L'[annexe F](#) détaille l'analyse statistique.

##### Méthodes explicatives :

Les méthodes explicatives ont été utilisées à la fois pour montrer l'éventuelle redondance des indicateurs entre eux (test d'indépendance et de corrélation), et pour chercher la régression

---

<sup>6</sup> <http://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-taxonomique-taxref>

linéaire qui donne la meilleure corrélation entre l'avis d'expert et la note attribuée par la méthode (qui varie selon le poids des notations des différents indicateurs).

Le test du  $\chi^2$  de Pearson a été utilisé pour tester l'indépendance des indicateurs à partir des tableaux de contingence des indicateurs deux à deux (risque  $\alpha = 0.05$ ). Ensuite, pour les indicateurs révélés non indépendant par le test du  $\chi^2$ , le test de corrélation de Spearman a été effectué (risque  $\alpha = 0.05$ ).

Pour la régression linéaire, les hypothèses d'homoscédasticité des variables, d'indépendance et de normalité des résidus ont été vérifiées. L'[annexe G](#) détaille l'analyse de la régression linéaire.

#### Programmation sous R :

Une boucle en langage R a été utilisée pour estimer la meilleure combinaison de notes des indicateurs dans le calcul de la note finale attribuée à une station ou un polygone (cf. partie « Matériel et Méthodes », paragraphe [2.1.4](#)). Cette opération n'est possible que si on dispose d'un avis d'expert auquel confronter la note attribuée et avait déjà été mise en place pour les habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012).

Chaque indicateur dispose de plusieurs tableaux de notation plus ou moins pondérés. On cherche la combinaison tableaux de notation qui maximise le  $R^2$  de la régression linéaire entre les notes obtenues avec cette combinaison et les notes d'expert (note de 1 à 5). L'[annexe H](#) illustre la démarche suivie avec l'exemple des indicateurs à l'échelle de la station.

### 3. Résultats

#### 3.1. Les caractéristiques de l'habitat et la typologie

##### 3.1.1. La définition des lagunes : du manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne EUR27 aux Cahiers d'habitats français

La définition des *lagunes côtières* au sens de la DHFF, explicitée dans le Manuel d'interprétation des habitats de l'UE reprend des caractéristiques évidentes comme « *étendue d'eau côtière* » ou « *peu profonde* » et insiste sur la variabilité de ces milieux concernant le « *volume d'eau* » et la « *salinité* » (Encart 1).

Les Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, coord., 2004) qui précisent les définitions des habitats de la DHFF au niveau français, déclinent d'ores et déjà l'habitat 1150\* en deux habitats « élémentaires » selon que la lagune appartient à la région biogéographique marine Atlantique ou Méditerranéenne : 1150-1\* *lagunes en mer à marée (façade atlantique)* et 1150-2\* *lagunes méditerranéennes*. Les deux objets sont bien différents en ce qui concerne les composantes structurelles et fonctionnelles (morphodynamique, taille, composition spécifique, etc.) mais aussi en ce qui concerne les activités ou l'information scientifique à disposition. Concernant la façade Atlantique, les Cahiers d'habitats font référence non seulement aux lagunes « *naturelles* » mais aussi aux lagunes « *aménagées* », autrement dit les marais salés où l'habitat lagunaire est présent (Encart 2).

L'habitat lagunaire revêt une multitude de réalités façonnées par l'histoire sédimentaire et la cohabitation de nombreux usages et pratiques différents sur le territoire. La typologie qui suit a pour but de proposer une interprétation de ces réalités.

Étendues d'eau salée côtières, peu profondes, de salinité et de volume d'eau variables, séparées de la mer par une barrière de sable, de galets ou plus rarement par une barrière rocheuse. La salinité peut varier, allant de l'eau saumâtre à l'hypersalinité selon la pluviosité, l'évaporation et les apports d'eau marine fraîche lors des tempêtes, d'un envahissement temporaire par la mer en hiver ou à cause des marées. Avec ou sans une végétation des *Ruppiaetea maritimae*, *Potametea*, *Zosteretea* ou *Charetea* (corine 91 : 23.21 ou 23.22).

[...].

Les bassins et étangs de salines peuvent être également considérés comme des lagunes, dans la mesure où ils sont le résultat de la transformation d'une ancienne lagune naturelle ou d'un ancien marais salé et caractérisés par un impact mineur de l'activité d'exploitation. [...].

**Végétales :**

*Callitriche* spp., *Chara canescens*, *C. baltica*, *C. connivens*, *Eleocharis parvula*, *Lamprothamnion papulosum*, *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus baudotii*, *Ruppia maritima*, *Tolypella n. nidifica*. [...].

**Animales :**

Cnidaria - *Edwardsia ivelli* ; polychètes - *Armandia cirrhosa* ; Bryozoa - *Victorella pavidia* ; Rotifera - *Brachionus* sp. ; mollusques - *Abra* sp., *Murex* sp. ; crustacés - *Artemia* sp. ; poissons - *Cyprinus* sp., *Mullus barbatus* ; reptiles - *Testudo* sp. ; amphibiens - *Hyla* sp.

**Correspondances :**

Classification allemande : « 0906 Strandsee », « 240601 Brackwassersee im Ostseeküstenbereich ».

Groupe de marais salés, faisant partie du complexe.

Encart 1: Extrait du manuel EUR27 concernant l'habitat 1150\* *lagunes côtières* (Commission européenne, 2007)

*Caractères diagnostiques de l'habitat***Caractéristiques stationnelles**

Ces étendues côtières d'eau salée correspondent le long des côtes basses à des zones humides ou des marais côtiers [...]. Les échanges avec la mer se font soit par un étroit chenal que remonte la marée, soit, lorsque la lagune est fermée, par percolation sous un cordon de galets. Parfois, l'apport d'eau de mer ne se produit qu'aux grandes marées de vives-eaux et lors des tempêtes hivernales. Les apports d'eau douce sont très variables temporellement. Dans tous les cas, l'eau doit, par moments, passer par des phases d'hypersalinité (de son évaporation), condition nécessaire pour que l'on ne soit pas seulement en présence d'un marais saumâtre.

**Variabilité**

Dans le cas des lagunes naturelles, la variabilité est liée aux possibilités d'échange avec le milieu marin et à l'importance du couvert phanérogamique. Le plus souvent, les lagunes ont été aménagées par l'homme et la variabilité porte sur l'état d'entretien des voies de communications avec la mer et sur les activités humaines qui y sont menées (usages à des fins agricoles ou aquacoles, gestion en faveur des oiseaux).

**Espèces « indicatrices » du type d'habitat**

Polychètes : *Hediste diversicolor*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Polydora ligni*.

Mollusques bivalves : *Abra ovata* var. *subrostrata*, *Cerastoderma glaucum* ; gastéropodes : *Hydrobia ventrosa*, *Potamopyrgus jenkinsi*.

Crustacés : *Sphaeroma hookeri*, *Idotea chelipes*, *Corophium insidiosum*, *C. multisetosum*, *Gammarus insensibile*, *G. chevreuxi*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Palaemonetes varians* et dans le plancton, *Artemia salina*, espèce exclusive de ce milieu.

Hydriaires : *Cordylophora caspia*, *Odessia maerotica*.

Insectes : *Sigara selecta*, larves de *Chironomus salinarius*, d'*Halocladus varians*.

Ces espèces se répartissent selon les gradients de salinité (des eaux oligohalines à hyperhalines). D'autre part, la plupart sont des espèces détritivores phytophiles (crustacés isopodes et amphipodes), leur abondance est donc fonction des débris végétaux (phanérogames et algues macrophytes).

**Confusions possibles avec d'autres habitats**

Lorsque les eaux sont seulement dessalées, le marais est occupé par la communauté à *Macoma balthica*, caractéristique des estuaires (UE : 1130).

Encart 2 : Extrait des cahiers d'habitats concernant l'habitat 1150-1\* lagunes en mer à marée (façade atlantique)

*Correspondances biocénétiques*

Typologie ZNIEFF-Mer (1994) : II.2.1

Typologie EUNIS (1999) : A2.6

Typologie Marine Biotopes (1996) : Saline lagoons

*Habitats associés ou en contact*

Végétations annuelles pionnières à *Salicornia* (UE : 1310).

Prés à *Spartina* (Spartinion) (UE : 1320).

Prés salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia*) (UE : 1330).

*Répartition géographique*

En Manche, il existe des lagunes naturelles non aménagées. Il en est de même dans le sud de la Bretagne : mer Blanche à Moustierlin, marais de Trévignon... Sur le littoral atlantique, l'essentiel des lagunes a été aménagé : marais de Séné, de Mesquer, de Guérande, marais Breton-Vendéen, Fier d'Ar, marais des Olonnes, de l'île d'Oléron, de la Seudre, parties très amont du bassin d'Arcachon (liste non exhaustive).

*Valeur écologique et biologique*

Les populations d'invertébrés de cet habitat sont très abondantes, étant donné la quantité de matière organique disponible. Ces peuplements paucispécifiques sont caractérisés par leur forte résilience après des événements dystrophiques comme peut en subir ce milieu extrême. Ces peuplements d'invertébrés constituent la base alimentaire de nombreux poissons euryhalins effectuant tout ou partie de leur cycle biologique dans les lagunes : l'Anguille (*Anguilla anguilla*), le Bar (*Dicentrarchus* spp.), la Daurade royale (*Sparus aurata*), le Flet (*Platichthys flesus*), les Muges (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza aurata*, *Liza ramada*). De nombreuses petites espèces de poissons sont également présentes : le Joël (*Atherina boyeri*), l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus*), la Gambusie (*Gambusia affinis*), la Perche soleil (*Lepomis gibbosus*), les Gobies (*Pomatoschistus* spp.), le Syngnathe de rivière (*Synthagnus abaster*)...

Les oiseaux sont exceptionnellement bien représentés. Résidents ou de passage, ils utilisent cet habitat comme aire de nourrissage, lieu de ponte ou de repos. Parmi ceux-ci figurent des Ardeidés, des Anatidés, des Laridés, des Rallidés, mais aussi des Cormorans, des Grèbes, de nombreux limicoles.

**3.1.2. Typologie des lagunes côtières en mer à marée (façade atlantique)**

Deux questions principales concernent la typologie :

- Quels sont les différents types de cet habitat que l'on peut proposer ? Plusieurs raisons justifient de préciser une typologie en amont du travail sur les indicateurs : d'abord, dans la phase de terrain, la typologie a servi pour définir en partie le plan d'échantillonnage ; ensuite, elle a permis de souligner l'importance de préciser le sous-type de lagune auxquels s'appliquent les indicateurs dans la grille d'évaluation : *naturel* ou *aménagé* ;

- Quel lien avec la réalité du terrain (biocénoses, états de conservation) ? Le but de cette question est de confronter la typologie construite auparavant avec la réalité du terrain : les types de lagunes correspondent-ils à des biocénoses particulières ? L'état de conservation est-il différent selon les types de lagunes ?

### **3.1.2.1. Travail bibliographique en amont**

L'[encart 3](#) présente la typologie dont justifierons rapidement les choix dans ce paragraphe. Le travail complet sur la typologie a été rédigé sous forme de note pour le MNHN et est disponible [annexe I](#).

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
    - 1.1.1. Lagunes naturelles
      - 1.1.1.1. Lagunes ouvertes, soumises aux flux de la marée ;
      - 1.1.1.2. Lagunes semi-fermées ou à système de retenue naturel ;
      - 1.1.1.3. Lagunes à percolation ;
      - 1.1.1.4. Lagunes fermées ou isolées ;
    - 1.1.2. Lagunes aménagées
      - 1.1.2.1. Lagunes vouées à la saliculture ;
      - 1.1.2.2. Lagunes vouées à l'ostréiculture ;
      - 1.1.2.3. Lagunes vouées à la pisciculture ;
      - 1.1.2.4. Lagunes vouées à d'autres aquacultures ;
      - 1.1.2.5. Lagunes vouées à des usages autres que l'exploitation.
  - 1.2. Lagunes méditerranéennes 1150-2\*

Encart 3 : Proposition de typologie de l'habitat 1150-1\* *lagunes en mer à marée (façade atlantique)*

### Deux sous-types de lagunes atlantiques, naturelles et aménagées :

Les classifications générales, comme celle de RAMSAR (Frazier, 1999) au niveau international, ou celle des SDAGE au niveau national, font la distinction entre étendues d'eau côtières saumâtres naturelles et aménagées ou « *artificielles* » (marais saumâtres aménagés, étangs d'aquaculture, marais salants, salines, etc.). Il s'agit bien de deux objets distincts puisque la genèse morphologique, le fonctionnement hydraulique, ainsi que les usages anthropiques qui y prennent place ne sont pas les mêmes.

### Déclinaison du sous-type *lagunes naturelles* :

Ici, l'état de conservation ne peut être jugé qu'en fonction du type morphologique puisque c'est cela qui conditionne la salinité de la lagune et en partie les biocénoses présentes. C'est pourquoi nous proposons de nous baser sur la typologie de Nichols et Allen (1981), affinée par la classification britannique (Davies *et al.*, 2001) qui différencie les lagunes selon leur ouverture à la mer.

### Déclinaison du sous-type lagunes aménagées :

Dans ce cas, de nombreux paramètres (profondeur d'eau, superficie, renouvellement de l'eau) qui pourront influencer sur l'état de conservation de l'habitat dépendent de l'usage et des pratiques des exploitants. Par ailleurs, une typologie d'usage est aisée à identifier, en comparaison d'une typologie biocénétique. C'est pourquoi, nous proposons de nous baser sur une typologie par usage, complétée éventuellement par des critères morphologiques (modèle typologie CREEA, 2008).

### Situations non prises en compte :

La méthode ne pourra pas s'appliquer à certaines entités parfois cartographiées en lagune :

- pour les lagunes naturelles, les situations de « complexe » d'habitats, c'est-à-dire que la lagune peut être composée d'autres habitats d'intérêt communautaires, par exemple de certains « bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine » (1110). C'est le cas du bassin d'Arcachon sur la façade atlantique ;
- pour les lagunes aménagées, les faciès qui ont perdu leur caractère lagunaire par anthropisation excessive (remembrements, intensivité de l'exploitation, profilage des berges, surcreusements, etc. ; Terrisse, 2011). Si ces milieux n'ont pas été cartographiés comme lagunes dans le DocOb, la présente méthode ne les concerne pas. Mais la perte d'habitat que constitue l'évolution des lagunes aménagées vers ces milieux sera comptabilisée.

#### **3.1.2.2. Communautés écologiques et types de lagunes**

Les relevés de faune et de flore ont permis de faire un tableau espèces\*stations en présence-absence (binaire) à partir duquel on peut statistiquement discriminer des groupes de stations présentant des communautés similaires (cf. partie « Matériel et Méthodes » paragraphe 2.5 et annexe E)

### Lagunes naturelles :

Les analyses statistiques n'ont pas pu être effectuées sur les données de la baie du mont Saint-Michel car trop peu d'espèces ont été récoltées (annexe E).

En revanche, à partir des observations de terrain (salinité, espèces), on peut classer les lagunes en trois groupes :

- à tendance saumâtre : lagunes de la cale du Han (est : 12.4 g.L<sup>-1</sup> et ouest : 15.4 g.L<sup>-1</sup>), peuplée de renoncule (*Ranunculus baudotii*) ;

- dessalées : les salines (est : 30.6 g.L<sup>-1</sup> et ouest : 30.1 g.L<sup>-1</sup>), lagune du lac (31.4 g.L<sup>-1</sup>) avec *Palaemonetes varians* et juvéniles de flet (*Plactichtys flesus*) et de Gobiidae ;
- à salinité marine : lagunes du bout de la ville (est : NA, centrale : 34 g.L<sup>-1</sup>, ouest : 33.8 g.L<sup>-1</sup>), avec arénicoles (*Arenicola marina*).

Lagunes aménagées :

**CAH :** L'examen des niveaux de fusion permet juste de distinguer deux groupes, dont la séparation est illustrée par des rectangles de couleur sur le dendrogramme (Figure 16). Ces regroupements correspondent à une différenciation des lagunes d'eau saumâtre à douce, et des lagunes d'eau saumâtre à salée. Peu de regroupements atteignent 50% de similarité. L'examen de ces groupes n'a pas pu être corrélé avec l'usage.

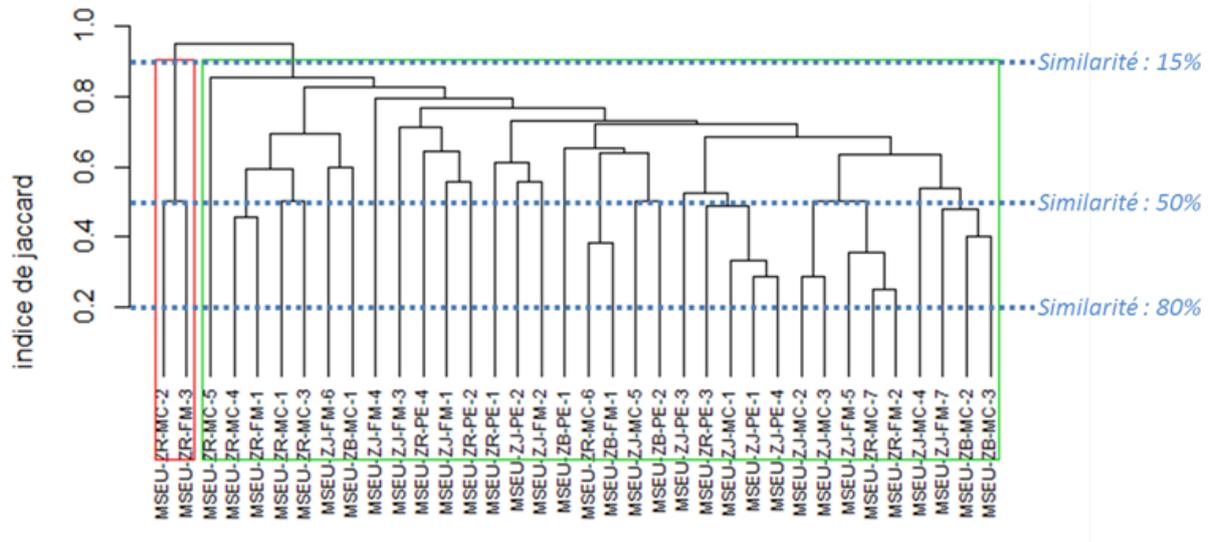


Figure 16 : Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (stations en abscisse)

**AFC :** L'examen de l'éboulis des valeurs propres nous a permis d'identifier deux axes factoriels à retenir pour l'AFC. La carte factorielle présente la répartition des stations en fonction de ces axes, ainsi que la part de variabilité du nuage expliquée par ces axes (Figure 17). Ces parts sont assez faibles (10% et presque 20%), mais permettent de séparer au moins deux groupes, les mêmes que pour la CAH.

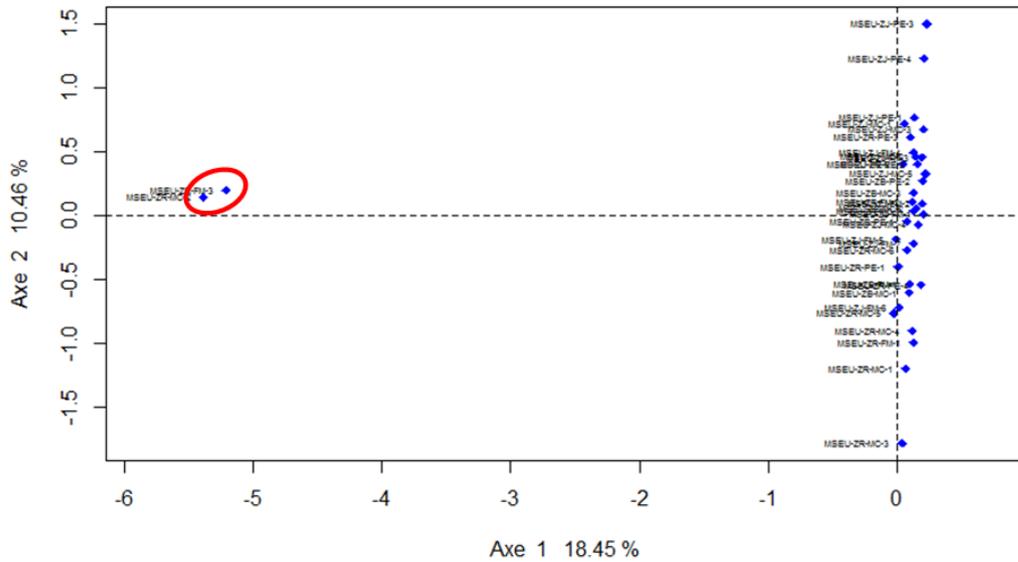


Figure 17 : carte factorielle de l'AFC avec uniquement les stations

**MDS** : L'examen de la valeur du stress de Kruskal indique que la qualité de l'ajustement est mauvaise (stress > 20%). On ne peut donc pas tirer de conclusion sur les rapprochements graphiques entre stations (Figure 18).

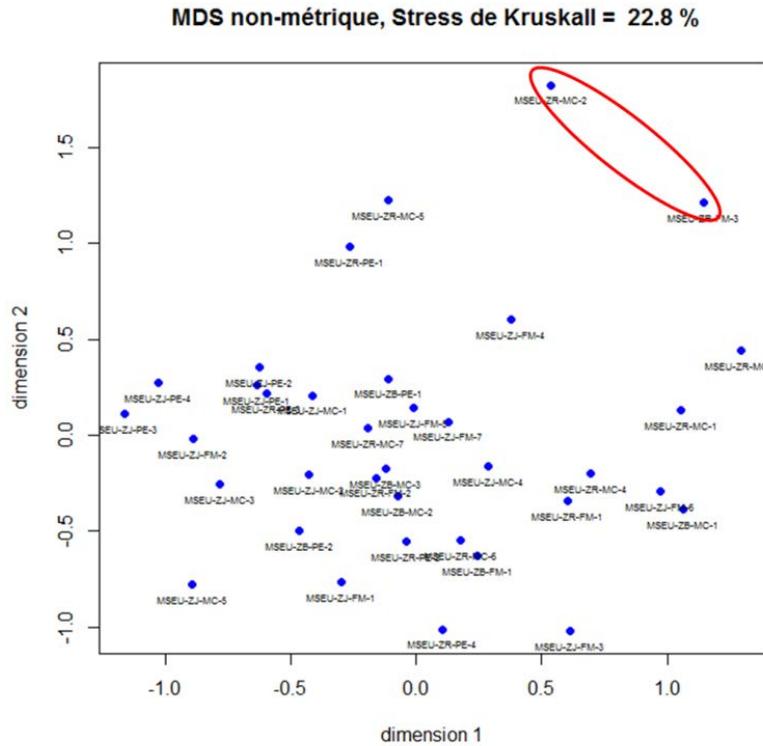


Figure 18 : Positionnement multidimensionnel des stations

### 3.2. Les échelles d'évaluation de l'état de conservation des lagunes atlantiques et la stratégie d'échantillonnage recommandées

#### Echelles d'évaluation :

La station d'échantillonnage (Figure 19) correspond à une *pièce d'eau* ou *bassin*. Pour les lagunes naturelles la pièce d'eau peut être une portion de la lagune. Pour les lagunes aménagées, il s'agira de l'entité alimentée par une même buse. Le polygone (Figure 19), qui représente un patch spatial d'un même habitat, correspond pour les lagunes aménagées à l'*unité hydraulique cohérente* (UHC), « portion continue du territoire, disposant d'une autonomie propre en termes de niveaux d'eau et d'au moins une entrée et une sortie d'eau » (Kania, 2008). Cette UHC est souvent assimilée à la prise de marais mais nous avons choisi d'intégrer en plus la dimension cadastrale, en assimilant l'UHC à la portion de prise de marais détenue par un seul propriétaire, où la gestion de l'eau est d'autant plus homogène. Pour les lagunes naturelles, le polygone correspond à l'ensemble alimenté par la même entrée d'eau. Suite à la phase de terrain, les échelles pertinentes d'évaluation des critères et indicateurs choisis sont seulement le site et la station d'échantillonnage. En effet, pour les lagunes aménagées, l'échelle de l'UHC qui paraît pertinente au premier abord, pose un certain nombre de problèmes (cf. partie « Discussion »).

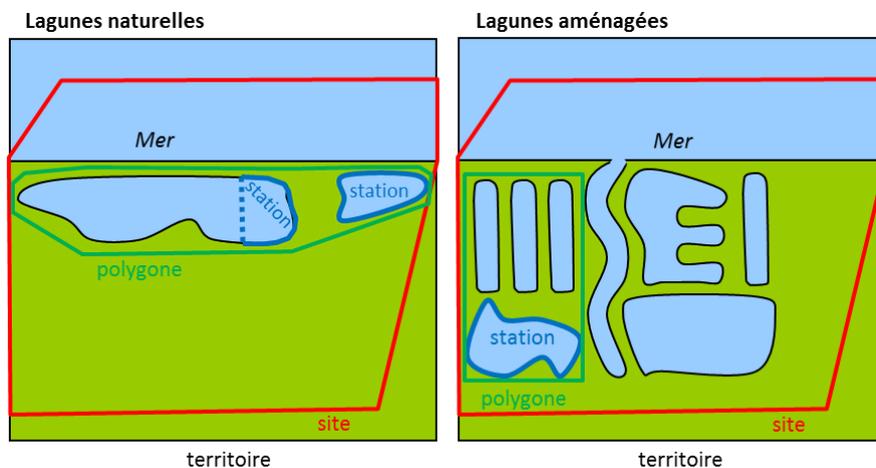


Figure 19 : Les échelles d'évaluation de l'état de conservation des lagunes atlantiques  
(Lepareur, communication personnelle, 2012)

#### Stratégie d'échantillonnage :

La stratégie mise en place pour l'*élaboration* de la méthode reste différente de celle à mettre en œuvre pour l'*application* de la méthode. Pour la plupart des lagunes naturelles et quelques petits sites de lagunes aménagées qui le permettent, il faudra échantillonner toutes les pièces d'eau. Pour les sites extrêmement grands, un échantillonnage aléatoire est préconisé, avec un nombre de pièces d'eau suffisamment grand (à l'appréciation du gestionnaire).

### 3.3. La grille de critères et indicateurs

Les critères et indicateurs qui ont été retenus dans la méthode sont le fruit d'un travail évolutif entre la recherche bibliographique initiale, les commentaires et réflexions issues du comité de suivi ([annexe J](#)) et la phase de terrain. La grille présentée ci-après ([Tableau 1](#)) n'est pas le stade final de l'élaboration de la méthode puisque la démarche prévoit de la soumettre à nouveau au comité de suivi, et de l'alimenter dans les années à venir grâce au retour d'expérience des gestionnaires.

A la suite du tableau sont présentés les indicateurs retenus ainsi que certains qui ont été abandonnés. Ces indicateurs sont de deux types : *quantitatif* (les modalités sont des nombres) et *qualitatif* ou ordinal (les modalités sont des classes). La grille de synthèse décrivant les modalités de chaque indicateur, ainsi que les moyens de mesure, et les notations est disponible [annexe K](#).

Tableau 1 : Critères et indicateurs retenus

Paramètre	Critère		Indicateur	Sous-type <sup>1</sup>	Echelle
Structure et fonction de l'écocomplexe	Mosaïque d'habitats		1- Diversité des structures physiques	2	bassin
Surface couverte	Surface couverte par l'habitat		2- Evolution de la surface	1 et 2	site
Structure et fonction	Berges		3- Etat des berges (et du cordon lagunaire)	1 et 2	bassin
	Composition spécifique	Composition floristique	4- Macrophytes typiques	1 et 2	bassin
			5- Confinement	1 et 2	bassin
			6- Enfrichement	2	bassin
			7- Eutrophie	1 et 2	bassin
	Composition spécifique	Composition faunistique	8- Invertébrés benthiques et pélagiques typiques	1 et 2	bassin
Espèces exotiques envahissantes		9- Présence d'EEE, tous taxons confondus	1 et 2	site	
Altérations	Diffuses		10- Pollutions et déversements diverses <sup>2</sup>	1 et 2	site
			11- Activités de loisir <sup>3</sup>	1	site
	Lourdes		12- Décharges sauvages	1 et 2	site
			13- Aménagements divers <sup>4</sup>	1	site

<sup>1</sup> sous-types : 1= naturelles, 2 = aménagées

<sup>2</sup> d'origine agricole, sortie de réseau d'eau pluvial et de STEP, lixiviats de décharges, etc.

<sup>3</sup> surféquentation, piétinement, activités de plaisance, camping, pêche de loisir, etc.

<sup>4</sup> Endigages, remblais, plages artificielles, etc.

### 3.3.1. Paramètre « Structure et fonction de l'écocomplexe »

Ce paramètre a été ajouté dans le cas des lagunes aménagées. En effet, suite aux remarques du comité, il a paru pertinent de souligner l'importance des possibilités d'échange entre les bassins et les milieux adjacents (bosses, bossis, diguettes, etc. ; [Figure 20](#)) qui participent à l'état de conservation de l'habitat au sein de son écocomplexe, sur le plan structurel.

#### 3.3.1.1. Critère « Mosaïque d'habitats »

Pour les lagunes aménagées, la richesse de l'écocomplexe est en partie due à la multiplicité des groupements végétaux (Terrisse, communication personnelle, 2012). Cette richesse naît de l'imbrication des structures physiques (souvent héritées de la saliculture) au sein des bassins, c'est pourquoi on parle de mosaïque.

#### Indicateur *Diversité des structures physiques.*

Les éléments de relief permettent à de nombreux groupements végétaux de s'exprimer grâce à la multiplication de la surface. Cette diversité fait la richesse de l'écocomplexe. Ces groupements, tels que les scirpaies, les végétaux des prés salés, ou les phragmitaies, jouent un rôle important dans la fonctionnalité des lagunes, notamment alimentaire et épurateur (Lepareur & Noël, 2010).



Figure 20 : Ilot au centre d'un bassin, Moulin des Loges.

Cette diversité des structures physiques souvent héritée des anciens marais salants (Terrisse, 2011) est opposée aux remembrements récents que connaissent ces milieux.

Un moyen complémentaire de mesurer la diversité des structures physiques serait de calculer au moyen de logiciel SIG, le linéaire de berges. L'observation de sa tendance d'évolution par rapport au temps  $t_0$  de mise en place du DocOb serait pertinent à l'échelle du site, mais il n'a pas pu être testé au cours du stage.

Le choix des modalités qui a été fait pour cet indicateur repose pour l'instant sur des éléments qualitatifs.

Indicateur	Sous-type concerné	Echelle de mesure	Modalités (classes)
1. Diversité des structures physiques	- naturelles - aménagées	station	présence de diguettes, îlots ou autres structures
			pas de structures particulières, un peu remembré
			pas de structures particulières, très remembré, surface d'1ha ou plus

**Indicateur *Fragmentation* (non retenu)**

Cette notion, qui relève de l'écologie du paysage, a été considérée par le Millenium Ecosystem Assessment comme une des premières atteintes à la biodiversité. Des travaux menés au début des années 2000 par la Tour du Valat et le Cémagref (Salles, 2001, Leonard, 2002 ; Milhé, 2003) ont permis de mettre en place des indicateurs de fragmentation pour le suivi de l'état de conservation des habitats naturels, appliquées à la Camargue. Néanmoins, nous avons choisi de ne pas retenir ces indicateurs, étant donné que la connectivité des lagunes assurée par des chenaux d'irrigation est la condition *sine qua non* de leur existence. Si la connexion est rompue, la destruction de l'habitat sera comptabilisée en perte de surface.

**3.3.2. Paramètre « Surface couverte »**

**3.3.2.1. Critère « Surface couverte par l'habitat »**

**Indicateur *Evolution de la surface.***

Cet indicateur est essentiel pour évaluer l'état de conservation des lagunes atlantiques, étant donné qu'il s'agit d'un habitat *prioritaire*, donc considéré comme en danger de disparition sur le territoire communautaire.

Ces changements de surface de l'habitat sont assez rapides pour qu'une tendance soit perceptible à l'échelle du temps de gestion, surtout pour les lagunes naturelles qui dépendent d'une dynamique extérieure. Il faut donc suivre l'évolution de la surface couverte par l'habitat entre le temps  $t_0$  de mise en place du DocOb et un temps  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , plutôt que de s'intéresser la surface à l'instant  $t$  de l'évaluation (Goffé, 2011).

L'évaluation de cet indicateur est particulièrement difficile à cause de la différence de qualité de cartographie d'une date à l'autre, liée aux améliorations techniques ou à l'effet observateur (Maciejewski, 2012). C'est pourquoi, comme dans la méthode des habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012) et celle des dunes non boisées (Goffé, 2011), on préférera estimer la tendance d'évolution de la surface. Toutefois, si une estimation chiffrée était choisie, il faudrait accorder une attention particulière à la fixation des seuils et établir des marges d'erreur autour de la perte de superficie. L'opérateur pourra réaliser une comparaison diachronique à l'aide d'outils SIG ou selon avis d'expert. Par ailleurs, il est important de renseigner la cause de l'évolution de surface : dynamique naturelle ou destruction anthropique de l'habitat.

<i>Indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
2. Evolution de la surface	- naturelles	site	Stabilité ou progression
	- aménagées		Régression

### 3.3.3. Paramètre « Structure et Fonction »

#### 3.3.3.1. Critère « Berges »

##### Indicateur *Etat des berges (et du cordon lagunaire)*

Pour les lagunes naturelles, la phase de terrain a montré que l'état du cordon lagunaire ne peut pas tenir d'équivalent à l'état des berges. Aucune pratique ou usage n'intervient spécifiquement sur l'expression de végétations halophiles. Si cette expression n'est pas permise, il peut s'agir de la nature du substrat dont nous n'avons pas à juger ou d'impacts diffus tels que le piétinement qui seront renseignés dans le paramètre « Altérations ». Goffé (2011), dans sa méthode sur les dunes non boisées, montre que les indicateurs d'altérations sont redondants avec les indicateurs de composition floristique, et laisse le choix au gestionnaire de l'approche pour laquelle opter. Sur ce modèle, on peut probablement supposer que l'état du cordon lagunaire sera renseigné par le biais de l'indicateur *Activités de loisir*. Les retours d'expérience permettront d'affirmer ou infirmer cette hypothèse.

Pour les lagunes aménagées, cet indicateur fait référence à la fois à la structure des lagunes et à l'originalité de l'écosystème. Si les conditions de transition du milieu aquatique vers le milieu terrestre (pente, hauteur des berges) permettent l'expression des végétations halophiles, alors ces dernières peuvent assurer des fonctions au sein de l'écosystème (échanges,



alimentation, support). Cette situation s'oppose aux bassins dont les berges peuvent être bétonnées ou trop régulièrement remodelées (curage), donnant lieu à une certaine banalisation du milieu. Les modalités choisies sont pour l'instant seulement qualitatives.

Figure 21 : Exemples des trois modalités de l'indicateur *Etat des berges*. (l'exemple 3 de brûlis est anecdotique)

Indicateur	Sous-type concerné	Echelle de mesure	Modalités (classes) cf. Figure 21
3. Etat des berges (et du cordon lagunaire)	- aménagées - (naturelles)	station	+++ beaucoup d'espèces halophiles, plutôt pérennes, tout le long des berges
			++ quelques espèces halophiles, pérennes et annuelles, avec interruptions de végétation
			+ peu ou pas d'espèces halophiles, plutôt annuelles si présentes, larges interruptions de végétation

### 3.3.3.2. Critère « Composition spécifique : flore »

Beaucoup de caractéristiques structurelles et fonctionnelles s’expriment à travers la composition spécifique, c’est pourquoi c’est le critère prépondérant du paramètre « structure et fonction ».

#### Indicateur *Macrophytes typiques*.

Les espèces typiques de l’habitat sont considérées comme « les plus appropriées pour diagnostiquer l’état de conservation de la structure et des fonctions de l’habitat », en partie puisque leur absence témoigne de la disparition de l’habitat soit par transition vers un autre habitat soit par destruction. Nous avons choisi de séparer la flore de la faune étant donné l’importance des phanérogames aquatiques dans la caractérisation de l’habitat.

Une liste d’espèces a été mise en place, dont on renseigne l’absence/présence. Elle a été construite à partir des espèces végétales recensées dans le manuel d’interprétation des habitats de l’UE (Commission européenne, 2007), et complétée par Dauvin, 1997. Ensuite, seules les phanérogames marines ont été retenues, car les algues nécessitent souvent une analyse moléculaire pour leur identification jusqu’à l’espèce (Le Gall, communication personnelle, 2012). Si le gestionnaire a les moyens de réaliser ces analyses, il sera préconisé d’utiliser la liste « complète ». Ce sont les résultats de terrain qui ont déterminé la modalité optimum « au moins 1 espèce de la liste », cela peut être amené à évoluer avec les retours d’expérience.

Phanérogames (exemples [Figure 22](#)) :

<i>Althenia filiformis</i>	<i>Callitriche truncata</i> sp. <i>orientalis</i>	<i>Najas marina</i> (rare)
<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Ranunculus baudotii</i>	<i>Ruppia cirrhosa</i>
<i>Ruppia maritima</i>	<i>Zannichellia palustris</i> sp. <i>pedicellata</i>	

[Algues :

<i>Anabaena spiroides</i>	<i>Chara aspera</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>
<i>Chara canescens</i>	<i>Chara curta</i>	<i>Chara muscosa</i>
<i>Cladophora parriaudi</i>	<i>Cladophora vadorum</i>	<i>Rhizoclonium riparium</i> ]

Indicateur	Sous-type concerné	Echelle de mesure	Modalités (nombres)
4. Macrophytes typiques	- naturelles	station	Au moins 1 espèce de la liste
	- aménagées		Aucune espèce de la liste



Figure 22 : A gauche, *Ruppia maritima*, marais de la Seudre. A droite, *Ranunculus baudotii*, baie du mont Saint-Michel

### Indicateur *Confinement*.

Le confinement est un aspect majeur parmi les caractéristiques des lagunes, il fait référence au « temps de renouvellement des éléments d'origine marine en un point donné » (Guerlorget et Perthuisot, 1983), et « organise la zonation biologique ». Autrement dit, si le confinement par rapport à la mer est extrême, alors on tend vers un milieu aquatique continental, faciès de dégradation de l'habitat lagunaire.

Le confinement est lié à la salinité, et dépend étroitement du renouvellement d'eau. Dans les lagunes aménagées, ce renouvellement dépend de la gestion des propriétaires et du coefficient minimum de marée nécessaire pour permettre un apport d'eau, c'est-à-dire le coefficient auquel le marais « boit ». C'est pourquoi nous avons d'abord pensé à mesurer des gradients de salinité, ou des coefficients ou le marais « boit ». Finalement, nous avons choisi de nous baser sur la composition floristique typique d'un milieu dessalé qui constitue un proxy relativement fiable d'un confinement établi. Une liste d'espèces indicatrices du confinement a été proposée, en ne se basant que sur des phanérogames pour les mêmes raisons que précédemment. L'observation de ces espèces doit bien concerner la pièce d'eau entière et non pas les bords où des suintements d'eau douce peuvent permettre leur expression.

eaux douces		eaux saumâtres	
<i>Phragmites australis</i>	<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Najas marina</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>
<i>Sparganium erectum</i>	<i>Typha angustifolia</i>	<i>Ranunculus baudotii</i>	<i>Zanichellia palustris</i>
<i>Typha latifolia</i>			

Indicateur	Sous-type concerné	Echelle de mesure	Modalités (nombres)
5. Confinement	- naturelles	station	Aucune espèce de la liste
	- aménagées		Au moins 1 espèce de la liste

**Indicateur *Enfrichement*.**

L'enfrichement ne concerne que les lagunes aménagées. Eventuellement, si le phénomène a lieu dans les lagunes naturelles, la zone en question ne sera pas cartographiée comme une lagune, et la perte de superficie sera comptabilisée par le critère « surface couverte par l'habitat » (échelle spatiale plus appropriée).

Dans les lagunes aménagées, l'enfrichement est souvent synonyme de marais en déprise. En effet, l'abandon d'un bassin amène son isolement de l'alimentation hydraulique, qui accompagné de l'absence d'entretien, entraîne la transition d'un milieu aquatique à un milieu terrestre halophile (pré salé par exemple). A un stade avancé d'enfrichement, le fonctionnement de la lagune est perturbé, mais aux stades de « déprise jeune », on observe au contraire un fort intérêt biologique (Terrisse, communication personnelle, 2012).

Les modalités (différents stades d'enfrichement) de l'indicateur sont proposées suite à la phase de terrain au vu des différents cas, notamment grâce à Loïc Anras, du Forum des Marais Atlantiques. La [figure 23](#) illustre ces différents cas.

<i>Indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
6. Enfrichement	aménagées	station	Peu enfriché : recouvrement majoritaire d'halophytes annuelles ; ou pas du tout enfriché
			Assez enfriché : recouvrements équivalents d'halophytes annuelles et pérennes
			Très enfriché : recouvrement majoritaire d'halophytes pérennes, et fort recouvrement de graminées



Figure 23 : Exemples des trois modalités de l'indicateur *Enfrichement*

**Indicateur *Eutrophie*.**

Les lagunes sont un milieu naturellement eutrophe (Dauvin, 1997), c’est en partie ce qui conditionne la forte production primaire de ces milieux et donc leur exploitation par l’homme. Mais en été, on peut observer des crises dystrophiques provoquant des mortalités catastrophiques parmi la faune, liées à la forte demande en oxygène non palliée par la production photosynthétique, à la température élevée des eaux ou à la contamination du milieu (Dauvin, 1997).

L’anoxie du milieu est provoquée par la formation d’un épais tapis d’algues (par exemple Cladophores, Rhizoclonium, Chaetomorphes, Ulves, etc. ; Figure 24) rendant le sédiment complètement réduit (très noir et malodorant). C’est le recouvrement de ce « tapis », accompagné de l’aspect de la vase, qui sera mesuré pour évaluer l’état dystrophique.



Figure 24 : Bassin mis en assec du fait du fort développement d’algues (formant ici un tapis asséché)

Les retours d’expérience et les avis du comité de suivi devraient permettre d’estimer la période la plus propice à cette mesure.

<i>Indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
7. Eutrophie	- naturelles - aménagées	station	Pas de tapis d’algues épais
			Recouvrement par endroits, par un tapis d’algues épais, vase réduite en dessous.
			Recouvrement généralisé par un tapis d’algues épais, vase réduite

**3.3.3.3. Critère « Composition spécifique : faune »**

Parmi la composition faunistique, seuls les invertébrés ont été retenus, bien qu’on puisse identifier des poissons ou des oiseaux « spécialisés » dans ces milieux. Un bref résumé de l’abandon de ces indicateurs potentiels est disponible en fin de paragraphe.

**Indicateur *Invertébrés benthiques et pélagiques typiques*.**

Une liste d’espèces a été proposée comme pour les *Macrophytes typiques* et le *Confinement*. Elle a été construite grâce à liste existante d’espèces « indicatrices » du type d’habitat des Cahiers d’habitats, avec quelques modifications :

- suppression des organismes invisibles à l'œil nu car la détermination de l'espèce est plus difficile et onéreuse (temps, matériel).
- ajout d'espèces recensées dans le travail de Dauvin (1997) sur les biocénoses marines et littorales françaises de la façade atlantique.
- ajout de *Scrobicularia plana*. Il s'agit d'une espèce « indicatrice » des lagunes méditerranéennes (Cahiers d'Habitats) mais dont la présence a été recensée sur la façade atlantique dans le travail de Dauvin sur les ZNIEFF (1994), confirmée par le terrain.

cnidaires	<i>Cereus pedunculatus</i>		
polychètes	<i>Hediste diversicolor</i>	crustacés	<i>Lekanesphaera hookeri</i>
	<i>Ficopomatus enigmatus</i>		<i>Idotea chelipes</i>
	<i>Capitella capitata</i>		<i>Monocorophium insidiosum</i>
	<i>Polydora cornuta</i>		<i>Corophium multisetosum</i>
oligochètes	Naïdidae spp.	insectes	<i>Gammarus insensibilis</i>
	Tubificidae spp.		<i>Gammarus chevreuxi</i>
	Enchytraeidae spp.		<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>
mollusques	<i>Abra segmentum</i>		<i>Palaemonetes varians</i>
	<i>Cerastoderma glaucum</i>		<i>Sigara selecta</i>
	<i>Ecrobia ventrosa</i>		<i>Chironomus salinarius</i> (larves)
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		<i>Halocladus varians</i> (larves)
	<i>Scrobicularia plana</i>		zygoptères (larves)

Vu la difficulté d'identification de certains groupes d'espèces, comme les gammares ou autres amphipodes, il a été envisagé la construction d'une deuxième liste simplifiée (polychètes, mollusques, décapodes).

Les seuils de nombre d'espèces ont été établis après le terrain, de manière empirique sur l'ensemble des relevés, et avec la liste complète. Ces seuils sont donc susceptibles d'évoluer avec les retours d'expérience. Ils pourraient être fixés au cas par cas, étant donné l'aire de répartition de certaines espèces sur la façade atlantique. Maciejewski (2012) propose d'utiliser des listes régionales. Bien que celles-ci n'existent pas pour les milieux lagunaires, le savoir local peut apporter énormément sur ce sujet au sein de chaque site Natura 2000. Le retour d'expérience devrait permettre de savoir si la constitution de ces listes régionales est possible.

Indicateur	Sous-type concerné	Echelle de mesure	Modalités (nombres)
8. Invertébrés benthiques et pélagiques typiques	- naturelles - aménagées	station	Au moins 5 espèces de la liste
			Entre 2 et 4 espèces de la liste
			Aucune ou 1 seule espèce de la liste

### **Indicateur *Ichtyofaune* (non retenu)**

Les poissons n'ont pas été pris en compte dans la méthode bien qu'on puisse identifier des espèces caractéristiques (Dauvin, 1997 ; Cahiers d'habitats). D'une part, la capture des espèces est difficile à mettre en œuvre. D'autre part, l'absence de poissons dans une pièce d'eau ne signifie pas forcément le mauvais état de conservation de la lagune puisque le recrutement n'est pas systématique (non souhaités dans les claires ostréicoles, barrières physiques fortes pour les petites lagunes naturelles isolées). Tous ces éléments n'en font pas de bonnes espèces typiques au sens « espèces les plus appropriées pour diagnostiquer l'état de conservation de la structure et fonction de l'habitat ».

### **Indicateur *Avifaune* (non retenu)**

Les oiseaux n'ont pas non plus été retenus dans la méthode bien qu'on puisse identifier des espèces caractéristiques des marais (Terrisse, 2011). Quoiqu'une étude de l'ATEN montre la possibilité d'utiliser les oiseaux comme « reflets de la qualité des zones humides » (Brimont *et al.*, 2008), les échanges avec des spécialistes (Loïc Valéry et Jacques Comolet-Tirman du SPN, Emmanuel Caillot de la réserve naturelle de Beauguillot) ont montré l'impossibilité d'utiliser les oiseaux pour plusieurs raisons :

- la fidélité au site n'est pas immédiate en cas d'amélioration de l'intérêt pour les oiseaux, et inversement en cas de détérioration ;
- la présence/absence sur le site peut refléter des aléas à une plus large échelle ;
- les multiples facteurs qui agissent sur la présence des oiseaux ne reflètent pas uniquement et/ou forcément l'état de conservation de l'habitat (compétition, site proche plus « intéressant », qualité de la gestion, etc.).

#### **3.3.3.4. Critère « Composition spécifique : Espèces exotiques envahissantes ».**

### **Indicateur *Présence d'EEE, tous taxons confondus.***

D'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) :

*« une espèce exotique envahissante est une espèce exotique (allochtone, non indigène) dont l'introduction par l'homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques et/ou économiques et/ou sanitaires négatives. »*

Les invasions biologiques sont considérées comme la deuxième cause d'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale, après la destruction et la dégradation des habitats naturels.

Les lagunes étant des milieux à faible diversité (mais à forte biomasse), la probabilité qu'une EEE y rencontre un prédateur ou un compétiteur est plus faible que dans des milieux plus diversifiés, ce qui favorisera son invasion. A l'heure actuelle, les lagunes atlantiques ne connaissent pas cette pression, mais c'est un critère qu'il faut surveiller.

Cet indicateur sera évalué à l'échelle du site puisque si l'invasion par une EEE est constatée en un point précis, elle ne tardera pas à progresser.

Aucune espèce invasive n'a été recensée pendant la phase de terrain, donc cet indicateur n'a pas pu être testé. Nous proposons :

<i>indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
9. Présence d'EEE, tous taxons confondus	- naturelles - aménagées	site	Aucune colonisation
			Quelques individus trouvés, sans caractère envahissant ou colonisation faible et stabilisée
			Colonisation généralisée

### 3.3.4. Paramètre « Altérations »

Le paramètre « Altérations » ne prend en compte que des éléments qui ne peuvent pas être renseignés par les indicateurs du type « évolution de la surface » ou relatifs à la structure et la fonction de l'habitat lagunaire. Par exemple les altérations dues aux espèces exotiques envahissantes seront indiquées par la composition spécifique, l'urbanisation par la perte de surface, etc.

Comme dans les autres méthodes, les altérations ont été séparées en « lourdes » et « diffuses », selon si on peut les quantifier directement ou non.

A noter que ce paramètre devra particulièrement être alimenté par les retours d'expérience, afin de synthétiser les altérations possibles. Dans la même optique, si un indicateur des paramètres « Surface couverte » et « Structure et Fonction » est au rouge, l'opérateur devra, dans la mesure du possible, renseigner les causes pour une aide à la gestion.

#### 3.3.4.1. Critère « Altérations diffuses »

##### **Indicateur Pollutions et déversements divers.**

Les pollutions peuvent affecter l'état de conservation des lagunes, principalement par le risque écotoxicologique qu'elles représentent pour les espèces de cet habitat. Il est possible de mesurer, pièce d'eau par pièce d'eau, un certain nombre de substance chimiques et/ou de bactéries ou phytoplancton toxiques mais ces mesures seraient trop lourdes à mettre en œuvre.

La question de la réutilisation des données DCE a été étudiée, mais les lagunes atlantiques ne sont pas des masses d'eau systématiquement contrôlées contrairement aux lagunes méditerranéennes. L'estimation de la pollution se fera grâce aux points DCE situés dans les zones d'alimentation de la lagune en eau (estuaires, chenaux) ou à proximité (baies) s'il y en a, et/ou grâce à l'avis du gestionnaire, selon des modalités qualitatives et très générales.

<i>indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
10. Pollutions et déversements diverses	naturelles aménagées	site	Pas de pollutions connues
			Pollutions ponctuelles
			Pollutions généralisées

### **Indicateur *Activités de loisir.***

Ces activités ne concernent pas les lagunes aménagées qui sont privées et déjà le lieu d'une activité d'exploitation. Les activités de loisir font référence à la surfréquentation, le piétinement, les activités de plaisance, le camping, la pêche de loisir, etc. Ces activités agissent bien sûr, sur la structure, la fonction ou la surface de l'habitat, mais pas directement et souvent pas d'un seul tenant (par exemple, une brèche formée dans le cordon lagunaire par un chemin piéton), d'où la qualification d'altération « diffuse ».

L'impact devient vraiment important pour l'état de conservation de l'habitat lagunaire lorsqu'il s'agit d'activité intense, cela concerne donc plutôt les lagunes de grande taille.

Il a été choisi d'évaluer la réversibilité ou non-réversibilité des dysfonctionnements causés par ces activités de loisir (exemple [Figure 25](#)).



Figure 25 : Promeneurs au bord des lagunes de la baie du mont Saint-Michel – considéré comme sans impact.

<i>indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (classes)</i>
11. Activités de loisir	naturelles	site	Pas d'impact
			Impact faible à modéré : dysfonctionnements réversibles par la gestion
			Impact modéré à fort : dysfonctionnements irréversibles

### 3.3.4.2. Critère « Altérations lourdes »

Indicateur *Décharges sauvages*.

Les décharges sauvages, notamment de déchets du BTP, constituent un fait avéré, notamment dans les lagunes aménagées, malgré le classement en site Natura 2000 (Cottin, 2011 ; et nombreux avis du comité de suivi). L'atteinte portée à l'état de conservation de l'habitat consiste en une pollution ponctuelle, à cause des lixiviats<sup>7</sup> de la décharge. Le parcours du site et l'avis du gestionnaire permettront de renseigner la modalité concernant le nombre et l'ampleur des décharges.



Figure 26 : Déchets de BTP au bord d'un bassin en marais de la Seudre

<i>indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (nombres)</i>
12. Décharge sauvages	- naturelles - aménagées	site	Aucune recensée
			Quelques-unes, faible ampleur
			De quelques-unes à beaucoup, parfois de forte ampleur

Indicateur *Aménagements divers*.

L'impact des aménagements ne concerne que les lagunes naturelles. En effet, pour les lagunes aménagées, l'ensemble des aménagements qui agit sur l'état de conservation lagunaire est déjà pris en compte par les autres indicateurs (bétonnage des berges, remembrement excessif, perte de surface). Pour les lagunes naturelles, on fait référence par exemple à des endigages, remblais, plages artificielles, qui sans affecter la surface de la lagune, viennent l'artificialiser et peuvent notamment entraver l'alimentation en eau de mer.

Cet indicateur considère également les réductions de superficie de la lagune entraînée par des aménagements existants au moment de la cartographie par le DocOb (temps  $t_0$  du calcul de la superficie).

<i>indicateur</i>	<i>Sous-type concerné</i>	<i>Echelle de mesure</i>	<i>Modalités (nombres)</i>
13. Aménagements divers	naturelles	site	Aucun recensé
			Aménagements n'ayant pas d'impact direct sur la lagune ou son cordon
			Aménagements ayant un impact direct sur la lagune ou son cordon

<sup>7</sup> Lixiviats : liquide résiduel qui provient de la percolation de l'eau de pluie à travers la décharge.

### 3.3.5. Tests de redondance des indicateurs entre eux

Dans un premier temps nous avons utilisé le test du  $\chi^2$  de Pearson afin de vérifier l'indépendance des indicateurs pris deux à deux. L'hypothèse  $H_0$  d'indépendance n'est rejetée que pour trois couples d'indicateurs (risque fixé à  $\alpha = 0.05$ ) :

- *Macrophytes typiques* et *Confinement* ( $\chi^2 = 38$ ,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 5.6 \times 10^{-9}$ ) ;
- *Invertébrés typiques* et *Confinement* ( $\chi^2 = 17.9$ ,  $df = 7$ ,  $p\text{-value} = 0.01$ ) ;
- *Invertébrés typiques* et *Enfrichement* ( $\chi^2 = 27.2$ ,  $df = 14$ ,  $p\text{-value} = 0.02$ ).

Dans un deuxième temps, un test de corrélation pour chaque couple a été réalisé. Comme la projection de ces trois couples de variables ne permet pas de reconnaître une linéarité (Figure 27), nous avons préféré le test de corrélation de Spearman à celui de Pearson.

Ce test met en évidence une corrélation positive faible et deux corrélations négatives faibles :

- *Macrophytes typiques* et *Confinement* ( $\rho = 0.47$ ,  $p\text{-value} = 0.003$ ) ;
- *Invertébrés typiques* et *Confinement* ( $\rho = -0.34$ ,  $p\text{-value} = 0.039$ ) ;
- *Invertébrés typiques* et *Enfrichement* ( $\rho = -0.33$ ,  $p\text{-value} = 0.044$ ).

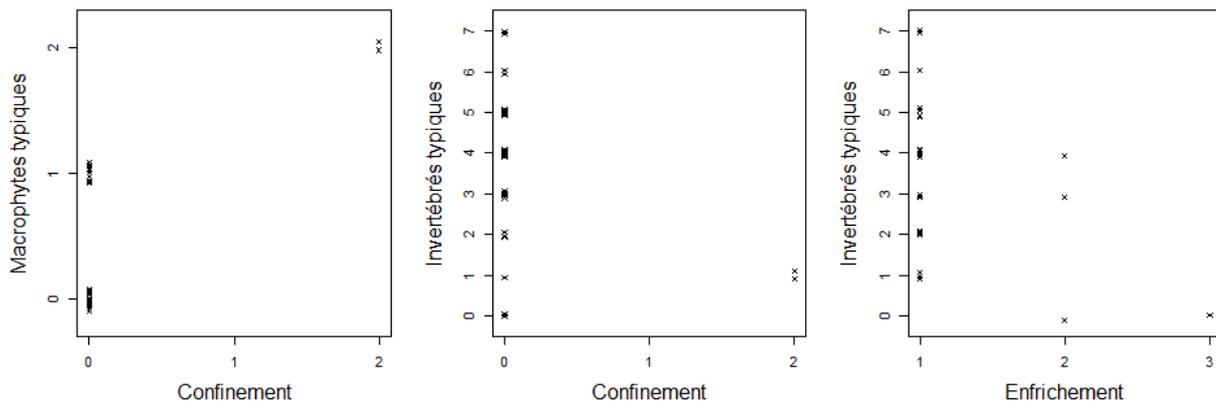


Figure 27 : Projection des couples d'indicateurs

### 3.4. Le système de notation

La notation des critères d'état de conservation fait partie des éléments de l'approche méthodologique à adapter au cas particulier des lagunes atlantiques. Nous avons vu que l'ensemble des critères et indicateurs choisis s'évaluent soit à l'échelle du site, soit à l'échelle de la station (cf. Paragraphe 3.2 et Tableau 1). Pour rendre compte de l'état de conservation des lagunes atlantiques au sein du site, nous avons choisi d'évaluer d'abord l'habitat au sein des stations.

Systeme de notation général :

Les indicateurs à l'échelle de la station sont nombreux et prennent en compte essentiellement des critères fonctionnels et structurels, il est possible de faire une évaluation locale et de donner un état de conservation de la station, grâce à ces quelques indicateurs (Tableau 3). Le classement des stations sur l'axe des états de conservation propre à cette échelle permet de se rendre compte des disparités spatiales.

En effet, dans le cas des lagunes, outre le critère « espèces exotiques envahissantes » que nous n'avons pas pu noter à la suite du terrain faute de données, l'ensemble des indicateurs à l'échelle de la station est relatif à la structure et la fonction de l'habitat ou de son écosystème. L'évaluation de l'ensemble des stations permet donc de renseigner l'état de conservation vis-à-vis du paramètre « structure et fonction » par des transpositions du type « Moyenne des stations (ou médiane, ou 3<sup>ème</sup> quartile, etc.)  $\geq$  Seuil de l'état de référence  $\rightarrow$  note » (d'après Goffé, 2011 et Maciejewski, 2012).

Ensuite, et c'est une différence par rapport aux autres méthodes, il reste encore les paramètres « Surface couverte » et « Altérations » à prendre en compte, qu'on pourra noter :

- « Surface couverte » : par le biais de l'unique indicateur, l'évolution de la surface.
- « Altérations » : par un système de points sommés, comme dans la méthode des habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012). 0 points pour la modalité optimum (vert) puis 1 pour la modalité orange et 2 pour la modalité rouge.

Le Tableau 2 présente ce système de notation. Les modalités de « Structure et fonction » et « Altérations » ont été fixées empiriquement, et seront sans doute amenées à évoluer.

L'avantage de ce système de notation à deux échelles est que les évaluations locales pourront être confrontées à l'avis d'expert sur les stations (cf. paragraphes 2.1.4 et 2.5.3). Nous obtiendrons donc la calibration des notes pour les indicateurs à l'échelle de la station.

Tableau 2 : Système de notation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire  
Lagunes en mer à marée (façade atlantique) à l'échelle du site Natura 2000

Paramètre	Moyen d'appréciation	Modalités	Note
Surface couverte	Indicateur <i>Evolution de la surface</i>	Augmentation ou stagnation	0
		régression	-20
Structure et fonction	Etat de conservation des stations, à partir des indicateurs de structure et fonction de l'habitat et de son écosystème	Plus de 70% en bon état de conservation	0
		Entre 40% et 70%	-20
		Moins de 40%	-40
Altérations	Somme S des points des indicateurs d'altérations	$S \leq 2$ points	0
		$3 \leq S \leq 5$ points	-20
		$S \geq 6$ points	-40

Détail de la notation à l'échelle de la station :

a. Calibration sur l'avis d'expert

L'avis émis sur le terrain ne peut pas être considéré comme un réel avis d'expert et a seulement servi à construire la programmation sous R qui permet une première calibration d'indicateurs. Avec les retours d'expérience, il faudra refaire tourner le programme avec les nouvelles données.

La meilleure combinaison de notes (Tableau 3) donne un  $R^2=0.72$ , et la régression linéaire est illustrée Figure 28. Le test de Shapiro-Wilk ( $W = 0.9692$ ,  $p\text{-value} = 0.3694$ ) est satisfaisant, comme le confirme le QQ-plot (Figure 29 à droite). En revanche, les vérifications des hypothèses d'homoscédasticité et d'indépendance sont plus nuancées (Figure 29 à gauche).

Tableau 3 : Indicateurs à l'échelle de la station dont la notation a été ajustée à l'avis d'expert (seulement pour les lagunes aménagées)

Indicateur	Note		
1- Diversité des structures physiques	0	-10	-20
3- Etat des berges et du cordon lagunaire	0	-10	-20
4- Macrophytes typiques	0	-20	
5- Confinement	0	-20	
6- Enrichement	0	-20	-40
7- Eutrophie	0	-20	-40
8- Invertébrés benthiques et pélagiques typiques	0	-5	-10

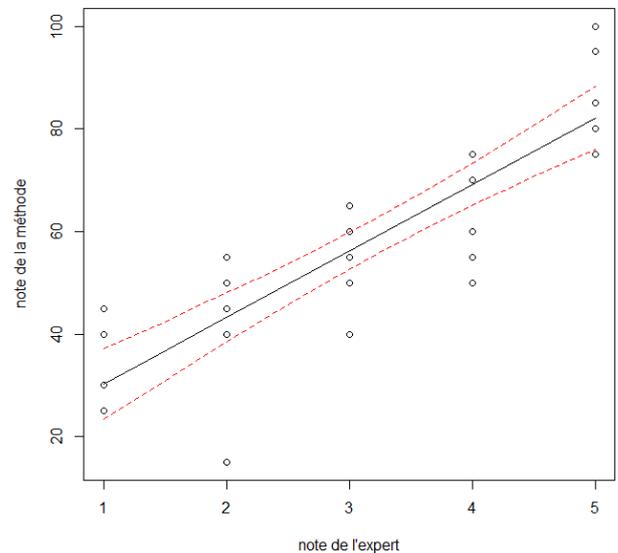


Figure 28 : Régression linéaire entre l'avis d'expert et la combinaison de notes qui donne le meilleur  $R^2$

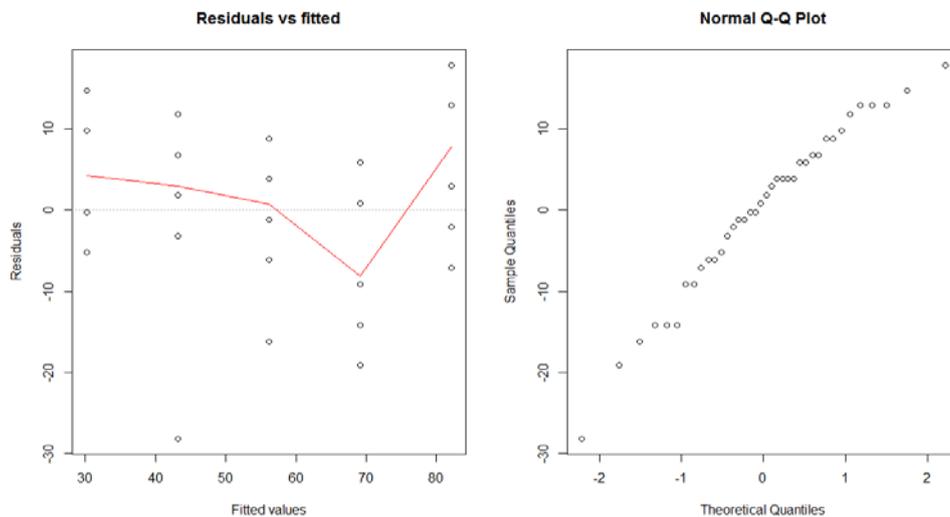


Figure 29 : Graphes de vérification des hypothèses d'équivalence, d'indépendance, et de normalité.

*b. Valeur-seuil pour l'état de conservation des stations*

La valeur-seuil correspondant à l'état de référence à l'échelle de la station a été fixée à partir du graphe de régression linéaire entre la note de la méthode et l'avis émis sur le terrain. La note 1 de l'avis est très mauvaise, la note 2 mauvaise, ... la note 5 très bonne. Nous avons choisi de situer le seuil entre la note moyenne (3) et la note bonne (4), ce qui correspond à une note de la méthode de 60/100.

## 4. Discussion

### 4.1. La typologie

Nous avons pu constater sur le terrain que la déclinaison typologique fine a joué un rôle important dans la stratégie d'échantillonnage, elle a permis l'observation de lagunes de conditions variées.

Pour les lagunes aménagées, la seule discrimination mise en évidence par les analyses statistiques descriptives est celle entre les stations qui ont un fort degré de confinement et les autres. L'impossibilité de réaliser des groupements de communautés écologiques en dehors des groupes « doux-saumâtre » et « salé », témoigne de la complexité que revêt l'habitat lagunaire en marais salés. En effet, d'après Oliver (2005), les différents types de lagunes constituent un continuum en termes de salinité, d'histoire, de substrats, de degré de connexion avec les approvisionnements en eau douce et/ou en eau marine, etc. Il n'est donc pas possible, avec notre jeu de données, de mettre en évidence des biocénoses témoins d'une dégradation. Le fait d'utiliser une liste d'indicateurs différents permet de pallier cette impossibilité.

### 4.2. La méthode d'évaluation de l'état de conservation

#### 4.2.1. Les indicateurs

##### Simplicité et pragmatisme des indicateurs :

Les indicateurs retenus répondent bien à l'impératif d'une méthode simple. Non seulement, ils ne requièrent pas de connaissances spécialisées particulières (phytosociologie, identification d'algues, etc.) mais en plus, ils sont en nombre restreint.

Les modalités des indicateurs qualitatifs, qui ont souvent été ajustées sur le terrain, sont très simplifiées au stade présent de la méthode. Le retour d'expérience devra permettre de préciser les modalités. Prenons un exemple, l'indicateur qualitatif *Enfrichement* s'exprime actuellement par des modalités de « recouvrement majoritaire » en halophytes pérennes ou annuelles, donnée qui peut avoir un effet observateur important. Avec les avis du comité de suivi et retours d'expérience, on pourrait passer à une version quantitative de l'indicateur, de type « X% de pérennes / Y% d'annuelles », avec un tableau d'aide à l'estimation du recouvrement de type Kleczewski (2011).

### Pertinence et faisabilité des indicateurs :

La phase de terrain a confirmé la faisabilité des indicateurs qui ont pu être testés, dont les questionnaires et scientifique qui nous ont accompagnés ont pu vérifier.

La pertinence des indicateurs n'a pu être testée directement : il n'a pas été possible de mettre en relation l'indicateur (variable explicative) avec la variable à expliquer, car cette dernière était rarement mesurable. C'est pourtant une vérification importante et qui avait été effectuée dans la méthode des habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012). L'auteur avait pu mettre en évidence, grâce à une régression linéaire, le lien entre plusieurs indicateurs et le niveau trophique de la parcelle (variable à expliquer), lui permettant alors de préconiser le plus pertinent des indicateurs.

Avec beaucoup de précaution, la pertinence des indicateurs à l'échelle de la station pourrait être mise en évidence indirectement dans le cas des lagunes aménagées (7 indicateurs sur 13 au total). En effet, lors de la calibration des notations des indicateurs grâce à l'avis émis sur le terrain (cf. paragraphe 3.4.2), la régression linéaire entre cet avis et la note obtenue, renvoie un  $R^2 = 0.72$  satisfaisant. On peut alors supposer que, collectivement, l'ensemble des indicateurs est pertinent pour évaluer l'état de conservation de l'habitat à l'échelle de la station, mais on ne peut conclure sur leurs pertinences « individuelles ». L'avis émis sur le terrain n'étant pas un réel avis d'expert nous ne sommes pas allés plus loin dans l'analyse<sup>8</sup>.

### Redondance des indicateurs entre eux :

Les résultats du paragraphe 3.3.5 permettent de mettre en évidence que, pour le jeu de données des lagunes aménagées, la plupart des indicateurs sont des variables indépendantes, ce qui laisse supposer qu'ils sont non redondants.

Pour les trois couples d'indicateurs non indépendants (risque  $\alpha = 0.05$ ), trois corrélations faibles ont été mises en évidence mais aucune linéarité. Donc, bien qu'il existe une corrélation faible au sein d'un couple d'indicateur, les réponses de l'un ne sont pas équivalentes à celles de l'autre (cf. Figure 27), on ne peut pas conclure à leur redondance. Par ailleurs, ces corrélations semblent s'expliquer facilement :

- *Macrophytes typiques* et *Confinement* : la corrélation positive s'explique par le fait que les espèces indicatrices du confinement font partie de la liste des macrophytes typiques ;

---

<sup>8</sup> On aurait pu en effet, chercher s'il existe une régression linéaire avec un  $R^2$  encore plus satisfaisant, en enlevant du calcul un (ou plusieurs) indicateur(s), ce(s) dernier(s) semblerai(en)t alors moins pertinent(s).

- *Invertébrés typiques et Confinement* : les observations de terrain confirment que les invertébrés typiques des lagunes n'étaient pas présents en milieu confinés (salinité saumâtre<sup>9</sup> à doux), présentant plutôt des insectes et des amphibiens ;

- *Invertébrés typiques et Enfrichement* : la corrélation peut s'expliquer par la nature même d'une lagune enfrichée (cf. [Figure 23](#)). Les prélèvements dans la colonne d'eau peuvent rarement être effectués (l'enfrichement est en effet dû à un manque d'alimentation en eau de mer du fait de l'abandon des vannes et buses, l'eau de mer ne parvient qu'en cas de grande marée). De plus, les prélèvements dans le sédiment sont plus restreints étant donné le recouvrement partiel ou total d'halophytes et la très faible couverture d'eau.

### Informations supplémentaires ?

En ce qui concerne les lagunes naturelles, un élément d'information du paramètre « surface couverte par l'habitat » qui a été évoqué par le comité de suivi est la surface potentielle de l'habitat. A l'instar des zones humides « potentielles<sup>10</sup> » (Merot *et al.*, 2000), il serait éventuellement possible de cartographier au sein du site Natura 2000, des zones où il existe une forte probabilité de formation de nouvelle(s) lagune(s) à moyen terme, au vu des mécanismes morpho-dynamiques. C'est le cas par exemple dans la baie du mont Saint-Michel, où la migration des bancs coquillers (plusieurs dizaines de m/an pour les bancs d'estran) a déterminé la formation puis l'extinction de nombreuses lagunes (Bonnot-Courtois *et al.*, 2004). Cette information permet d'évaluer plus finement l'indicateur *Evolution de la surface*.

En ce qui concerne les lagunes aménagées, il est important pour l'indicateur *Macrophytes typiques* de renseigner le type d'activité exercé sur le bassin puisque les *Ruppia* sp. sont arrachées dans les bassins ostréicoles. Si cette espèce est absente d'un bassin ostréicole, les conditions écologiques de son expression peuvent quand même être présentes, surtout si la présence de *Ruppia* sp. est constatée dans le réseau de l'unité hydraulique du bassin. Ces conditions écologiques peuvent tout à fait coïncider avec un bon état de conservation. C'est donc une aide à la gestion de connaître l'activité du bassin.

---

<sup>9</sup> Saumâtre : salinité de 1 à 10‰ (Seret, coord., 1977)

<sup>10</sup> D'après le site internet du Forum des Marais Atlantiques, ce sont les zones au sein desquelles il y a une forte probabilité d'identifier une zone humide effective. Elles furent originellement humides, mais ont pu perdre ce caractère suite à des modifications anthropiques (drainage, remblais...).

#### 4.2.2. Seuils et modalités des indicateurs quantitatifs

Les valeurs-seuils des indicateurs *Macrophytes typiques*, *Invertébrés typiques*, et *Confinement* ont été fixés empiriquement grâce à l'observation de la distribution des données de terrain. Contrairement à la méthode des habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012), ces valeurs-seuils n'ont pas fait l'objet d'une optimisation par régression avec l'avis d'expert en même temps que la notation des modalités d'indicateur (cf. paragraphes 2.5.2 et 3.4.2).

D'une part, la marge de changement des valeurs-seuils est tellement faible sur notre jeu de données qu'elle ne justifie pas une optimisation. Précisément, pour les *macrophytes typiques* et le *confinement*, jamais plus de deux espèces des listes ont été observées simultanément (cf. [Annexe E](#)), la modalité optimum a donc été fixée à « au moins 1 espèce de la liste ». Pour les *invertébrés typiques*, seulement sept espèces ont été observées simultanément en marais de la Seudre, et seulement deux en baie du mont Saint-Michel. Cela ne nous a pas semblé suffisant pour justifier l'optimisation et nous avons préféré attendre les retours d'expérience pour enrichir le jeu de données, d'autant plus s'il est possible de recueillir un réel avis d'expert.

#### 4.2.3. Echelles d'évaluation des indicateurs

##### Le polygone : échelle non pertinente pour l'évaluation des lagunes atlantiques ?

Dans le cas des lagunes naturelles, le polygone et la station d'échantillonnage sont des échelles relativement proches. En effet, l'ensemble des lagunes alimentées par la même arrivée d'eau sont rarement plus de deux, elles présentent donc souvent le même faciès. A ce moment-là, s'intéresser aux indicateurs à l'échelle de la station donnera les mêmes résultats qu'à l'échelle du polygone. La différence réside dans le nombre d'échantillons qui peuvent améliorer la robustesse de l'évaluation, il sera donc laissé le choix au gestionnaire pour l'évaluation : privilégier le nombre de données ou le temps passé à réaliser l'évaluation.

Dans le cas des lagunes aménagées, l'idée de mesurer les indicateurs à l'échelle de l'UHC a paru pertinente au premier abord, en proposant des variables du type « pourcentage de bassins avec au moins 1 espèce de la liste » pour *Macrophytes typiques*. L'analyse avantages / inconvénients de cette échelle justifie notre choix ([Tableau 4](#)).

Tableau 4 : Analyse avantage/inconvénients de l'échelle d'évaluation UHC

Avantages	Inconvénients
Effet tampon car plusieurs types de lagunes pris en compte. Exemple : un bassin sans macrophytes typiques obtient -20. Sur une UHC, tous les bassins doivent être sans macrophytes typiques pour obtenir la « mauvaise note »	Effort d'échantillonnage lourd : tous les bassins d'une UHC pour certains indicateurs (macrophytes typiques par exemple)
	Hétérogénéité des UHC : sur la base de notre définition, des UHC composées d'un seul bassin à une vingtaine.
	Propriété privée : pour aller sur le terrain, il faut contacter des propriétaires pour avoir leur accord. Leurs bassins peuvent être éparpillés sur plusieurs prises de marais. De plus les marais à l'abandon ne sont pas comptabilisés dans une UHC.
	Pas d'avis d'expert possible : l'hétérogénéité des types de lagunes au sein d'une UHC ne permet pas l'avis d'expert à cette échelle, il n'y a donc pas de possibilité de corrélation avec la note de la méthode.

#### Possibilités de transpositions d'échelles :

Certains indicateurs pourraient être mesurés à une autre échelle. C'est le cas par exemple de la *Diversité des structure physiques* pour les lagunes aménagées, à condition de le mesurer par SIG avec le calcul du linéaire de berges.

Les espèces exotiques envahissantes, ainsi que les indicateurs d'altération lourde peuvent également être mesurés à l'échelle de la station mais cela rendrait le système de notation moins pratique.

#### **4.2.4. Notation**

##### Le système de notation dégressif :

Ce système de notation apporte plusieurs avantages par rapport à des systèmes plus simples comme les feux tricolores (préconisé par l'Union européenne en ce qui concerne l'évaluation à l'échelle biogéographique), ou la clé dichotomique. Il est facile de distinguer le critère ou l'indicateur le plus alarmant dans l'évaluation de l'état de conservation, ce qui constitue une aide à la gestion. C'est un système qui apporte une grande finesse dans l'évaluation en cela qu'il permet de situer l'état de conservation sur un gradient. Par exemple, on peut directement savoir si l'habitat est tout juste en état « bon-correct » ou s'il est « bon correct » à la limite de l'état « bon-optimal », situations pour lesquelles les efforts de gestion ne seront pas les mêmes. Ce système valorisera d'autant mieux les efforts de gestion d'une évaluation sur l'autre, et permettra d'identifier les éléments extérieurs devant lesquels le gestionnaire est impuissant (pollution venant du bassin versant par exemple).

Argagnon (2012) dans sa note critique sur la méthode proposée par Carnino (2009), préconise plutôt le système du feu tricolore, et du pire paramètre comme évaluation de l'état de conservation qui se justifie par le consensus « *du point de vue scientifique et réglementaire (Directive et ses compléments) sur [ce modèle d'évaluation]* », et par le fait que le système à points est plus complexe. Le système des feux tricolores pourrait éventuellement être mis en place dans cette méthode pour l'évaluation générale des trois paramètres. On n'attribuerait non pas des notes mais des couleurs. En revanche, le système de notation dégressif à l'échelle de la station apporte une finesse très intéressante pour l'évaluation du paramètre « structure et fonction », qui ne saurait être substituée par les feux tricolores.

#### La comptabilisation des points et le passage de l'échelle de la station à l'échelle du site :

La notation des trois paramètres est mise sur le même plan (pas de pondération) alors que le paramètre « structure et fonction » pourrait sembler plus important. C'est un choix préliminaire qui devra être confronté aux retours d'expérience et surtout à l'avis du comité de suivi.

Pour le passage à l'échelle du site, le système de moyenne des valeurs de l'indicateur proposé par Carnino (2009) n'a pas été retenu puisqu'il gomme les disparités spatiales qui sont à mon sens une information essentielle pour le gestionnaire.

Le système de pourcentage des stations par modalités d'indicateur a été écarté car le système de notation à double échelle a semblé plus intéressant. Effectivement, il permet de pondérer les indicateurs à l'échelle de la station grâce à l'avis d'expert et c'est un avantage non négligeable dans notre situation. La régression linéaire a donné de bons résultats mais un réel avis d'expert devra impérativement confirmer la pertinence de la notation. En effet, l'indicateur *Invertébrés typiques* est moins pondéré que les autres indicateurs, ce qui semblerait indiquer que les valeurs des modalités pourraient être plus ajustées. A noter que la vérification des hypothèses d'homoscédasticité et d'indépendance de la régression linéaire n'est pas tout à fait satisfaisante. Cela est probablement dû à la différence d'échelles de notation entre la méthode (de 0 à 100) et l'expert (de 1 à 5) : plusieurs notes de la méthode correspondant à une seule note de l'expert.

## 5. Conclusion

La principale difficulté rencontrée dans l'élaboration de la méthode des lagunes atlantiques réside dans la diversité des faciès que présente l'habitat, au sein même de sous-types proposés (naturelles et aménagées). Contrairement aux habitats terrestres dont la définition repose sur des caractères phytosociologiques précis, la définition des lagunes repose sur des caractères physiques variables (salinité, volume). Nous nous sommes basés le plus possible sur des indicateurs qui prennent en compte ces variabilités (*confinement, enfrichement, etc.*), mais cela n'a pas toujours été possible (*macrophytes typiques et invertébrés typiques*). Au risque de parfois sous-estimer l'état de conservation de l'habitat au sein du site, nous privilégions le principe de précaution en proposant une batterie d'indicateurs précise et complète.

L'objectif du stage, à savoir accomplir les quatre premières phases de l'élaboration de la méthode, a été atteint et les phases suivantes consistent à valider ce travail et d'en faire une publication sous forme guide méthodologique par le MNHN. Après quoi, la méthode sera opérationnelle. Cette méthode standardisée pourra s'appliquer à toutes les lagunes atlantiques et notamment celles des de 36 sites Natura 2000<sup>11</sup> recensant l'habitat 1150-1\*. Le guide méthodologique du MNHN regroupera le présent travail et celui sur les *lagunes méditerranéennes* et sera une aide à la gestion, il devra être alimenté par les retours d'expérience sur plusieurs points :

- retravailler les modalités des indicateurs, en particulier pour ceux qui n'ont pas pu être testés pendant la phase de terrain ;
- renforcer le jeu de données des indicateurs ;
- consolider le seuil de référence de la note de l'habitat au sein du site ;
- apporter des avis d'experts pour l'ajustement des notations et des seuils, aux échelles de la station et du site.

Cette méthode s'inscrit dans la lignée de celles déjà publiées par le MNHN et reprend les grands principes et les choix méthodologiques établis au fur et à mesure. Ce souci de cohérence et d'harmonisation des méthodes est la base d'une appropriation facilitée de ces outils par les gestionnaires et de l'application rigoureuse des protocoles sur le terrain. Les données ainsi récoltées, de par leur qualité et leur homogénéité, faciliteront d'autant mieux les

---

<sup>11</sup> Nombre de sites recensés par l'INPN, consulté le 27 Août 2012.

évaluations des habitats naturels à l'échelle biogéographique dans le cadre du rapportage à la Commission Européenne.

Au-delà de ces considérations techniques et réglementaires, interrogeons-nous, à titre d'ouverture, sur le devenir de cet outil au niveau local dans le contexte de la thématique « Natura 2000 », et sur la place de la concertation dans l'élaboration de tels outils.

En ce sens, la phase de terrain nous a permis de toucher du doigt les problématiques et enjeux locaux qui sont le quotidien des opérateurs de site Natura 2000 et qui peuvent influencer sur la gestion du site. Reprenons d'abord le contexte de la Directive et l'accueil qu'elle a reçu au niveau local au moment de son application. L'appropriation des problématiques des sites Natura 2000 par les acteurs locaux a en effet été longue et difficile car la désignation des sites Natura 2000 sur la base d'un savoir expert a suscité de vifs conflits dans le monde rural. L'équipe de Pinton (2006) a montré que cette hostilité venait de « *la remise en cause du monopole de la science à définir de nouvelles formes de gestion des territoires* », et non de la remise en cause des objectifs de la directive. Mais ces premiers antagonismes entre les maîtres d'ouvrage (administratifs-Etat déconcentré) et les secteurs locaux (agriculteurs, chasseurs, etc.) ont cristallisé des tensions qui n'ont pas pu être résolues partout. Dans ces cas de figure, l'impossibilité de développer un langage commun a rendu la collaboration difficile. Les marais de la Seudre en sont un exemple, le langage commun qui n'a pu être mis en place est celui de la gestion : alors que les uns parlent de « *gestion des milieux naturels* », les autres parlent de « *gestion des claires et des parcs* ». Pourtant dans les deux cas, il s'agit principalement d'une problématique de « *gestion de l'eau* », vocabulaire très justement adopté par le MNHN lors de la présentation de cette étude à l'ensemble des acteurs locaux. C'est un élément qui facilitera vraisemblablement l'acceptation du résultat de l'évaluation de l'état de conservation par ces mêmes acteurs.

C'est sans doute dans l'optique de rompre avec « *le monopole de la science à définir de nouvelles formes gestion des territoires* » que le MNHN a défini une méthode « à destination des gestionnaires », c'est-à-dire dont les indicateurs se doivent d'être simples, pragmatiques, peu onéreux. C'est toujours dans cette optique qu'il a associé les futurs utilisateurs du guide méthodologique à l'élaboration de cette méthode et les secteurs économiques locaux, en plus des scientifiques, conscient de l'importance des informations qu'ils auraient à apporter, et dans le souci d'une appropriation optimale de l'outil au niveau local.

## Bibliographie

**Anras L., Blachier P., Hussenot J., Lagardère J-P., Lapouyade P., Massé J., Poitevin B., Rigaud C.,** 2004. *Les Marais Salés Atlantique – Mieux connaître pour mieux gérer*. Rapport Forum des Marais Atlantiques, 72 p.

**Anras L. & Des Touches H.,** 2007. *Curage des canaux et fossés d'eau douce en marais littoraux*. Collection « Marais Mode d'emploi ». Ed. Forum des Marais Atlantiques, 76p.

**Anras L., Chastaing C., Llchencko S.,** 2007. *Restauration et entretien des berges d'étiers en marais salés*. Collection « Marais Mode d'emploi ». Ed. Forum des Marais Atlantiques, 46p.

**Anras L. & Guesdon S.,** 2007. *Hydrologie des Marais littoraux : mesures physico-chimiques de terrain*. Collection « Marais Mode d'emploi ». Ed. Forum des Marais Atlantiques, 76p.

**Argagnon O.,** 2012. *Note sur l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site Natura 2000*. Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles. Antenne Languedoc-Rousillon, 13p.

**Auby I. & Prunier D.,** 1983. *Etude des peuplements de deux marais des Olonnes en vue d'une caractérisation écologique*. Rapport, Cémagref Bordeaux, IUBM Arcachon, 61p +annexes.

**Auby I.,** 1986. *Inventaire des macrophytes dans différentes lagunes aménagées de la côte atlantique*. Rapport, CEMAGREF Bordeaux ; 47 p.

**Auby I. & Thimel A.,** 1987. *Suivi biologique de quatre marais saumâtres en Loire-Atlantique (1985-1987)*. Rapport, CEMAGREF Bordeaux ; 45 p. + annexes.

**Auby I. & Thimel A.,** 1990. *Réservoirs de Lanton : Bilan écologique, propositions d'aménagement*. Rapport, Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, Société scientifique d'Arcachon, 18p.

**Bensettiti F., Puissauve R., Lepareur F., Tourout J., Maciejewski L.,** 2012. *Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2007-2012. Version 1 – Février 2012*. Rapport SPN 2012-27, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 76 p. + annexes.

**Bensettiti F., Bioret F., Roland J. & Lacoste J.-P. (coord.),** 2004. « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire*. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p. + cd-rom.

**Bonnot-Courtois C., Fournier J., Dréau A.,** 2004. *Morphodynamique actuelle des bancs coquilliers dans la partie occidentale de la baie du Mont-Saint-Michel (France)*. Géomorphologie : relief, processus, environnement. Janvier-mars, vol. 10, n°1. pp. 65-79.

**Brimont F., Frochot B., Vanappelghem C., Hildebrand C., Foucault de B., Fourdin H.,** 2008. *Les oiseaux, reflets de la qualité des zones humides. Programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides du Nord-Pas de Calais*. Les cahiers techniques d'Espaces Naturels Régionaux. 40p.

**Brocard D.,** 2009. *Introduction à l'analyse multidimensionnelle, département de sciences biologiques*, université de Montréal, 45p

**Camacho, A., Borja, C., Valero-Garcés, B., Sahuquillo, M., Cirujano, S., Soria, J.M., Rico, E., De la Hera, A., Santamans, A. C., García de Domingo, A., Chicote, A. & Gosálvez, R.U.,** 2009. *31 Aguas continentales retenidas. Ecosistemas leníticos de interior*. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 412 p.

**Carnino N.,** 2008. *Etat de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Mémoire de master 2 Evolution Patrimoine Naturel et Sociétés, Parcours Expertise faune flore, inventaires et indicateurs de biodiversité. Paris : Université Pierre et Marie Curie, 37p.

**Carnino N.,** 2009. *Etat de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire à l'échelle du site - Méthode d'évaluation et Guide d'application*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 113 p.

**Chalmel R., Filloux D., Blachier P.,** 2005. *Réhabilitation des fossés à poissons de Seudre : mise en place d'un suivi. Partie I : proposition d'une méthode de suivi de la réhabilitation et de l'évolution de ce territoire*, CREAA, 76p.

**Commission Européenne,** 2007. *Interpretation manual of European Union habitats*. EUR 27. European Commission, DG Environment, 142 p.

**Commission Européenne,** 2005. *Assessment, monitoring and reporting of conservation status - Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev.3)*, Note to the Habitats Committee, European Commission, DG Environment, Brussels, 10p. + annexes.

**Commune de Fouesnant-Les Glénan,** 2008. *Document d'objectifs du SIC n°FR5300048 : « Marais de Moustierlin »*, Tome 1- Rapport de présentation, 130p.

**Cottin, S.,** 2011. *Décharges sauvages : quand le BTP descend ses poubelles*. Consulté le 20 Aout 2012, sur Sud Ouest: <http://www.sudouest.fr/2011/10/26/quand-le-btp-descend-ses-poubelles-536584-4628.php>

**CREAA,** 2008. *Règlement d'aménagement aquacole en marais salé charentais*. Rapport, 69p.

**Dahl K., Larsen M.M., Andersen J.H., Rasmussen M.B., Petersen J.K., Josefson A.B., Lundsteen S., Dahlløf I., Christiansen T., Krause-Jensen D., Hansen J.L.S., Ærtebjerg G., Henriksen P., Helmig S.A. & Reker J.,** 2004. *Tools to assess the conservation status of marine Annex I habitats in Special Areas of Conservation. Phase 1: Identification of potential*

*indicators and available data*. NERI Technical Report No. 488. National Environmental Research Institute, Denmark. 96 p.

**Dauvin J.-C.**, (éd.) 1997. *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives*. Collection Patrimoines Naturels, vol. 28, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, Service du Patrimoine Naturel / IEGB / MNHN, 359 p.

**Dauvin J.-Cl.** (coord.) *et al.*, 1994. *Typologie des ZNIEFF-Mer, liste des paramètres et des biocénoses des côtes françaises métropolitaines*. Coll. Patrimoines Naturels, vol. 12. 2e éd., Secrétariat Faune-Flore/MNHN, Paris, 70 p.

**Davies J., Baxter J., Bradley M., Connor D., Khan J., Murray E., Sanderson W., Turnbull C., Vincent M.**, 2001. *Marine monitoring handbook. UK Marine SACs Project*. Joint Nature Conservation Comitee, 405p.

**Filloux D., Blachier P.**, 2005. *Réhabilitation des fossés à poissons des marais salés de Seudre : mise en place d'un suivi. Partie II : Elaboration du tableau de bord*. CREEA, 56p + Annexe 1.

**Frazier S.**, 1999. *Ramsar sites overview*. Wetland International, vi+ 42p

**Fromont N.**, 2010. *Guide méthodologique : Inventaire et caractérisation des zones humides*. Version n°2. Collection « Marais mode d'emploi », Ed. Forum des marais atlantiques, 117p.

**Goffé L.**, 2011a. *Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 67 p.

**Goffé L.**, 2011b. *Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique - Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000*. Mémoire de Master 2 professionnel Espace et Milieux, UFR Géographie, Histoire et Sciences de la Société et UFR Sciences du Vivant. Paris : Université Paris Diderot – Paris VII. 83p

**Guelorget, O. & Perthuisot J.P.**, 1983. *Le domaine paralique. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement*. Travaux du Laboratoire de Géologie, no. 16. Presse de l'Ecole Normale Supérieure, Paris, 137 p.

**Hussenot J. et Buchet V.**, 1998. *Marais maritimes et aquaculture – Activité durable pour la préservation et l'exploitation des zones humides littorales*. Actes de colloques Ifremer, Rochefort sur Mer, 6-8 juin 1997, n°19, 279 pp.

**ICNB**, 2008. *Plano Sectorial da Rede Natura 2000- Habitats naturais- 1150\* lagunas costeiras*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade - Associação Lusitana de Fitossociologia.

**JNCC**, 2004. *Common Standards Monitoring Guidance for lagoons*, Version August 2004, ISSN 1743-8160.

**Kania G.**, 2008. *Indicateurs et évaluation des zones humides : application sur un marais anthropisé*. Poster. Forum des marais Atlantiques.

**Kluszczewski M.**, 2011. *Guide méthodologique « Evaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire contractualisé en Lozère »*. Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon, 148 p.

**Krause J., Von Drachenfels O., et al.**, 2008. *Bewertungsschemata für die Meeres- und Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie - 11er Lebensraumtypen: Meeresgewässer und Gezeitenzonen*. Bundesamt für Naturschutz (BFN).

**Kung N.**, 2002. *Document d'objectifs Natura 2000 du SIC n°FR5200653 : « Marais Breton, Baie de Bourgneuf, Ile de Noirmoutier et forêt de Monts »*, ADASEA de la Vendée, 154p.

**Labourg P.J.**, 1978. *Structure et évolution de la macrofaune invertébrée d'un écosystème lagunaire aménagé (Réservoirs à poissons de Certes)*. Colloque Ecotron "Mécanismes et contrôle de la productivité biologique en systèmes clos artificiels et en écosystèmes littoraux", Pub. Sci. Tech. Cnexo, Actes de colloque n°7, pp. 591-614.

**Le Mao P., Guérin L., Legendre A. et Gerla D.**, 2010. *Caractérisation physique et biologique des lagunes côtières de la baie du Mont-Saint-Michel : observations du printemps et de l'été 2008*. Rapport Ifremer DOP/LER FBN/Saint-Malo 2010.01, 43 p.

**Lepareur F. et Noël P.**, 2010. *Evaluation de la qualité écologique des marais atlantiques à usage aquacole en Charente-Maritime*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 113 p.

**Lepareur F.**, 2011. *Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 - Guide méthodologique - Version 1*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 55 p.

**Maciejewski L.**, 2012a. *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site*. Guide d'application. Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 64 p.

**Maciejewski L.**, 2012b. *État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site*. Rapport d'étude. Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 119 p.

**Mérot P., Baruiso E., Beaujouan V., Benoit P., Bidois J., Bourrie G., Burel F., Chaplot V., Charnay M.P., Clément B., Clément J.C., Cottonnec A., Curmi P., Durand P., Ganzetti I., Gascuel-Oudoux C., Grimaldi C., Hollier Larousse A., Hubert-Moy L., Jaffrezic A., Kao C., Molenat J., Ouin A., Pinay G., Pivette E., Regimbeau C., Ruiz L., Tricczaz O., Trolard F., Walter C & Zida M.**, 2000. *Typologie fonctionnelle des zones humides de fond de vallée en vue de la régulation de la pollution diffuse*, Rapport de synthèse final, UMR INRA-ENSA Sol et agronomie de Rennes-Quimper. 115p.

**Milhé N.**, 2003. *Contribution à l'élaboration d'indicateurs spatiaux pour le suivi des habitats naturels par utilisation d'indices de structure du paysage. Application à la grande Camargue*. Rapport de stage de DEA « Structures et dynamiques spatiales – Evaluation et modélisation

des territoires », UFR des sciences géographiques et de l'aménagement. Université de Provence (Aix-Marseille I), 73p.

**NPWS (National Parks and Wildlife Service)**, 2007. *The status of EU protected habitats and species in Ireland* - Backing documents, Article 17 forms, Maps - Volume 1. Department of the Environment, Heritage and Local Government, National Parks and Wildlife Service.

**Nichols M. & Allen G.**, 1981. *Sedimentary processes in coastal lagoons. Coastal Lagoon research, present and future*. UNESCO technical papers in marine sciences n°33, Paris, pp 27-80.

**Noss**, 1990. *Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach*; Conservation Biology, Volume 4, Issue 4, pp 355–364.

**Oliver G.A.**, 2005. *Seasonal changes and biological classification of Irish coastal lagoons*. Ph.D Thesis. University College, Dublin, p 204.

**Pinton, F., Alphanéry, P., Billaud, J.-P., Deverre, C., Fortier, A., & Géniaux, G.** 2006, *La construction du réseau Natura 2000 en France*. Paris: La documentation française.

**R Development Core Team**, 2011, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0

**Salles E.**, 2001. *Définition d'indicateurs spatiaux pour le suivi de l'état de conservation des habitats naturels. Application à la Grande Camargue*. Rapport de stage de DEA. Université Louis Pasteur. 120p.

**Seret B.**, coord., 1977, *Glossaire d'écologie marine littorale*, CNEXO, Unité littoral, 38p

**Soria J-M, Sahuquillo M.**, 2009. *1150 Lagunas costeras(\*)*. En : V.V.A.A., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid : Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural, y Marino, 303p.  
Disponible en ligne à : [http://www.jolube.es/Habitat\\_Espana/indice.htm](http://www.jolube.es/Habitat_Espana/indice.htm)

**SMEA du Marais du Payré**, 2009. *Document d'objectifs du SIC n°FR5200657 : « Marais de Talmont et zones littorales entre les Sables d'Olonne et Jard-sur-Mer »*, 227p.

**Terrisse J., Jourde P. et Blanchon J.-J.**, 2001. *Diagnostic écologique des marais ostréicoles de la Seudre (17) – Sites du Conservatoire d'Espaces Naturels de Poitou-Charentes*. CREN Poitou-Charentes – LPO, 68p.

**Terrisse J.**, 2011. *Fiche « Vasières, Estuaires et Lagunes »*. Guide des habitats naturels du Poitou-Charentes. Site internet Poitou-Charentes Nature.

**Thimel A., Maizeret C., Grisser P. & Richard P.**, 1993. *Domaine de Fleury (Le Teich) : Etat actuel, intérêt et projet de gestion*. Rapport Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres, 34p. + annexes.

Ouvrages consultés mais non cités :

**Agence des aires marines protégées (AAMP)**, 2010. *Référentiel pour la gestion des sites Natura 2000 en mer – Tome 1 : Les cultures marines (Activités - Interactions - Dispositifs d'encadrement - Orientations de gestion)*, AAMP, 235 p.

**Barnaud G.**, 1998. *Conservation des zones humides. Concepts et méthodes appliqués à leur caractérisation*. Museum National Histoire Naturelle, 451p.

**CERESA**, 2012. Guide technique d'aménagement et de gestion des zones humides du Finistère. 251p.

**Clément O.**, 1991. *Typologie aquacole des marais salants de la côte atlantique*. Cemagref, Collection "Etudes / Ressources en eau", n°3, 232 p.

**De Saeger S., Paelinckx D., Demolder H., Denys L., Packet J., Thomaes A., Vandekerckhove K.** 2008. *Sleutel voor het karteren van NATURA2000 habitattypen in Vlaanderen, grotendeels vertrekkende van de karteringseenheden van de Biologische Waarderingskaart, versie 5*. Intern Rapport INBO.IR.2008.23. Instituut voor Natuur- en bosonderzoek, Brussel.

**European Topic Center on Biological Diversity**, 2006. *The indicative map of European biogeographical region: methodology and development*. ETC/BD sous contrat avec l'Agence Européenne de l'Environnement. Museum national d'histoire naturelle, Paris, 13p

**Joubert F.**, 2006. *Les zones humides, de l'inventaire à la préservation : identification des méthodes et outils pertinents*. Rapport de stage M2, Université Rennes I. 58p.

**Kania, G**, 2012. *Document d'objectifs Natura 2000 des sites ZPS FR 5412020 « Marais et estuaire de la Seudre – Ile d'Oléron » et « ZSC FR 5400432 – Marais de la Seudre »*. Communauté de Communes du Bassin de Marennes, 204p.

**Kerbiriou E.**, 2000. *La préservation des anciens marais salants de la Seudre : une gestion concertée du patrimoine naturel au moulin des Loges*. Mémoire, Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres, 56 p. + annexes.

**Le Petit Y. (coord.)**, 2007. *Document d'objectifs du SIC n° FR5200627 : « Marais salants de Guérande, Traicts du Croisic et Dunes de Pen Bron »*, Communauté d'agglomération de la presqu'île de Guérande-Atlantique, 311p.

**Mary M.** 2010. *Document d'Objectifs Natura 2000 - Baie du Mont-Saint-Michel : Document de synthèse*. Conservatoire du littoral, DREAL Bretagne, DREAL Basse-Normandie, 93 p.

**Noss**, 1990. *Can We Maintain Biological and Ecological Integrity?* Conservation Biology, Volume 4, Issue 3, pp 241–243.

**Parc Interrégional du Marais Poitevin**, 2003. *Documents d'objectifs Natura 2000 du Marais Poitevin (SIC n°FR5400446, SIC n°FR5200659, ZPS n°FR5410100)*, 302p.

**Verger F.**, 2005. *Marais et estuaires du littoral français*. Editions Belin, 335 p.

# Annexes

## Annexe A

### Composition du comité de suivi

Le comité de suivi s'est réuni les 15 mai 2012 suite à une consultation à distance sur les critères et indicateurs retenus, quelques membres du comité nous ont accompagnés pendant la phase de terrain qui a suivi. Le compte-rendu de la réunion est disponible dans les archives du stage au Service du Patrimoine Naturel du MNHN.

- M. Loïc Anras, ingénieur eau et milieux aquatiques, Forum des Marais Atlantiques ;
- Mme Isabelle Auby, chercheur au Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon, Ifremer ;
- M. Philippe Blachier, directeur du Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole (CREAA) ;
- M. Matthieu Brunet, chargé d'études, unité « milieux et biodiversité » de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Charente-Maritime (DDTM 17) ;
- M. Jérôme Hussenot, spécialiste des milieux aquacoles, anciennement chercheur à l'Ifremer ;
- Mme Gaëlle Kania, chargée de mission Natura 2000 à la Communauté de communes du Bassin de Marennes (CCBM)
- M. Pierre-Jean Labourg, spécialiste des milieux lagunaires, anciennement chercheur à la station marine d'Arcachon pour l'Université de Bordeaux 1 ;
- M. Mickaël Mary, chargé de mission Natura 2000 au Conservatoire du Littoral - Basse Normandie ;
- M. Gilles Paillat, chargé de mission Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Bretagne (DREAL Bretagne) ;
- Mme Aurore Perrault, chargée de mission Natura 2000, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Poitou-Charentes (DREAL Poitou-Charentes) ;
- Mme Charlotte Rhone, chargée de mission Hygiène - Sanitaire – Environnement, Comité Régional Conchylicole de Poitou-Charentes (CRC PC) ;
- M. Jean Terrisse, chef de projet Botanique, Ligue de Protection des Oiseaux (LPO).

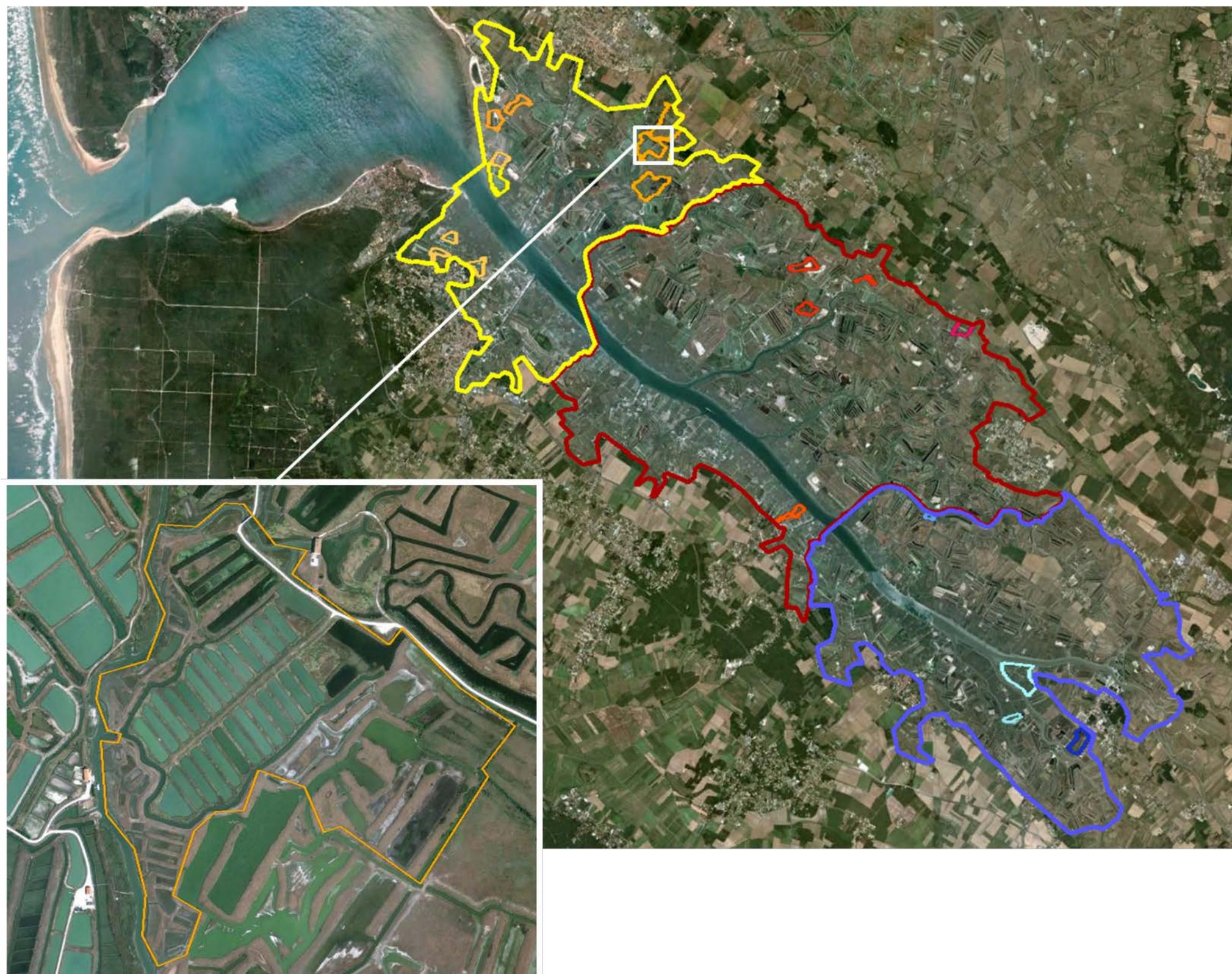
## Annexe B

Vue générale et exemple d'un détail du complexe lagunaire de la baie du mont Saint-Michel



## Annexe C

Vue générale et détail d'une unité hydraulique cohérente des marais de la Seudre



## Annexe D

Exemple de fiche de terrain.

Infos générales		
Lieu : La Hatte - M. de Haek - Bassin (A)	Météo : ☀ + ☁	
Coordonnées GPS : N 48° 08.016'	Coeff. marée	
Date : 29 W 001° 07.936'	Observateurs : MR + FL	
Heure : 16h58	Photos n°	à n° :
Mesures et observations :		
Température - surface : 15,3	air :	Turbidité : On voit un peu de P/M au fond (à 5cm)
Salinité / densité - surface : 33,8	fond :	O2 dissous :
Activité : Réservoir - Pompage		
Habitats connexes (nature, lieu) : ∅		
Altérations (consulter la liste et hiérarchiser) : ∅		
Schéma du bassin (dimensions, hauteur d'eau, hauteur de vase, recouvrements, de dessus, de coupe):		



Relevés de faune et flore - Baie du mont Saint-Michel.

Noms des stations :

BMSM : « Baie du mont Saint-Michel »

LA : lagune du Lac

CH-E : lagune de la cale du Han-est

CH-O : lagune de la cale du Han-ouest

SA-E : saline-est

SA-O : saline-ouest

CO : lagune de la corderie

BV-E : lagune du bout de la ville-ouest

BV-C : lagune du bout de la ville-centrale

BV-O : lagune du bout de la ville-Ouest

stations	espèces animales																	espèces végétales							
	Araignées		annélides		crustacés décapodes			isopodes	insectes							poissons			algues		Phanérogames				
	ARANSP	HEDIDIV	ARENMAR	CARCMAN	CRANCRA	PALAVAR	LEKALEV	CORISP	HYGRSP	CULISP	DIPTSP	TABASP	PTERSP	CURCSP	NOTOSP	CANTSP	CHIRSP	GOBISP	MUGISP	PLATFLE	CLADSP	ULVASP1	ULVASP2	JUNCMAR	RANUBAU
BMSM-LA		1			1																1	1	1		
BMSM-CH-E		1					1	1				1	1	1	1	1									1
BMSM-CH-O		1					1	1									1								1
BMSM-SA-E		1															1								
BMSM-SA-O		1				1										1		1	1						
BMSM-CO																									
BMSM-BV-E																									
BMSM-BV-C	1	1	1				1																		
BMSM-BV-O				1		1	1			1	1														

Noms d'espèces :

espèces animales				espèces végétales			
CODE	Signification	CODE	Signification	CODE	Signification	CODE	Signification
ACANPOL	<i>Acanthocardia polycostata</i>	FICOENI	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	NASSRET	<i>Nassarius reticulatus</i>	BOSTSP	du genre <i>Bostrychia</i>
ANEMSP	<i>Cataphellia bodricii</i> ?(anémone)	GAMMSP	du sous-ordre des Gammaridea	NOTOSP	de la famille des Notonectidae (punaises aquatiques)	CERASP	du genre <i>Ceramium</i>
ANGUANG	<i>Anguilla anguilla</i>	GASTACU	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	OLIGSP	de l'ordre des Oligochètes	CLADSP	du genre <i>Cladophora</i>
ARANSP	de l'ordre des Araneae	GASTSP	de la classe des Gastropoda	PALALON	<i>Palaemon longirostris longirostris</i>	CHAESP	du genre <i>Chaetomorpha</i>
ARENMAR	<i>Arenicola marina</i>	GOBISP	de la famille des Gobiidae	PALAVAR	<i>Palaemonetes varians</i>	CODISP	du genre <i>Codium</i>
BITTRET	<i>Bittium reticulatum</i>	HEDIDIV	<i>Hediste diversicolor</i>	PARVPIN	<i>Parvicardium pinnulatum</i>	COLPSP	du genre <i>Colpomenia</i>
CANTSP	de la famille des Cantharidae (proche des lucioles)	HYDRNEG	<i>Hydrobia acuta neglecta</i>	PLATFLE	<i>Platichthys flesus</i>	GRACSP	du genre <i>Gracilaria</i>
CARCMAN	<i>Carcinus maenas</i>	HYGRSP	de la famille des Hygrobiidae (coleoptères crissants)	PRAUFLE	<i>Praunus flexuosus</i>	JUNCMAR	<i>Juncus maritimus</i>
CERAEDU	<i>Cerastoderma edule</i>	HYLASP	du genre <i>Hyla</i> (têtard)	PTERSP	de la sous-famille des Pterostichiinae (carabes)	POLYSP	du genre <i>Polysiphonia</i>
CERAGLA	<i>Cerastoderma glaucum</i>	IDOTCHE	<i>Idotea chelipes</i>	RISSSP	du genre <i>Rissoa</i>	POTAPEC	<i>Potamogeton pectinatus</i>
COLESP	de l'ordre des Coleoptera	IDOTPEL	<i>Idotea pelagica</i>	SCROPLA	<i>Scrobicularia plana</i>	RANUBAU	<i>Ranunculus baudotii</i>
CORISP	de la famille des Corixidae (punaises aquatiques)	INCONNU	bout d' <i>arénicole</i> ?	SOLEMAR	<i>Solen marginatus</i>	RUPPMAR	<i>Ruppia maritima</i>
CRANCRA	<i>Crangon crangon</i>	LEKALEV	<i>Lekanesphaera levii</i>	SYNGSP	de la famille des Syngnathidae	RUPPSP	du genre <i>Ruppia</i>
CREPFOR	<i>Crepidula fornicata</i>	LITTLIT	<i>Littorina littorea</i>	TABASP	de la famille des Tabanidae (les taons)	SARGSP	du genre <i>Sargassum</i>
CULISP	de la famille des Culicidae (moustiques)	LITTSAX	<i>Littorina saxatilis</i>	VENEDC	<i>Venerupis decussata</i>	ULVASP	du genre <i>Ulva</i>
CURCSP	de la famille des Curculionidae (charançons)	LITTSP	du genre <i>Littorina</i>	VENEPHI	<i>Venerupis philippinarum</i>		
DIPTSP	de l'ordre des diptères	MUGISP	de la famille des Mugilidae	ZYGOSP	du sous-ordre des Zygoptera (les demoiselles)		

## Annexe F

### Analyse statistique descriptive

L'objectif de ces analyses est de savoir s'il est possible de faire des rapprochements écologiques entre les stations d'échantillonnage. Si ces analyses mettent en évidence de tels groupes, il sera peut-être possible d'étudier la corrélation avec la typologie précise et/ou avec un état de conservation bon ou dégradé.

A partir des tableaux de présence/absence d'espèces par station d'échantillonnage, l'analyse descriptive a suivi deux démarches complémentaires : le *groupement* et l'*ordination*. A noter que ces méthodes sont sensibles aux espèces « rares », c'est-à-dire qui n'apparaissent qu'une fois dans le relevé. Elles ont donc été ôtées du tableau des données brutes.

#### Le *groupement* (ou classification) :

Sur la base d'un tableau espèces\*stations binaire, il est possible de calculer une *matrice de similarités* stations\*stations diagonale, grâce à un coefficient de similarité, qui renvoie les « distances » entre stations. Nous avons choisi un indice de similarité binaire asymétrique, l'indice de Jaccard, qui ne prend pas en compte l'absence commune d'espèces (problématique dite du « double zéro »). En effet, la présence d'une espèce s'explique par des conditions écologiques réunies, alors que l'absence peut être due à plusieurs causes. La fonction utilisée est *vegdist* du package *vegan*.

A partir de cette matrice de similarités, il est possible d'effectuer le groupement des stations grâce à un algorithme séquentiel. Nous avons choisi la *classification ascendante hiérarchique* (CAH), qui partant de l'ensemble des objets séparés, les agglomère en groupes tout en hiérarchisant les relations inter-groupes. La fonction utilisée est *hclust* du package de base *stats* et les résultats sont le plus souvent présentés sous forme de dendrogramme.

Il existe plusieurs moyens de regrouper suivant le *paramètre de lien* : liens complets, liens moyens (pondérés ou non), liens simples, etc. Les liens complets permettent de mettre en évidence des groupes très contrastés, et les liens simples plutôt un gradient. Nous avons testés les trois.

L'examen du graphe des *niveaux de fusion* permet ensuite à l'analyste de décider du nombre de groupes à former.

#### L'*ordination* :

Nous avons testé deux méthodes d'ordination, le *positionnement multidimensionnel* (MDS pour « Multi-Dimensionnal Scaling ») et l'*analyse factorielle des correspondances* (AFC). Le MDS opère à partir de la matrice de similarité alors que l'AFC opère à partir du tableau des données brutes. Dans les deux cas, le but est de projeter les stations dans un nombre réduit de dimensions orthogonales les unes aux autres, représentant les principales tendances de variabilité entre ces données.

Le MDS *non-métrique* (c'est-à-dire qu'il opère sur une matrice de similarités et non pas de distances euclidiennes), cherche à transformer ces similarités en distances par la minimisation d'une *fonction de stress*. La qualité de la solution est appréciée par le paramètre de stress.

STRESS > 0.20	mauvais
0.10 < STRESS < 0.20	passable
0.05 < STRESS < 0.025	bien
STRESS < 0.025	excellent
STRESS = 0	parfait

L'AFC est une méthode d'ordination particulièrement adaptée aux données espèces\*relevés en abondance ou en absence/présence, qui sont des données ordinales. A partir des tableaux de données brutes transformés, l'AFC recherche les *axes factoriels* du nuage de points, chaque axe caractérisé par une valeur propre. L'examen de l'*éboulis des valeurs propres* permet à l'analyste de choisir le nombre d'axes factoriels retenus pour l'AFC. On connaît alors le pourcentage de variabilité expliquée par les axes factoriels. On représente souvent le résultat par la projection des objets sur la *carte factorielle* des deux premiers axes. Si ces axes factoriels expliquent assez la variabilité des données, alors la proximité graphique entre les objets exprime des ressemblances.

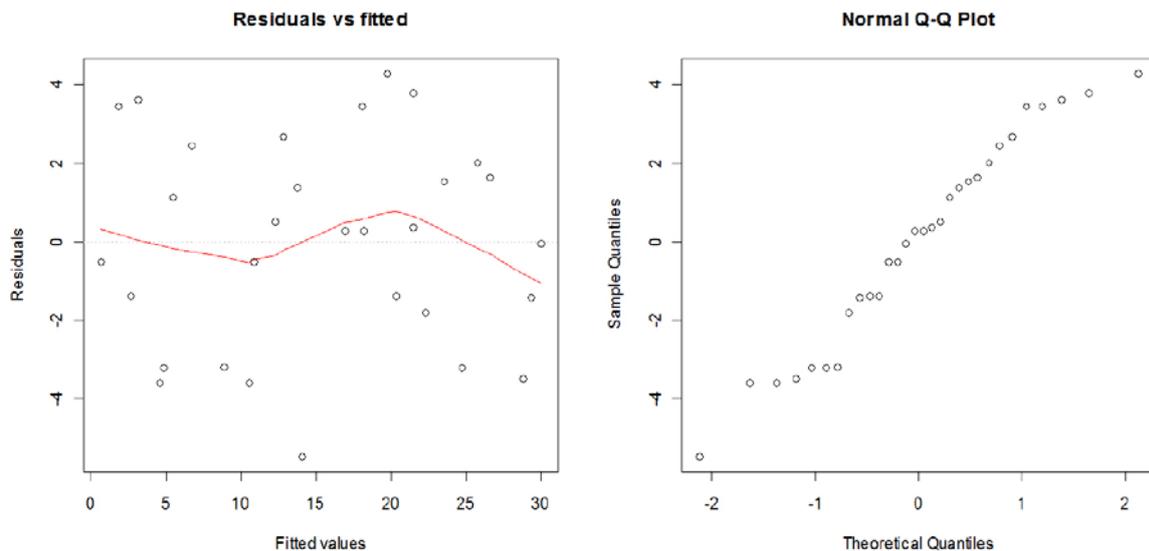
## Annexe G

### Détail de l'analyse de la régression linéaire

Si la projection des variables l'un en fonction de l'autre vérifie une certaine linéarité alors on peut faire la *régression linéaire*, dont les conditions et les hypothèses de départ qui doivent être vérifiées sont les suivantes :

- l'échantillonnage doit être aléatoire et simple ;
- chaque individu (station) doit posséder une valeur pour les deux variables ;
- la distribution des résidus de la régression doit suivre une loi normale pour chaque valeur de la variable explicative ;
- hypothèse d'homoscédasticité : ces lois normales doivent avoir la même variance ;
- les résidus de la régression doivent être indépendants des deux variables.

Le package `RVAideMemoire` a été utilisé pour vérifier les deux dernières hypothèses, grâce à la fonction `plotresid`. Cette fonction renvoie deux graphes (Figure ci-dessous) ainsi que le résultat du test de Shapiro-Wilk. Sur le graphe de gauche, l'hypothèse d'homoscédasticité est acceptée lorsque la dispersion verticale des points est à peu près constante sur toute la longueur de l'axe des abscisses et l'hypothèse d'indépendance est acceptée lorsque l'orientation du nuage de points est horizontale. Sur le graphe de droite, l'hypothèse de normalité est acceptée lorsque les points sont à peu près alignés sur une droite. Le test de Shapiro-Wilk doit avoir une p-value  $> 0.05$ , il teste également la normalité des résidus et est relativement puissant.



Les deux graphes de vérification des hypothèses de la régression linéaire

## Annexe H

Ossature de la programmation sous R, visant à déterminer les différentes pondérations des indicateurs permettant d'accorder au mieux la note de la méthode avec l'avis d'expert :

1

*Conditions initiales pour ajuster la notation*

→ connaître l'avis d'expert (station, polygone ou site)

→ disposer de grilles de notations par indicateurs de pondérations différentes

Stations	Avis d'expert
S1	1
S2	3
...	...
Sn	5

*Exemple des grilles de notation possibles pour l'indicateur A*

Modalités	A		
	Notation-1	Notation-2	Notation-3
0 < A < 3	0	0	0
3 < A < 6	-5	-7,5	-10
6 < A < 9	-10	-15	-20

2

*Donner des notes aux stations grâce à la méthode, ces notes diffèrent selon la grille de notation de chaque indicateur :*

Stations	Note méthode
S1	65
S2	80
...	...
Sn	95

Stations	Note méthode
S1	50
S2	70
...	...
Sn	95

...  
*Notes méthode données par toutes les combinaisons possibles de notations d'indicateurs*

Stations	Note méthode
S1	65
S2	20
...	...
Sn	55

3

*Examiner les R<sup>2</sup> des régressions linéaires (lm) entre les notes méthode et l'avis d'expert :*

lm(note méthode~avis d'expert)  
→ R<sup>2</sup> = 0,56

lm(note méthode~avis d'expert)  
→ **R<sup>2</sup> = 0,69**

...

lm(note méthode~avis d'expert)  
→ R<sup>2</sup> = 0,23

4

*Sélection du meilleur R<sup>2</sup>, vérification des hypothèses de la régression linéaire, vérification de la « validité écologique » de cette combinaison de notations d'indicateurs → Grille de notation définitive*

Indicateurs	A		B		C		Note finale =
	Modalités et valeurs-seuils						
	0 < A < 3	0	100 % < B < 80 %	0	C > 10	0	
	3 < A < 6	-10	80 % < B < 20 %	-15	C < 10	-20	
	6 < A < 9	-20	20 % < B < 0 %	-30			
Station 1	0		-30		-20		<b>100 - 0 - 30 - 20 = 50</b>
Station 2	...						<b>NOTE<sub>station-2</sub></b>
...							...
Station n							<b>NOTE<sub>station-n</sub></b>

## Annexe I

# Proposition de typologie pour l'habitat « lagunes côtières en mer à marée (façade atlantique) » (1150-1\*)

M.Richeux, Mars 2012

### Introduction

L'habitat lagunaire atlantique revêt plusieurs types puisqu'il est présent dans des territoires qui peuvent être le lieu de cohabitation de nombreux usages et pratiques différentes qui façonnent cet habitat. Aucune typologie de lagunes ne pourra parfaitement correspondre à chaque lagune car les différents types de lagunes sont un continuum en termes de salinité, d'histoire, de substrats, de degré de connexion avec un approvisionnement en eau douce ou en eau marine, etc. (Oliver, 2005).

Cependant, il apparaît nécessaire de préciser la typologie de cet habitat et ce pour deux raisons. Tout d'abord, dans le cadre de la mise en place d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation de cet habitat, la typologie servira pour définir un plan d'échantillonnage. En effet, chaque type de lagune devra être échantillonné. De plus, cette méthodologie d'évaluation s'adressera aux gestionnaires des sites. Etant donnée la multiplicité des réalités que recouvre l'habitat, ces derniers pourront, grâce à cette typologie, orienter plus aisément leur gestion.

Afin de construire cette typologie, plusieurs référentiels ou listes d'habitats ont été examinés (première partie) dans le but de faire un choix méthodologique, le plus pragmatique possible (deuxième partie).

#### 1.1. Les référentiels/listes existants

Il existe plusieurs catégories de référentiels/listes, selon la grille d'entrée qu'ils utilisent.

#### *Les référentiels/listes de l'habitat pris en compte dans des programmes nationaux ou internationaux*

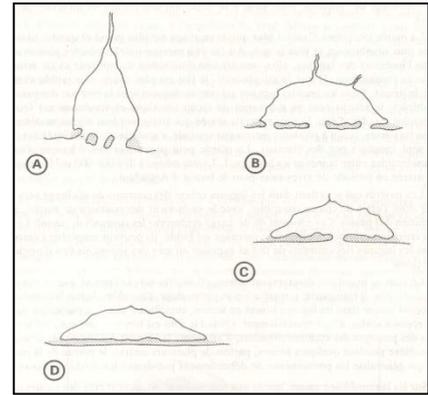
Il s'agit de listes d'habitats parmi lesquels l'habitat « Lagunes côtières » est utilisé pour la mise en œuvre de programmes spécifiques (Directives Européennes, Conventions internationale, etc.). La description ou déclinaison de cet habitat dépend de l'objectif de ces programmes et est souvent peu précisée.

- Au niveau international : la liste relative aux zones humides définie dans le cadre de la convention de **Ramsar** (Frazier, 1999) :
  - Zones humides marines/côtières
    - Marais intertidaux (H) y compris pré salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce.
    - Lagunes côtières saumâtres /salées (J) y compris lagunes saumâtres à salées, reliées à la mer au moins par un chenal relativement étroit.
  - Zones humides artificielles
    - Etangs d'aquaculture (poissons, crevettes...)
    - Sites d'exploitation du sel : marais salants, salines, etc.
  
- Au niveau national : la « typologie » des **SDAGE**, proposée en 1996 :
  - Marais et lagunes côtiers
  - Marais saumâtres aménagés.

### ***Les référentiels/listes géomorphologiques***

Il existe également des référentiels géomorphologiques qui se basent sur le degré d'ouverture sur la mer de la lagune au travers du cordon littoral, ou sur la nature du substrat. Ce type de référentiel n'est souvent valable que pour les lagunes dites « naturelles ».

- Nichols et Allen proposent en 1981 le suivant (figure ci-contre) :
  - Lagunes estuariennes (A)
  - Lagunes ouvertes (B)
  - Lagunes semi-fermées (C)
  - Lagunes fermées (D)



**Typologie de Nichols et Allen ,1981**

- D'autres Etats membres de l'UE ont également élaboré des classifications géomorphologiques plus précises que la classification de Nichols et Allen, 1981. Au Royaume-Uni, 5 types de lagunes ont été identifiées (Davies *et al.*, 2001) :
  - « Isolated lagoons » : Lagunes isolées ≈ lagunes fermées ;
  - « Percolation lagoons » : Lagunes à percolation ;
  - « Silled lagoons » : Lagunes ouvertes à système de retenue naturel ;
  - « Sluiced lagoons » : Lagunes ouvertes à système de retenue artificiel (écluses) ;
  - « lagoonal inlets » : Lagunes ouvertes, soumises aux flux de la marée.
  
- En Irlande, la typologie repose sur des critères surtout liés au substrat :
  - « Classic sedimentary lagoons » : lagunes à formation sédimentaire ;
  - « Artificial lagoons » : lagunes artificielles, à usage anthropique ;
  - « Rock/peat lagoons » : lagunes à substrat de roche ou de tourbe ;
  - « Karst lagoons » : lagunes « karstiques », à substrat de roche calcaire ;
  - « Saltmarsh lagoons » : pré-salés lagunaires.

### ***Les référentiels /listes basées sur la salinité***

- Au Portugal, le choix qui a été fait, c'est de classer les lagunes selon leur salinité :
  - lagunes côtières peu salées à saumâtres ;
  - lagunes côtières saumâtres à salées, temporairement hypersalines.

### ***Les référentiels/listes biocénétiques***

- En France, il existe une typologie biocénétique, celle des ZNIEFF-Mer (Dauvin *et al.*, 1994) :
  - II. Médiolittoral - Milieux estuariens et lagunaires
    - II.1. Vases - Mer du Nord, Manche et Atlantique
      - II.1.1. Faune et flore de la slikke
    - II.2. Vases sableuses et sables - Mer du Nord, Manche et Atlantique
      - II.2.1. Vases sableuses à *Scrobicularia plana*
  - III. Infralittoral - Milieux estuariens et lagunaires
    - II.1. Vases sableuses et sables - Mer du Nord, Manche et Atlantique
      - II.2.1. Vases sableuses à *Scrobicularia plana*

- Des travaux dans d'autres Etats membres ont également permis d'élaborer des classifications biologiques des lagunes. En Irlande, une étude propose de classer les lagunes en 5 types (Oliver, 2005) :
  - Lagunes à *Potamogeton/Ruppia* ;
  - Lagunes à *Ruppia/Chaetomorpha* ;
  - Lagunes « estuariennes » ;
  - Lagunes à *Ruppia/Zostera* ;
  - Lagunes à communautés mixtes.

### ***Les référentiels/listes d'usages***

- Un référentiel pour les cultures marines a été élaboré par l'AAMP (Ragot *et al.*, 2010). Ce référentiel ne relève que les activités d'exploitation et pas les autres usages :
  - Implantation à terre - sur la frange littorale (étage supralittoral et intertidal) - submersible - conchyliculture et crevetticulture en lagune et bassins de terre (type claires).Ce référentiel ne couvre pas la totalité des usages que l'on peut trouver en lagune dans les marais maritimes atlantiques.

- Un référentiel plus local a été élaboré pour ce qui concerne les marais charentais (CREAA, 2008) :
  - Claire de sartièrre ;
  - Marais ostréicole en friche ;
  - Champ de claires et claire bassin ;
  - Claire profonde ;
  - Grande claire- réserve ;
  - Nurserie ;
  - Fossés à poissons.

- Un rapport du Forum des Marais Atlantiques (Anras *et al.*, 2004) regroupe également tous les usages des marais. Au travers des explications données par ce rapport, il est possible de distinguer une typologie d'usage et même de pratiques :
  - Marais salicoles : réservoirs /vivres / champs de marais ;
  - Marais à usage ostréicole : claire de sartièrre / pousse en claire / affinage et verdissement / expédition ;
  - Marais pour l'élevage des palourdes et des coques ;
  - Marais pour l'élevage de la crevette impériale ;
  - Marais à poissons : fossés / réservoirs de vaste taille.

### ***Les référentiels/listes mixtes***

- En Espagne, le choix qui a été fait, c'est de différencier les lagunes à la fois selon le caractère artificiel ou naturel, et selon la dynamique sédimentaire à laquelle elles appartiennent :
  - Lagunes côtières et lacs : masses d'eau proches de la mer séparées par un cordon sableux formé par la dynamique sédimentaire littoral. Ce sous-type comprend à la fois les grandes lagunes issues de la fermeture d'une baie par une flèche ou cordon sableux, quel que soit le stade d'évolution et à la fois les petites lagunes temporaires soumises aux apports d'eau douce en période pluvieuse et aux apports marins par percolation ou surverses lors des périodes sèches ;
  - Deltas et plaines inondables : complexes lagunaires plus ou moins salés des deltas et zones humides saumâtres des plaines alluviales ;
  - Salines : lagunes aménagées pour la saliculture.

## 1.2. Choix méthodologique.

### *Création de deux sous-types : selon le caractère naturel ou aménagé*

La définition de base vient de Manuel d'interprétation EUR27 pour la DHFF (European Commission, 2007), ainsi que sa déclinaison au niveau national dans les Cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, Coord., 2004) dont les définitions sont disponibles en annexe :

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
  - 1.2. Lagunes méditerranéennes 1150-2\*

Les classifications générales, comme celle de RAMSAR au niveau international, ou celle des SDAGE au niveau national, font souvent la distinction entre lagunes aménagées (ou artificielles) et lagunes naturelles.

En effet, bien que ces deux sous-types de lagunes répondent à la définition générale du Manuel d'interprétation EUR27, la genèse morphologique, le fonctionnement hydraulique, ainsi que les usages anthropiques qui y prennent place ne sont pas les mêmes. Ces différentes spécificités sont résumées dans le tableau ci-dessous. Dans les deux cas, les composantes faunistiques et floristiques sont variables.

Dans le cas de l'habitat décliné 1150-1\*, le troisième niveau typologique sera donc selon le caractère anthropique ou naturel du site :

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
    - 1.1.1. Lagunes naturelles
    - 1.1.2. Lagunes aménagées

#### Spécificités des lagunes aménagées et naturelles, justifiant la distinction de deux sous-types

Sous-type de lagune	Géomorphologie	Fonctionnement hydraulique	Usages
<b>Aménagée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Totalement artificielle</u> : conquêtes successives par poldérisation menant à la formation de « prises de marais ».</li> <li>- <u>Système déblais/ remblais</u> : creusement des bassins alimente la construction des bossis. Donc écoulement gravitaire de l'eau</li> <li>- <u>Profondeur, superficie</u> varient avec les usages et les pratiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Marais submersibles</u> : soumis aux flux réguliers de la marée</li> <li>- <u>Marais endigués</u> : Flux hydrauliques maîtrisés grâce à systèmes de vannages et écluses / Prises de marais = unités hydrauliques / Renouveaulement de l'eau varie avec usages et pratiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Exploitation</u> : saliculture / ostréiculture / pisciculture / autres aquacultures</li> <li>- <u>Usages récréatifs</u> : chasse à la tonne et autres usages</li> <li>- <u>Usage à but de conservation</u> par des gestionnaires d'espaces naturels (Conservatoire du littoral, conservatoires des espaces naturels, LPO...)</li> </ul>
<b>Naturelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Formation d'un cordon littoral</u> à partir du transit sédimentaire côtier séparant la lagune de la mer</li> <li>- <u>jeu de conditions hydrauliques et climatiques</u> (houle, marées, estuaire, vent...) déterminant l'ouverture de la lagune sur la mer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le renouvellement de l'eau de mer dans la lagune peut être :</li> <li>- <u>Régulier</u> : la lagune « boit » à un certain coefficient de marée à travers une ouverture dans le cordon littoral / Par percolation au travers du cordon /</li> <li>- <u>Exceptionnel</u> : il n'y a pas d'ouverture dans le cordon et le renouvellement de l'eau a lieu lors de tempêtes ou de très grandes marées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Pas d'exploitation</u></li> <li>- <u>Usages récréatifs</u> : chasse à la tonne / pêche à pied et de loisir / autres</li> <li>- <u>Usage à but conservatoire</u> par des gestionnaires d'espaces naturels (Conservatoire du littoral, conservatoires des espaces naturels, LPO...)</li> </ul>

***Précision du sous-type des lagunes naturelles : basée sur l'ouverture à la mer.***

Dans le cas des lagunes naturelles, l'état de conservation ne peut être jugé qu'en fonction du type morphologique auquel on a affaire, qui conditionne la salinité de la lagune et en partie les biocénoses présentes. C'est pourquoi nous proposons de nous baser sur la typologie de Nichols et Allen (1981), affinée avec la classification britannique :

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
    - 1.1.1. Lagunes naturelles
      - 1.1.1.1. Lagunes estuariennes ;
      - 1.1.1.2. Lagunes ouvertes, soumises aux flux de la marée ;
      - 1.1.1.3. Lagunes semi-fermées ou à système de retenue naturel ;
      - 1.1.1.4. Lagunes à percolation ;
      - 1.1.1.5. Lagunes fermées ou isolées ;

***Précision du sous-type des lagunes aménagées : basée sur des descripteurs d'usages et géomorphologiques***

Le tableau précédent montre bien que pour ce type de lagunes, de nombreux paramètres (profondeur d'eau, superficie, renouvellement) qui pourront influencer sur l'état de conservation de l'habitat dépendent de l'usage et des pratiques des exploitants. Par ailleurs, une telle typologie est aisée à identifier, en comparaison d'une typologie biocénotique. C'est pourquoi, nous proposons de nous baser sur une typologie par usage, complétée éventuellement par des critères morphologiques :

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
    - 1.1.2. Lagunes aménagées
      - 1.1.2.1. Lagunes consacrées à la saliculture ;
      - 1.1.2.2. Lagunes consacrées à l'ostréiculture ;
      - 1.1.2.3. Lagunes consacrées à la pisciculture ;
      - 1.1.2.4. Lagunes consacrées à d'autres aquacultures ;
      - 1.1.2.5. Lagunes consacrées à des usages autres que l'exploitation.

Le tableau (page suivante) précise ces typologies, selon l'utilité qu'elles présentent.

***Récapitulatif de la typologie***

1. Lagunes côtières 1150\*
  - 1.1. Lagunes en mer à marée (façade atlantique) 1150-1\*
    - 1.1.1. Lagunes naturelles
      - 1.1.1.1. Lagunes estuariennes ;
      - 1.1.1.2. Lagunes ouvertes, soumises aux flux de la marée ;
      - 1.1.1.3. Lagunes semi-fermées ou à système de retenue naturel ;
      - 1.1.1.4. Lagunes à percolation ;
      - 1.1.1.5. Lagunes fermées ou isolées ;
    - 1.1.2. Lagunes aménagées
      - 1.1.2.1. Lagunes vouées à la saliculture ;
      - 1.1.2.2. Lagunes vouées à l'ostréiculture ;
      - 1.1.2.3. Lagunes vouées à la pisciculture ;
      - 1.1.2.4. Lagunes vouées à d'autres aquacultures ;
      - 1.1.2.5. Lagunes vouées à des usages autres que l'exploitation.
  - 1.2. Lagunes côtières méditerranéennes 1150-2\*

## Conclusion

La typologie des lagunes naturelles et aménagées peut s'affiner au cours de la recherche bibliographique. En ce qui concerne les lagunes aménagées, cette typologie nous permettra de définir un échantillonnage stratifié selon l'usage. En pratique, sur le site pilote qui sera traité, la qualité de notre échantillonnage dépendra de la qualité des indications qui nous seront fournies par les exploitants et gestionnaires du site. La perspective de ce travail sur le terrain et pour les analyses, réside dans les relevés faune/flore permettant de mettre en évidence des biocénoses particulières. D'une part, certaines biocénoses sont le témoin d'une dégradation (dystrophie, confinement, etc.), et nous pourrions mettre ces résultats en corrélation avec les types de lagune décrits. D'autre part, il sera peut-être possible de regrouper des usages par similarité écologique.

### Précisions de la typologie proposée pour les lagunes semi-aménagées.

Usage	Utilité ou sous-usage	
<b>Saliculture.</b> Il existe un gradient de salinité au sein de l'usage salicole	<b>Réservoirs</b> (vasais, vasières, jas) : recevant l'eau de mer « fraîche » qui peut y décanter, vaste.	
	<b>Vivres</b> : réseau de bassins et canaux (y compris tables, matières, tables courantes, etc.), reçoit l'eau après le passage dans le réservoir ou elle commence à s'évaporer	
	<b>Champs de marais</b> (aires saunantes, cristallisoirs, œillets), hauteur d'eau maintenues faible pour continuer l'évaporation	
<b>Ostréculture</b> Selon la pratique effectuée (pousse en claire, affinage et verdissement ou expédition), ce ne sont pas les mêmes espèces qui seront présentes. Par exemple pour la pousse en claires, l'éleveur cherche à orienter la productivité du bassin vers le phytoplancton, alors que pour l'affinage ce sera vers le phytobenthos.	<b>Clares de sartières</b> en zone submersible	
	<b>Clares endiguées</b> , en zone insubmersible	<b>Champs de claires</b>
		<b>Grandes claires / réserves / claires profondes</b>
<b>Pisciculture</b> Les lagunes à pisciculture diffèrent des autres, surtout par leur topographie (fossé/plat)	<b>Fossés à poissons</b> (pisciculture extensive) / marais à poissons / réservoirs à poissons : anciens marais salants sur-creusés par endroits	
	<b>Lagunes pour pisciculture marine intensive</b> (rare)	
<b>Autres aquacultures</b> La culture de la crevette et la conchyliculture ont les mêmes caractéristiques et sont parfois associées	<b>Lagunes d'usage conchylicole autre (palourde, coques)</b> : claires ostréicoles sur-creusées (70cm), fort renouvellement d'eau.	
	<b>Lagunes d'élevage de crevette</b> (rare) : bassins profonds, forte pente des bords, fort renouvellement de l'eau, bassins parfois très vastes dû au remembrement.	
<b>Usages autres qu'exploitation</b>	<b>Mares de tonne</b> (pour chasse à la tonne) = marais de chasse	
	<b>Lagunes à autres usages récréatifs</b>	
	<b>Lagunes gérées par gestionnaires d'espaces naturels</b> (Conservatoire du Littoral, Réserves Naturelles, etc.). NB : Pour lagunes prêtées à des exploitants, se référer aux types précédents.	

## Annexe J

PARAMETRE	CRITERE	INDICATEUR	SOUS-TYPE	METHODE	ECHELLE	MODALITES	SOURCE BIBLIO	AVIS recu par mail (Loïc Anras, Isabelle Auby , Philippe Blachier, Jérôme Hussenot, Gaëlle Kania, Pierre-Jean Labourg, Jean Terrisse)	
Surface couverte	Surface couverte par l'habitat	1- Evolution de la surface	1 ; 2	Comparaison cartographiques (SIG ou photos aériennes, satellite) diachroniques par rapport au 1er docob du site	Site	Stabilité ou progression Régression	Goffé, 2011 ; Maciejewski, 2012 ; Lepareur, 2011 ; JNCC,2004 ; Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinent. Cette superficie prend en compte tous les bassins, même ceux en déprise. L'étude de l'évolution traduit la perte de l'habitat pour causes anthropiques (urbanisation, transformation en marais doux pour l'agriculture, drainage....) / <b>IA+PIL</b> : Pertinent et facile à mesurer / <b>JT</b> : Pas de temps : à chaque évaluation de DOCOB (tous les 6 ans) ou en fonction des mises à dispositions des missions d'orthophotos / <b>GK</b> : sur la Seudre, je ne pense pas qu'il y aura une évolution forte de la superficie de l'habitat : peu de menaces liées à l'anthropisation des milieux	
		2- Evaluation de la corrélation entre la physionomie du site et les processus morphodynamiques qui en sont responsables	1		Site	Bonne correspondance Processus morphodynamiques déviés du fait des activités anthropiques, on détecte en tendance des dysfonctionnements Processus morphodynamiques déviés du fait des activités anthropiques, on observe des dysfonctionnements irréversibles	Borja 2008 in Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinence en question car difficulté de mesurer / Fait par exemple référence à la présence d'épis bloquant le transit sédimentaire qui alimente le cordon de la lagune entraînant son érosion / <b>IA+PIL</b> : Peut être possible à estimer à partir de la modélisation hydro-sédimentaire (avec et sans aménagement)...	
Physionomie		3- Evolution de la topographie	1	Evolution diachronique par rapport au même point fixe	Bassin	Modalités à définir	JNCC, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinent. Permet de traduire l'atterrissement de la lagune / Non pertinent pour les lagunes aménagées car cela dépend de l'activité / <b>IA+PIL</b> : Pertinent mais nécessite de disposer de mesures bathymétriques et hypsométriques dans le temps	
		4- Intégrité des berges	1 ; 2	Observations de terrain : pentes douces permettant la présence de ceintures végétales halophytes successives	Bassin	Sans changements appréciables : pentes douces et ceintures végétales d'halophytes successives Changements peu significatifs : aménagements anthropiques légers Changements significatifs : aménagements anthropiques lourds	Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinent / Permet de mesurer si la fonctionnalité des berges est maintenue ou altérée par des aménagements (bétonnage, profilage trop abrupt dans le cas de lagunes aménagées) / <b>IA+PIL</b> : Très pertinent en lagunes naturelles ; en lagunes aménagées, les bassins sont creusés. Il est donc évident qu'au départ, on n'observe plus de pentes douces. Ces pentes douces (et la végétation halophile qui les peuple) se reforment en cas de déprise aquacole. Est ce que cet indicateur prend en compte l'intégrité des digues? / <b>JT</b> : Dans les lagunes aménagées, les berges ne sont jamais en pente douce (à moins d'une forte érosion par battillage). Ce qui compte avant tout, c'est leur hauteur par rapport au plan d'eau : des berges peu élevées, soumises aux projections d'eau salée ou à l'imbibation du substrat portent une végétation halophile structurée, alors que les berges hautes portent souvent une végétation moins originale (de type prairial) / <b>GK</b> : je ne suis pas sûre que le critère "pente douce" soit pertinent, même sur les bassins peu transformés les pentes ne sont pas forcément douces / <b>JH</b> : l'érosion par le battillage de pentes douces sur les diguettes des bassins aménagés n'empêche pas la présence de ceintures végétales (soude, obione, salicornes,...)	
		5- Diversité des formes et structures physiques	2	% de bassins présentant des abototeaux, îles ou autres structures par interprétation d'orthophotographies + terrain (si beaucoup de bassins, faire un échantillonnage stratifié)	Site ou unité hydraulique	Modalités à définir		<b>MNHN</b> : Pertinent. Permet de traduire la destruction du paysage salicole de base (destruction des abototeaux, agrandissement des bassins...) / <b>IA + PIL</b> : Prendre également en compte les profondeurs, leur évolution, la nature du substrat et le potentiel redox des vases. Ces paramètres sont liés à la gestion des milieux (assecs, curage) et à la charge en particules de l'eau qui alimente les marais / <b>JT</b> : Ce critère est à mon sens essentiel dans les lagunes aménagées : c'est la diversité des éléments de relief (en général héritée d'une ancienne activité salicole) qui conditionne la diversité des groupements végétaux présents sur une unité d'exploitation et, donc, la richesse de l'écosystème.	
Structure et fonction	Composition spécifique	Composition floristique	6- Recouvrement de Ruppiales, Zostères ou autres phanérogames	1 ; 2	Relevés d'abondance et de recouvrement d'espèces : % recouvrement (sous-type 1) ou % de bassins en présentant (sous-type 2)	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinent. Permet de traduire la fonctionnalité de la lagune par les espèces typiques / permet de mettre en évidence le confinement de certains bassins si végétation dulçaquicole / <b>IA + PIL</b> : pour les lagunes naturelles, pertinent et pris en compte dans la DCE ; pour les lagunes aménagées [indicateurs 6 et 8] : A notre avis, il importe surtout de distinguer les macrophytes qui ne gênent pas (ou qui favorisent) les échanges d'oxygène entre sédiment et eau (Zostères, ruppia, p, gracilaires plus ou moins) et celles qui forment des tapis qui entravent ces échanges (Cladophores, rhizoclonium, chaetomorpha, ulves quand elles sont abondantes) et provoquent l'anoxie des sédiments : crises dystrophiques avec mortalités de poissons / <b>JT</b> : A mon avis, il manque ici un indicateur "intermédiaire" entre "Physionomie" et "Composition floristique", c'est celui de la diversité/originalité phytocénotique : nombre/rareté des groupements végétaux présents sur les divers éléments de relief bordant le/les bassins. Les lagunes forment un écosystème et ne peuvent être réduites aux seuls plans d'eau des bassins. C'est là notamment que se réfugient certaines végétations du haut schorre qui ont presque totalement disparu des estrans naturels à la suite de leur endiguement : en Charente-Maritime, certains bassins aquacoles gérés de façon intensive sont bordés d'un tapis particulièrement pauvre de Chiendent littoral, régulièrement gyrobroyé alors que dans d'autres sites gérés plus extensivement, on peut observer une grande variété de groupements végétaux, certains à forte valeur patrimoniale : agropyron-uleum crithmoides, artemisietum maritima, puccinellio-sarcocornietum fruticosae, elytrigio-suaedumverae, gpt. à Limonium ovalifolium etc. Il me semble indispensable de mettre au point un indicateur intégrant cet aspect. / <b>JH</b> : non pertinent en lagunes aménagées à usages ostréicole. Les Ruppiales et autres phanérogames ne sont pas souhaitées dans les claires, représentant une compétition pour les microphytes
			7- Phytoplankton	1	Biomasse et composition : mesure de [chl.a] et détermination pour le calcul de l'indice trophique planctonique (ITP)	Bassin	10<[chl.a]<30 en lagune de faible profondeur ou 6<[chl.a]<12 en lagunes profondes / 25<ITP<40	Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinence en question car difficulté de mesurer / <b>IA+PIL</b> : Pertinent et pris en compte dans la DCE (s'appuie sur le réseau REPHY). Voir rapports dans ARCHIMER. Il existe également des données provenant du réseau SOMLIT de l'INSU (site internet) et de réseaux hydrologiques locaux (voir Bulletins de la surveillance sur le site ENVLIT d'Ifrermer) / <b>JH</b> : non pertinent car grande variabilité, et blooms à successions d'espèces. Demanderait une fréquence d'observations très lourde
			8- Espèces indicatrices d'eutrophisation	1 ; 2	Relevés d'abondance et de recouvrement d'espèces : % recouvrement (sous-type1) ou % de bassins en présentant (sous-type2)	Site	Modalités à définir		<b>MNHN</b> : Pertinent / <b>IA+PIL</b> : Pertinent et pris en compte dans la DCE
		9- Espèces allochtones invasives	1 ; 2	Présence/absence et abondance d'espèces	Bassin	Modalités à définir	Soria, 2009 ; Lepareur, 2001 ; Maciejewski, 2012 ; Goffé, 2011	<b>MNHN</b> : Pertinent pour le futur, pas de flore allochtone invasive connue à ce jour / <b>IA+PIL</b> : pour les lagunes naturelles, l'une des fonctions des lagunes littorales est d'être un réceptacle pour les espèces allochtones. Par la suite, ces espèces peuvent ou non se développer, voire proliférer. Par exemple, dans les zones avec transferts de mollusques, de nombreuses espèces macroalgales allochtones peuvent être introduites, exotiques ou non (cf Verlaque et al http://www.ifremer.fr/laboratoire_arcachon/Medias-Ifrermer/Medias-laboratoire_arcachon/Pdf/Documents-2006-2008/Rapport-PNEC-espèces-introduites. pour les lagunes aménagées, ça dépend de ce qu'on appelle flore allochtone. Dans les zones avec transferts de mollusques, de nombreuses espèces macroalgales allochtones peuvent être introduites / <b>JT</b> : Pas d'espèce invasive dans les bassins effectivement mais attention sur les berges et digues au Baccharis halimifolia. très	
		Composition faunistique	10- Invertébrés benthiques et pélagiques	1 ; 2	Composition et abondance d'espèces à la benne/carotte et filet	Bassin	Modalités à définir	Soria, 2009 ; JNCC, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinent. Permet de traduire la fonctionnalité de la lagune par les espèces typiques / <b>IA+PIL</b> : pour les lagunes naturelles, pertinent : et pris en compte dans la DCE (problème avec les indicateurs retenus pour l'instant m'AMBI). Mais où sont les poissons? Pour les lagunes aménagées, pertinent : prendre en compte l'effet de la salinité et des variations de salinité / <b>LA</b> : Au niveau des indicateurs faunistiques, les poissons ne semblent pas avoir retenu votre attention? Cela ne me semble pourtant pas inintéressant en lien avec le
			11- Avifaune	1 ; 2	Composition et abondance par la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA ; 10 points contact de 20 min distants d'au moins 150m, échantillonnage aléatoire). Si possible 2 choix d'indicateur : 1 sur la base d'une détermination précise, 1 simplifié sur la base d'une détermination par grand type d'oiseaux (limicoles, anatidés...etc)	Site	Modalités à définir	Brimont, 2008	<b>MNHN</b> : Pertinent. Permet de souligner la diversité des configurations au sein des lagunes (hauteur d'eau, végétation, biocénoses). Reflexion en cours sur la construction d'un indicateur précis / <b>IA+PIL</b> . Pertinent pour les lagunes naturelles. Pour les lagunes aménagées, Discuter avec les gestionnaires des réserves (atlantique et Camargue) qui connaissent bien ces questions.
			12- Larves de chironomides	1 ; 2	Observation de terrain : présence/ absence	Bassin	Modalités à définir		<b>MNHN</b> : Peu pertinent a priori / A relever sur le terrain éventuellement pour tester sa pertinence lors de l'analyse de données / <b>IA+PIL</b> : pour les lagunes naturelles, non pertinent à notre avis. Par contre entomofaune des lacs de mer, des niveaux supérieurs de la slikke et du schorre à prendre en compte. pour les lagunes aménagées, les larves de chironomes font partie de la macrofaune benthique et phytophile. Il n'y a pas de raison de les distinguer / <b>JH</b> : pertinent mais à regrouper avec l'indicateur 10
			13- Espèces allochtones invasives		Présence/absence et abondance d'espèces	Bassin	Modalités à définir	Soria, 2009 ; Lepareur, 2001 ; Maciejewski, 2012 ; Goffé, 2011	<b>MNHN</b> : Pertinent / <b>IA+PIL</b> : bof. dem ligne 15. De plus, certaines espèces invasives présentent un fort intérêt halieutique : huîtres portugaises et japonaises, palourdes japonaises

Rapport de stage M2 Pro AIEL- Promotion 2011-2012 - Manuelle Richeux

Fonctionnement hydraulique	14- Evolution de la profondeur d'eau et de la superficie de la lame d'eau	1	Evolution diachronique par la mesure in situ à marée basse (2 mesures : 1 à la fin de l'été, 1 à la fin de l'hiver/début printemps) avec une baguette (ou sonde sonore)	Bassin	Cycle naturel maintenu Cycle naturel un peu altéré Cycle naturel totalement altéré	JNCC, 2004 ; Paticat, 2008 ; Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinent / Permet de détecter un dysfonctionnement dans l'alimentation en eau ou dans la vidange, causées par certaines pressions anthropiques. / <b>IA+PJL</b> : Pertinent : Evolution bathymétrique mais difficulté à distinguer les effets naturels et anthropiques / <b>PB</b> : Peut être couplé avec une mesure d'épaisseur du sédiment meuble qui renseigne sur le degré "d'atterrissement" des milieux (rapide dans certains cas).
	15- "hydropériode"	1	Evolution diachronique par le suivi du cycle inondation/assec annuel de la lagune par la mesure mensuelle des niveaux d'eau et analyse diachronique	Bassin	Maintien du patron naturel d'inondation Patron altéré mais peu modifié Patron d'inondation différent	Soria, 2009	<b>MNHN</b> : Pertinence en question car difficulté de mesurer mensuellement + difficulté d'interprétation en terme d'état de conservation (permettrait de savoir si le cycle naturel d'inondation est maintenu, et donc favorable aux espèces se développant en milieu à volume variable ?) / <b>IA+PJL</b> : Pertinent : Temps de renouvellement : abordé grâce à la modélisation (appliqué sur un certain nombre de sites - Modèle MARS Ifremer). Prendre en compte également les apports d'eau douce par les tributaires.
	16- Surface de bassins en déprise	2	% de bassins à l'abandon par interprétation d'orthophotographie + terrain + entretiens	Site ou unité hydraulique			<b>MNHN</b> : Pertinent. traduit une perte de fonctionnalité de l'habitat. Est-il plus facile de calculer les terrains en déprise ou ceux en activité ? / <b>IA+PJL</b> : cf ligne 11 / <b>JT</b> : Attention toutefois à un aspect important des choses : c'est dans les lagunes aménagées d'abandon récent (1-20 ans) qu'on observe le plus fort intérêt biologique, au moins pour les groupes suivants : phanérogames, végétation, oiseaux. L'idéal, dans le cas des lagunes aménagées serait de pouvoir procéder à une gestion tournante, avec à tout moment une surface quelconque (10-20% ?) d'une unité en "jachère aquacole". Ceci permettrait l'expression des espèces et des communautés inféodées aux stades de "déprise jeune", tout en conservant la fonctionnalité hydraulique (entrées régulières d'eau salée) indispensable à tout le système. / <b>GK</b> : je pense qu'il sera plus facile de déterminer les bassins en activité, la DDTM doit avoir ces données.
	17- Confinement	2	Données des aquaculteurs et/ou observations de terrain. 2 choix d'indicateurs : le nombre de jour/an où les bassins connectés aux chenaux de rang maximal sont alimentés en eau de mer OU le nombre de ces bassins en atterrissement	Site ou unité hydraulique	Modalités à définir	Guelorguet, 1993	<b>MNHN</b> : Pertinence en question car difficulté de mesurer / <b>IA+PJL</b> : Cette question peut être abordée en terme pragmatique de renouvellement de l'eau : nombre, type(s) et état des prises d'eau rapportées à la surface (ou au volume) et type de gestion de ces prises d'eau. Mesures : peut-être gradients de salinité à différentes périodes de l'année? / <b>JT</b> : Critère important mais effectivement difficile à mesurer. / <b>GK</b> : vous risquez de vous heurter aux professionnels qui vous opposeront qu'il y a 3 types de claires : hautes, bâtarde et basses qui "boivent" à des coefficients de marée différents + difficulté à cartographier / <b>LA</b> : Les critères d'éloignement en rapport avec le confinement présumé me semblent essentiels. Mais l'usage principal de la prise également, puisque les rythmes de renouvellement d'eau dépendent de cet usage (renouvellement quotidien en prise ostréicole, jusqu'à une fois par mois en prise marais à poissons, en fonction de l'éloignement bien sûr et de "l'assiduité" et de l'intéressement des gestionnaires) / <b>JH</b> : pour moi serait plus un indicateur de classification des lagunes, qu'un indicateur de conservation de la qualité d'un habitat. Pourrait être remplacé par une évaluation du coefficient minimum de marée nécessaire pour permettre un apport d'eau dans la lagune. / <b>PB</b> : Les variations de la salinité (hiver/été) peuvent être des indicateurs intéressants du confinement et des conditions écologiques des milieux
Altérations	18- Surpêche de loisir (appâts, mollusques, poissons...)	1		Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinence en question car difficulté de mesurer / <b>IA+PJL</b> : Pourquoi parler de surpêche et non de pêche? Et pourquoi ne parler que de la pêche de loisir et non de l'ensemble pêche pro+loisir? A mon avis, de bons recensements des activités de pêche et des impacts selon les types devrait être réalisé nationalement
	19- Fréquentation touristique	1 ; 2	Observations de terrains (passage de personnes/véhicules/bateaux, infrastructures nautiques, caravanes, preuves de piétinement... etc)	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinent pour les lagunes naturelles (type1) / pertinence en question pour les lagunes aménagées (type2) / <b>IA+PJL</b> : pour les lagunes naturelles, très pertinent : Pour la fréquentation nautique: réalisé récemment à Arcachon par une équipe brestoise : <a href="http://www.gironde.pref.gouv.fr/content/download/.../rapport_géomer_2010.pdf">www.gironde.pref.gouv.fr/content/download/.../rapport_géomer_2010.pdf</a> Voir également effet de la pêche à pied sur les herbiers de zostères (Arcachon, Morbihan). pour les lagunes aménagées, globalement, ces lagunes sont soit privées (marais salants, claires ostréicoles) soit d'accès contraint par des gestionnaires qui déterminent des cheminements. Donc, pas pertinent pour moi. / <b>JT</b> : Dans le cas des lagunes aménagées, la mécanisation du travail accroît effectivement beaucoup le temps de présence de machines et de véhicules sur les unités de gestion. Comment mesurer cette pression ? / <b>GK</b> : peut-être moins pertinent pour les lagunes aménagées mais il y a peut-être malgré tout des aménagements touristiques à prendre en compte, notamment le réseau de pistes cyclables des chemins de la Seudre qui prévoit de passer dans les exploitations pour que les touristes découvrent l'activité (quelques professionnels sont d'accord pour organiser des dégustations). Je peux vous faire parvenir une carte du parcours si vous le souhaitez. / <b>JH</b> : ok
	20- Pollutions par contaminants chimiques (substances DCE) ou bactéries (qualité des eaux de baignade)	1 ; 2	Utilisation des résultats des suivis DCE et qualité des eaux de baignade	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinent dans le cas où ces mesures sont déjà établies dans le cadre de la DCE (types 1 et 2) ou de la surveillance de la qualité des eaux de baignade (type 1 seulement) / <b>IA+PJL</b> : lagunes naturelles : Bactéries : Réseaux eau de baignade, REMI (Ifremer), études scientifiques (bactéries, virus) nombreuses dans les sites exploités. Contaminants chimiques : DCE, ROCCH+ nombreuses études. Lagunes aménagées : Bactéries : à notre connaissance, pas de suivi "baignade" dans les lagunes aménagées. Contrôles E. coli dans les claires ostréicoles. Cas des cyanobactéries mais plutôt en eau douce (peut impacter localement des systèmes saumâtres - cas des marais d'Orx et du lac d'Hossegor). Contaminants chimiques : à notre connaissance, pas de réseaux de suivi dans les lagunes aménagées, mais des études ponctuelles (par exemple, marais du nord Médoc) / <b>PB</b> : Un critère performant d'évaluation de la qualité des claires et autres bassins aquacoles est la perte au feu du sédiment, en lien avec la productivité des milieux et la probabilité de survenue des crises dystrophiques. (méthode vulgarisée par J Hussonot).
	21- Activités pouvant dégrader le fond de la lagune : dragages, extractions de sédiments	1	Observations de terrain + à dire local ?	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Peu pertinent car sur les sites Natura 2000, ce genre de pression est a priori évitée / <b>IA+PJL</b> : Dans le cadre de la DCE, un recensement des dragages a été initié dans différentes masses d'eau. / <b>JH</b> : ok avis MNHN
	22- Déversements / décharges	1 ; 2	Observations de terrain	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Peu pertinent car sur les sites Natura 2000, ce genre de pression est a priori évitée / <b>IA+PJL</b> : lagunes naturelles : Pertinent : Rejets de stations d'épuration, réseau pluvial, lixiviats des décharges en bordure des tributaires débouchant sur les lagunes, utilisation des pesticides sur les bassins versants. Lagunes aménagées : Pertinent : Dans certains cas, les marais sont situés dans des zones agricoles (pe claires de Marennes Oléron) : risques liés à l'épandage de pesticides et des engrais. Prendre également en compte la démolition. / <b>GK</b> : je pense au contraire que ce critère est pertinent, car nous avons un gros problème de dépôts sauvages de déchets du BTP sur l'ensemble des marais littoraux de la Charente-Maritime / <b>JH</b> : à conserver car possibilité malgré tout de déchets sauvages / <b>PB</b> : Mais l'expérience montre que non, ce qui rend ce critère pertinent à mon avis.
	23- Tonnes de chasse	1 ; 2	Observations de terrain	Site	Modalités à définir	JNCC, 2004 ; NPWS, 2007 ; Dahl, 2004	<b>MNHN</b> : Pertinence en question / Fait partie des activités présentes sur les lagunes aménagées, représente un "déangement" pour les oiseaux mais pas de réel impact sur l'habitat ? / <b>IA+PJL</b> : lagunes naturelles : effet négatif : Emprise sur les schorres et éventuellement pollution par le plomb. Effet positif : création de microlagunes rôle de nourricerie pour les alevins de certaines espèces. agunes aménagées : S'appuyer sur l'expérience du Conservatoire du littoral et des gestionnaires des lagunes avec tonnes (Par exemple marais endigués du Bassin d'Arcachon). / <b>GK</b> : Il y a environ 200 tonnes de chasse sur les marais de la Seudre, les modalités de gestion peuvent être intéressantes pour votre étude : si certains chasseurs laissent leur mare en eau après la saison de la chasse, comme nous les encourageons à le faire, certains vidangent, curent ou nettoient à l'eau de javel pour éviter le développement d'algues... / <b>JH</b> : idem ma remarque 17

Paramètre	Echelle	Critère	Indicateur	Sous-type	Méthode	Modalités des indicateurs	Notes- local / Points d'altération	Modalités des paramètres	Notes-général
Surface couverte	site	Surface couverte par l'habitat	2- Evolution de la surface	naturelles aménagées	SIG et photo-interprétation ou avis gestionnaire	Stabilité ou progression	∅	Idem indicateur	0
						Régression			-20
Structure et fonction de l'écosystème	station	Mosaïque d'habitats	1- Diversité des structures physiques	aménagées	Observation terrain	présence de diguettes, ilots ou autres structures	0	Stations au-dessus du seuil de 60/100 :	0
						pas de structures particulières, un peu remembré	-10		
						pas de structures particulières, très remembré, surface d'1ha ou plus	-20		
		Berges	3- Etat des berges et du cordon lagunaire	naturelles aménagées	Observation terrain	+++ beaucoup d'espèces halophiles, plutôt pérennes, tout le long des berges	0		
						++ quelques espèces halophiles, pérennes et annuelles, avec interruptions de végétation	-10		
						+ peu ou pas d'espèces halophiles, plutôt annuelles si présentes, larges interruptions de végétation	-20		
		Composition floristique	4- Macrophytes typiques	naturelles aménagées	Prélèvement et identification	Au moins 1 espèce de la liste	0		
						Aucune espèce de la liste	-20		
			5- Confinement	naturelles aménagées	Prélèvement et identification	Aucune espèce de la liste	0		
						Au moins 1 espèce de la liste	-20		
			6- Enrichement	aménagées	Observation terrain	Peu enrichi : recouvrement majoritaire d'halophytes annuelles ; ou pas du tout enrichi	0		
						Assez enrichi : recouvrements équivalents d'halophytes annuelles et pérennes	-20		
						Très enrichi : recouvrement majoritaire d'halophytes pérennes, et fort recouvrement de graminées	-40		
7- Eutrophie	naturelles aménagées	Observation terrain	Pas de tapis d'algues épais	0					
			Recouvrement par endroits, par un tapis d'algues épais, vase réduite en dessous. Recouvrement généralisé par un tapis d'algues épais, vase réduite	-20 -40					
Composition faunistique	8- Invertébrés benthiques et pélagiques typiques	naturelles aménagées	Prélèvement et identification	Au moins 5 espèces de la liste	0				
				Entre 2 et 4 espèces de la liste	-5				
				Aucune ou 1 seule espèce de la liste	-10				
	site	Espèces exotiques envahissantes	9- Présence d'EEE, tous taxons confondus	naturelles aménagées	Observation terrain et avis gestionnaire	Aucune colonisation	∅	?	?
						Quelques individus trouvés, sans caractère envahissant ou colonisation faible et stabilisée			
						Colonisation généralisée			
Altérations	site	Diffuses	10- Pollutions et déversements divers	naturelles aménagées	Recensement des points DCE et avis gestionnaire	Pas de pollutions connues	1	Somme S des points d'altération :	0
						Pollutions ponctuelles	2		
						Pollutions généralisées	3		
		11- Activités de loisir	naturelles	Observation terrain et avis gestionnaire	Pas d'impact	1			
					Impact faible à modéré : dysfonctionnements réversibles par la gestion	2			
					Impact modéré à fort : dysfonctionnements irréversibles	3			
		Lourdes	12- Décharges	naturelles aménagées	Observation terrain régulières	Aucune recensée	1		
						Quelques-unes, faible ampleur	2		
						De quelques-unes à beaucoup, parfois de forte ampleur	3		
						Aucun recensé	1		
13- Endigages, remblais, plages artificielles	naturelles	Observation terrain et Photo-interprétation	Aménagements n'ayant pas d'impact direct sur la lagune ou son cordon	2					
			Aménagements ayant un impact direct sur la lagune ou son cordon	3					

## Résumé

Le réseau de sites Natura 2000, issu des directives européennes Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) et Oiseaux (79/409/CEE), est constitué pour des espèces et habitats dits « d'intérêt communautaire ». Le Code de l'environnement (article R.414-11) stipule que l'état de conservation de ces habitats et espèces doit être évalué au sein des sites Natura 2000. C'est pourquoi le ministère en charge de l'écologie a mandaté le MNHN pour élaborer des méthodes standardisées permettant d'évaluer l'état de conservation de tous les habitats d'intérêt communautaire à cette échelle locale. Le premier intérêt de ces méthodes concerne la gestion du site : aide à l'orientation des mesures de gestion. Le second intérêt concerne l'évaluation à l'échelle biogéographique (art.17 de la DHFF) : elle sera facilitée par la standardisation de la méthode (comparer et mutualiser les données des sites).

Le stage a pour objectif de contribuer à l'élaboration d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation des « lagunes côtières » (code UE 1150\*), en ce qui concerne celles de la façade atlantique.

Pour cela, une recherche bibliographique a permis de cerner l'objet à évaluer et d'identifier des critères et indicateurs. La consultation d'un comité de suivi composé de scientifiques, mais aussi de gestionnaires et d'acteurs locaux, ainsi que l'application sur deux sites pilotes ont ensuite permis de vérifier la pertinence et la faisabilité des indicateurs. Enfin, des analyses ont aidé à affiner les choix effectués et à construire un système de notation.

A partir de ces éléments, une grille d'évaluation composée d'indicateurs liés à la surface, à la structure et au fonctionnement de l'habitat ainsi qu'aux altérations qu'il peut subir, a été développée. Le système de notation proposé est basé sur une évaluation à double échelle (station/site) dont le résultat est une note sur 100.

La méthode ainsi proposée a vocation à devenir une aide à la gestion et c'est dans cette optique que les indicateurs choisis sont simples, pragmatiques et peu onéreux (temps, moyens). C'est un travail qui sera amené à évoluer avec les retours d'expérience et une deuxième consultation du comité de suivi.