



ÉTAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT D'INTERET COMMUNAUTAIRE PRIORITAIRE **1150-2* LAGUNES COTIERES MEDITERRANEENNES** Contribution à la méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000



www.pole-lagunes.org





Contribution à la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire **1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes** à l'échelle du site Natura 2000

Maître d'ouvrage :



Partenaires :



Financier :



Mars 2013

Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
474 Allée Henri II de Montmorency - 34000 MONTPELLIER
Tél 04 67 02 21 28 / Fax 04 67 58 42 19 - Courriel : pole.lagunes.lr@cenlr.org

Pour plus d'informations, consultez le site du Pôle-relais lagunes méditerranéennes : www.pole-lagunes.org



Référence bibliographique du document

Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2013. Contribution à la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes à l'échelle du site Natura 2000. Mars 2013. Rapport Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 47 pages.

Auteurs principaux

Guillaume Papuga, stagiaire en Master 2 IEGB à l'Université de Montpellier 2, promotion 2011-2012.
Sonia Bertrand, Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, Chargée de mission LR du
Pôle-relais lagunes méditerranéennes. Contact : pole.lagunes.lr@cenlr.org

Téléchargement

<http://www.pole-lagunes.org/en-action/etudes-et-projets-en-cours/contribution-la-methodologie-d-evaluation-de-l-etat-de-conserva>

Remerciements

Ce projet s'est structuré autour de nombreuses collaborations. Ainsi, les auteurs souhaitent chaleureusement remercier :

... Nathalie Barré & Virginie Mauclet (Tour du Valat), Gwenaëlle Baldovini (OEC), Fanny Lepareur (MNHN) & Manuelle Richeux,

... l'ensemble des membres du comité de pilotage, pour leur soutien et leur aide tout au long du projet, Nabila Hamza, Christine Rochat (DREAL LR), Anne Alotte (Dreal PACA), Julia Culioli (Dreal Corse), Farid Bensettiti (MNHN), Nadine Bosc-Bossut (Agence de l'Eau RM&C),

... le groupe de travail, dont le rôle fut déterminant pour la mise en place du projet :

les gestionnaires – Roland Mivière (Perpignan Méditerranée Communauté d'agglomération), Julien Robert (Rivage), Kattalin Fortuné-Sans (PNR de la Narbonnaise en Méditerranée), Yannick Guennou (SMDA), Julien Azema (Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée), Mylène Filleux (RNN du Bagnas), Mickaël Debetencourt (Thau Agglo), Murielle Alexandre (Syndicat Mixte du Bassin de Thau), Sandrine Lafont (Syndicat mixte des étang littoraux), Ludovic Foulc (CEN L-R), Eve le Pommelet (Syndicat mixte du bassin de l'Or), Lucie Labbé et Clarisse Brochier (Syndicat mixte de la Camargue Gardoise), Sonia Séjournée (Salins du Midi), Yves Chérain, Eric Coulet et Silke Befeld (RN Camargue), Claire Tetrel et Jean Christophe Briffaud (Domaine de la Palissade), Guillaume Bernard (GIPREB), Luc Brun (Sibojai), Frédérique Gimond-Lantéri (Toulon Provence Méditerranée), Alain Abba (Ville de Fréjus) ;

les experts technique et scientifique – Anaïs Giraud (Agence de l'Eau RM&C), Jean-Marc Deslous-Paoli et Matthew Hebert (Cepralmar), Mario Kleszczewski (CEN L-R), Julie Chaurand (Fédération des CBN), Olivier Argagnon (CBN Med), Nathalie Malet, Jocelyne Oheix et Valérie Derolez (Ifremer), François Bonhomme (ISEM), Nicolas Rabet (MNHN), Guy-François Frisoni (OEC), Jean Baptiste Mouronval (ONCFS), Patrick Grillas, Alain Crivelli et Ana Elena Sanchez (Tour du Valat), Eric Fabre (Seano), Michel Lauret (ex UM2) et, ainsi qu'Alain Thierry (Université d'Aix Marseille), Christine Pergent-Martini (Université de Corse), Rutger de Wit (UM2).

Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
I Introduction.....	4
I.1 Contexte & cadre juridique	4
I.2 Objectifs	5
II Matériels et méthodes.....	6
II.1 Définition de l'état de conservation	6
II.2 Etat de l'Art, programmes existants et retour d'expériences.....	7
II.2.a Programmes existants.....	9
II.2.b Bibliographie scientifique.....	10
II.2.c Retour d'expérience des gestionnaires.....	11
II.2.d Consultation des experts & contribution du groupe de travail	11
II.3 Collecte de données	12
III Résultats.....	13
III.1 Définition et typologie de l'habitat	13
III.1.a Les lagunes, une entité à contour variable	13
III.1.b La définition européenne de l'habitat 1150*	13
III.1.c L'interprétation des Cahiers d'Habitats	14
III.1.d Vers une typologie simplifiée des lagunes méditerranéennes.....	15
III.2 Echelle et périodicité d'évaluation de l'état de conservation	18
III.3 Grilles d'évaluation de l'état de conservation	20
III.3.a Structuration et organisation de la grille en paramètres.....	20
III.3.b Elaboration de la liste d'indicateurs par critères d'évaluation	21
III.3.c Paramètre « Surface ».....	23
III.3.d Paramètre « Structure et fonctions »	24
III.4 Système de notation	39
III.4.a Une note à l'échelle de la pièce d'eau	39
III.4.b Agrégation des notes	42
III.5 Représentation des résultats	43
IV Discussion et Conclusion	44
Bibliographie	48
Annexes	50

I Introduction

I.1 Contexte & cadre juridique

Le terme d'**état de conservation** apparaît pour la première fois dans l'article 11 de la **Directive Habitats-Faune-Flore** (DHFF) (Communauté Européenne, 1992) : *"Les États membres assurent la surveillance de l'état de conservation des espèces et habitats naturels visés à l'article 2 [intérêt communautaire], en tenant particulièrement compte des types d'habitats naturels prioritaires et des espèces prioritaires"*. Celui-ci sera rapporté *"tous les 6 ans"* (article 17.1) dans un rapport présentant *"l'application des dispositions prises dans le cadre de la présente directive. Ce rapport comprend [...] l'évaluation de l'incidence des mesures [de conservation] sur l'état de conservation des types d'habitats de l'annexe I et des espèces de l'annexe 2 et les principaux résultats de la surveillance visée à l'article 11"*. Cette évaluation est faite à une échelle biogéographique : les critères évalués pour l'ensemble du pays sont transmis aux instances européennes qui synthétise l'état des habitats à l'échelle européenne.

A l'échelle nationale, la démarche d'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire prévue dans l'article 17 de la DHFF est en cours pour réaliser la deuxième évaluation au niveau biogéographique (période 2007-2013). Les grands paramètres à évaluer à l'échelle biogéographique sont définis dans le cadre communautaire. Parallèlement à cette évaluation nationale, l'article R.414-11 du Code de l'environnement (modifié par le décret n°2006-922 du 26 juillet 2006 - art. 1 JORF 27 juillet 2006) - qui est la transposition dans le droit français de l'article 6.1 de la DHFF - stipule qu'un document d'objectifs Natura 2000 doit contenir *« un rapport de présentation décrivant l'état de conservation et les exigences écologiques des habitats naturels [...] » ainsi que « des propositions de mesures [...] tenant compte [...] de l'état de conservation des habitats et des espèces au niveau du site »*. Dans ce cadre, les déclinaisons par type de milieu, les critères et indicateurs précis et la méthode d'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000 restent encore largement à définir. C'est pourquoi le Muséum national d'Histoire naturelle élabore depuis 2008 des guides méthodologiques par grands types d'habitats à l'échelle du site. Un guide a notamment été rédigé en 2011 pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000, mais il précise qu'un travail spécifique est nécessaire pour les habitats « Estuaires » et « Lagunes côtières ».

A l'échelle régionale, les gestionnaires de lagunes méditerranéennes ont fait remonter la difficulté d'évaluer l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 1150* « Lagunes côtières ». En

effet, plusieurs types de faciès sont associés à ce code. De plus, les suivis macrophytes actuellement réalisés dans le cadre du RSL ou de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sur la lagune au sens « masse d'eau de transition » sont utiles et complémentaires mais ne permettent pas de répondre directement à la Directive « Habitats Faune Flore » (DHFF) sur ce volet. Les gestionnaires ont exprimé le besoin de disposer d'une méthode d'évaluation commune, sachant que certains ont d'ores et déjà travaillé localement sur ce sujet (ex : le Syndicat Mixte du Bassin de Thau sur le site Natura 2000 de l'étang de Thau).

Dans ce contexte et dans le cadre du programme d'appui porté par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes aux gestionnaires, il a semblé opportun de synthétiser ces travaux et de contribuer à une méthode nationale d'évaluation pour les lagunes côtières pour Natura 2000, en s'appuyant sur les connaissances des experts et scientifiques ainsi que sur l'expérience des gestionnaires. (Cf. Annexe 1 – Description du projet)

I.2 Objectifs

La présente étude vise à fournir un état des lieux des connaissances à l'échelle de la façade méditerranéenne sur l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150* « Lagunes côtières » et d'utiliser l'expérience locale pour alimenter le travail d'élaboration d'une méthode d'évaluation de l'état de conservation de cet habitat à l'échelle du site Natura 2000 mené par le MNHN.

La mise en œuvre de la méthode sera à la charge de chaque gestionnaire. A ce titre, le protocole se doit d'être applicable avec des moyens à la disposition de tous, et ne pas nécessiter de compétences humaines et techniques inaccessibles. L'intégration de travaux issus d'autres programmes (suivis DCE par exemple) est fondamentale et permettra de s'appuyer sur des éléments forts, éprouvés et validés, et souvent déjà utilisés par les structures.

Le présent travail consiste à mettre au point une grille d'indicateurs qui traduisent objectivement l'état de conservation des lagunes, tout en étant simple d'utilisation et de calcul (pour une accessibilité à tous les gestionnaires). Cette méthode doit être applicable à toutes les lagunes méditerranéennes françaises.

La démarche engagée a plusieurs objectifs :

- Appui au rendu national, à l'échelle biogéographique
- Homogénéisation de l'évaluation de l'état de conservation de cet habitat à l'échelle d'un site Natura 2000
- Qualifier la gestion de la lagune dans un site Natura 2000

II Matériels et méthodes

II.1 Définition de l'état de conservation

L'état de conservation d'un habitat naturel est défini à l'article premier (point e) de la DHFF (Communauté Européenne 1992) comme *"l'effet de l'ensemble des influences agissant sur un habitat naturel ainsi que 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 visé à l'article 2"*.

Cette définition fait référence d'un point de vue législatif, et toute démarche entreprise dans ce document s'y reporte. L'article 1 (point e) de la DHFF précise que :

"L'état de conservation est jugé comme "favorable" lorsque :

- son aire de répartition ainsi que les superficies qu'il couvre au sein de cette aire sont stables ou en extension,*
- et*
- la structure et les fonctions spécifiques nécessaires à son maintien à long terme existent et sont susceptibles de perdurer dans un avenir prévisible,*
- et*
- l'état de conservation des espèces qui lui sont **typiques** est favorable au sens du point i."*

Le dernier point renvoie à un aspect de sa composition spécifique. La notion d'espèce typique n'est pas définie clairement dans les textes européens. L'état de conservation d'une espèce (point i) correspond à *"l'ensemble des influences qui, agissant sur l'espèce, peuvent affecter à long terme la répartition et l'importance de ses populations sur le territoire [européen des états membres]. Celui-ci sera considéré comme favorable lorsque :*

- les données relatives à la dynamique de la population de l'espèce en question indiquent que cette espèce continue et est susceptible de continuer à long terme à constituer un élément **viable** des habitats naturels auxquels elle appartient,*
- et*
- l'aire de répartition naturelle de l'espèce ne diminue ni ne risque de diminuer dans un avenir prévisible,*
- et*
- il existe et il continuera probablement **d'exister un habitat** suffisamment étendu pour que ses populations se maintiennent à long terme. "*

L'état de conservation traduit une **probabilité de persistance spatiale et temporelle** de la composition, des structures et des fonctions d'un écosystème. Ainsi, ce document tente de mettre en place des indicateurs qui mesurent des éléments traduisant une ou plusieurs de ces trois dimensions.

Etat objectif et état de référence

L'évaluation de l'état de conservation induit une comparaison entre un état observé et une référence définie : cette question est récurrente dans les méthodologies publiées (Carnino 2009; Maciejewski 2012a). Le MNHN a introduit la notion **d'état objectif**, qui se définit comme l'état vers lequel l'écosystème doit tendre pour être considéré en « bon état de conservation », et donc avoir une probabilité de persistance la plus élevée possible. Pour les lagunes, la définition d'un « état objectif » peut s'avérer particulièrement complexe, en raison d'une absence de zone dénuée d'impact humain (Soria Garcia & Sahuquilo Llinares 2009). Le choix de se baser sur une lagune hypothétique « parfaite », en extrapolant tous les indicateurs de l'état de conservation, paraît peu souhaitable, en raison des connaissances partielles et de la difficulté de généraliser une situation à des contextes très différents.

Si aucune lagune méditerranéenne française n'est exempte de tout impact nuisant à son état de conservation, certaines zones présentent des compartiments de l'écosystème (par exemple des herbiers, berges, un grau, etc.) très peu dégradés. Ces éléments ont été recensés avec les questionnaires et servent de base à l'élaboration des seuils définissant un « **état de référence** », correspondant au passage d'un état bon à un état dégradé.

II.2 Etat de l'Art, programmes existants et retour d'expériences

La mise en place de la politique Natura 2000, à l'échelle européenne, a amené les pays signataires à faire face aux mêmes questions. Si la retranscription de la directive européenne en droit national diffère selon les pays, la nécessité « d'assurer la surveillance de l'état de conservation des habitats » à l'échelle biogéographique est commune (article 11 de la DHFF).

En France, le Muséum National d'Histoire Naturelle a déjà rédigé plusieurs méthodologies à l'échelle du site Natura 2000 concernant des habitats d'intérêt communautaire, tels que les forêts (Carnino 2009), les habitats marins côtiers (Lepareur 2011), les dunes (Goffe 2011) ou les prairies (Maciejewski 2012a). Ces méthodologies nationales sont soumises à des évolutions constantes et pourraient être susceptibles de devenir à terme les références françaises. Le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon (CEN L-R) a également engagé de nombreuses démarches concernant l'état de

conservation de différents habitats, notamment en partenariat avec le Parc National des Cévennes, ou à l'échelle de la Lozère (CEN L-R 2007, 2011, Kleszczewski *et al.* 2010).

Concernant l'habitat « 1150* : Lagunes côtières », plusieurs pays ont déjà mis en place des démarches d'évaluation de l'état de conservation normalisées. Sur la façade méditerranéenne, c'est l'Espagne (Soria Garcia & Sahuquilo Llinares 2009) qui, à notre connaissance, a mis en place la démarche la plus aboutie. Pour la France, plusieurs gestionnaires de sites Natura 2000 incluant une lagune côtière ont mené des démarches visant à qualifier l'état de conservation des herbiers de magnoliophytes (sites de Berre, Thau et Salses-Leucate), qui constituent des éléments importants de l'état de conservation de la lagune.

Les lagunes sont également soumises à la **Directive Cadre sur l'Eau**. Cette directive européenne, adoptée en 2000, impose aux états signataires d'amener tous leurs milieux aquatiques vers le « bon état écologique ». Cet état écologique se décompose en un bon état biologique et un bon état chimique. Pour arriver à cela, un réseau de suivi a été mis en place, ainsi que des sites de référence. Ces objectifs sont donc proches de ceux visés par la Directive Habitat, c'est pourquoi une articulation entre les différents projets est envisagée plus loin.

La première étape du travail fut d'élaborer une grille d'indicateurs la plus complète possible, afin de pouvoir par la suite sélectionner les plus pertinents.

La mise au point d'une liste d'indicateurs s'est faite en deux temps :

- une **synthèse** du plus grand nombre d'indicateurs disponibles, afin d'avoir une vision large des différentes voies d'évaluation de l'état de conservation. Ceux-ci sont issus :
 - des suivis mis en place dans différents programmes en cours sur les lagunes méditerranéennes (DCE, RSL, etc.).
 - de la bibliographie, qu'elle soit issue de travaux scientifiques publiés, ou de démarches mises en place au niveau national ou régional par des organismes scientifiques et/ou techniques (CEN L-R, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).
 - des démarches des gestionnaires. Le retour d'expérience s'est effectué grâce à un questionnaire.

Ces différentes sources sont détaillées ci-dessous.

- une **sélection** des indicateurs les plus pertinents par le groupe de travail.

II.2.a Programmes existants

Un aspect important du projet tient dans l'articulation entre la méthodologie développée et les différents programmes en cours sur les lagunes.

Des programmes ayant trait à l'étude des lagunes en méditerranée française ont été mis en place depuis de nombreuses années. Parmi eux, certains portent sur la qualification de l'état écologique des lagunes. Bien que l'angle d'approche soit différent selon l'échelle et la zone concernée (la masse d'eau, la zone humide, ou l'écosystème lagunaire dans son intégralité), chaque programme apporte des réponses qu'il est nécessaire d'étudier. De plus, l'ancienneté de ces démarches a permis d'élaborer des outils pertinents, dont il faut tenir compte pour mettre en place une démarche cohérente et réalisable. Trois programmes sont détaillés ci-dessous.

La **Directive Cadre sur l'Eau (DCE)** est une directive européenne qui cherche à harmoniser la gestion des eaux à l'échelle européenne, en assurant une cohérence législative. Elle se décline à l'échelle des grands bassins hydrographiques et fixe des objectifs de préservation et de restauration des eaux douces et côtières, superficielles et souterraines. Ces démarches s'inscrivent dans le cadre d'une gestion durable de la ressource en eau.

Les lagunes, masses d'eau de transition, sont évaluées selon un état biologique et un état chimique :

- un état biologique est évalué à partir de 4 indicateurs (phytoplancton ; macrophytes ; macrofaune benthique de substrat meuble ; ichtyofaune). La note conduit à 5 classes d'état biologique (très bon ; bon ; moyen ; médiocre ; mauvais).
- un état chimique à partir de 41 substances de référence. La note conduit à deux classes d'état (respect ou non respect des normes).

D'autres éléments sont en cours d'élaboration, notamment en vue de qualifier le fonctionnement hydrologique des lagunes.

L'objectif de ces suivis est de créer des cartes permettant d'évaluer « l'état écologique » de ces masses d'eau, ainsi que les éléments affectant/dégradant cet état.

A noter, les lagunes au sens « DCE » sont définies comme masses d'eau de transition qui ne concernent que les lagunes permanentes. Les masses d'eau temporaires ne sont en conséquence pas prises en compte dans les suivis de la DCE.

Le **Réseau de Suivi Lagunaire (RSL)** est un programme mis en place au début des années 2000 par la Région Languedoc-Roussillon, en association avec l'Agence de l'eau RM&C (partenaire financier), l'Ifremer (appui scientifique) et le Cépralmar (appui technique). Le RSL assure le suivi opérationnel de la qualité des eaux des étangs littoraux en région Languedoc-Roussillon vis-à-vis de leur eutrophisation. Le RSL apporte un appui scientifique et technique aux gestionnaires pour définir les

mesures de gestion nécessaires à l'amélioration ou à la préservation de la qualité des lagunes du Languedoc-Roussillon.

La mise en place de ce réseau de suivi se décline en trois niveaux :

- un diagnostic complet tous les 6 ans (étude du phytoplancton, des macrophytes, des sédiments, de la macrofaune)
- un diagnostic simplifié, tous les 3 ans (macrophytes)
- un diagnostic de la colonne d'eau, mis en place de manière variable (un état des lieux complet tous les trois ans, des suivis annuels sur certaines lagunes). Différents éléments sont mesurés (salinité, turbidité, oxygène dissout, nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, chlorophylle a et phéopigments, azote total, phosphore total)

Le programme **RhoMéO**, qui se met en place actuellement, vise à développer des outils d'évaluation de l'état des zones humides à l'échelle du Bassin Rhône-Méditerranée, afin de construire les bases d'un Observatoire de l'état des zones humides du bassin.

Il s'emploie notamment à structurer des protocoles de suivis de l'évolution de l'état des zones humides sur des bases biologiques déclinables à l'ensemble des gestionnaires des zones humides et pouvant également servir à l'évaluation des politiques publiques de l'eau et à d'autres politiques (DH, DO, ENS, RNR, TVB). La typologie des zones humides retenue par ce programme est celle du SDAGE. Ainsi, les régions Languedoc-Roussillon et PACA ont travaillé sur les zones humides du type SDAGE « marais littoraux », dans lequel s'insèrent les lagunes temporaires.

Les données produites dans le cadre de ces programmes (principalement la DCE) ont été recueillies sur plusieurs sites, afin de pouvoir produire une évaluation complète.

II.2.b Bibliographie scientifique

Des recherches ont été effectuées sur différents moteurs de recherche scientifique (Web of Science ; Science direct) ainsi que sur Google scholar. Les mots clés sont :

- Français : lagune, côtière, méditerranéenne, état de conservation, Natura 2000, directive habitat, directive cadre sur l'eau, plantes, benthos, etc.
- Anglais : lagoon, coastal, mediterranean, conservation status, Natura 2000, habitat directive, water framework directive, plant, vegetal, bentic, etc.

Sur la façade méditerranéenne, c'est l'Espagne (Soria Garcia & Sahuquilo Llinares 2009) qui, à notre connaissance, a mis en place la démarche la plus aboutie.

II.2.c Retour d'expérience des gestionnaires

La question de l'état de conservation des lagunes a été traitée par de nombreux gestionnaires, notamment dans les Documents d'objectifs Natura 2000. L'absence de cadre a généré des situations très diverses : les méthodologies d'évaluation s'échelonnent du « dire d'expert » aux méthodologies scientifiques les plus détaillées. Un questionnaire a été diffusé pour recueillir les expériences des gestionnaires. (Cf. Annexe 2 – Rapport sur le retour d'expérience des opérateurs Natura 2000)

Différentes méthodes ont été mises en place, qui peuvent être réparties en trois groupes :

- les méthodologies « à dire d'expert » (Bagnas, Petite Camargue, Salins d'Hyères) où l'évaluation a été réalisée de manière globale à l'échelle du site.
- les grilles mises en place pour l'étang de l'Or et l'étang de La Palme. Celles-ci regroupent des indicateurs de l'état de conservation par critère, selon des grilles relativement similaires. La valeur accordée à chaque indicateur est évaluée à dire d'expert, ou avec l'appui de protocoles existants (RSL, DCE, etc.).
- les méthodologies d'évaluation de l'état de conservation des herbiers de magnoliophytes, développés sur l'étang de Thau, de Salses-Leucate et de Berre. Les herbiers étant considérés comme des éléments structurant la biodiversité dans les lagunes, leur état est censé traduire l'état de conservation de l'étang. Les mesures peuvent se scinder en deux axes : le suivi de l'évolution surfacique de l'herbier (cartographie fine) et des quadrats ou transects pour lesquels sont mesurés des indicateurs (taux d'épiphytisme, nombre de tiges, densité foliaire, etc.) de la vitalité de l'herbier.

II.2.d Consultation des experts & contribution du groupe de travail

Un groupe de travail regroupant l'ensemble des partenaires techniques et scientifiques concernés par les lagunes méditerranéennes (CEN L-R, Tour du Valat, OEC, DREAL, MNHN, opérateurs Natura 2000, gestionnaires, experts techniques et scientifiques - Ifremer, Université Montpellier 2, Ecosym, Isem, Cefe, CBNMed, Agence de l'Eau, Ceparlmar...) a été constitué. Les membres apportent leur expertise et expérience en matière de connaissance de l'habitat « 1150* Lagunes côtières » et d'évaluation de son état de conservation. Des partenaires concernés par des projets connexes peuvent être associés au groupe de travail. (Cf. Annexe 3 – Liste des membres du groupe de travail)

La consultation a été organisée selon différents axes :

- la diffusion d'un questionnaire à l'ensemble des gestionnaires, qui visait à rassembler les expériences individuelles menées par des organismes ayant une connaissance approfondie de ces écosystèmes. (Cf. Annexe 2 – Rapport sur le retour d'expérience des opérateurs Natura 2000)

- la mise en place de réunions de travail tout au long de l'année. Ces réunions ont structuré le projet, puisque chacune a permis de valider le travail réalisé, et de fixer les différents axes de travail. (Cf. Annexe 4 – Comptes-rendus des groupes de travail)
 - GT n°1 le 06/04/12 ; GT n°2 le 09/05/12 ; GT terrain le 12/06/12 ; GT n°3 le 21/09/12
 - Cotech les 12/03/12 et 03/09/12
 - GT restreint le 10/12/12
- des rencontres ponctuelles avec des experts, afin de travailler sur des questions précises. (Cf. Annexe 5 – Compte-rendu des entretiens individuels)
- la réalisation de fiches par indicateurs en ligne, permettant de recueillir la participation de chacun des acteurs du projet. (Cf. Annexe 6 – Fiches indicateurs version de travail)

II.3 Collecte de données

Afin de pouvoir tester la faisabilité de la méthode, ainsi que la pertinence des indicateurs, plusieurs jeux de données ont été élaborés. Ceux-ci proviennent soit d'une campagne de terrain, soit de données recueillies par des partenaires.

La phase de terrain a permis de tester les indicateurs nouvellement développés, pour lesquels aucune donnée n'était disponible. Un panel de lagunes représentatif de différentes situations a été retenu à dire d'expert : il comprend la lagune temporaire de Villeneuve-lès-Maguelone pour l'indicateur « macrophytes » en lagune temporaire, et les lagunes permanentes de Canet et Leucate pour l'indicateur « intégrité des berges ». Les mesures ont été réalisées de mai à juillet 2012. (Cf. Annexe 7 – Données terrain macrophytes en lagune temporaire)

III Résultats

III.1 Définition et typologie de l'habitat

III.1.a Les lagunes, une entité à contour variable

Les lagunes désignent communément des retenues d'eau salées à saumâtres, séparées de la mer par une bande de terre comportant (ou non) des voies d'eau (dénommées « graus » dans le sud de la France). Cette définition, très intégrative, englobe de très nombreux écosystèmes, dont la perception peut être extrêmement variable selon l'interprétation que chacun en fait. En effet, si certains scientifiques se limitent aux pièces d'eau salées peu profondes en communication directe avec la mer (comm. pers. Crivelli, 2012), ce n'est pas le cas de tous (Oliver 2005).

En effet, la définition retenue dans le cadre de la DCE comme masse d'eau de transition est celle de Kjerfve (1994) : des écosystèmes marins ou saumâtres, caractérisés par une faible profondeur et séparés de la mer par un cordon littoral de sable et de galet (le lido). Nommés localement « étangs », ces milieux côtiers possèdent des communications souvent réduites avec la mer (appelées « graus »), pouvant être permanentes ou temporaires.

En région méditerranéenne, ces écosystèmes présentent des faciès très différents (Bensettiti *et al.* 2004). Les communautés vivantes, l'hydrologie, la physionomie et la géomorphologie de chaque bassin sont diversifiées, ce qui confère à chaque lagune un caractère particulier. Cela accentue encore les problèmes de définition des limites, tant conceptuelles que spatiales.

III.1.b La définition européenne de l'habitat 1150*

Il est donc primordial de définir précisément la notion de *lagunes côtières méditerranéennes* au sens de la Directive Habitats Faune Flore (Communauté Européenne 1992), afin d'harmoniser la vision des gestionnaires à l'échelle du bassin méditerranéen, et de fixer des limites spatiales concordantes à cet habitat.

Définition Eur27 : Habitat 1150* « Lagunes côtières » :

Etendues d'eau salée côtières, peu profondes, de salinité et de volume d'eau variable, 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. Sans ou avec une végétation de *Ruppia maritima*, *Zostera*, *Potamogeton* ou *Chara* (CORINE 91: 23.21 ou 23.22).

- "Flads" et "gloes", considérés comme une variété baltique de lagune, sont des petites masses d'eau, en générale peu profondes, plus ou moins délimitées, encore connectées à la mer ou qui ont été très

récemment isolées par l'émergence des terres. Ils sont caractérisés par des roselières bien développées, une végétation submergée luxuriante et différents stades morphologiques et botaniques liés au processus par lequel la mer devient terre.

- Les bassins et étangs de salines peuvent être également considérés comme 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. "Flads" et "gloes" seulement en Finlande et en Suède.

➔ **espèces végétales :** *Callitriche* spp., *Chara canescens*, *C. baltica*, *C. connivens*, *Eleocharis parvula*, *Lamprothamnion papulosum*, *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus baudotii*, *Ruppia maritima*, *Tolypella n. nidifica*.

Dans les "flads" et "gloes" aussi *Chara* spp. (*Chara tomentosa*), *Lemna trisulca*, *Najas marina*, *Phragmites australis*, *Potamogeton* spp., *Stratiotes aloides*, *Typha* spp.

➔ **espèces animales:**

- Cnidaria : *Edwardsia ivelli*
- Polychètes : *Armandia cirrhosa*
- Bryozoa : *Victorella pavida*
- Rotifera : *Brachionus* sp.
- Mollusques : *Abra* sp ; *Murex* sp.
- Crustacés : *Artemia* sp.
- Poissons : *Cyprinus* sp. ; *Mullus barbatus*
- Reptiles : *Testudo* sp.
- Amphibiens : *Hyla* sp.

III.1.c L'interprétation des Cahiers d'Habitats

A la suite de la publication de la première liste des habitats et espèces d'intérêt communautaire prioritaire de la Directive Habitat, le MNHN a publié des Cahiers d'Habitats, visant à clarifier l'interprétation de ces habitats sur le territoire français.

Ceux-ci ont notamment séparé l'entité 1150* en 2 sous types :

- l'habitat 1150*-1 : lagunes en mer à marées (façade atlantique)
- l'habitat 1150*-2 : lagunes méditerranéennes

La principale différence ayant amené cette distinction se situe dans les marées : les écosystèmes atlantiques sont beaucoup plus influencés par ces phénomènes, en raison d'un marnage bien supérieur à celui observé en Méditerranée. Il en résulte un rythme hydrologique bi-journalier marqué, qui est très peu visible sur l'habitat 1150*-2. Si ce rythme existe, il est de moins grande ampleur et souvent masqué par d'autres phénomènes (notamment marées barométriques).

III.1.d Vers une typologie simplifiée des lagunes méditerranéennes

De toute évidence, l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire « 1150*-2 Lagunes méditerranéennes » englobe des écosystèmes à fonctionnements significativement différents : ce code réunit par exemple les lagunes profondes et permanentes (p. ex. étangs de Thau et de Vendres) avec les lagunes très peu profondes, très salées et sèches en été (étang de Pissevaches, Caban, Gourg de Maldormir...), ou encore l'ensemble des anciennes salines qui ne sont plus exploitées (salines de Villeneuve, de Frontignan, de La Palme...). Il est donc rapidement apparu important de scinder cet habitat en sous-ensembles présentant une cohérence écologique, afin de proposer des indicateurs pertinents pour chaque unité.

Après une étude bibliographique, un groupe de travail réservé à cette thématique et la consultation de plusieurs experts, quatre types de lagunes ont été définis. (Cf. Annexe 8 – Rapport sur la typologie des lagunes)

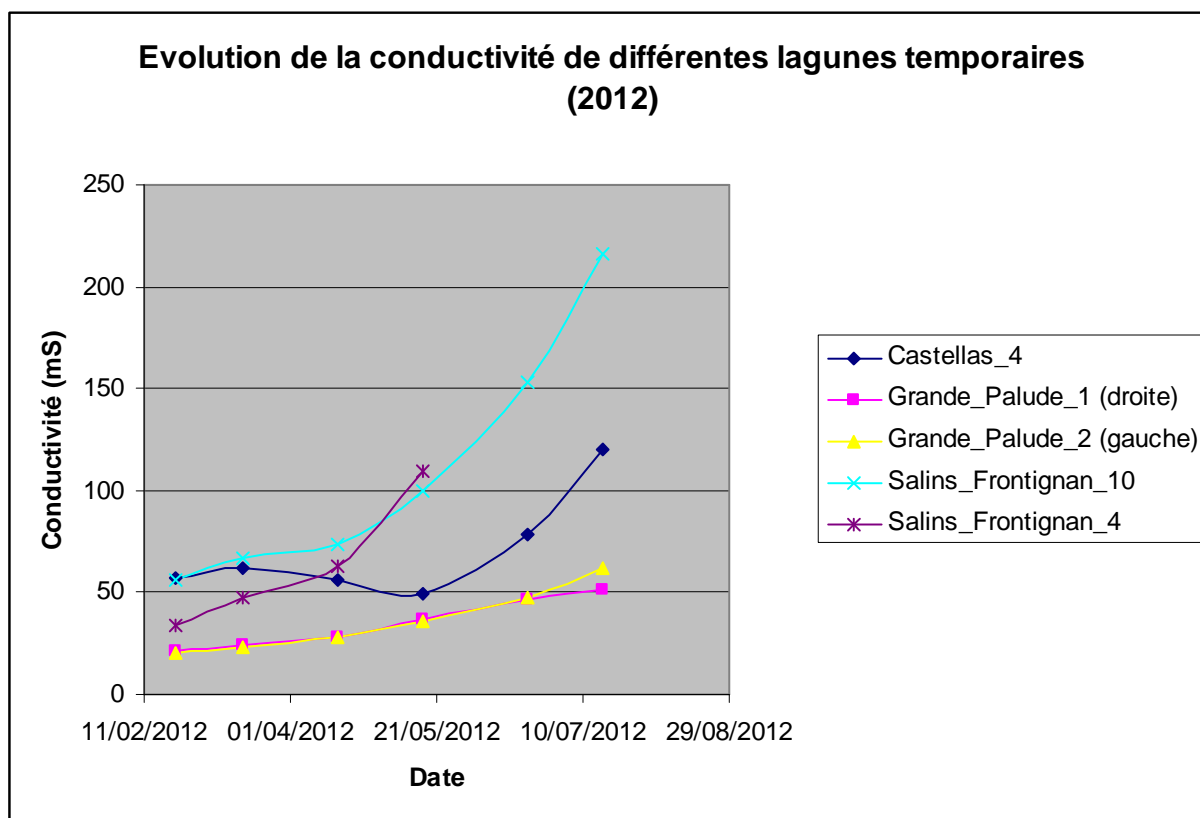
Celles-ci sont séparées sur les bases de leur fonctionnement hydrologique (la mise en eau) et de leur niveau de salinité. Le tableau ci-dessous synthétise les différentes situations existantes.

		Salinité	
		élevée	faible
Mise en eau	Temporaire	Lagune temporaire à salinité élevée	Lagune temporaire peu salée
	Permanente	Lagune permanente marinisée	Lagune permanente peu salée

Tableau 1 : présentation des 4 types de lagune

- **les lagunes temporaires** : ce sont des écosystèmes qui présentent la particularité de s'exonder durant les mois d'été, pour se remplir de nouveau dès les pluies d'automne. La salinité augmente graduellement d'un taux faible en début d'hiver (en raison de l'apport d'eau douce des pluies) jusqu'à l'assec. La charge en sel rapportée au volume d'eau de la pièce d'eau permet de séparer deux situations :
 - o **les lagunes temporaires à salinité élevée**
Exemple : les Salins de Frontignan (34)
 - o **les lagunes temporaires peu salées**
Exemple : le marais de la Grande Palude (34)

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la conductivité de 5 pièces qualifiées de lagune temporaire (CEN L-R & EE 2012).



Les sites Castellás 4, Salins de Frontignan 10 et 4 sont considérés comme des lagunes temporaires salées. Les sites de la Grande Palude 1 & 2 sont des lagunes temporaires peu salées.

- **les lagunes permanentes marinisées** sont des écosystèmes qui ne présentent pas d'assèchement durant l'été, malgré des variations de niveau d'eau. La salinité varie au cours de l'année (en présentant un spectre moins large que les précédentes) et se rapproche de celle de la mer, de polyhaline (18 à <30‰) à euhaline (30 à <40‰).

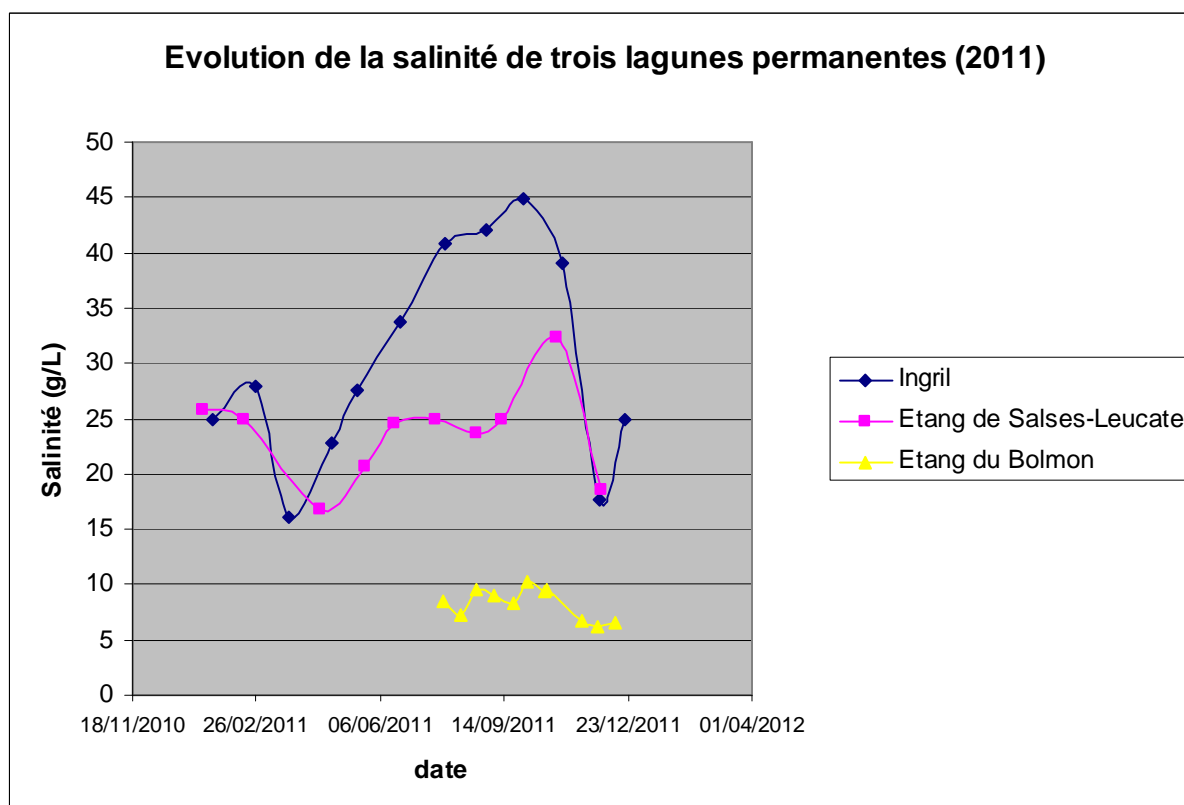
Exemple : l'étang d'Ingril (34), l'étang de Thau (34), l'étang de Leucate (11-66)

- **les lagunes permanentes peu salées** sont des pièces d'eau ne s'asséchant jamais, dont la salinité est oligohaline (0.5 à <5‰) ou mésohaline (5 à <18‰).

Exemple : l'étang de Bolmon (13)

Le graphique ci-dessous permet de séparer les lagunes permanentes (données FILMED¹) :

¹ Le Forum Interrégional des Lagunes Méditerranéennes (FILMED¹), coordonné par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes, est un réseau actuellement composé de 18 structures de gestion des lagunes de Languedoc-Roussillon et de Provence-Alpes-Côte d'Azur, qui réalisent le suivi physico-chimique de leur étang (ou complexe d'étangs) sur la base d'un protocole scientifique commun. Ce suivi permet d'apporter des interprétations sur l'évolution saisonnière de paramètres, notamment la salinité et la température, en milieu lagunaire et d'aider à la compréhension du fonctionnement global de ces milieux. Pour en savoir plus sur le FILMED : <http://www.pole-lagunes.org/en-action/suivi-des-milieux-lagunaires/filmed>



L'étang du Bolmon est une lagune permanente peu salée, alors que les étangs d'Ingril et de Leucate sont des lagunes permanentes marinisées.

A noter : Le type de lagune, autrement dit l'**état de référence** de chaque lagune, qu'il soit temporaire salé, temporaire peu salé, permanent marinisé ou peu salé, est fondamental pour l'évaluation de l'état de conservation de la pièce d'eau. Il doit être défini avant l'application de la méthode, sur la base des connaissances locales et historique de la lagune. En effet, une modification du système hydrologique provoque de profonds changements dans le fonctionnement de l'écosystème. Cette phase doit se dérouler préalablement au choix de la grille d'indicateurs.

Exemple : le cas répandu de la mise en eau douce permanente d'une lagune temporaire provoque une disparition des organismes caractéristiques de ces milieux. L'indicateur « hydrologie de la lagune » se trouve alors directement impacté. La pièce d'eau dans ce cas, ne doit pas être évaluée comme une lagune permanente peu salée, mais comme une lagune temporaire au fonctionnement hydrologique perturbé.

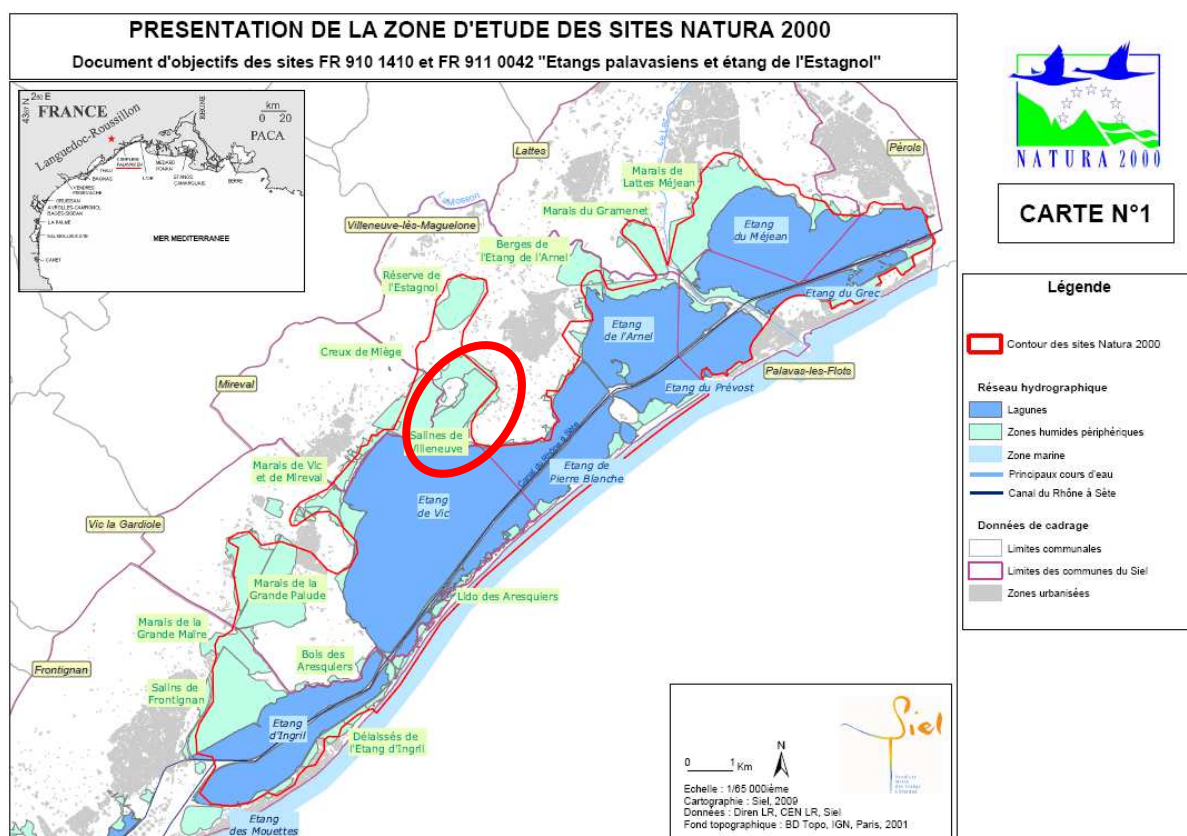
III.2 Echelle et périodicité d'évaluation de l'état de conservation

L'histoire complexe des ensembles lagunaires a abouti à la formation de zones plus ou moins fragmentées, notamment en périphérie des grandes pièces d'eau. Ce phénomène est particulièrement visible lorsque des lagunes (temporaires ou non) ont été converties en salines. Aussi, l'évaluation de l'état de conservation est dépendante de l'échelle de perception du milieu : c'est un élément fondamental de la méthode, qui doit être clair et partagé pour assurer des suivis homogènes pour le bassin méditerranéen.

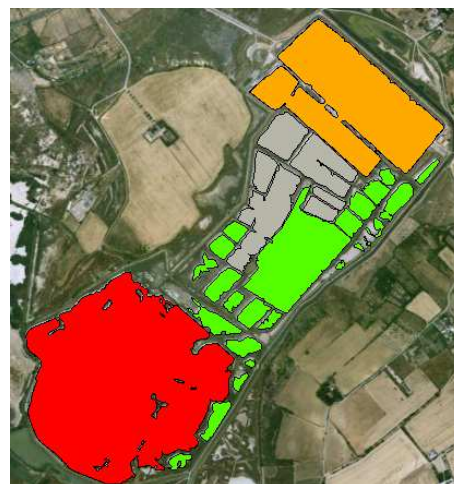
- L'échelle de la **pièce d'eau** correspond à une surface en eau, entourée d'une berge de manière continue ou quasi continue. C'est l'échelle de l'unité de gestion.
- L'échelle de l'**unité hydrologique** correspond à une ou plusieurs pièces d'eau dont l'hydrologie évolue de manière interdépendante.
- L'échelle du **sous-site Natura 2000** désigne un sous-ensemble d'un site Natura 2000, qui peut être composé d'une ou plusieurs unités hydrologiques.
- L'échelle du **site Natura 2000** constitue une échelle administrative, et regroupe l'ensemble des pièces d'eau correspondant à l'habitat 1150* d'un site Natura 2000.

Afin de clarifier ces différentes notions, ces échelles sont explicitées par l'exemple du Site Natura 2000 des étangs Palavasiens :

- le **site Natura 2000** : l'ensemble des étangs Palavasiens (Ingril, Méjean, Salins de Frontignan, etc.)



- le **sous-site Natura 2000** : les Salines de Villeneuve-lès-Maguelone,
- le sous-site des Salines de Villeneuve est divisé en 3 **unités hydrologiques** : le cristalliseur (en orange), le partènement intérieur (en vert et gris) et le partènement extérieur (en rouge),
- chaque partènement est composé de nombreuses **pièces d'eau**.



L'échelle d'évaluation de l'état de conservation retenue pour ce travail est celui de la pièce d'eau. Ce choix s'est fait pour différentes raisons :

- la transition entre pièces d'eau étant **discrète** (non continue), l'état de conservation d'une pièce d'eau ne peut pas permettre de déduire l'état de la pièce d'eau contiguë,
- la pièce d'eau constitue **l'échelle de gestion** opérationnelle des sites lagunaires. La finesse des analyses permet de créer un véritable lien entre les résultats des indicateurs et les mesures de gestion,
- de l'avis des gestionnaires, cela constitue un niveau d'évaluation réalisable sur le terrain.

A noter : La méthode a été développée afin d'évaluer l'état de conservation de **l'ensemble d'un système lagunaire** ; or, dans le cas de certains sites Natura 2000, une partie de l'habitat « lagune côtière » est exclue du Docob. Celle-ci doit tout de même être intégrée à l'évaluation en raison de l'interdépendance des éléments de l'écosystème : si un grau, transformé en port, n'était pas mis en évidence pour son dysfonctionnement et son impact sur l'écosystème, ce serait l'ensemble de l'évaluation qui s'en trouverait biaisée.

La périodicité des relevés d'indicateurs est laissée à l'appréciation du gestionnaire. En effet, le rythme de rapportage biogéographique ne s'impose pas à l'évaluation à l'échelle du site qui est destinée à éclairer l'opérateur sur ses choix de gestion et à déclencher une éventuelle révision du Docob. Par ailleurs, certains indicateurs sont issus de suivis spécifiques (DCE, ...) réalisés à des périodicités différentes.

III.3 Grilles d'évaluation de l'état de conservation

III.3.a Structuration et organisation de la grille en paramètres

La proposition de structuration est issue des éléments de cadrage donnés par la DHFF, ainsi que des travaux du MNHN sur les autres types d'habitats et des discussions issues du groupe de travail.

La démarche d'évaluation de l'état de conservation passe par la mise en place d'une « grille d'indicateurs » (par exemple: CEN L-R 2007, Krause *et al.* (s.a.), Carnino 2009; Kleszczewski *et al.* 2010; CEN L-R 2011; Maciejewski 2012a). Celle-ci structure les indicateurs par critères évalués, qui eux-mêmes se rapportent au paramètre étudié.

- Le paramètre « **aire de répartition** » n'a de sens qu'à l'échelle biogéographique et n'est pas retenu pour la méthode à l'échelle des sites Natura 2000.
- Le paramètre « **surface** » est retenu.
- Le paramètre « **structure & fonctions** » est retenu. La notion d'espèces typiques est comprise dans les critères de composition, eux-mêmes inclus dans ce paramètre.
- Les paramètres « **altération ou atteinte** » et « **pression** » sont des paramètres explicatifs de l'état de conservation. Il convient de différencier les indicateurs d'état des indicateurs de pression pour ne pas faire doublon. Pression et état de conservation pouvant être corrélés, il est important de les séparer pour ne pas doubler certains indicateurs dans la note d'évaluation de l'état de conservation.
- Le paramètre « **perspectives futures** » issu de la DHFF fait référence à la notion de tendance d'évolution des indicateurs et a fortiori de l'état de conservation de l'habitat Lagune côtière. Cette notion est jugée importante à prendre en compte mais n'est pas considérée comme constitutive de l'état de conservation proprement dit.

L'état de conservation proprement dit est évalué par des indicateurs qui doivent traduire un état écologique de l'habitat 1150* -2 « Lagunes méditerranéennes » et correspondent aux paramètres « surface » et « structure et fonctions ».

Les indicateurs traduisant les pressions s'exerçant sur l'habitat 1150* -2 « Lagunes méditerranéennes » et expliquant son état de conservation seront à traiter à part. Ce sont des éléments qui donnent des arguments pour expliquer l'atteinte ou non de l'objectif de bon état de conservation et peuvent donner des indications sur les mesures à prendre.

III.3.b Elaboration de la liste d'indicateurs par critères d'évaluation

Au préalable, les qualités requises par les indicateurs pour retranscrire correctement l'état de conservation sont hiérarchisées comme suit :

- **Pertinence** : l'indicateur révèle une partie de l'état de conservation
Rq : pas nécessairement de lien avec des actions de gestion réalisables
- **Valeur scientifique** : l'indicateur est fondé sur un phénomène écologique connu et documenté
- **Reproductibilité**, l'indicateur permet un suivi diachronique et synchronique
Rq : cette qualité est ajoutée lors du groupe de travail
- **Faisabilité** : prise en compte des moyens techniques, humains et financiers
- **Universalité** : applicable dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'habitat concerné
Rq : prendre en compte les spécificités Corse et celles propres à chaque type de lagune le cas échéant
- **Compréhension** : l'indicateur est accessible aux non-initiés,
Rq : nécessité d'une communication pour une appropriation et un partage avec les acteurs
- **Réactivité** : l'indicateur traduit les modifications du milieu de manière rapide, afin de ne pas masquer les tendances.
Rq : les indicateurs ne doivent pas varier trop rapidement dans le temps, sous peine de ne pas être interprétables en raison de trop fortes variations intra-annuelles caractéristiques de l'habitat « Lagunes méditerranéennes ». Certains indicateurs doivent révéler un état résultant d'une pression à moyen et long terme.

NB : Il est important de pouvoir resituer la lagune dans son histoire pour aider à l'interprétation des indicateurs.

Afin d'assurer la cohérence entre les deux directives européennes, « Habitats Faune Flore » et « Directive Cadre sur l'Eau », la structuration des critères d'évaluation de la grille suit celle mise en place pour les lagunes étudiées pour la DCE.

La liste initiale comportait près d'une trentaine d'indicateurs. Les comptes-rendus des groupes de travail successifs (Cf. annexe 4) reprennent les justifications de l'abandon de certains indicateurs. Ces indicateurs n'ont pas été retenus principalement pour des causes de disponibilité de la donnée et de pertinence de l'indicateur pour renseigner l'état de conservation de l'habitat.

Les indicateurs ne s'appliquent pas sur l'ensemble des quatre types de pièce d'eau : le domaine de chaque indicateur est spécifié dans les quatre colonnes de droite (tableau 2).

			Lagune permanente		Lagune temporaire		
Paramètre	Critère		Indicateur	Marinisée	Peu salée	Salée	Peu salée
Surface	Surface couverte par l'habitat		1. Evolution de la surface	✓	✓	✓	✓
Structure et fonctions	Biologie	Flore	2. Macrophytes	✓	✓	✓	✓
			3. Surface des herbiers	✓	✓		
			4. Espèces végétales exotiques envahissantes	✓	✓	✓	✓
		Faune	5. Invertébrés benthiques	✓	✓		
			6. Espèces animales exotiques envahissantes	✓	✓	✓	✓
			Fonctionnement hydro-morphologique		7. Liaison à la mer	✓	✓
	8. Intégrité des berges	✓			✓	✓	✓
	9. Fonctionnement hydrologique	✓			✓	✓	✓
	Qualité physicochimique et toxique	Colonne d'eau	10. Qualité de la colonne d'eau	✓	✓		
			11. Contaminants chimiques	✓			
		Sédiments	12. Sédiments	✓	✓		

Tableau 2 : organisation des indicateurs

Sauf indication contraire, les indicateurs s'appliquent à l'ensemble des différents types de lagune.

III.3.c Paramètre « Surface »

III.3.c.1 Critère « Surface couverte par l'habitat »

➔ Indicateur surface de la lagune

La perte d'habitat représente la première cause de régression de la biodiversité à l'échelle mondiale (Noss 1996; Hassan *et al.* 2005; Hooper *et al.* 2012). Ainsi, pour qu'un habitat soit déclaré en bon état de conservation, sa surface doit être stable ou en progression.

L'évaluation de la perte de surface est réalisée en comparant une surface observée à une surface de référence. Cette référence est définie par la surface identifiée dans le document d'objectifs, ou si ce n'est pas satisfaisant, par la surface fixée lors de la première évaluation de l'état de conservation, qui doit tenir compte de la surface totale de l'habitat y compris les surfaces de l'habitat non incluses dans le périmètre Natura 2000 (Cf. § III.2.).

L'échelle de la pièce d'eau est indissociable de cette évaluation : en effet, l'hétérogénéité des tailles des bassins ne permet pas de rendre compte des variations fines à l'échelle d'un site.

Deux situations sont à distinguer :

- **les pertes d'origine anthropique.** Elles correspondent aux remblais et drainages. Des seuils très contraignants sont définis.
- **les pertes d'origine naturelle.** Elles correspondent aux dynamiques naturelles qui peuvent favoriser une extension temporaire des écosystèmes adjacents. Des seuils autorisant une marge de variation sont créés.

Cette différenciation permet de sanctionner avec sévérité les impacts humains, tout en laissant une place aux dynamiques naturelles de l'écosystème.

Les données nécessaires à cette évaluation sont recueillies par le gestionnaire, qui peut relever directement ces éléments sur le terrain (dans le cas de faibles surfaces) ou mettre en place un suivi SIG plus détaillé (avec des relevés GPS ou télédétection pour les grandes lagunes).

La prise de décision se fait en comparant le pourcentage de surface perdue par type de perte avec la grille ci-dessous. La note attribuée à l'indicateur correspond à **la situation la plus mauvaise**.

1. Surface	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Perte de surface d'origine anthropique
		Absence de pertes d'origine anthropique
		Perte inférieure ou égale à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte inférieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)
		Perte supérieure à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte supérieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)

	Perte de surface d'origine naturelle
	Perte inférieure ou égale à 1%
	Perte supérieure à 1% et inférieure ou égale à 5%
	Perte supérieure à 5%

Tableau 3 : indicateur surface de la lagune

III.3.d Paramètre « Structure et fonctions »

III.3.d.1 Critère « Biologie : Flore »

➔ Indicateur « Macrophytes »

La flore des lagunes est composée de quelques hydrophytes ainsi que d'un grand nombre d'algues (Borum *et al.* 2004). Ces organismes occupent un rôle structurant au sein de l'écosystème lagunaire, notamment pour les fonctions de production de biomasse, d'oxygène ou la fixation du sédiment. Ainsi, le genre *Ruppia* (avec *R. maritima* et *R. cirrhosa*), bien présent dans les lagunes temporaires notamment, peut représenter une ressource non négligeable pour les canards migrateurs (canards siffleurs...) qui consomment leurs graines (Tallon 1957) et les feuilles (Tamisier *et al.* 1999). Mais l'analyse de la composition et la diversité de ces groupes végétaux fournissent également de précieuses indications sur l'écosystème et son fonctionnement (Borum *et al.* 2004). Les phénomènes d'eutrophisation illustrent parfaitement cela : le déclin des phanérogames, au profit d'une prolifération d'algues vertes nitrophiles, est lié à l'apport excessif dans la pièce d'eau d'éléments nutritifs azotés ou phosphatés (Laugier *et al.* 2006). Ceux-ci peuvent être issus de différentes sources, tels les rejets agricoles ou urbains.

Ainsi, dans le cadre de ce travail, l'indicateur « macrophytes » est décliné selon trois types :

- **Pour les lagunes permanentes marinisées**, l'indicateur « macrophytes » relevé dans le cadre de la DCE est intégré tel quel. Cet indice, largement repris par les gestionnaires, a prouvé sa pertinence scientifique. Il est à noter que les données seront adaptées à l'échelle requise par l'évaluation après vérification de la pertinence statistique de cette adaptation.

La grille de décision est identique à celle utilisée par la DCE.

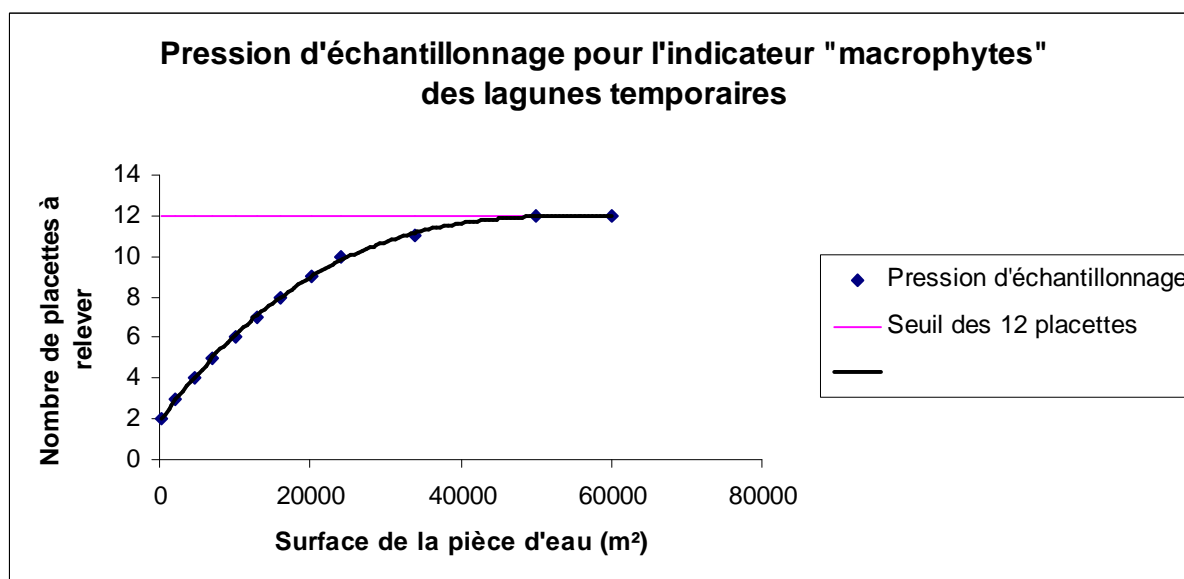
2. Macrophytes	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Indice EQR $\geq 0,8$
		Indice EQR $< 0,8$ et $\geq 0,6$
		Indice EQR $< 0,6$ et $\geq 0,4$
		Indice EQR $< 0,4$ et $\geq 0,2$
		Indice EQR $< 0,2$

Tableau 4 : indicateur macrophytes des lagunes permanentes marinisées

• **Pour les lagunes permanentes peu salées**, l'indicateur « macrophytes » est en cours de développement par la Tour du Valat. Lors de sa mise en place, il sera indexé à la méthode sur la même base que pour les lagunes permanentes marinisées.

• **Pour les lagunes temporaires salées ou peu salées**, l'absence d'étude a conduit à la définition d'un nouvel indicateur. Celui-ci se base sur les travaux du CEN L-R et de la Tour du Valat dans le cadre du référentiel « lagunes » édité par la DIREN Languedoc-Roussillon (DIREN 2007), ainsi que les communications des experts consultés durant le projet. Les lagunes temporaires sont des milieux particuliers, dans lesquels une flore typique se développe (Verhoeven, 1979). Les espèces rencontrées sont surtout constitutives des associations végétales du *Ruppion maritimae* et du *Charion canescentis*. Il s'agit d'associations vernales, composées d'espèces annuelles, des eaux saumâtres, polysaumâtres à salées, peu profondes (< 1m) et temporaires. Ces deux associations sont fréquemment imbriquées. La principale caractéristique des espèces qui les constituent est de germer à des niveaux de salinité faibles (2 à 26g/l environ, optimum à moins de 10g/l) mais de se développer et de fructifier à des taux de salinité croissant graduellement au printemps, par concentration, pour dépasser passagèrement la salinité marine (Cook & Guo, 1990). Elles se caractérisent encore par leur capacité à entrer en dormance sur de longues périodes, sous forme de diaspores, pour ne germer que lorsque les conditions d'inondation du milieu sont favorables (comm. pers. J.B. Mouronval, 2012).

L'évaluation du cortège floristique se fait par plusieurs relevés (cercle de 2m de diamètre) pour lesquels on dresse la liste des espèces hydrophytes enracinées et des algues, ainsi que leur recouvrement respectif. La pression d'échantillonnage par pièce d'eau est définie par le graphique ci-dessous (Graphique 1).



Graphique 1 : pression d'échantillonnage pour l'indicateur macrophyte en lagune temporaire

Les placettes sont ensuite réparties sur une grille, avec la possibilité de replacer 1/3 dans des zones d'herbier si aucune placette n'inventorie une végétation.

Les relevés permettent ensuite de remplir le tableau ci-dessous (tableau 5), en évaluant le recouvrement de chaque catégorie (flore de référence et de « non référence ») par la moyenne des recouvrements des relevés par placettes. Les groupes d'espèces sont présentés dans le tableau 6. **Il est important de noter qu'avec un développement de la flore nul ou quasi nul, cet indicateur ne s'applique pas. Cela signifie qu'une absence de flore ne traduit pas directement un mauvais état de conservation.**

2. Macrophytes	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Flore indicatrice d'une dégradation rare ou absente
		Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant moins de 10% ou 10 % de la pièce d'eau
		Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant plus de 10% de la pièce d'eau

Tableau 5 : indicateur macrophytes pour les lagunes temporaires

Deux groupes floristiques ont été constitués pour chacun des sous-types de lagunes temporaires défini (flore de référence & indicatrice d'une dégradation).

	Lagune temporaire	
	Salée	Peu salée
Espèces de référence	<i>Ruppia maritima</i> <i>Ruppia cirrhosa</i> <i>Althenia filiformis</i> gr. <i>Tolypella</i> spp.	<i>Ruppia maritima</i> <i>Ruppia cirrhosa</i> <i>Althenia filiformis</i> gr. <i>Ranunculus peltatus</i> / <i>baudotii</i>

	<i>Lamprothamnium papulosum</i> <i>Chara aspera</i> <i>Chara baltica</i> <i>Chara galioides</i> <i>Chara canescens</i> <i>Riella helicophylla</i> Algues rhodophytes (Polysiphonia)	<i>Tolypella spp.</i> <i>Chara aspera</i> <i>Chara baltica</i> <i>Chara galioides</i> <i>Chara canescens</i> <i>Riella helicophylla</i> Algues rhodophytes (Polysiphonia) <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Zannichellia spp.</i>
Espèce indicatrice d'une dégradation	<i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Zannichellia spp.</i> <i>Ranunculus spp.</i> <i>Chara vulgaris</i> <i>Chara globularis</i> <i>Myriophyllum spp.</i> <i>Ceratophyllum spp.</i> <i>Monostroma spp.</i> <i>Ulva spp.</i> <i>Enteromorpha spp.</i>	<i>Myriophyllum spp.</i> <i>Ceratophyllum spp.</i> <i>Monostroma spp.</i> <i>Ulva spp.</i> <i>Enteromorpha spp.</i>

Tableau 6 : liste des espèces de référence et des espèces indiquant une dégradation pour les lagunes temporaires

➔ Indicateur « Surface des herbiers »

Cet indicateur a fait l'objet d'un rapport spécifique dans le cadre d'un stage de Master II (Cf. annexe 9). (Papuga 2012)

Cet indicateur ne s'applique pas aux lagunes temporaires, les herbiers n'étant pas permanents et évoluant au cours de l'année.

Quant aux lagunes permanentes peu salées, il conviendra de tester l'applicabilité sur ces habitats où la visibilité risque de rendre la cartographie délicate.

Plusieurs démarches visant à cartographier les herbiers de phanérogames des lagunes permanentes marinisées ont été menées dans différentes pièces d'eau du bassin méditerranéen français. Les cartes produites, souvent comparées avec des données historiques, ont conduit à envisager un taux de développement effectif de l'herbier, en comparaison à son développement maximal. L'objectif de cet indicateur est de construire un indice traduisant le développement de l'herbier par rapport à son niveau optimal. En effet, s'il est impossible de mesurer le taux de développement de l'herbier nécessaire au maintien de l'écosystème sur le long terme, il est possible de construire une carte de colonisation potentielle en l'absence d'impact humain.

Pour cela, deux cartes sont créées :

- une carte de **la surface colonisée** par l'herbier est créée par des relevés de terrain (à partir d'images issues de photos aériennes ou de prospection en plongée, à pied ou en kayak). Afin de lisser ces contours de façon homogène, une carte **de la surface concernée** par l'herbier est réalisée. Le contour de chaque tache est redessiné avec une précision fixe (les zones dépourvues d'herbier sont cartographiées « sans herbier » à partir d'une taille équivalente à un cercle de diamètre 20 m ; deux herbiers sont considérés comme distincts dès lors qu'ils sont séparés par une bande de 20 m* ayant un recouvrement en phanérogames nul ou inférieur à 5%). La digitalisation s'effectue à une échelle de 1/10000.

*Cette échelle sera précisée lors des retours d'expériences qui permettront de voir si elle est adaptée notamment aux grandes lagunes profondes et/ou turbides.

- une carte **de la surface potentielle**, adaptée à chaque situation locale. Pour cela, il est nécessaire de soustraire à la surface totale de la lagune des « filtres » correspondant à des zones dépourvues d'herbier, afin de délimiter une zone constituant une référence de développement potentiel :

- le filtre de la profondeur, qui définit la profondeur maximale d'installation de l'herbier, grâce à des données actuelles (ex : investigation macrophytes DCE) et passées (données historiques). Cela permet d'éliminer les parties de la pièce d'eau dont la profondeur ne permet pas le développement des phanérogames.

- le filtre historique : des cartographies historiques des herbiers peuvent apporter des éléments sur la répartition des phanérogames à l'échelle d'une pièce d'eau. Des zones naturellement dépourvues d'herbiers peuvent ainsi être exclues de la cartographie potentielle (ex : berge battue par le vent). Il convient cependant de manier ces données avec précaution, en raison de la fréquente imprécision de ces cartes.

- le filtre du substrat : certains substrats ne permettent pas l'installation et le développement d'un herbier (ex : rochers).

- le filtre de stochasticité : certaines zones peuvent être naturellement soumises à de très fortes variations inter-annuelles du développement des herbiers, causées par des variables environnementales (vent, ensoleillement, etc.) indépendantes des pressions humaines. Il convient alors à l'expert de ne pas prendre en compte ces zones, puisque l'interprétation des résultats ne traduirait pas une modification de l'état de conservation de la lagune, mais un aléa climatique.

L'ensemble de ces filtres se superpose afin de former une zone dépourvue d'herbier, qui par contraste va délimiter la surface potentielle de développement de l'herbier.

Le rapport entre la **surface concernée** et la **surface potentielle** permet de calculer un ratio qui donne une note dans la grille ci-dessous.

3. Surface des herbiers	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Rapport $\geq 0,7$ [l'herbier est développé à plus de 70% de son potentiel]
		$0,7 < \text{Rapport} < 0,4$ [l'herbier est développé à plus de 40% de son potentiel]
		Rapport $\leq 0,4$ [l'herbier est développé à moins de 40% de son potentiel]

Tableau 7 : indicateur surface des herbiers

➔ Indicateur « Espèces végétales exotiques envahissantes »

Les espèces exotiques envahissantes constituent une des cinq plus importantes menaces pour la biodiversité à l'échelle mondiale (Van Dyke 2008). Bien qu'aucune espèce végétale ne soit considérée comme « espèce exotique envahissante » dans les lagunes salées par la communauté scientifique, la mise en place d'un indicateur est importante pour des aspects de veille et d'anticipation d'éventuelles futures invasions. De plus, pour les lagunes peu salées, certaines espèces sont à surveiller. Deux listes sont créées :

- une liste grise, reprenant les espèces nécessitant une surveillance (mais ne sont pas prises en compte dans la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat).
- une liste noire, regroupant les espèces à l'impact avéré, sur lesquels l'indicateur s'applique.

Espèces végétales exotiques envahissantes		
Liste noire		Liste grise
Phanérogames	<i>Ludwigia spp.</i>	
	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	
	<i>Paspalum distichum</i>	
	<i>Lemna minuta</i>	
	<i>Heteranthera spp.</i>	
Ptérédiphytes	<i>Azolla filiculoides</i>	
Algues		

Tableau 8 : listes grises et noires des espèces végétales exotiques envahissantes

Cet indicateur vient en complément de l'indicateur « macrophytes ».

La surface de la pièce d'eau colonisée est inventoriée par le gestionnaire. Afin de cibler au mieux le développement de ces espèces, l'opérateur relève deux modalités :

- la surface de la pièce d'eau colonisée par des végétaux listés.
- le linéaire de berges colonisées.

Le ratio colonisé (par l'ensemble des espèces végétales exotiques envahissantes) est transcrit dans le tableau 9 ci-dessous.

4. Espèces végétales exotiques envahissantes	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Moins de 1 % inclus du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante
		Entre 1 et 10 % inclus du linéaire de berge ou de la surface colonisé par une espèce végétale exotique envahissante
		Plus de 10 % du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante

Tableau 9 : indicateur espèces végétales exotiques envahissantes

III.3.d.2 Critère « Biologie : Faune »

➔ Indicateur « Invertébrés benthiques »

Cet indicateur ne s'applique pas sur les lagunes temporaires. La proposition d'étudier les invertébrés (branchiopodes, cladocères, etc.) des lagunes temporaires a été rejetée, pour plusieurs raisons cumulatives :

- une trop grande stochasticité démographique, nécessitant pour un échantillonnage pertinent une pression très forte, augmentant nettement le temps nécessaire à la démarche (et donc son coût).
- un technicité trop grande pour l'identification des espèces.
- le manque de bibliographie mettant en relation des cortèges d'invertébrés avec l'état de conservation du milieu (au sens de la Directive Habitat).

Les invertébrés benthiques sont des organismes qui, de par leur faible mobilité, sont sensibles aux conditions de leur milieu. Ainsi, l'analyse de la composition spécifique des communautés permet d'apporter des éléments sur les conditions du milieu. Sur ce principe, un indice M-AMBI a été développé afin de caractériser l'enrichissement du substrat en lien avec les communautés d'invertébrés benthiques présentes (Muxika *et al.* 2005; Forchino *et al.* 2011). Des liens existent également avec les phénomènes eutrophisation ou d'autres types de pollutions.

Cet indicateur fonctionne pour les lagunes permanentes, et est mis en place dans les sites suivis par la DCE. Il est intégré tel quel dans la méthodologie.

5. Invertébrés benthiques	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Note M AMBI $\geq 0,8$
		Note M AMBI $< 0,8$ et $\geq 0,63$
		Note M AMBI $< 0,63$ et $\geq 0,4$
		Note M AMBI $< 0,4$ et $\geq 0,2$
		Note M AMBI $< 0,2$

Tableau 10 : indicateur invertébrés benthiques

➔ Indicateur « Espèces animales exotiques envahissantes »

Les espèces exotiques envahissantes constituent une des cinq plus importantes menaces pour la biodiversité à l'échelle mondiale (Van Dyke 2008). A une échelle locale, ces phénomènes peuvent modifier profondément les écosystèmes, diminuer leur probabilité de persistance et ainsi altérer leur état de conservation. Pour les lagunes, deux listes ont été définies (voir plus loin) :

- une liste grise, qui rassemble les espèces nécessitant un suivi particulier (mais ne sont pas prises en compte dans la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat).

- une liste noire, comprenant les espèces dont l'impact sur l'état de conservation de l'habitat est avéré. Le seul organisme actuellement retenu est le Cascaïl (*Ficopomatus enigmaticus*), dont la formation de récifs calcaires participe au comblement des pièces d'eau.

Les stations sont inventoriées sur la base des suivis du gestionnaire. Les surfaces et les densités de cascaïl sont recensées, afin d'évaluer spatialement le niveau de développement. Cela peut passer par une phase d'interprétation d'images aériennes avec des vérifications de terrain. Les résultats peuvent être présentés sur une carte : cette démarche peut être utile pour les grandes pièces d'eau. Les surfaces et les densités des massifs par pièce d'eau, l'importance de la localisation et leur impact sur le fonctionnement de l'écosystème participent au choix d'une des trois situations décrites dans le tableau 11 ci-dessous. Il convient de justifier et de conserver les explications relatives à la décision.

Animaux exotiques envahissants des lagunes	
Liste grise	Liste noire
Ragondin (<i>Myocastor coypus</i>)	Cascaïl (<i>Ficopomatus enigmaticus</i>)

6. Espèce animale exotique envahissante (le Cascaïl)	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Le Cascaïl est absent ou très rare sur la pièce d'eau.
		La présence de Cascaïl est avérée, mais son impact s'avère peu significatif sur le fonctionnement de l'écosystème.
		Le Cascaïl est bien représenté sur la pièce d'eau et son développement perturbe le fonctionnement de l'écosystème.

Tableau 11 : indicateur espèce animale exotique envahissante

IV.3.b.3 Critère « Fonctionnement hydromorphologique »

➔ Indicateur « Liaison à la mer »

Le lien avec la mer constitue un élément fondamental du fonctionnement d'une lagune. La libre circulation de l'eau permet son renouvellement, mais ces passages constituent également des portes pour la circulation des poissons (notamment des migrants) et invertébrés.

L'objectif de cet indicateur est de caractériser l'état de conservation de la liaison à la mer des lagunes. Il ne s'applique que pour celles ayant naturellement ce lien : de nombreuses pièces d'eau, caractérisées comme habitat 1150* - « Lagunes méditerranéennes », ne possèdent pas de grau (ex : certaines lagunes temporaires).

Il est ensuite nécessaire de définir si le fonctionnement normal est temporaire ou permanent, afin de pouvoir choisir un fonctionnement de référence.

Afin d'acquérir les données nécessaires, chaque grau est expertisé sous l'angle :

- de son **état** de conservation propre : L'attention est portée sur la nature des berges, le degré d'artificialisation.
- de son **fonctionnement** : le grau joue un rôle fondamental dans le fonctionnement hydrologique ainsi que pour les flux biologiques entre mer et lagune. Ceux-ci seront évalués sur la base des connaissances de l'opérateur, et peuvent nécessiter un suivi détaillé sur une année (mis en regard des années précédentes).

La description du grau permet de définir un nombre de points pour son état d'une part et son fonctionnement d'autre part. Ces points sont additionnés pour calculer la note de l'indicateur. Dans le cas où plusieurs graus existent sur une même pièce d'eau, il convient de faire la moyenne des notes de chaque grau pour obtenir la note globale de l'indicateur.

7. Fonctionnement de la liaison à la mer	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Etat
		Grau naturel : La liaison à la mer n'est pas contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, etc.).
		Grau artificiel : La liaison à la mer existe, mais elle est contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, pont, etc.).
		Le grau est obstrué par différents éléments (remblais, digue en rochers, etc.).
		Fonctionnement
		Le grau se maintient de manière naturelle , sans intervention de l'Homme. Les graus temporaires sont soumis à des dynamiques sédimentaires naturelles, se bouchent et se rouvrent au rythme des perturbations.
		Les dynamiques sédimentaires sont contraintes et nécessitent l'intervention de l'homme : le grau ne fonctionne plus de manière autonome . Les graus permanents nécessitent un dragage. Pour les graus temporaires, les ouvertures et fermetures sont réalisées en tenant compte du fonctionnement de la lagune.
		Le grau n'assure plus sa fonction de lien entre lagune et mer : la liaison à la mer est insignifiante ou n'existe plus; il existe des barrières qui limitent les migrations (ex: filets); le rythme des ouvertures/fermetures est contraint par des activités économiques ou touristiques qui ne tiennent pas compte du fonctionnement naturel de la lagune.

Tableau 12 : indicateur fonctionnement de la liaison à la mer

A noter : La définition du fonctionnement de référence d'un grau va permettre de comparer le fonctionnement actuel avec une référence historique. Il faut définir au préalable si ce grau est temporaire (se ferme et s'ouvre au rythme des crues et entrées maritimes) ou permanent. Il convient

de faire appel à des documents historiques, couplés à une connaissance détaillée du contexte local actuel.

Ex : un grau historiquement permanent qui se comble, en raison d'une modification du bassin versant, ne doit pas être considéré comme un grau temporaire mais comme un grau permanent nécessitant une intervention humaine pour garder un flux d'eau.

➔ Indicateur « Intégrité des berges »

Les écotones sont des zones de transition entre deux écosystèmes, abritant le plus souvent une biodiversité importante (Van Dyke 2008).

Autour des « lagunes méditerranéennes », les berges peuvent jouer le rôle d'écotones et se présentent sous différentes formes. Plusieurs formations végétales peuvent se développer en bordure de lagune (sansouires, roselières, scirpaies, prés salés, etc.) et la transition vers ces milieux constitue des espaces importants pour certaines espèces typiques des lagunes. Cependant, de nombreux aménagements (enrochements, etc.) sont venus renforcer ces zones afin de stabiliser les berges dans le cadre de projets d'urbanisme (routes, etc.) : en détruisant ces transitions, ces aménagements remettent en cause les flux biotiques (ex : circulation d'espèces) et abiotiques (ex : circulation de l'eau) entre la lagune et les milieux adjacents.

L'objectif est d'évaluer le niveau d'atteinte porté à la lagune par ces aménagements en impactant l'intégrité des berges. L'intégrité des berges est évaluée en fonction de leur pourcentage d'artificialisation et la nature de cette artificialisation. Pour cela, il est important de qualifier l'ensemble du linéaire de berge afin de déterminer la part détériorée.

La méthode consiste à définir le pourcentage du linéaire de berge occupé par chacune des 2 catégories suivantes :

- **Berges naturelles** : ce sont des transitions non modifiées entre la lagune et l'écosystème adjacent (sansouire, roselière, falaise, etc.). Cette catégorie s'oppose à toutes les artificialisations possibles.
- **Berges artificielles verticales ou enrochées** : ce sont les atteintes les plus lourdes que peuvent subir les berges. Elles regroupent les digues en béton, les constructions verticales en débris (pneus, palplanches, etc.), les enrochements, etc.

Il peut être intéressant pour le gestionnaire d'apporter plus de détails quant à la dégradation de l'état des berges, afin d'affiner le suivi diachronique.

Les petites pièces d'eau pourront être renseignées directement dans la grille, quand les plus grandes requerront une cartographie détaillée.

8. Intégrité des berges	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Plus de 90% inclus des berges sont naturelles, et moins de 3% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales
		Entre 75% inclus et 90% des berges ([75%-90%]) sont naturelles, ou entre 3% et 10% inclus ([3%-10%]) des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales
		Moins de 75% de berges sont naturelles, ou plus de 10% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales

Tableau 13 : indicateur intégrité des berges

➔ Indicateur « fonctionnement hydrologique »

L'intégrité hydrologique des lagunes constitue un élément fondamental des lagunes et conditionne en grande partie leur fonctionnement. C'est particulièrement vrai pour les lagunes temporaires, dont la spécificité tient dans cet aspect temporaire. Ainsi, tout un groupe d'espèces est dépendant de ces assècs, et ne peut se développer si cette spécificité disparaît.

Il est très important de cibler le « **type de lagune** » avant d'envisager l'application de cet indicateur et de définir le « **fonctionnement hydrologique de référence** » de la lagune en question.

Afin d'aider l'expert dans l'évaluation du fonctionnement hydrologique, deux mesures peuvent apporter des informations importantes : la salinité et le niveau d'eau. Ces deux métriques permettent de qualifier précisément le fonctionnement hydrologique. Les références ci-dessous présentent les grandes lignes de l'hydrologie des lagunes et sont données à titre indicatif. Elles font référence au fonctionnement hydrologique non perturbé de l'habitat.

- a. **Les lagunes temporaires** sont des écosystèmes dont le niveau d'eau varie fortement au cours de la saison. Le remplissage atteint généralement son maximum à la fin de l'hiver, pour progressivement diminuer (à cause de l'évaporation) jusqu'aux mois d'été où un assèc d'une durée variable peut avoir lieu. Il en résulte une augmentation graduelle de la salinité, de très faible en hiver jusqu'à la saturation avant l'assèc. La mise en eau se fait durant l'automne et l'hiver, au gré des pluies et entrées maritimes.

Les principales perturbations observées correspondent à une mise en eau (douce ou salée) forcée, un assèchement trop précoce des pièces d'eau, le maintien en eaux permanentes (souvent trop douces), ou encore une salinité trop élevée à certaines périodes.

- b. **Les lagunes permanentes marinisées** sont des écosystèmes dont le niveau d'eau varie au cours de l'année, mais pour lesquelles le rapport entre l'ampleur des fluctuations et la profondeur maximale sont bien inférieures aux lagunes temporaires. Un assec n'est pas observé lors d'une année normale. La salinité varie autour de celle de la mer (polyhaline & euhaline), pour atteindre un maximum en été, lorsque l'évaporation tend à concentrer le sel. Une recharge en eau douce durant l'hiver (grâce aux précipitations automnales) fait baisser la salinité de manière significative.

Les principales perturbations observées consistent en un dérèglement de l'hydrologie par un apport massif d'eau douce durant l'été par l'agriculture du bassin versant.

- c. **Les lagunes permanentes peu salées** sont des milieux qualifiés de saumâtres, dont la salinité reste dans les gammes oligohalines et mésohalines, notamment par l'apport d'eau douce en aval de sources naturelles (souvent karstiques). L'évolution suit la même tendance que les lagunes marinisées, avec un maximum en été et un minimum en hiver.

Les principales perturbations observées consistent en un dérèglement de l'hydrologie par un manque d'apport d'eau douce dû à des prélèvements en amont ou des connexions au bassin versant rompues.

9. Fonctionnement hydrologique	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Fonctionnement hydrologique naturel ou assimilé
		Fonctionnement hydrologique non naturel

Tableau 14 : indicateur évolution du niveau d'eau

III.3.d.3 Critère « Qualité physicochimique et toxique de la colonne d'eau »

➔ Indicateur « Qualité de la colonne d'eau » (eutrophisation)

Cet indicateur ne s'applique pas aux lagunes temporaires, la colonne d'eau n'étant pas permanente et des suivis réguliers n'étant pas réalisés.

La qualité de l'eau de la lagune constitue un indicateur de l'état des pièces d'eau utilisé de longue date dans différents programmes (RSL, DCE). L'impact direct sur les organismes (notamment les végétaux) dicte une grande partie de l'expression de l'écosystème.

Les relevés de la qualité de la colonne d'eau effectués dans le cadre de la DCE sont repris dans le suivi de l'état de conservation. Les lagunes concernées sont de sous-type « permanent marinisé » ou « peu salé ».

NB : le critère de décision mis en place par la DCE est le suivant : l'avant dernière plus mauvaise mesure est retenue comme note de l'indicateur.

10. Colonne d'eau	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Très bon état de la colonne d'eau
		Bon état de la colonne d'eau
		Etat moyen de la colonne d'eau
		Etat médiocre de la colonne d'eau
		Mauvais état de la colonne d'eau

Tableau 15 : indicateur colonne d'eau

➔ Indicateur « Contaminants chimiques »

Cet indicateur ne s'applique ni aux lagunes temporaires, ni aux lagunes permanentes peu salées, des suivis réguliers n'étant pas disponibles.

Les contaminants chimiques impactent l'état de conservation de la lagune en altérant potentiellement le développement des organismes présents. Les impacts toxicologiques sur la santé des organismes sont susceptibles de diminuer significativement la croissance, la durée de vie des individus ou encore leur succès reproductif.

La concentration de 33 substances listées dans la DCE est mesurée lors de suivis portant sur une partie des lagunes permanentes marinisées. Les concentrations sont mesurées dans des concentrateurs biotiques ou directement dans la colonne d'eau.

Afin de simplifier la lecture des résultats, seule la décision issue des suivis DCE est retranscrite dans la grille ci-dessous. Le détail des relevés, en raison d'une trop grande complexité d'interprétation, n'est pas intégré.

11. Contaminants chimiques	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Bon état [respect des NQE]
		Mauvais état [non respect des NQE]

Tableau 16 : indicateur contaminants chimiques

III.3.d.4 Critère « Qualité physicochimique des sédiments »

➔ Indicateur « Sédiments »

Le sédiment est un élément important du fonctionnement des lagunes. De par son caractère accumulateur, il concentre de nombreux éléments chimiques, qu'il s'agisse de polluants ou d'éléments azotés et phosphorés, responsables de l'eutrophisation des lagunes. Ses processus particuliers (accumulation et relargage) rendent ce compartiment complexe à intégrer dans une étude portant sur l'état de conservation, mais cependant riche en informations. Ses caractéristiques propres (granulométrie, substrat d'origine, taux de matière organique, etc.) conditionnent en partie le développement de la faune (principalement benthique) et de la flore (hydrophytes enracinés, certaines algues, etc.).

Ce compartiment a déjà été étudié dans différents cadres au niveau méditerranéen. Seules les lagunes permanentes sont évaluées dans ce contexte. Ainsi, la granulométrie, les matières organiques, l'azote et le phosphore, sont des éléments repris par le RSL, suivi réalisé uniquement en Languedoc-Roussillon. Les mesures effectuées dans le cadre de la DCE ne prennent en compte que les trois derniers paramètres.

Les valeurs relevées sont associées à une valeur seuil, et la note de l'indicateur est celle de la plus mauvaise note relevée.

12. Sédiments	Echelle	Modalité
	Pièce d'eau	Très bon état du sédiment
		Bon état du sédiment
		Etat moyen du sédiment
		Etat médiocre du sédiment
		Mauvais état du sédiment

Tableau 17 : indicateur sédiments

III.4 Système de notation

III.4.a Une note à l'échelle de la pièce d'eau

La bibliographie et le retour d'expériences présentent différents systèmes de notation et d'agrégation des notes pour évaluer l'état de conservation.

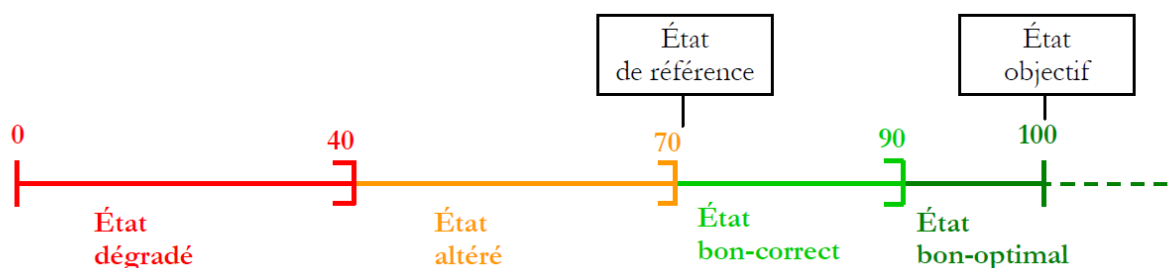
Les systèmes retenus pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150* -2 « Lagunes méditerranéennes » sont :

- le système du critère déclassant
- le système de note dégressive adapté de Carnino (2009).

Une note spécifique a été rédigée pour permettre un choix en groupe de travail. (Cf. Annexe 9 – Note sur le système de notation)

Le système de note dégressive a été choisi, en raison de la progressivité de la note et de la possibilité de hiérarchiser les indicateurs.

Le MNHN a proposé une méthode de calcul basée sur le système des notes dégressives (Carnino 2009). Partant d'un capital de 100 points, l'opérateur soustrait ou ajoute des points suivant les éléments relevés pour chaque indicateur : ce calcul aboutit à une note finale qui est comparée à des seuils d'état de conservation (état final bon >70, altéré entre 70 et 40 exclus, dégradé ≤40). Cette méthode est également utilisée dans les autres protocoles développés par le MNHN (Goffe 2011; Lepareur 2011; Maciejewski 2012b).



Axe de correspondance note / état de conservation (Carnino 2009)

La notation par indicateur est indiquée dans le tableau ci-après. La hiérarchisation proposée distingue différentes catégories d'indicateurs en fonction de leur poids dans l'évaluation globale de l'état de conservation :

- les indicateurs qui « déclassent » à eux seuls la pièce d'eau en état « dégradé » : surface et fonctionnement hydrologique (dégressivité maximale : - 60).
- les indicateurs pour qui la modalité de mauvais état fait basculer l'état de la pièce d'eau en « altéré » : ils regroupent les indicateurs abiotiques (dégressivité maximale : - 30).

- les indicateurs intermédiaires, ils regroupent les indicateurs biotiques (dégressivité maximale : - 40).
 Cette hiérarchisation est à confirmer lors de la phase de test.

	Echelle	Modalité	Note
1. Surface	Pièce d'eau	Perte de surface d'origine anthropique	
		Absence de pertes d'origine anthropiques	0
		Perte inférieure ou égale à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte inférieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)	-30
		Perte supérieure à 1% (lagune < 10 000m ²) ou perte supérieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)	-60
		Perte de surface d'origine naturelle	
		Perte inférieure ou égale à 1%	0
		Perte supérieure à 1% et inférieure ou égale à 5%	-30
		Perte supérieure à 5%	-60

N.B. La note attribuée à l'indicateur correspond à la pire des deux situations (anthropique ou naturelle)

	Echelle	Modalité	Note
2. Macrophytes (lagunes permanentes marinisées)	Pièce d'eau	Indice EQR ≥ 0,8	0
		Indice EQR < 0,8 et ≥ 0,6	-10
		Indice EQR < 0,6 et ≥ 0,4	-20
		Indice EQR < 0,4 et ≥ 0,2	-30
		Indice EQR < 0,2	-40

	Echelle	Modalité	Note
2. Macrophytes (lagunes temporaires)	Pièce d'eau	Flore indicatrice d'une dégradation rare ou absente	0
		Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant moins de 10% ou 10 % de la pièce d'eau	-20
		Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant plus de 10% de la pièce d'eau	-40

	Echelle	Modalité	Note
3. Surface des herbiers	Pièce d'eau	Rapport ≥ 0,7 [l'herbier est développé à plus de 70% de son potentiel]	0
		0,7 < Rapport < 0,4 [l'herbier est développé à plus de 40% de son potentiel]	-20
		Rapport ≤ 0,4 [l'herbier est développé à moins de 40% de son potentiel]	-40

	Echelle	Modalité	Note
4. Espèces végétales exotiques envahissantes	Pièce d'eau	Moins de 1 % inclus du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	0
		Entre 1 et 10 % inclus du linéaire de berge ou de la surface colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	-20
		Plus de 10 % du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	-40

5. Invertébrés benthiques	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Note M AMBI $\geq 0,8$	0
		Note M AMBI $< 0,8$ et $\geq 0,63$	-10
		Note M AMBI $< 0,63$ et $\geq 0,4$	-20
		Note M AMBI $< 0,4$ et $\geq 0,2$	-30
		Note M AMBI $< 0,2$	-40

6. Espèce animale exotique envahissante (le Cascaïl)	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Le Cascaïl est absent ou très rare sur la pièce d'eau.	0
		La présence de Cascaïl est avérée, mais son impact s'avère peu significatif sur le fonctionnement de l'écosystème.	-20
		Le Cascaïl est bien représenté sur la pièce d'eau et son développement perturbe le fonctionnement de l'écosystème.	-40

7. Fonctionnement de la liaison à la mer	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Etat	
		Grau naturel : La liaison à la mer n'est pas contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, etc.).	0
		Grau artificiel : La liaison à la mer existe, mais elle est contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, pont, etc.).	-7
		Le grau est obstrué par différents éléments (remblais, digue en rochers, etc.).	-15
		Fonctionnement	
		Le grau se maintient de manière naturelle , sans intervention de l'Homme. Les graus temporaires sont soumis à des dynamiques sédimentaires naturelles, se bouchent et se rouvrent au rythme des perturbations.	0
		Les dynamiques sédimentaires sont contraintes et nécessitent l'intervention de l'homme : le grau ne fonctionne plus de manière autonome . Les graus permanents nécessitent un dragage. Pour les graus temporaires, les ouvertures et fermetures sont réalisées en tenant compte du fonctionnement de la lagune.	-7
		Le grau n'assure plus sa fonction de lien entre lagune et mer : la liaison à la mer est insignifiante ou n'existe plus; il existe des barrières qui limitent les migrations (ex: filets); le rythme des ouvertures/fermetures est contraint par des activités économiques ou touristiques qui ne tiennent pas compte du fonctionnement naturel de la lagune.	-15

8. Intégrité des berges	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Plus de 90% inclus des berges sont naturelles, et moins de 3% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	0
		Entre 90% et 75% inclus des berges sont naturelles, ou entre 3% et 10% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-15
		Moins de 75% de berges sont naturelles, ou plus de 10% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-30

9. Fonctionnement Hydrologique	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Fonctionnement hydrologique naturel ou assimilé	0
		Fonctionnement hydrologique non naturel	-60

10. Colonne d'eau	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Très bon état de la colonne d'eau	0
		Bon état de la colonne d'eau	-5
		Etat moyen de la colonne d'eau	-15
		Etat médiocre de la colonne d'eau	-20
		Mauvais état de la colonne d'eau	-30

11. Contaminants chimiques	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Bon état [respect des NQE]	0
		Mauvais état [non respect des NQE]	-30

12. Sédiments	Echelle	Modalité	Note
	Pièce d'eau	Très bon état du sédiment	0
		Bon état du sédiment	-5
		Etat moyen du sédiment	-15
		Etat médiocre du sédiment	-20
		Mauvais état du sédiment	-30

III.4.b Agrégation des notes

La finesse d'évaluation de l'état de conservation (échelle de la pièce d'eau) nécessite d'agréger les notes de plusieurs pièces d'eau pour aboutir à une note finale à l'échelle du site Natura 2000.

Pour cela, la méthode choisie consiste à réaliser une moyenne des notes finales des pièces d'eau, en les pondérant par leur surface, celle-ci étant extrêmement variable à l'intérieur d'un site.

III.5 Représentation des résultats

Le calcul d'une note à l'échelle du site fait partie des pré-requis à cette étude. Cependant, il apparaît clairement qu'en raison de l'hétérogénéité des situations et de la taille importante de ces écosystèmes, cette simplification lisse des situations très contrastées et amène une perte importante d'information. Ainsi, plusieurs types de représentation ont été présentés et seront testés lors de l'application de la méthode sur les « lagunes méditerranéennes ». On peut les repartir selon deux catégories : les représentations par site et les représentations par pièce d'eau.

• Pour **une pièce d'eau**, les représentations possibles de l'état de conservation sont :

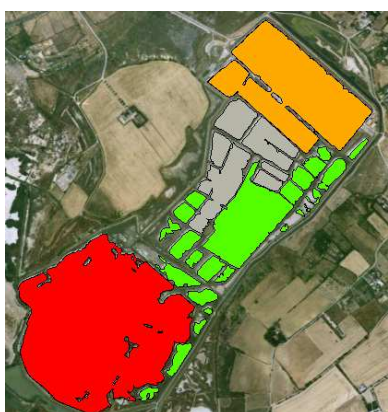
- une note (calculée par la méthode présentée) associée à son statut (bon, altéré, dégradé) et sa couleur.
- un diagramme « en toile d'araignée », où chaque branche est un indicateur, sur lequel on place la note de la pièce d'eau. La taille des branches peut être proportionnelle à la pondération mise en place, afin que l'aire couverte par le polygone formée soit représentative du poids de chaque indicateur dans la note finale.

• Pour **un site Natura 2000** (ou une partie d'un site Natura 2000), les représentations peuvent être :

- une note (calculée après agrégation des notes des pièces d'eau par une moyenne pondérée par la surface) associée à son statut (bon, altéré, dégradé) et sa couleur.
- Les pourcentages de surface en état bon, altéré ou dégradé. Cet élément complète la note moyenne en amenant un aperçu de la dispersion des notes des pièces d'eau.

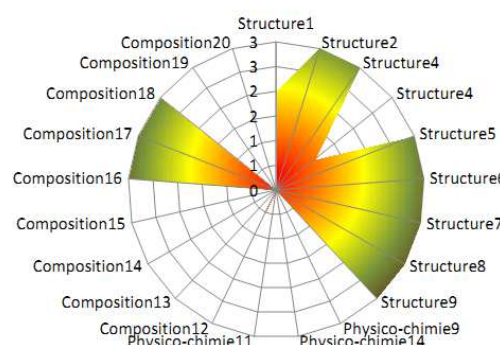
28
dégradé

	surface (ha)	%
Bon	15,61	21
Altéré	16,07	21
Dégradé	33,6	45
Non évalué	9,5	13



NB : Représentations et évaluations fictives

- Une cartographie du site représentant les pièces d'eau suivant le code couleur de l'état de conservation.
- Un graphique en toile d'araignée synthétisant le pourcentage de surface total en état de conservation bon, altéré, dégradé, chaque indicateur étant une branche de la toile.



IV Discussion

Les premiers résultats de ce travail ont conduit à identifier quelques points de discussion.

Les **niveaux de seuils** proposés pour chaque indicateur ont été fixés à dire d'expert et nécessitent donc d'être validés par des relevés de terrain sur les 4 types de lagunes méditerranéennes rencontrées.

Concernant **l'échantillonnage**, il faut distinguer le protocole d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat à l'échelle du site du protocole d'évaluation de chaque indicateur sur chaque pièce d'eau (ou regroupement de pièces d'eau).

Dans la présente étude, on distingue :

- L'évaluation à l'échelle du site qui est la moyenne pondérée par les surfaces des évaluations de l'état de conservation de chaque pièce d'eau. Toutes les pièces d'eau (ou regroupements de pièces d'eau) sont évaluées, il n'y a donc pas d'"échantillonnage" proprement dit ; il conviendrait de vérifier la faisabilité de ce choix (temps nécessaire, coût...)
- L'évaluation des pièces d'eau (ou regroupements de pièces d'eau) à partir de différents indicateurs.

On peut distinguer :

- les indicateurs évalués par échantillonnage soit par l'évaluateur (ex. Macrophytes lagunes temporaires, flore exotique...) soit par un processus existant (ex. Macrophytes lagunes permanentes - indicateur DCE...). Dans ce dernier cas, il faudrait vérifier que la précision des données disponibles est suffisante pour évaluer l'indicateur sur la pièce d'eau.
- les indicateurs évalués à partir d'une analyse cartographique (surface de la pièce d'eau, surface des herbiers)
- les indicateurs évalués à partir d'observations qualitatives du terrain (liaison à la mer...) ou qualitatives et quantitatives mais sans échantillonnage (intégrité des berges...)

Concernant la **notation** de chaque pièce d'eau, se pose le problème du nombre variable d'indicateurs selon la nature de la lagune (temporaire, permanente, marinisée ou non) : en effet, le système de note dégressive peut conduire à une note finale d'autant plus faible que le nombre d'indicateurs est élevé et inversement.

En effet, les notes ont été calibrées par rapport à la note la plus élevée (100) avec le système de "déclassement" et non par rapport à la note la plus basse (0). Par exemple, pour les lagunes permanentes marinisées, où il y a le plus d'indicateurs, si on prend toutes les modalités les plus

basses, on arrive à $100-470 = -370$... Ces notes sont à considérer comme un curseur pour la gestion et non pas comme une valeur arithmétique pure.

Il serait intéressant de recalibrer les notes pour chaque type de l'habitat et dans une borne de plus ou moins 0 à 100.

Enfin, il serait utile à terme de vérifier que certains **indicateurs** de l'état de conservation ne sont pas **redondants** afin de réduire la liste d'indicateurs au strict nécessaire.

V Conclusion

Cette étude, encadrée conjointement par le MNHN et le Pôle-Relais Lagunes méditerranéennes, propose une méthode d'évaluation opérationnelle à l'échelle du site.

La constitution d'un groupe de travail rassemblant non seulement les partenaires techniques et experts scientifiques concernés par les « lagunes méditerranéennes », mais aussi les gestionnaires intéressés a permis de développer une vision largement partagée par l'ensemble des acteurs concernés.

Si la liste des indicateurs d'évaluation retenus semble stabilisée et validée par l'ensemble des partenaires, un certain nombre de points (niveaux de seuils, notations, pertinence statistique, ...) font encore l'objet de discussions et semblent nécessiter des tests détaillés ainsi que des réflexions au sujet de leur calibrage. L'organisation de tests-terrain sur différents sites de la région méditerranéenne française permettraient de mieux appréhender ces questions en confrontant les données obtenues au « dire d'experts ».

Une fois ces améliorations réalisées, l'application homogène de la méthode validée sur l'ensemble des sites Natura 2000 concernés par l'habitat « 1150*-2 Lagunes méditerranéennes » permettra d'alimenter le rapportage européen concernant cet habitat à l'échelle biogéographique méditerranéenne.

Image 1 : Lagune temporaire dans un ancien salin, RNR de Sainte-Lucie, dép. Aude, octobre 2012



(photo M. Kleszczewski, CEN L-R)

Bibliographie

- Argagnon, O. (2012). Note sur l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site Natura 2000. CBN Med, Montpellier.
- Bernard, G., Boudouresque, C.F. & Picon, P. (2007). Long term changes in *Zostera* meadows in the Berre lagoon (Provence, Mediterranean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73, 617–629.
- Bianchi, F., Acri, F., Aubry, F.B., Berton, A., Boldrin, A., Camatti, E., et al. (2003). Can plankton communities be considered as bio-indicators of water quality in the Lagoon of Venice? *Marine pollution bulletin*, 46, 964–971.
- Carnino, N. (2009). Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site. Méthode d'évaluation des habitats forestiers. MNHN/ONF, Paris.
- CEN L-R (2007). Élaboration de critères d'évaluation de l'état de conservation des habitats naturels du Parc National des Cévennes. Parc National des Cévennes, Programme Leader+, CEN L-R : 62 p. + annexes. Montpellier.
- CEN L-R. (2011). Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire contractualisés en Lozère (échelle de l'habitat et de l'unité de gestion); guide méthodologique à l'usage des opérateurs. CEN L-R, Montpellier. @: <http://cenlr.org/divers/eval>
- CEN L-R & EE (2012). Suivis scientifiques sur les espaces naturels de Thau Agglomération. Année 2012. Communauté d'Agglomération du Bassin de Thau. – Rapport CEN L-R, Écologistes de l'Euzière, Communauté d'Agglomération Bassin de Thau, Montpellier : 74 p. + annexes.
- Charpentier, A., Grillas, P., Lescuyer, F., Coulet, E. & Auby, I. (2005). Spatio-temporal dynamics of a *Zostera noltii* dominated community over a period of fluctuating salinity in a shallow lagoon, Southern France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 307–315.
- Communauté Européenne. (1992). Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- DIREN LR (2007). Catalogue régional des mesures de gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Type lagunes littorales. BIOTOPE, CEN-LR, Tour du Valat, Pôle Relais Lagunes méditerranéennes, 278 p.
- Goffe, L. (2011). Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire des dunes non boisées du littoral atlantique. Méthode d'évaluation à l'échelle d'un site Natura 2000. MNHN, Paris.
- Kjerfve, B. (1994). Coastal lagoon processes. *Oceanography Series* 60. New York: Elsevier, 577 p.

- Kleszczewski, M., Barret J., Baudot, C. & Fleury, J. (2010). Evaluer l'état de conservation des habitats naturels à l'échelle du terrain: approches dans le Languedoc Roussillon. *Revue forestière française*, 417-427.
- Krause J., von Drachenfels O., Ellwanger G., Farke H., Fleet D.M., Gemperlein J., Heinicke K., Herrmann C., Klugkist H., Lenschow U., Michalczyk C., Narberhaus I., Schröder E., Stock M. & Zscheile K. (s.a.). Bewertungsschemata für die Meeres- und Küstenlebensraumtypen der FFH-Richtlinie - 11er Lebensraumtypen : Meeresgewässer und Gezeitenzonen. pp. 14-16. @: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/natura2000/marin_11.pdf
- 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. Février 2011. MNHN Service Patrimoine naturel, Paris.
- Maciejewski, L. (2012a). État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Version 1 - Février 2012. Rapport SPN 2012-22. MNHN Service Patrimoine naturel, Paris.
- Maciejewski, L. (2012b). État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle d'un site. Rapport d'étude. Version 1 - Février 2012. Rapport SPN 2012-21. MNHN Service Patrimoine naturel, Paris.
- Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355–364.
- Oliver, G. (2005). Seasonal changes and classification of irish coastal lagoons.
- Papuga, G. (2012). Mise au point d'un indicateur de l'état de conservation des lagunes côtières basé sur les herbiers. Mémoire de stage de Master 2 IEGB, Université de Montpellier. Stage réalisé au CEN L-R, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 70 p.
- Tamisier, A. & Dehorter, O. (1999). Camargue, canards et foulques. CNRS Montpellier, Centre Ornithologique du Gard, Nîmes. 369p.
- Soria Garcia, J.M. & Sahuquilo Llinares, M. (2009). 1150 Lagunas costeras (*). In: Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid, p. 303.
- Van Dyke, F. (2008). *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*. 2nd edn. Springer, Dordrecht, Netherland.

Annexes

Annexe 1 – Description du projet

Annexe 2 – Rapport sur le retour d'expérience des opérateurs Natura 2000

Annexe 3 – Liste des membres du groupe de travail

Annexe 4 – Comptes-rendus des groupes de travail

Annexe 5 – Compte-rendu des entretiens individuels

Annexe 6 – Fiches indicateurs version de travail

Annexe 7 – Résultats données terrain

Annexe 8 – Rapport sur la typologie des lagunes

Annexe 9 – Rapport de stage de G. Papuga sur l'indicateur surface des herbiers

Annexe 10 – Note sur le système de notation