



MÉTHODE D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT D'INTERET COMMUNAUTAIRE PRIORITAIRE **1150-2* LAGUNES COTIERES MEDITERRANEENNES** A L'ÉCHELLE DU SITE NATURA 2000

Test en vue de la mise en application de la méthode par les structures
opératrices/animatrices des sites Natura 2000



www.pole-lagunes.org



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

Test en vue de la mise en application
de la méthode par les structures
opératrices/animatrices
des sites Natura 2000

Maître d'ouvrage :



Partenaires :



Financier :



Mars 2014

Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
Parc club du Millénaire, Bât.31 – 1025 avenue Henri Becquerel - 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, 2014. 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. Test en vue de la mise en application de la méthode par les structures opératrices/animatrices des sites Natura 2000. Mars 2014. Rapport Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, 43 pages +annexes.

Auteurs principaux

Ewen Morin, stagiaire ingénieur en agronomie spécialité Sciences et Génie de l'Environnement et le master Ingénierie du développement durable à l'ENSAIA, promotion 2012-2013.

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>

Sommaire

Remerciements	5
Résumé	6
Liste des abréviations	7
Table des figures et tableaux	7
I. Introduction	8
I.A. Contexte	8
I.A.1. Directive Habitats Faune-Flore et état de conservation	8
I.A.2. Muséum National d'Histoire Naturelle et méthodologies d'évaluation de l'état de conservation	8
I.A.3. Le Pôle-relais lagunes méditerranéennes : Animateur du projet	9
I.A.4. L'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes	10
I.B. Le projet et ses objectifs	10
I.B.1. Les résultats du projet 2012	10
I.B.2. Le projet 2013	15
II. Matériel et méthodes	16
II.A. Constitution du jeu de données	16
II.A.1. La stratégie d'échantillonnage	16
II.A.2. La phase de terrain	18
II.A.3. Les avis d'experts	19
II.B. Le groupe de travail	19
II.C. Analyses statistiques des données	19
II.C.1. Calibration des « notes indicateurs » par régression linéaire	19
II.C.2. Analyse de la redondance des indicateurs	20
II.C.3. Ajustement de la notation entre 0 et 100	20
III. Résultats	21
III.A. Résultats des sessions de terrain	21
III.B. Ajustements sur les Indicateurs : modalités et faisabilité	23
III.B.1. Indicateur surface	23
III.B.2. Indicateur macrophytes en lagunes permanentes	23
III.B.3. Indicateur macrophytes en lagunes temporaires	24
III.B.4. Indicateur surface des herbiers	25
III.B.5. Indicateur Espèces végétales exotiques envahissantes	26
III.B.6. Indicateur Faune benthique	26
III.B.7. Indicateur espèces animales exotiques envahissantes	27
III.B.8. Indicateur liaison à la mer	27
III.B.9. Indicateur berges	28
III.B.10. Indicateur fonctionnement hydrologique	30
III.B.11. Indicateur colonne d'eau	30
III.B.12. Indicateur contaminants chimiques	30
III.B.13. Indicateur Sédiments	30
III.B.14. Autres relevés physico-chimiques	31
III.C. Ajustement de la notation et de la pondération relative des « notes indicateurs »	31
III.C.1. Ajustement de la notation sur le barème 0-100 et indicateur Surface	31
III.C.2. Ajustement de la pondération relative des « notes indicateurs »	32
III.C.3. Grille de notation finale	34
IV. Discussion	37
IV.A. La base de données et la calibration de la méthode	37
IV.B. Limites à l'utilisation de la méthode	37
IV.C. Applicabilité de l'indicateur « sédiments » aux lagunes temporaires	38
IV.D. Périodicité de l'évaluation de l'état de conservation et variations annuelles	38
IV.E. Comparaison inter-sites	39
IV.F. Agglomération des « notes pièces d'eau » en « note site »	39
Conclusion	40
Bibliographie	41
Annexes	43

Remerciements

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

... Nathalie Barré (Tour du Valat), Gwenaëlle Baldovini (OEC).

... les membres du comité de pilotage pour leur encadrement, Fanny Lepareur (MNHN) et Nabila Hamza (DREAL Languedoc-Roussillon)

... le groupe de travail, dont le rôle fut déterminant pour le projet :

les gestionnaires, notamment des sites échantillonnés pour avoir participé au développement de la base de données par leur connaissance de leur site et le temps qu'ils m'ont accordé pour répondre à mes questions. – Roland Mivière (Perpignan Méditerranée Communauté d'agglomération), Julien Robert (Rivage), Benau Laurent & Kattalin Fortuné-Sans (PNR de la Narbonnaise en Méditerranée), Yannick Guennou (SMDA), Julien Azema (Communauté d'agglomération Hérault Méditerranée), Nathalie Guenel (RNN du Bagnas), Mickaël Debetencourt (Thau Agglo), Murielle Alexandre (Syndicat Mixte du Bassin de Thau), Sandrine Lafont & Sébastien Pollet (Syndicat mixte des étangs 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 techniques et scientifiques – notamment ceux ayant acceptés de participer aux tournées de terrain : Mario Kleszczewski (CEN L-R), Jean-Baptiste Mouronval (ONCFS), Olivier Argagnon et James Molina (CBN Méditerranée), ainsi que Valérie Derolez (Ifremer) avis d'expert pour les lagunes permanentes. Et les membres du groupe de travail : Nadine Bosc-Bossut & Anaïs Giraud (Agence de l'Eau RM&C), Jean-Marc Deslous-Paoli & Matthew Hebert (Cephalmar), François Bonhomme (ISEM), Nicolas Rabet (MNHN), Patrick Grillas, Alain Crivelli & Ana Elena Sanchez (Tour du Valat), Eric Fabre (Seano), Michel Lauret (ex UM2), Alain Thierry (Université d'Aix Marseille), Christine Pergent-Martini (Université de Corse), Rutger de Wit (UM2).

Résumé

Depuis 2012, le Pôle-relais lagunes méditerranéennes participe en collaboration avec le Museum National d'Histoire Naturelle, à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation concernant l'habitat naturel prioritaire 1150-2* « Lagunes côtières méditerranéennes ». L'objectif est de servir d'appui au rapport national de l'état de conservation des habitats naturels d'intérêt communautaire au sens de la Directive Habitats Faune Flore. Après une première année de développement ayant mené au choix de 12 indicateurs, ce rapport présente les résultats du test opérationnel effectué en 2013 pour sa mise en application par les gestionnaires de sites Natura 2000. Un échantillonnage sur 22 lagunes des régions Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte-d'Azur a permis la confrontation des résultats des indicateurs retenus en 2012 avec les avis d'experts locaux. Les analyses de ces résultats ont ensuite été discutées en groupe de travail, réunissant experts scientifiques, gestionnaires de site et représentants de l'État, afin de proposer les modifications nécessaires à la mise en application de la méthode. Les modifications proposées concernent le poids accordé à chaque indicateur dans l'évaluation globale ainsi que les paramètres mesurés pour chaque indicateur. Le test a également permis une évaluation de la faisabilité des relevés de terrain pour la rédaction d'un guide d'application de la méthode. Ce travail d'harmonisation de l'évaluation de l'état des lagunes de la façade méditerranéenne est le premier du genre sur ces milieux et constituera, en plus d'une aide au rendu national, un outil au niveau local pour évaluer l'impact des mesures de gestion appliquées.

Summary

Since 2012, the Pôle-relais lagunes méditerranéennes has participated in the development of a methodology to determine the conservation status of the habitat 1150-2* "Mediterranean coastal lagoons", in collaboration with the Museum National d'Histoire Naturelle. The objective of this methodology is to help implementing the national report on the conservation status of natural habitats of Community interest required by the fauna-flora-habitats directive. After a first year of development that led to the selection of 12 indicators, this report presents the results of the operational test led in 2013. . A sampling conducted on 22 lagoons in Languedoc-Roussillon and Provence-Alpes-Côte-d'Azur regions enabled to confront the results of the 12 indicators of the methodology to local experts' opinion. The analyses of these results were then discussed by a working group composed of scientific experts, site managers and a representative of the state to propose necessary changes to the methodology. The changes proposed applied on the relative weight of the indicators in the global evaluation and on the modalities developed for each indicator. The test also provided information about the feasibility of the field samplings in order to write the implementation handbook. This harmonizing work on the conservation status evaluation of Mediterranean lagoons is the first of its kind on those areas and could become, besides the use for the national report, a good tool to evaluate locally the impact of management measures.

Liste des abréviations

CBN-Med :	Conservatoire Botanique National Méditerranéen
CEN L-R :	Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon
DCE :	Directive Cadre sur l'eau
DHFF :	Directive Habitats Faune Flore
DocOb :	Document d'objectif (plan de gestion d'un site Natura 2000)
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
FILMED :	Forum Interrégional des gestionnaires de lagunes méditerranéennes
GPS :	Global Positioning System
IGN :	Institut National de L'Information Géographique et Forestière
MNHN :	Muséum National d'Histoire Naturelle
OEC :	Office de l'environnement de la Corse
ONCFS :	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
PRLM :	Pôle-relais lagunes méditerranéennes
RhoMéo :	Observatoire de l'évolution de l'état des zones humides du bassin Rhône Méditerranée
RSL :	Réseau de Suivi Lagunaire
SIG :	Système d'Information Géographique
TdV :	Tour du Valat
ZSC :	Zone Spéciale de Conservation

Table des figures et tableaux

Figure 1: Territoire d'action du Pôle-relais lagunes méditerranéennes (source: PRLM).....	9
Figure 2: Barème de notation retenu pour la méthode (source : Carnino 2009).....	12
Figure 3: Echancier du projet 2013	15
Figure 4: Carte des pièces d'eau testées	17
Figure 5: A gauche, <i>Tolypella salina</i> aux Salines de Villeneuve (Espèce de référence, protégée). A droite, tapis d'algues vertes à l'étang du Doul (Espèces indicatrices d'une dégradation). Photos : E. Morin.	24
Figure 6: A gauche, <i>Mnemiopsis leidyi</i> (Photo : © Erling Svensen / WWF Canon). A droite, récifs de cascail sur le partènement extérieur des salines de Villeneuve les Maguelone(Photo : E. Morin).	27
Figure 7: A gauche berge de catégorie 1 au Gourg de Maldormir. Au centre, berge de catégorie 2 à l'étang de Bolmon. A droite, berge de catégorie 3 à l'étang de Berre. Photos : E. Morin.	29
Figure 8: Graphiques de vérification des hypothèses d'équivalence, d'indépendance et de normalité des résidus de la régression linéaire retenue	33
Tableau 1: Présentation des 4 types de lagunes (PRLM, 2013)	11
Tableau 2 : Organisation des indicateurs retenus lors de la phase 2012 du projet.....	12
Tableau 3: Présentation des 12 indicateurs retenus lors de la phase 2012 du projet	14
Tableau 4: Liste des pièces d'eau testées.....	16
Tableau 5: Méthode de relevé par indicateur	18
Tableau 6: Résultats des relevés de terrain 2013 sous forme de notes.....	22
Tableau 7: Lien entre superficie de la lagune et temps de relevé de l'indicateur macrophytes	24
Tableau 8: Lien entre espèces indicatrices d'une dégradation et le type de dégradation	25
Tableau 9: Proposition de modification des critères de relevé de l'indicateur berges	28
Tableau 10 : Proposition de modification des seuils de l'indicateur berges.....	29
Tableau 11: Grille de notation proposée pour les lagunes de type temporaire	33
Tableau 12: Grille de notation retenue pour les lagunes de type temporaire.....	34

I. Introduction

I.A. Contexte

I.A.1. Directive Habitats Faune-Flore et état de conservation

L'objectif principal de la Directive Européenne Habitats Faune-Flore (DHFF) du 21 mai 1992 est de « *favoriser le maintien de la biodiversité, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales* ». Elle donne comme objectif aux Etats membres la constitution d'un « *réseau écologique européen cohérent de zones spéciales de conservation (ZSC), dénommé Natura 2000* » (Art.3). Les ZSC ne constituent pas des réserves intégrales d'où sont exclues toutes activités économiques, mais des zones au sein desquelles il importe de maintenir un état de conservation favorable des habitats ou des espèces d'intérêt communautaire pour lesquels elles ont été désignées.

L'état de conservation d'un habitat naturel est défini 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*". (Art. 1er)

La Commission européenne 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."

(DHFF, Article premier, point e)

La charge d'assurer la surveillance de cet état de conservation, et particulièrement celui des habitats et espèces d'intérêt prioritaire, est laissée aux états membres. Cette surveillance donne lieu à un rapportage européen publié tous les 6 ans. Afin de pallier à l'absence de méthodologie associée au texte européen, certains pays ont développé des méthodologies nationales. Si la DHFF exige une évaluation à une échelle très large (échelle biogéographique), il est rapidement apparu nécessaire d'effectuer une évaluation à une échelle plus fine (échelle du site Natura 2000) afin de pouvoir statuer sur l'état de conservation des différents habitats dans les sites Natura 2000 désignés. Ces questions ont été formalisées lors de la transcription en droit français de la directive européenne dans le code de l'environnement (République Française, 2008).

I.A.2. Muséum National d'Histoire Naturelle et méthodologies d'évaluation de l'état de conservation

Le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), en tant que Centre national de référence pour la nature (République Française, 2010), accompagne l'ensemble du processus de mise en œuvre du **réseau Natura 2000** et en assure le suivi technique et scientifique. Afin de répondre aux engagements de la DHFF, le Ministère en charge de l'Écologie a, en effet, confié au MNHN la coordination de l'évaluation périodique de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire présents sur le territoire au titre des dispositions de l'article 17 de la DHFF. Il a également **la charge d'élaborer un cadre pour l'évaluation de l'état de conservation** des espèces et habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site qui revêt deux intérêts principaux : la gestion du site (outil au service des gestionnaires pour évaluer les priorités d'intervention, déterminer les paramètres sur lesquels agir et s'assurer de l'efficacité des mesures de gestion) et la définition du « bon état » de conservation et celle des paramètres de structure et fonctions à prendre en compte et contribuant ainsi à alimenter l'évaluation périodique nationale prévue à l'article 17.

C'est pourquoi, depuis 2008, le MNHN élabore des approches méthodologiques, basées sur des grands principes communs (Bensettiti F. *et al.*, 2012), portant sur différents habitats, tels que les forêts (Carnino 2009), les habitats marins côtiers (Lepareur 2011), les dunes atlantiques (Goffe 2011), ou les habitats agropastoraux (Maciejewski 2012a, 2012b). Ces méthodologies nationales sont soumises à des évolutions constantes et sont susceptibles de devenir à terme les références françaises.

Le projet d'élaboration d'une méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150* « lagunes côtières » s'inscrit dans la dynamique de ces méthodologies développées par le MNHN. L'habitat « lagunes côtières » étant présent sur les deux façades métropolitaines et ayant des caractéristiques différentes dans ces deux domaines biogéographiques, il a été décidé de réaliser deux études distinctes mais en cohérence, sous la coordination générale du MNHN.

I.A.3. Le Pôle-relais lagunes méditerranéennes : Animateur du projet

Pour la façade méditerranéenne, le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM) a été choisi pour mener à bien ce projet. En effet ce projet nécessite une forte implication des gestionnaires de sites Natura 2000 afin de proposer une méthode répondant à leurs attentes et applicable sur le terrain, et une harmonisation avec les programmes déjà en cours (Réseau de suivi lagunaire-**RSL**, Observatoire de l'évolution de l'état des zones humides du bassin Rhône Méditerranée-**RhoMéO**, suivi du Forum Interrégional des lagunes méditerranéennes-**FILMED**) avec une attention particulière pour l'articulation entre la Directive Cadre sur l'Eau (**DCE**) et la Directive Habitats Faune Flore(**DHFF**).

Or, le PRLM est un des cinq Pôles-relais zones humides mis en place en 2001 à la suite du premier Plan d'action national en faveur des zones humides qui ont pour but d'inciter et d'accompagner les initiatives locales de gestion durable des zones humides. Le Pôle-relais lagunes étend son action aux régions Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse, en favorisant l'émergence de projets relatifs à la gestion durable de ces écosystèmes (Barral *et al.*, 2007). Dans chaque région, une structure compétente anime le Pôle (l'Office de l'environnement Corse **OEC**, la Tour du Valat **TDV** en PACA et le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon **CEN L-R**).



Figure 1: Territoire d'action du Pôle-relais lagunes méditerranéennes (source: PRLM)

Le CEN L-R est maître d'ouvrage de l'opération. La Tour du Valat et l'OEC sont partenaires associés dans le cadre de leur programme d'action du Pôle-relais lagunes et font le relais dans leur région respective. Les services de l'état (DREAL) pilotent l'action et veillent à son bon déroulement. Le MNHN intervient en appui au Pôle-relais. L'ensemble des partenaires techniques et scientifiques (CEN L-R, Tour du Valat, OEC, DREAL, MNHN, opérateurs Natura 2000, experts) constituent le groupe de travail et apportent

leur expertise et expérience en matière de connaissance de l'habitat Lagune côtière* et d'évaluation de son état de conservation.

I.A.4. L'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes

Les lagunes sont des étendues d'eau saumâtre séparées de la mer par une bande de terre (appelée « Lido » dans le sud de la France) comportant ou non des voies de communication à la mer (appelées « Grau » dans le sud de la France). Cette définition très intégrative, englobe des écosystèmes aux faciès très différents. Ainsi, la définition des limites de ces écosystèmes est tributaire de l'interprétation que l'on en fait.

C'est pourquoi, dans le cadre de cette étude, il est primordial de définir l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* lagunes côtières méditerranéennes au sens de la DHFF, afin d'harmoniser la vision des différents acteurs et de fixer des limites concordantes à cet habitat. La définition qui suit, retenue dans le cadre du présent travail, reprend précisément les éléments du document EUR 27 (Communauté Européenne, 2007) :

Les lagunes sont des pièces d'eau peu profondes, situées près de la côte, séparées partiellement ou totalement de la mer par une barrière de sable, de galets, voire de rochers (ce cas est moins fréquent). Sont inclus les bassins et étangs saliniers, à condition qu'ils aient été créés à partir d'anciennes lagunes et que l'impact des activités d'exploitation soit mineur. Les lagunes sont remplies d'eau salée. La salinité et le volume sont variables, et varient en fonction des flux d'eau salée et d'eau douce. Elles peuvent être temporairement asséchées durant une période variable. Le stock de sel présent dans les sédiments superficiels peut jouer un rôle important pour le niveau de salinité. Les lagunes sont colonisées ou non par des phanérogames ou des algues. Ces communautés ont été classées par les phytosociologues dans 4 classes (Communauté Européenne, 2007) :

- *Ruppia maritima* : herbiers aquatiques, vivaces, enracinés, des eaux saumâtres
- *Potamogeton* : herbiers aquatiques, vivaces, enracinés, des eaux douces (éventuellement subsaumâtres)
- *Zostera* : herbiers marins phanérogamiques des eaux permanentes
- *Chara* : végétation aquatique pionnière de charophytes

Les autres formations végétales contiguës n'entrent donc pas dans la définition de l'habitat « lagunes côtières méditerranéennes ».

I.B. Le projet et ses objectifs

L'objectif général de ce projet qui s'étale sur les années 2012 et 2013 est l'élaboration d'une méthode concrète de terrain à destination des gestionnaires de sites Natura 2000. Cette méthode devrait leur permettre d'accéder, par le relevé de différents indicateurs couvrant les paramètres autant physico-chimiques, faunistiques que floristiques, à une évaluation de l'état de conservation de l'habitat « lagune méditerranéenne » sur leur site.

I.B.1. Les résultats du projet 2012

La première partie du projet a débuté en janvier 2012 et s'est structuré autour du stage de master 2 de Guillaume PAPUGA d'une durée de 7 mois qui a donné lieu à la rédaction d'un rapport d'études (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2013) disponible sur le site du Pôle-relais lagunes méditerranéennes à l'adresse suivante :

www.pole-lagunes.org/ftp/EC_lagunes/PRLM_evalEC_lagunes_Rapport_final_mars2013.pdf

Ce rapport présente l'ensemble du travail effectué au cours de l'année 2012 qui a amené à la définition d'une grille d'évaluation de 12 indicateurs menant à une note globale de l'état de conservation de la pièce d'eau concernée.

I.B.1.a. Typologie simplifiée des lagunes méditerranéennes

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 avec les lagunes très peu profondes, très salées et sèches en été, ou encore l'ensemble des anciennes salines qui ne sont plus exploitées. 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 (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2013). L'étude menée en 2012 a permis l'élaboration d'une typologie simplifiée, Celle-ci sépare les lagunes 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.

Tableau 1: Présentation des 4 types de lagunes (PRLM, 2013)

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

Chaque type de lagune est concernée par un panel choisi parmi ces 12 indicateurs, ceci sera développé plus en détail dans le chapitre §I.B.1.d.

I.B.1.b. Echelles d'évaluation

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.

L'échelle d'évaluation de l'état de conservation retenu pour ce travail est celle de la pièce d'eau pour trois 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.
- (Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 2013)

I.B.1.c. La méthode de notation

La méthode de notation retenue est le système des notes dégressives (d'après Carnino, 2009). Le relevé des indicateurs permet au gestionnaire d'accéder à une note pour chaque indicateur, appelés dans la suite du texte « **notes indicateurs** ». Partant d'un capital de 100 points, le gestionnaire retranche ensuite ces notes indicateurs pour accéder à une « **note pièce d'eau** ». En effectuant la moyenne des « notes pièce d'eau » pondérée par la surface de ces dernières, le gestionnaire peut enfin accéder à la « **note site** » de l'état de conservation de l'habitat lagune. Il convient ensuite de comparer la « note site » ou une « note pièce d'eau » aux seuils d'état de conservation définis sur le barème suivant pour juger de l'état de conservation de l'habitat lagune respectivement du site ou de la pièce d'eau concernée.

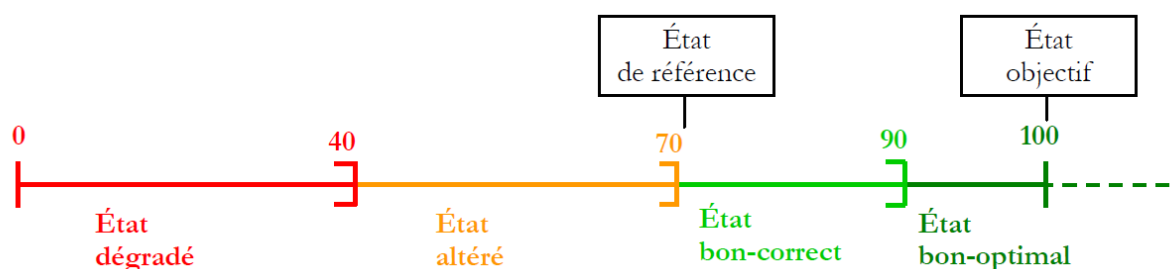


Figure 2: Barème de notation retenu pour la méthode (source : Carnino 2009)

Cette méthode est commune aux autres protocoles développés par le MNHN.

I.B.1.d. Les indicateurs retenus

Les 12 indicateurs retenus sont reportés dans les tableaux 2 et 3 avec le poids de leurs modalités permettant d'accéder à la note finale par pièce d'eau.

Les indicateurs 3, 5 et 10 ne s'appliquent pas aux lagunes temporaires, les métriques liées à ces indicateurs n'étant pas stables au cours de l'année. Les indicateurs 11 et 12 ne s'y appliquent pas non plus, essentiellement pour des questions de non disponibilité des données et de coûts liés à leur mesure.

L'indicateur 11 ne s'applique pas dans le cas des lagunes permanentes peu salées, également pour des questions de non disponibilité des données.

			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 retenus lors de la phase 2012 du projet

Indicateur	Note indicateur proposée en 2012
1- Surface : D'après la DHFF, pour qu'un habitat soit déclaré en bon état de conservation, sa surface doit être stable ou en progression. Cet indicateur permet d'évaluer l'évolution de la surface de l'habitat, afin de statuer sur le maintien à long terme de l'écosystème. Il est relevé selon deux types de perte, d'origine naturelle ou anthropique. Une note est attribuée à chacun des deux en fonction de la surface perdue, et la plus mauvaise des deux est gardée pour la notation de la pièce d'eau.	0/-30/-60
2- Macrophytes : Cet indicateur permet d'évaluer l'état écologique des producteurs primaires, qui constituent la base de tous les réseaux trophiques lagunaires. Pour cela il est nécessaire d'avoir une vision globale des végétaux sur la pièce d'eau. Cet indicateur permet d'évaluer la structure (composition et diversité) de la végétation et la persistance d'espèces caractéristiques de l'habitat. Il est différent pour les lagunes temporaires et permanentes. Les modalités sont basées sur le recouvrement des espèces indicatrices d'une dégradation pour les temporaires et sur celles de référence pour les permanentes.	Permanent : 0/-10/-20/-30/-40 Temporaire : 0/-20/-40
3-Surface des herbiers : Cet indicateur a pour but d'évaluer le rapport de la surface de l'herbier réel sur sa surface de développement potentielle.	0/-20/-40
4-Espèces Végétales Exotiques Envahissantes : Les « invasions biologiques » constituent une des causes majeures de perte de biodiversité à l'échelle mondiale (Van Dyke, 2008). Bien qu'aucune espèce ne soit considérée comme « Espèce Exotique Envahissante » dans les lagunes par la communauté scientifique, la mise en place d'un indicateur est importante pour des aspects de veille et d'anticipation des futures invasions, ainsi que la prise en compte des espèces dulçaquicoles dans les lagunes de type peu salé. Une liste d'espèces exotiques envahissantes a été mise en place. Les modalités sont fonction de la surface de la pièce d'eau ou du linéaire de berge colonisé par ces espèces.	0/-20/-40
5- Invertébrés benthiques : Les invertébrés benthiques sont des organismes qui, de par leur faible mobilité, sont extrêmement sensibles aux conditions de leur milieu. L'objectif de cet indicateur est de fournir une évaluation représentative des communautés d'invertébrés benthiques afin de pouvoir identifier les potentielles sources de perturbation de la lagune.	0/-10/-20/-30/-40
6-Espèces Animales Exotiques Envahissantes : De la même manière que pour les espèces végétales, les envahissants animaux doivent être suivis. Deux listes ont été définies, une liste grise des espèces nécessitant un suivi particulier (Ragondin) et une liste noire dont les espèces impactent directement l'état de conservation de l'habitat et sont donc prises en compte dans la méthodologie. Le seul exemple est le cascaï dont la formation de récifs calcaires participe au comblement des pièces d'eau. Cet indicateur traduit qualitativement la répartition du cascaï à l'échelle de la pièce d'eau.	0/-20/-30

Indicateur	Note indicateur proposée en 2012
7-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, les échanges bassin versant/lagune/mer sont à la base des caractéristiques spécifiques de l'habitat mais ces passages constituent également des portes pour la circulation des poissons (notamment des migrateurs) et invertébrés. L'objectif de cet indicateur est de caractériser l'état de conservation de la liaison à la mer des lagunes à travers 2 paramètres : l'état physique de la liaison et son fonctionnement.	Etat : 0/-7/-15 Fonctionnement : 0/-7/-15
8-Intégrité des berges : Les écotones sont des transitions entre deux écosystèmes abritant le plus souvent une biodiversité importante (Van Dyke, 2008). Pour les lagunes ils sont dénommés « berges ». L'objectif est d'évaluer le niveau d'atteinte porté aux berges de la lagune par des aménagements. Il est donc nécessaire de qualifier l'ensemble du linéaire de berge afin de déterminer la part détériorée. Les modalités dépendent du pourcentage de berges artificialisées.	0/-15/-30
9-Fonctionnement Hydrologique : L'intégrité hydrologique des lagunes constitue un élément fondamental de leur fonctionnement, et conditionne en grande partie le fonctionnement de l'écosystème. Cela 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 assecs, et ne peut se développer si cette spécificité disparaît. Cette démarche est nouvelle puisqu'elle est basée sur le processus de fonctionnement, et non sur la composition de l'écosystème (indicateurs plus courants). Cet indicateur se base sur la comparaison du fonctionnement hydrologique relevé et celui « normal » (historique) afin de déterminer si le fonctionnement est naturel.	0/-60
10-Colonne d'Eau : La qualité de l'eau des lagunes conditionne en grande partie le développement des biocénoses présentes. Ainsi, les substances dissoutes et en suspension dans l'eau vont constituer des apports nutritifs pour différents organismes. Ceux-ci vont également influencer la turbidité de l'eau, élément essentiel pour la diffusion de la lumière et donc le développement de la flore.	0/-5/-15/-20/-30
11-Contaminants chimiques : 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 ainsi que leur succès reproductif. Le suivi se fait dans deux compartiments, l'eau et le biote.	0/-30
12-Sédiments : Le sédiment est un élément important du fonctionnement des lagunes. De par son caractère accumulateur, il conserve de nombreux éléments chimiques, qu'il s'agisse de polluants ou d'éléments azotés et phosphorés, responsables de l'eutrophisation des lagunes. Ainsi, la granulométrie, les matières organiques, l'azote et le phosphore, sont des éléments de mesure permettant de caractériser l'intégrité du substrat d'une lagune.	0/-5/-15/-20/-30

Tableau 3: Présentation des 12 indicateurs retenus lors de la phase 2012 du projet

I.B.2. Le projet 2013

Le but de cette deuxième partie du projet était de tester la méthodologie avec les gestionnaires de sites Natura 2000 et de confronter les résultats de ces tests aux dires d'experts locaux.

Cette confrontation avait pour but de répondre aux objectifs suivants :

- Evaluer la faisabilité de relevé des indicateurs sur le terrain
- Valider les modalités d'évaluation des indicateurs et si besoin les revoir
- Ajuster les seuils des modalités d'évaluation des indicateurs
- Calibrer les notes attribuées aux indicateurs
- Tester la redondance des indicateurs

Les résultats de la phase de terrain et des analyses ont ensuite été discutés lors de réunions en groupe de travail. **L'objectif final consiste à proposer les modifications nécessaires pour rendre la méthode opérationnelle.**

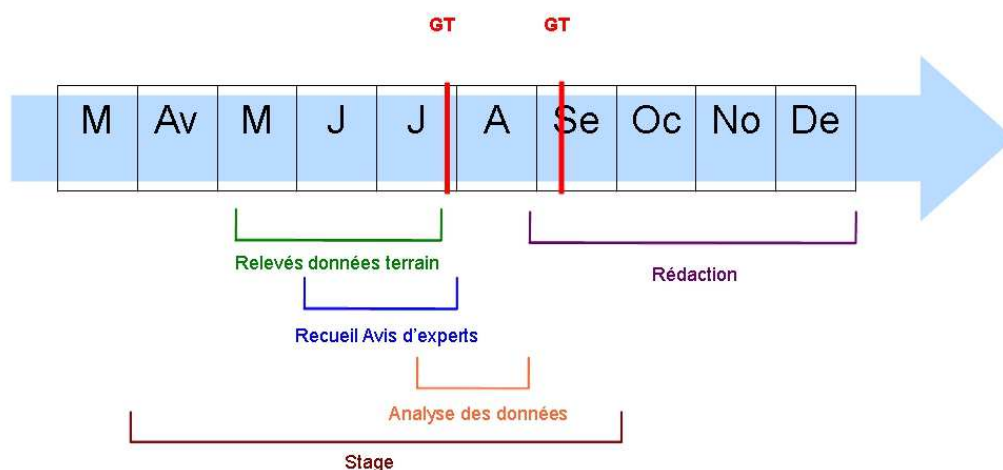


Figure 3: Echancier du projet 2013

II. Matériel et méthodes

II.A. Constitution du jeu de données

II.A.1. La stratégie d'échantillonnage

La méthode développée en 2012 scinde les lagunes méditerranéennes en quatre types selon une typologie basée sur deux critères, le fonctionnement hydrologique (permanent ou temporaire) et la salinité (salé ou peu salé). Ces quatre types ont donc été testés comme 4 populations statistiques distinctes. Lorsque cela n'était pas possible, ils ont été considérés comme deux populations selon le fonctionnement hydrologique. Afin de sélectionner les pièces d'eau à intégrer au test de la méthode, un tableau a été créé recensant, pour toutes les lagunes de la façade méditerranéenne, les données disponibles par indicateur dans le cadre des différents programmes de suivi : DCE, RSL, FILMED. Le but de cette démarche était de limiter les données à recueillir sur le terrain, en utilisant au mieux les données déjà disponibles. L'indicateur « Surface des herbiers » ayant déjà fait l'objet de tests en 2012, il convenait également d'intégrer les pièces d'eau ainsi testées. Enfin, les pièces d'eau sélectionnées devaient balayer le plus largement possible les différents cas de figure qui peuvent être rencontrés sur la façade méditerranéenne.

Avec l'aide de Sonia Bertrand (CEN L-R), Mario Kleszczewski (CEN L-R) et Jean-Baptiste Mouronval (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage – ONCFS), la liste de sites ci-dessous a été retenue pour le test. Le nombre de pièces non homogène entre les types est dû à la représentativité relative de ces derniers sur la façade. Afin d'avoir une meilleure vision de l'étendue de l'échantillonnage, ci-dessous une carte localisant les pièces d'eau retenues :

Tableau 4: Liste des pièces d'eau testées

Lagunes permanentes marinisées (salées)	Lagunes permanentes peu salées	Lagunes temporaires salées	Lagunes temporaires peu salées
<ul style="list-style-type: none">• Etang de Canet• Etang de Salses-Leucate• Le Doul• Etang de Thau• Etang d'Ingril sud• Etang de Berre	<ul style="list-style-type: none">• Le Grand Bagnas• Etang de Bolmon• Etang de Vendres• Etang de Campagnol	<ul style="list-style-type: none">• Le Gassot• Etang de Pissevaches• Le Gourg de Maldormir• Un partènement des salins de Frontignan• Mare des Aresquiers• 3 pièces d'eau des salines de Villeneuve• Le Chaumadou• Etang du Caban	<ul style="list-style-type: none">• Etang Redon• La Grande Maire• Palunette

Carte des lagunes échantillonnées pour le test de la méthode

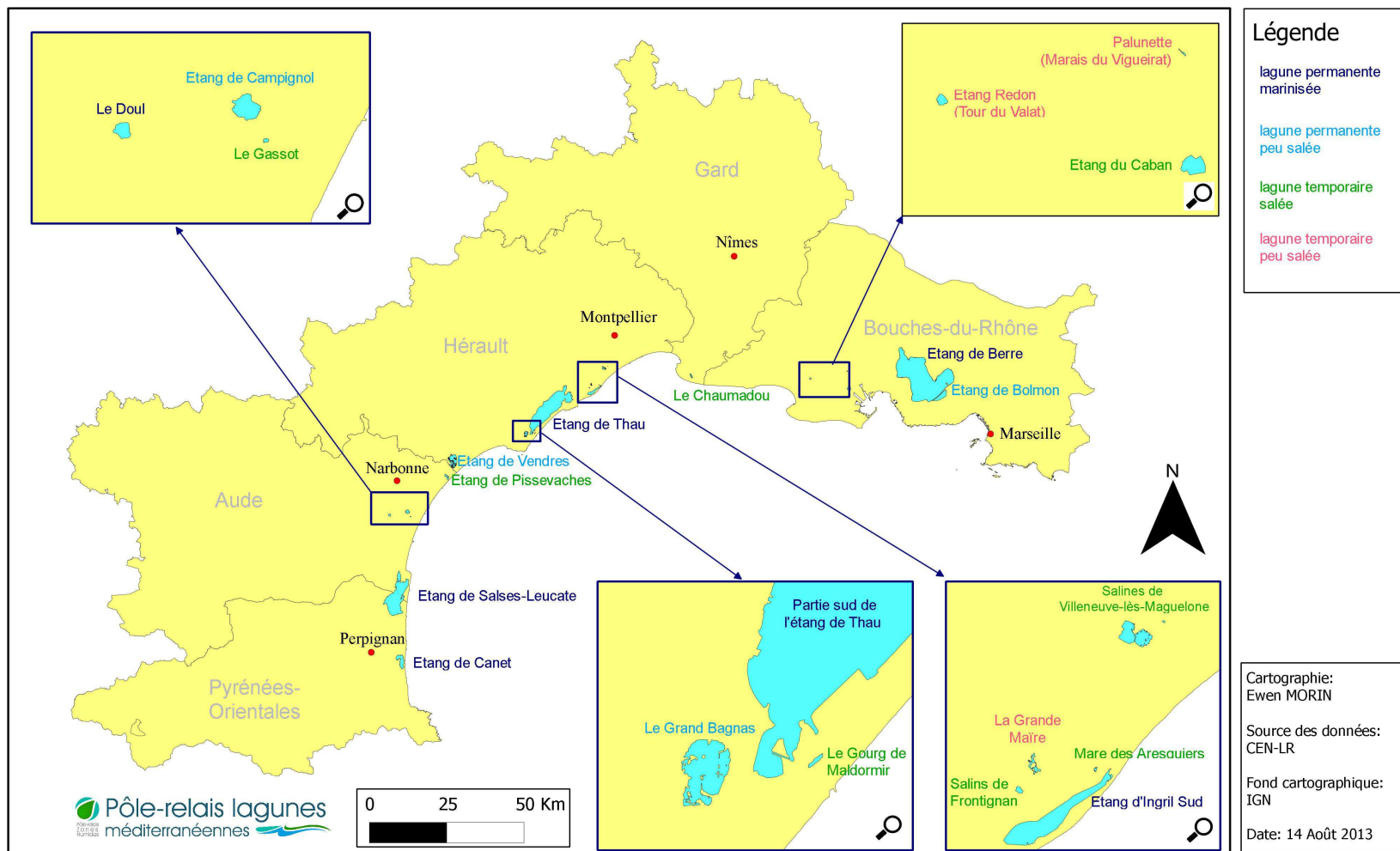


Figure 4: Carte des pièces d'eau testées

II.A.2. La phase de terrain

Les relevés de terrain ont été réalisés en deux étapes. Une première étape de discussion avec le gestionnaire du site concerné et une deuxième étape de relevés des indicateurs. En effet, en fonction de leur contenu, certains indicateurs ont été relevés sur le terrain (case oranges), tandis que d'autres l'étaient par discussion avec le gestionnaire (cases blanches) ou extraits des suivis déjà en place (cases vertes). Voir tableau ci-dessous :

Tableau 5: Méthode de relevé par indicateur

Indicateur	Lagunes Permanentes marinisées	Lagunes Permanentes peu salées	Lagunes Temporaires
1- Surface	Données déterminées par discussion avec le gestionnaire. Pas de confrontation à avis d'expert mais une discussion sur les seuils.		
2-Macrophytes	Données disponibles dans le cadre des suivis DCE et RSL	Indicateur mis en attente car non finalisé (développement par la TdV)	Données relevées sur le terrain
3-Surface des herbiers	Données disponibles pour certaines pièces d'eau étudiées dans le mémoire de G. Papuga. Testé sur l'étang d'Ingril en 2013		
4-Espèces végétales exotiques envahissantes	Données relevées sur le terrain.		
5-Invertébrés benthiques	Données disponibles dans le cadre du suivi DCE.		
6-Espèces animales exotiques envahissantes	Données relevées sur le terrain.		
7-Liaison à la mer	Abordé dans les DocObs, déterminé par discussion avec le gestionnaire. Pas de confrontation à avis d'expert		
8-Intégrité des berges	Données relevées sur le terrain.		
9-Fonctionnement Hydrologique	Salinité disponible dans le cadre des suivis FIL MED. discussion avec les gestionnaires.		
10-Colonne d'eau	Données disponibles dans le cadre des suivis RSL et DCE.		
11-Contaminants chimiques	Données disponibles dans le cadre du suivi DCE.		
12-Sédiments	Données disponibles dans le cadre des suivis DCE et RSL.		

Dans la suite de ce chapitre seront explicités les protocoles appliqués pour les indicateurs relevés sur le terrain.

II.A.2.a. Indicateur macrophytes en lagunes temporaires

Les relevés de terrains de cet indicateur se faisant par placettes circulaires de 2 mètres de diamètre, ceux-ci ont été précédés d'un travail de cartographie SIG. Les placettes ont été placées aléatoirement sur une grille, afin d'éviter un groupement des placettes sur une partie de la pièce d'eau. Une carte localisant ces placettes et indiquant leurs coordonnées GPS a ensuite été éditée. Sur le terrain, les placettes ont été localisées grâce à l'utilisation de la carte et d'un GPS. Sur chaque placette ont été relevés :

- le recouvrement végétal total en pourcentage si celui-ci était supérieur à 5 %.
- la liste des espèces hydrophytes enracinées et des algues ainsi que leur recouvrement relatif en pourcentage.

II.A.2.b. Intégrité des berges

Les relevés de cet indicateur ont été faits en deux temps. Une première étude d'ortho-photos sous QGIS a permis de différencier et de cartographier les zones de berges fortement artificialisées des zones à vérifier sur le terrain. Les zones à vérifier ont ensuite été prospectées à pied ou en voiture et les différents types de berges délimités grâce à l'utilisation d'un GPS.

Pour rappel, les données ont été relevées par G. Papuga sur Villeneuve, Leucate et Canet

II.A.2.c. Indicateur espèces végétales exotiques envahissantes

Pour le relevé des espèces végétales exotiques envahissantes, deux approches complémentaires ont été employées. Dans un premier temps, des questions sur la présence de telles espèces ont été posées au gestionnaire. Puis, dans un deuxième temps, la présence des espèces et le relevé de surface de la pièce » d'eau ou de linéaire de berge envahis étaient vérifiés pendant les relevés de l'indicateur « macrophytes » et « berges ».

II.A.2.d. Indicateur espèces animales exotiques envahissantes

Cet indicateur a été relevé de manière différente pour le type permanent et temporaire. Dans le cas des lagunes temporaires, une méthode identique à celle employée pour les espèces exotiques envahissantes végétales a été utilisée. Par contre, pour le type permanent, il a seulement été relevé par discussion avec les gestionnaires et par observation de photos aériennes. En effet, le cascail (*Ficopomatus enigmatus*), qui constitue le principal relevé de cet indicateur, forme des récifs calcaires immergés qu'il devient très difficile d'observer dès que la profondeur de la pièce d'eau dépasse le mètre ou qu'il y a présence d'une légère turbidité.

Pour rappel, les données ont été relevées par G. Papuga sur Villeneuve, Leucate et Canet

II.A.3. Les avis d'experts

Lors du comité de pilotage du 12 avril 2013 pour fixer les objectifs et méthodes du test, la question du type d'experts à mobiliser s'est posée. Il a été décidé de mobiliser des experts de l'habitat « lagunes méditerranéennes » en général plutôt que des experts des sites en particulier, et ce pour avoir des avis homogènes et comparables.

Deux avis du même expert ont été relevés pour chaque pièce d'eau. Le premier est un avis général de l'expert sur l'état de conservation de la pièce d'eau. Cet avis consiste en une note de 1 à 4, 4 étant la meilleure note, accompagnée des paramètres à prendre en compte selon l'expert (indépendants des indicateurs retenus dans la méthode) et la hiérarchisation de ces paramètres selon l'importance que l'expert leur donne dans l'évaluation de l'état de conservation. Cet avis général a servi à calibrer la pondération relative des indicateurs. Le deuxième est un avis par indicateur de la méthode cette fois-ci (uniquement les indicateurs pouvant donner lieu à une confrontation des résultats, c'est-à-dire les indicateurs basés sur des paramètres mesurables et observables sur le terrain), selon le même procédé que pour l'avis général : note de 1 à 4 et explication de la notation. Il a servi pour la validation des modalités des indicateurs de la méthode. La notation sur 4 a également été décidée lors de la réunion du 12 avril, suite à une remarque de Fanny Lepareur (MNHN) indiquant que dans le cas d'une note demandée sur 5, l'expert est poussé à donner la note médiane de 3 dans les cas litigieux. Les résultats de ces expertises figurent dans le tableau 6.

II.B. Le groupe de travail

Un groupe de travail composé de gestionnaires de sites Natura 2000, d'experts scientifiques et techniques (dont ceux ayant participé aux avis d'expert de terrain) et des services de l'état (DREAL) a été formé pour discuter des résultats des sessions terrain et des analyses. Le groupe s'est réuni une première fois le 1^{er} Août pour discuter des résultats liés à la faisabilité des relevés de terrains et aux modalités des indicateurs. Il s'est réuni une deuxième fois le 11 septembre afin de discuter des résultats des analyses statistiques et des problématiques de notation. La composition exacte et les comptes-rendus de ce groupe de travail (01/08/13 et 13/09/13) sont retranscrits en annexe 1.

II.C. Analyses statistiques des données

II.C.1. Calibration des « notes indicateurs » par régression linéaire

Des analyses statistiques ont été menées afin de calibrer les notes attribuées pour chaque indicateur, par la confrontation des résultats de la méthode à la note globale donnée par l'expert sur les pièces d'eau. Cette note d'expert représentant la note référence vers laquelle la note de la méthode devrait tendre.

Cette calibration s'est faite en recherchant la combinaison de notes des indicateurs donnant la meilleure régression linéaire avec les avis d'expert. Cette méthode a déjà été utilisée dans le développement des méthodes d'évaluations pour les habitats agropastoraux (Maciejewski, 2012) et l'habitat lagune en mer à marée (Lepareur *et al.*, 2012).

Il faut pour cela disposer de plusieurs tableaux de notation pour chaque indicateur, et tester les différentes combinaisons de ces tableaux pour trouver la meilleure.

Afin d'éviter des calculs laborieux, une boucle automatisée sur le logiciel R (R Development Core Team, 2008) a été utilisée pour créer et tester toutes les combinaisons possibles (Script en annexe 2). Cette boucle avait été développée par Manuelle Richeux (Stagiaire 2012 sur la méthode de la façade Atlantique) et a été modifiée afin d'être adaptée aux indicateurs de la façade méditerranéenne.

La validité écologique des résultats a été discutée lors du deuxième groupe de travail afin de déterminer la combinaison de tableaux de notation finale.

II.C.2. Analyse de la redondance des indicateurs

L'analyse statistique de la redondance des indicateurs initialement prévue n'a pas pu être menée à terme. En effet, cette analyse s'effectue généralement grâce à un test d'indépendance du χ^2 , or ce test nécessite au minimum un échantillon de 30 individus que l'échantillonnage (§ II.A.1.) n'a pas permis d'atteindre. Un test exact de Fisher pour les petits échantillons a ensuite été envisagé, mais son résultat amène une réponse du type « aucune redondance n'a été démontrée » plutôt que « il y a indépendance ». Cette information a été jugée peu utile et les tests ont donc été abandonnés.

II.C.3. Ajustement de la notation entre 0 et 100

Le système de notation dit de « Carnino » retenu lors de la phase 2012 du projet prévoit une note dégressive partant de 100 points et diminuant en fonction de la note attribuée à chaque indicateur jusqu'à la note minimale de 0. Le poids de chaque indicateur a été discuté et fixé en réunion du groupe de travail en 2012. Les pondérations fixées l'an passé peuvent amener la note d'une pièce d'eau à être négative. Or, pour pouvoir comparer la note d'une pièce ou d'un site aux seuils d'état de conservation définis sur le barème du § I.B.1.b., la note doit être comprise entre 0 et 100. Il convient donc de réajuster la note obtenue sur un barème de 0 à 100 selon la méthode suivante :

Méthode de calcul de la note ajustée [0-100]

Calcul du coefficient d'ajustement A : $A = \frac{-x}{100}$

Avec x la somme des plus mauvaises « notes indicateurs » pour tous les indicateurs relevés sur la pièce d'eau.

Calcul de la note ajustée : $Note = \frac{n - x - 100}{A}$

Avec n la note non ajustée de la pièce d'eau.

Attention : x est une valeur négative

n peut être une valeur positive ou négative

III. Résultats

III.A. Résultats des sessions de terrain

L'échantillonnage effectué en région Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte-d'Azur a permis de développer une base de données qui après analyse a conduit à ajuster les modalités, les seuils de ces modalités ainsi que la pondération relative des indicateurs. Ces sessions de terrain ont également permis de déterminer la faisabilité des relevés sur le terrain et ainsi ajuster les protocoles lorsque cela était nécessaire. Le tableau ci-après résume les résultats de ces sessions terrain traduits en notes des modalités 2012. Les couleurs des cases de la colonne total ajusté correspondent aux seuils d'état de conservation du barème de notation présenté §I.B.1.a. Lorsque deux avis d'experts ont été recueillis sur la même lagune, les notes apparaissent sous la forme x/y.

lagune	relevés /experts	Surface	Macrophyt es	Surface des herbiers	EVEE	Faune Benthique	EAAE	Liaison à la mer	Berges	Fonctionnement hydro	Colonne d'eau	Contaminants chimiques	Sédiments	Total	Total ajusté
Lagunes permanentes															
Canet	relevés	0	-40	0	0	-20	0	-15	0	0	-30	NA	-20	-25	72
	experts				4		4	3	4	4					2
Salses-Leucate	relevés	0	-20	-20	-40	-10	0	-15	-30	0	-5	0	-20	-60	66
	experts				2		4	3	4	4					4
Doull	relevés	0	-20	NA	0	-40	0	NA	-30	-60	-30	NA	NA	-80	51
	experts				ND		ND	ND	ND	ND					ND
Campagnol	relevés	0	-20	NA	0	-20	-40	NA	0	-60	-30	NA	-15	-85	50
	experts				4		2	4	4	2					2
Vendres	relevés	0	-30	NA	0	-20	-40	NA	0	-60	-30	NA	-15	-95	47
	experts				4		2	2	4	2					1
Grand Bagnas	relevés	0	-40	NA	0	-20	-40	NA	-30	-60	-20	NA	-30	-140	35
	experts				4		2	2	2	2					2
Thau	relevés	0	-20	-20	0	0	0	-15	-30	0	-5	0	-20	-10	77
	experts				3		4	4	3	4					3
Ingril	relevés	0	-20	NA	0	NA	0	-7	-30	0	-5	NA	-20	18	77
	experts				4		4	4	2	4					3
Berre	relevés	0	-40	-40	0	-20	0	-15	-30	-60	-5	-30	-30	-170	43
	experts				4		4	4	2	2					2
Bolmon	relevés	0	-40	NA	0	-30	0	NA	-30	-60	-30	NA	-30	-120	41
	experts				4		4	NA	2	1					1
Lagunes Temporaires															
Gassot	relevés	0	0		0		0	NA	0	0				100	100
	experts		4		4		4		4						4
Pissevaches	relevés	0	NA		0		0	-7	-15	0				78	93
	experts		NA		4		4		3						3
Gourg de Maldormir	relevés	0	0		0		0	NA	-30	-60				10	67
	experts		4\3		4\4		4\4		2\3						2\3
frontignan	relevés	0	0		0		0	NA	-30	0				70	89
	experts		4\4		4\4		4\4		3\4						4\4
Grande Maire	relevés	0	0		0		0	NA	-30	0				70	89
	experts		2\4		4\4		4\4		3\3						4\4
Aresquiers	relevés	0	-40		0		0	NA	-15	-60				-15	57
	experts		2\2		4\4		4\4		3\3						2,5\1
Villeneuve intérieur	relevés	0	0		0		0	NA	0	0				100	100
	experts		4		4		4		4						4
Villeneuve extérieur	relevés	0	0		0		-20	NA	0	0				80	93
	experts		4		4		1		3						4
Vagaran	relevés	0	-40		0		0	NA	-30	-60				-30	52
	experts		1		4		4		1						1
Chaumadou	relevés	0	NA		0		-20	NA	0	-60				20	65
	experts		NA		3,5		1		4						3,5
Redon	relevés	0	-40		0		0	NA	0	-60				0	63
	experts		2,5		4		3,5		4						2,5
Caban	relevés	0	0		0		0	NA	-30	0				70	87
	experts		4		3,5		4		3						3,5

Tableau 6: Résultats des relevés de terrain 2013 sous forme de notes

III.B. Ajustements sur les Indicateurs : modalités et faisabilité

La démarche de développement de cette méthode étant participative, tous les résultats sont issus de discussions découlant de la présentation des résultats d'analyses des données de terrain en groupe de travail, et ce afin de mettre au point une méthode à la fois scientifiquement correcte et applicable sur le terrain par les gestionnaires. A noter que les lagunes temporaires ont fait l'objet de test terrains plus poussés étant donné le manque de données par rapport aux lagunes permanentes faisant déjà l'objet de suivis (DCE, RSL). L'indicateur de liaison à la mer n'était applicable, avant la modification effectuée en groupe de travail du 11/09/13, que sur la lagune de Pissevaches pour les lagunes temporaires et n'a donc pas pu faire l'objet d'analyses.

Les fiches indicateurs ont été mises à jour suite à la phase de test 2013 et figurent en annexe 3.

III.B.1. Indicateur surface

III.B.1.a. Modalités

Les modalités développées dans le rapport 2012 pour cet indicateur prévoient une distinction entre les pertes de surface d'origine anthropique (comme un remblai) et des pertes d'origine naturelle (succession des habitats) en tolérant une plus grande variation dans ce second cas. Lors de la discussion en groupe de travail il a été rappelé que l'objet de cette méthode est d'évaluer l'état de conservation de l'habitat lagune côtière au titre de la DHFF et non pas la lagune en tant que complexe d'habitats. Dans ce cadre, toute perte de surface de quelque origine que ce soit devrait être considérée de la même façon. Il est donc proposé de supprimer la distinction d'origine de la perte dans les modalités et d'appliquer les seuils des modalités des pertes d'origine anthropique (plus sévères) à toutes les pertes de surface indépendamment de leur origine. Les variations annuelles entre habitats associés ne devraient cependant pas être considérées dans ce cadre comme une perte de surface.

L'introduction d'une échelle de temps (sous forme d'un pourcentage de temps par exemple) a été discutée mais n'est pas en accord avec l'objectif fixé de « zéro perte nette » de zones humides. Le site resterait déclassé tant que des mesures compensatoires n'auront pas été mises en place pour pallier la perte.

L'attribution d'un bonus dans le cas d'un gain de surface a également été abordé mais sans être tranché.

III.B.1.b. Faisabilité

Pour les relevés de cet indicateur, la mise en place d'une veille du gestionnaire semble adéquate pour relever les pertes d'origine anthropique mais semble poser plus de problèmes dans le cas des pertes naturelles. La mise en place d'un suivi SIG grâce à un GPS paraît beaucoup trop chronophage. Une méthode de télédétection pourrait cependant être mise en place, des outils très précis étant actuellement en cours de développement, notamment le projet MS MONINA (MS.MONINA Project, 2011-2013). Un projet de traitement d'images satellites, projet EQUIPEX-GEOSUD (EQUIPEX-GEOSUD, 2008) est également en cours qui pourrait permettre de fournir des données très précises (précision jusqu'à 0,5m).

Au cours des tests, la question de la prise en compte de la superposition de l'habitat « lagune » avec les roselières a été soulevée. Une approche en fonction de la densité de la roselière a été proposée. Il s'agira maintenant de définir un seuil de densité de roselière au-delà duquel on peut considérer une perte de surface pour l'habitat « lagune côtière ».

III.B.2. Indicateur macrophytes en lagunes permanentes

Cet indicateur est tiré directement des relevés effectués dans le cadre du suivi DCE.

Dans le cas des lagunes non suivies par la DCE, il a été décidé de suivre le protocole DCE en gardant les 120 m² explorés par placette. Il a en effet été indiqué que l'exploration de cette surface était relativement rapide et qu'une surface plus réduite ne serait pas significativement plus rapide à explorer. Il est suggéré de veiller à ce qu'il y ait des points sur la périphérie, étant dans le cas de pièce d'eau peu profonde et de faible surface, les macrophytes se développent largement en périphérie. Dans le cas des lagunes de surface inférieure à 50ha, la pression d'échantillonnage devrait être renforcée. En effet dans ce cas le protocole

amènerait à n'explorer qu'une placette sur la pièce d'eau, ce qui est insuffisant. Il est donc proposé d'ajouter au moins un point sur la périphérie, les cortèges étant généralement différents sur ces zones. Le traitement des données devra se faire suivant le protocole DCE pour obtenir un résultat harmonisé avec celui des pièces suivies. La validité de cette méthode adaptée devra être testée.

III.B.3. Indicateur macrophytes en lagunes temporaires

III.B.3.a. Modalités

Pour cet indicateur, les modalités et les seuils de ces modalités semblent validés par la confrontation des données de terrain avec les avis d'experts (tableau 6). Pour rappel ces modalités sont basées sur le recouvrement d'espèces selon deux listes, une liste d'espèces de référence et une liste d'espèces indicatrices d'une dégradation.

Les relevés de terrain ont mis en avant un oubli dans la liste des espèces indicatrices d'une dégradation, il s'agit des espèces appelées communément algues vertes filamenteuses. Seront donc ajoutées à la liste des espèces indicatrices d'une dégradation les espèces suivantes : *Chaetomorpha* spp. et *Cladophora* spp."

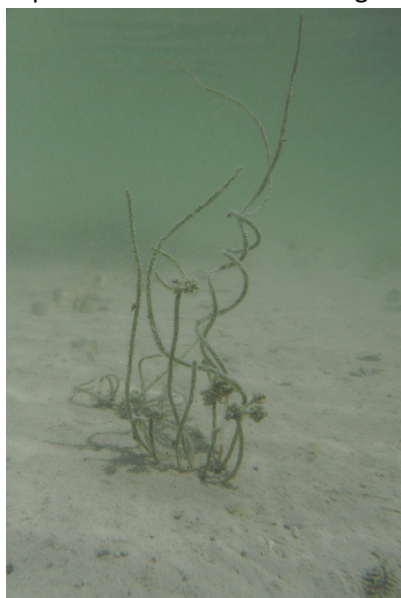


Figure 5: A gauche, *Tolypella salina* aux Salines de Villeneuve (Espèce de référence, protégée). A droite, tapis d'algues vertes à l'étang du Doul (Espèces indicatrices d'une dégradation). Photos : E. Morin.



III.B.3.b. Faisabilité

III.B.3.b.i. Temps de relevés

Les tests de terrain ont permis d'évaluer le temps de relevés de l'indicateur sur une pièce d'eau en fonction de sa superficie (Tableau 7). Ces temps de relevés ne comprennent pas les trajets pour se rendre sur le site.

Tableau 7: Lien entre superficie de la lagune et temps de relevé de l'indicateur macrophytes

Superficie de la pièce d'eau (en m ²)	Nombre de placettes à relever	Temps de relevé approximatif
[0 ; 1200[	2	20 minutes
[1200 ; 11000[	[3 ; 6]	30 minutes
[11000 ; 28000[	[7 ; 10]	1 heure
[28000 ; 50000[	[11 ; 12]	1h30
[50000 ; 100000[	12	2h30
> 100000	12	Demi-journée

Les classes de superficie sont basées sur celles donnant le nombre de placettes à effectuer (indiquées dans la fiche indicateur macrophytes en lagunes temporaires en annexe 3).

Pour exemple, le temps de relevés sur le site des étangs Palavasiens, comprenant 76 pièces d'eau temporaires cartographiées en « lagunes côtières », d'une surface totale de 273 ha, serait à peu près de 12 journées de 6 heures de travail effectif (afin de comptabiliser les temps de trajet).

III.B.3.b.ii. Période d'échantillonnage

Les différents passages sur les mêmes sites, pour les relevés d'indicateurs puis d'avis d'experts, ont mis en avant une grande variabilité des cortèges d'espèces et des recouvrements au cours de la saison estivale. De plus, étant donné la variabilité annuelle du climat, il paraît très compliqué de définir une date ou une période à laquelle les relevés devraient être effectués. Dans ce cadre, le passage unique pour le relevé de cet indicateur préconisé par le rapport 2012 paraît insuffisant. Après discussion avec des botanistes du Conservatoire Botanique National Méditerranéen (CBN-Med), il est proposé, lorsque cela est possible, d'effectuer trois passages au cours de la saison, un en avril, un fin mai et un dernier fin juin - début juillet. Ceci permettra d'avoir une meilleure vision du développement maximal des macrophytes au cours de la saison. Lorsque ces trois passages ne seraient pas envisageables, il est proposé de mettre en place une veille du gestionnaire qui pourra surveiller l'état du développement des macrophytes lors de ces passages sur le site pour d'autres suivis, et ce afin d'effectuer le relevé à une période la plus proche possible du développement maximal des cortèges.

Si l'année n'est pas une année favorable, il convient de reporter le relevé dans la mesure du possible, en effet l'évaluation s'effectuant tous les six ans, les relevés de l'indicateur macrophytes devraient se faire au cours d'une année « optimale ». Il est possible, en observant les précipitations hivernales et printanières, de déterminer si l'année sera propice au développement des macrophytes.

Dans le cas particulier des salins où les pièces d'eau sont très nombreuses et la variabilité réduite, il peut être envisagé de mettre en place un échantillonnage aléatoire au lieu de l'échantillonnage systématique si les temps nécessaires au relevé sont trop importants. La pression d'échantillonnage devra être déterminée.

III.B.3.b.iii. Identification des espèces

Au cours des discussions en groupe de travail, les difficultés qui pouvaient être rencontrées dans l'identification des espèces sur le terrain ont été soulevées. Il en ressort que l'identification à l'espèce doit être maintenue lorsque cela est possible mais que dans le cas contraire, l'identification des espèces indicatrices d'une dégradation est suffisante pour renseigner l'indicateur. Il est important de noter qu'une personne ayant simplement été formée à la détermination de ces espèces mais ne possédant pas de connaissances approfondies en botanique pourra tout à fait effectuer ces relevés.

Par demande des gestionnaires lors du groupe de travail, un travail a été effectué afin d'expliquer le type de dégradation liée aux différentes espèces indicatrices de dégradation listées dans la fiche indicateur Macrophytes. Ceci permettra au gestionnaire de savoir quelles espèces rechercher lorsqu'une dégradation est connue et inversement. Les résultats sont exposés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8: Lien entre espèces indicatrices d'une dégradation et le type de dégradation

Lagunes temporaires salées	
Espèces indicatrices de pression	Type de pression
<i>Chara vulgaris</i> / <i>Chara globularis</i> / <i>Ranunculus</i> spp.	Adoucissement
<i>Potamogeton pectinatus</i> / <i>Zannichellia</i> spp.	Adoucissement et souvent manque d'assec.
<i>Myriophyllum</i> spp. / <i>Ceratophyllum</i> spp.	Adoucissement important et généralement eutrophisation
<i>Monostroma</i> spp. / <i>Ulva</i> spp. / <i>Enteromorpha</i> spp. / <i>Chaetomorpha</i> spp. / <i>Cladophora</i> spp.	Eutrophisation
Lagunes temporaires peu salées	
Espèces indicatrices de pression	Type de pression
<i>Myriophyllum</i> spp. / <i>Ceratophyllum</i> spp.	Adoucissement important et généralement eutrophisation
<i>Monostroma</i> spp. / <i>Ulva</i> spp. / <i>Enteromorpha</i> spp. / <i>Chaetomorpha</i> spp. / <i>Cladophora</i> spp.	Eutrophisation

III.B.4. Indicateur surface des herbiers

Cet indicateur ayant fait l'objet d'une étude approfondie en 2012 par Guillaume Papuga, les problématiques de modalité et de faisabilité ont été traitées en 2012.

III.B.5. Indicateur Espèces végétales exotiques envahissantes

III.B.5.a. Modalités

Les discussions en groupe de travail ont amené à s'interroger sur la pertinence de ne considérer que les espèces exotiques sans intégrer les espèces proliférantes indigènes lorsque l'on considère le caractère déstructurant des espèces. La réflexion a finalement mené au constat que la prolifération d'espèces indigènes dans un milieu est généralement due à un déséquilibre de celui-ci. Dans le cas des lagunes, cette prolifération est généralement due à la qualité de la colonne d'eau, l'impact est donc déjà pris en compte dans les autres indicateurs (fonctionnement hydrologique, qualité de la colonne d'eau). De plus dans le cas où la prolifération ne serait pas liée aux facteurs hydrologiques, la présence étendue d'une espèce indigène ferait au contraire partie de la structure de l'habitat. Il a donc été décidé de ne pas intégrer les espèces indigènes proliférantes à cet indicateur. Il a de plus été rappelé en groupe de travail que les espèces exotiques envahissantes étaient également prises en compte pour leur tendance à prendre la place des espèces autochtones dans les niches écologiques et que la discussion presque philosophique de la pertinence de prendre en compte ce caractère ne peut être le but de la présente étude.

Ceci étant posé, les décisions suivantes sont prises quant aux modifications de la liste d'espèces :

- L'algue *Valonia aegagropila* est ajoutée à la liste, celle-ci étant d'origine incertaine mais certainement non indigène et ayant un caractère envahissant. (Cesmat L., 2006)
- Le cas de l'algue *Halopitys incurva* a été discuté. Il a été décidé de ne pas l'ajouter à la liste, celle-ci étant indigène et sa prolifération étant due à une légère eutrophisation permanente. (Réseau de suivi lagunaire, 2011)

Lors des tournées de terrain avec les experts, la question des espèces envahissantes des berges (comme le *Baccharis*, l'Herbe de la Pampa ou les griffes de sorcières) a également été soulevée. La question s'est de plus posée du fait que ces espèces ont été intégrées dans la méthode de la façade atlantique. Après analyse des résultats, il ressort que ces espèces sont très rares dans les 5 mètres de berges autour de la lagune et que même lorsqu'elles sont présentes, leur impact sur l'habitat lagune est très limité. De plus, après discussion avec Fanny Lepareur (MNHN), il apparaît que ces espèces ont été intégrées à la méthode Atlantique uniquement pour l'impact de l'ombrage de ces espèces sur la lagune, les pièces d'eau étant, sur cette façade, souvent de petite taille. Les pièces d'eau de la façade méditerranéenne étant de taille plus conséquente, l'impact de l'ombrage peut y être considéré comme négligeable. Il a donc été décidé en groupe de travail de ne pas inclure ces espèces dans la méthode méditerranéenne et de ne conserver que les espèces envahissantes concernant le bassin.

III.B.5.b. Faisabilité

Les relevés de cet indicateur ne posent pas de véritable problème puisqu'ils peuvent être couplés avec les relevés de l'indicateur macrophytes.

III.B.6. Indicateur Faune benthique

III.B.6.a. Modalités

Cet indicateur est issu directement des données de la DCE. Il n'y a donc pas lieu de discuter des modalités développées dans le protocole de suivi.

III.B.6.b. Faisabilité

Comme dit précédemment, les données de cet indicateur sont tirées directement des suivis dans le cadre de la DCE. Toutefois, pour les lagunes de petite taille ne bénéficiant pas du suivi DCE, la mise en place de relevés à l'échelle locale paraît compliquée.

En effet, l'échantillonnage nécessaire au calcul des indices AMBI et M-AMBI (Borja A., Franco J., Perez V., 2000 ; Muxika I., 2007), métriques à la base de cet indicateur, paraît difficilement applicable à une échelle locale. Ces relevés nécessitent d'une part du matériel spécifique (IFREMER, 2010). De plus la pression d'échantillonnage nécessaire d'au moins trois réplicats par station (Mavrič et al., 2012) et la nécessité d'un

expert pour l'identification des espèces de macro-invertébrés nécessiteraient des moyens humains et financiers trop importants pour être envisagés à l'échelle locale. A titre d'exemple, le coût pour une lagune de 1000ha est estimé à peu près à 3000 euros (IFREMER, 2000)

De plus le traitement des données ne peut se faire localement, le calcul des indices devant être mutualisé pour que les données soient pertinentes.

III.B.7. Indicateur espèces animales exotiques envahissantes

Les modalités qualitatives mises en place dans le rapport 2012 paraissent adaptées à la réalité de terrain, les gestionnaires ayant une bonne vision du développement du cascaïl sur leur site mais le relevé qualitatif précis des volumes de cascaïl est inenvisageable et non pertinent.

Il a été décidé lors de la discussion sur cet indicateur en groupe de travail d'ajouter le gélatineux *Mnemiopsis leidyi* à la liste grise des espèces à surveiller. Originaire de la côte Est de l'Amérique et introduit accidentellement en mer Noire au début des années 80 par les eaux de ballast, il a ensuite envahi la mer Caspienne, se retrouve aujourd'hui en Méditerranée occidentale et pose d'énormes problèmes aux pêcheurs (GELAMED, 2010).

Il est important de noter que cet indicateur est potentiellement redondant avec d'autres, les proliférations de cascaïl par exemple seraient dues à un fort degré d'eutrophisation et/ou une variabilité de salinité interannuelle. Il pourrait donc s'avérer superflu après tests statistiques.



Figure 6: A gauche, *Mnemiopsis leidyi* (Photo : © Erling Svensen / WWF Canon). A droite, récifs de cascaïl sur le parterment extérieur des salines de Villeneuve les Maguelone (Photo : E. Morin).

III.B.8. Indicateur liaison à la mer

Les modalités prévues dans le rapport 2012 pour cet indicateur prévoient l'évaluation des graus par deux aspects, l'état (naturel, artificiel ou obstrué) et le fonctionnement (le grau assure-t-il sa fonction de liaison entre la lagune et la mer ?). La notation prévoit une pondération identique pour ces deux paramètres. Cette pondération a été remise en question par les avis d'experts, le fonctionnement semblant plus important que l'état physique.

De plus, il a été décidé après discussion d'inclure à cet indicateur toute liaison à la mer, même distante (par un canal, par d'autres pièces d'eau). Une réflexion devra donc être menée lors de l'évaluation pour renseigner cet indicateur pour toutes les pièces d'eau d'un site.

Il a également été indiqué qu'une distinction devrait être faite entre les graus suivant la fréquence de dragage nécessaire. Il est donc proposé la modification suivante du tableau des modalités de l'indicateur pour répondre à ces remarques :

Modalité		Note
Etat	Grau naturel: La liaison à la mer n'est pas contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, etc.). <u>Ou Liaison indirecte à la mer naturelle</u> par le biais d'autres lagunes.	0
	Grau artificiel : La liaison à la mer existe, mais elle est contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, pont, etc.).	-7
	Liaison à la mer indirecte artificialisée par le biais d'un canal ou d'une buse.	-10
	Le grau est obstrué par différents éléments (remblais, digue en rochers, etc.).	-15
		+
Fonctionnement	La liaison à la mer se maintient de manière naturelle , sans intervention de l'Homme ou ne nécessite pas de dragage récurrent . 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 : la liaison à la mer 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
	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

A noter les travaux en cours de l'Agence de l'Eau sur un indicateur d'hydromorphologie des lagunes qui prend en compte les graus et la liaison à la mer.

III.B.9. Indicateur berges

III.B.9.a. Modalités

La confrontation des données indicateurs au dire d'experts a montré pour cet indicateur la non adéquation avec la réalité de terrain des critères de relevés, ceux-ci opposant les berges entièrement naturelles à la moindre artificialisation. Sur le terrain, il apparaît que les berges réellement « naturelles » sont très rares et qu'au contraire, certaines berges anciennement artificialisées sont aujourd'hui revenues à un état tout à fait compatible avec leur fonction d'écotone et de filtre entre la lagune et les habitats associés. Une proposition de modification des critères, basée sur les avis d'experts sur le terrain indiquant l'importance des critères de pente et de végétation, et les résultats d'une étude réalisée par le bureau d'étude Asconit® pilotée par l'Agence de l'eau sur les paramètres hydromorphologiques (Agence de l'eau Rhône – Méditerranée et Corse / Asconit Consultants, 2009), a donc été soumise au groupe de travail. Ci-dessous le tableau résumant cette proposition :

Tableau 9: Proposition de modification des critères de relevé de l'indicateur berges

Pente de la berge	Substrat et végétation	Catégorie
Presque nulle	Substrat meuble généralement sableux, nu ou avec végétation halophile	Catégorie 1: berges naturelles ou renaturées
Intermédiaire: $\pm 45^\circ$	Substrat meuble et végétation halophile continue ou éboulis naturels à flanc de colline	
	Substrat meuble (parfois avec restes d'enrochements anciens) avec végétation d'espèces halophiles en cours de développement ou végétation continue mais artificialisation en arrière trop proche (route, mur,...)	Catégorie 2: berges en renaturation ou peu artificialisées
	Enrochée (à l'exception des éboulis naturels à flanc de colline), ou substrat meuble à nu	Catégorie 3: berges artificialisées
Verticale	Quel que soit le substrat ou la végétation (à l'exception des falaises naturelles qui rentrent dans la catégorie 1)	

Après discussion lors du groupe de travail sur ces critères, il a été décidé qu'il était suffisant de garder les relevés selon deux catégories (1 et 3), la catégorie 2 intermédiaire découlant de toute façon de ces relevés, et d'ajouter les berges renaturées à la catégorie des berges entièrement naturelles établie en 2012.



Figure 7: A gauche berge de catégorie 1 au Gourg de Maldormir. Au centre, berge de catégorie 2 à l'étang de Bolmon. A droite, berge de catégorie 3 à l'étang de Berre. Photos : E. Morin.

Il est également apparu après la confrontation que les seuils de ces modalités étaient d'une grande sévérité (Tableau 6), amenant à classer en mauvais état des berges de lagunes quasiment entièrement naturelles mais avec une artificialisation ponctuelle. Une proposition de modification de ces seuils a donc été faite au groupe de travail, elle est basée sur la comparaison inter-site des avis d'experts et données indicateur, elle est résumée dans le tableau 10 :

Tableau 10 : Proposition de modification des seuils de l'indicateur berges

Note Indicateur	Anciennes modalités	Proposition de modalités
0	Plus de 90% inclus des berges sont naturelles, <u>et</u> moins de 3% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	Plus de 85% inclus des berges sont naturelles, <u>et</u> moins de 10% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales
-15	Entre 75% inclus et 90% des berges sont naturelles, <u>ou</u> entre 3% et 10% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	Entre 70% inclus et 85% des berges sont naturelles, <u>ou</u> entre 10% et 25% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales
-30	Moins de 75% de berges sont naturelles, <u>ou</u> plus de 10% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	Moins de 70% de berges sont naturelles, <u>ou</u> plus de 25% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales

Les discussions lors du premier groupe de travail ont souligné l'importance de la capacité d'adaptation morphologique de l'habitat dans un contexte de changement climatique et donc l'importance de garder des seuils assez stricts pour les modalités de cet indicateur. La discussion lors du deuxième groupe de travail permettra de valider ou d'invalider cette proposition.

Une remarque a été formulée lors du premier groupe de travail sur le fait que l'interprétation de l'état des berges pouvait dépendre du ratio du linéaire de berges sur la surface de la pièce d'eau. Un travail devra être mené ultérieurement pour répondre à cette problématique.

A noter les travaux en cours de l'Agence de l'Eau sur un indicateur d'hydromorphologie des lagunes qui prend l'intégrité des berges.

III.B.9.b. Faisabilité

Après les tests terrains, il apparaît que les relevés de cet indicateur sont relativement chronophages (exemple : pour Ingril Sud : 1h30). Ce caractère chronophage est d'autant plus important que le site est morcelé en petites pièces d'eau. Il convient tout de même de modérer ce constat puisque cet indicateur ne nécessite qu'un seul relevé complet lors de la première évaluation. Pour les suivantes, la mise en place

d'une veille sur les travaux et aménagements impactant les berges semble suffisante pour mettre à jour la cartographie.

Il convient de spécifier deux points pour ces relevés :

- l'artificialisation des graus n'est pas à prendre en compte dans le linéaire de berges artificialisées, cela l'étant déjà dans l'indicateur liaison à la mer.
- le linéaire artificialisé des diverticules d'un port ou d'une marina ne doit être pris en compte que comme le linéaire réel de berges artificialisé et non comme le linéaire des diverticules.

III.B.10. Indicateur fonctionnement hydrologique

Cet indicateur se base sur la comparaison du fonctionnement hydrologique lors de l'évaluation à un fonctionnement hydrologique « de référence », or après discussion avec les gestionnaires et pendant le premier de travail, il apparaît que cette notion de fonctionnement hydrologique de référence reste très floue pour beaucoup de sites. Chaque site étant différent, il n'est pas possible de définir un état de référence commun. De plus, il a été rappelé en groupe de travail que dans le cas des lagunes temporaires, une des caractéristiques de ces pièces d'eau est leur caractère « imprévisible », il faut donc veiller à ne pas conduire à une régularité forcée réduisant la stochasticité de l'habitat. Dans ce cadre, il paraît quasiment indispensable de mettre en place un ou des groupes de travail spécifiques pour déterminer un fonctionnement hydrologique de référence par site. Cet indicateur ne sera pas applicable tant que ce travail n'aura pas été mené.

III.B.11. Indicateur colonne d'eau

Les données de cet indicateur sont issues des campagnes dans le cadre du suivi DCE. Dans le cas des lagunes ne bénéficiant pas de ce suivi, les relevés sont envisageables à l'échelle locale. Le protocole RSL (IFREMER, 2000) devrait alors être suivi. C'est-à-dire une pression d'échantillonnage d'un point par bassin hydrodynamique (généralement un pour les lagunes de petite taille non suivies par la DCE) qui doit être suivi à raison d'un prélèvement par mois pendant les mois d'été (juin, juillet, août). Pour les analyses, peu de laboratoires en France sont habilités à faire des analyses des paramètres trophiques du milieu marin, on peut citer pour la façade méditerranéenne l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO) à Marseille et le laboratoire IFREMER de Sète. Le prix de ces analyses peut être estimé à peu près à 200 euros par échantillon soit 600 euros pour une année d'analyses sur une pièce d'eau.

III.B.12. Indicateur contaminants chimiques

La mise en place à l'échelle locale de collecteurs passifs pour les lagunes ne bénéficiant pas d'un suivi dans le cadre de la DCE nécessite une assistance externe. Tout d'abord, ces dispositifs doivent être installés par une personne préalablement formée. De plus, dans le cadre des suivis DCE les échantillons sont envoyés pour la préparation et les analyses à trois laboratoires différents pour les différents types de substance. Il convient de rappeler que ces relevés se font dans l'eau. Après discussion, il ressort que cet indicateur est important à mettre en place sur toutes les pièces d'eau, mais les coûts sont élevés et les analyses longues. La communauté scientifique a pour l'instant peu de recul sur ce paramètre. L'innovation RSL sur les Palavasiens constitue les premières études de cette ampleur en lagunes. Une étude à l'échelle régionale est préconisée tous les 6 ans pour permettre d'améliorer la connaissance.

III.B.13. Indicateur Sédiments

Cet indicateur est tiré directement des relevés du RSL en Languedoc-Roussillon, mais il est à noter que ces suivis relèvent la granulométrie, les matières organiques, l'azote et le phosphore total mais pas les contaminants chimiques. En dehors du Languedoc-Roussillon, cet indicateur peut également être tiré des suivis DCE. Dans le cadre de ces suivis, sont relevés cette fois-ci la granulométrie, les contaminants chimiques et les carbones organiques mais pas l'azote ni le phosphore total. Il conviendrait d'harmoniser les relevés de ces suivis.

Dans le cas où une lagune ne serait suivie par aucun de ces deux programmes, il peut être envisagé la mise en place de relevés à l'échelle locale. Dans ce cas, il est préconisé de suivre la pression d'échantillonnage du RSL, c'est-à-dire un point tous les 50ha pour les lagunes de moins de 1000ha, (IFREMER Laboratoire DEL/ST, 2000), les lagunes plus grandes sont généralement suivies par la DCE. Les bordures de la lagune devraient être évitées. Les prélèvements sont à effectuer en juin. Le protocole RSL préconise le prélèvement de carottes de 8 cm de diamètre et de 20 centimètres de long dont on extrait les 5 premiers centimètres avec un piston. Localement, il est envisageable d'utiliser une méthode simplifiée pour prélever la couche superficielle de sédiment. (Truelle pour une station à sec ou avec peu d'eau, tube PVC dans le cas d'une colonne d'eau allant jusqu'à une cinquantaine de centimètres. Au-delà, un peu plus de matériel sera nécessaire.) Les échantillons devraient ensuite être tamisés sur 2mm, homogénéisés et conservés au congélateur (-20°C) dans des sacs congélation. Les échantillons devront ensuite être confiés à un laboratoire pour analyses. A titre d'exemple, des analyses complètes (granulométrie, matières organiques, phosphore, azote, contaminants chimiques) effectuées dans le cadre de RhoMéO sont revenues à 300 euros par échantillon pour 200 échantillons confiés. Une mutualisation des échantillons des différents sites serait à envisager pour diminuer les coûts.

III.B.14. Autres relevés physico-chimiques.

Il est indiqué que le relevé des indicateurs de la méthode sur une pièce d'eau doit toujours être accompagné du relevé des paramètres physico-chimiques classiques sur les lagunes : salinité, température, turbidité (disque de Secchi), ceux-ci aidant à renseigner les indicateurs et à la compréhension des résultats des indicateurs. (ex : une forte turbidité au cours de la pré-saison peut expliquer l'absence de macrophytes pendant l'été ou la mesure de la salinité notamment en hiver permet de mieux comprendre le fonctionnement d'une pièce d'eau). Ces données relevées de manière régulière (au moins une fois par mois) permettent d'avoir une meilleure connaissance globale du fonctionnement de l'habitat et d'expliquer les écarts observés le cas échéant, notamment pour les indicateurs macrophytes, liaison à la mer, fonctionnement hydrologique et qualité de la colonne d'eau.

III.C. Ajustement de la notation et de la pondération relative des « notes indicateurs »

III.C.1. Ajustement de la notation sur le barème 0-100 et indicateur Surface

Après discussion, l'ajustement des notes sur le barème 0 à 100 faisant qu'aucun indicateur n'est déclassant n'est pas acceptable pour l'indicateur « Perte de Surface ». Le bon état de conservation étant directement lié au maintien de la surface de l'habitat, il est décidé d'évaluer ce paramètre indépendamment du paramètre « structure et fonctions », comme préconisé par l'Europe au niveau biogéographique. L'indicateur Surface sera évalué selon les mêmes modalités mais celles-ci donneront directement une classe de l'état de conservation :

Modalité	Etat de conservation attribué
Absence de pertes d'origine anthropique	Bon
Perte inférieure ou égale à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte inférieure à 100m ² (lagune > 10 000m ² ou site Natura 2000)	Altéré
Perte supérieure à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte supérieure à 100m ² (lagune > 10 000m ² ou site Natura 2000)	Dégradé

Par ailleurs, le paramètre « Surface » sera évalué à l'échelle du site, soit globalement soit par agrégation des pertes de surface des pièces d'eau constituant le site.

Le paramètre « Structure et fonctions » sera toujours évalué sur un barème 0-100 donnant également une classe d'état de conservation de ce paramètre **pour chaque pièce d'eau du site**. L'évaluation de ce

paramètre à l'échelle du site sera obtenue en calculant la moyenne pondérée par la surface des pièces d'eau (voir § IV F).

Les deux classes d'état de conservation obtenues pour ces 2 paramètres à l'échelle du site seront ensuite croisées et la pire des deux sera considérée comme état de conservation de l'habitat à l'échelle du site. Le tableau de décision ci-dessous résume les différents cas possibles :

Perte de Surface	Note Structure/Fonctions		
	[100-70[	[70-40[	[40-0[
Absence de pertes d'origine anthropique	Bon	Altéré	dégradé
Perte inférieure ou égale à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte inférieure à 100m ² (lagune > 10 000m ² ou site Natura 2000)	Altéré	Altéré	dégradé
Perte supérieure à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte supérieure à 100m ² (lagune > 10 000m ² ou site Natura 2000)	dégradé	dégradé	dégradé

Dans la suite de ce document, les notations présentées le seront en tenant compte du résultat présenté ci-dessus. La surface n'est donc plus prise en compte dans le calcul de la notation des pièces d'eau.

III.C.2. Ajustement de la pondération relative des « notes indicateurs »

Des analyses statistiques ont été menées afin de calibrer les notes attribuées pour chaque indicateur, par la confrontation des résultats de la méthode à la note globale donnée par l'expert sur les pièces d'eau. Cette note d'expert représentant la note référence vers laquelle la note de la méthode devrait tendre.

Cette calibration s'est faite en recherchant la combinaison de notes des indicateurs donnant la meilleure régression linéaire avec les avis d'expert.

III.C.2.a. Cas des lagunes permanentes

L'application de la boucle automatisée de régressions linéaires sur les données des lagunes permanentes n'a pas amené de résultats concluants. Cela est dû au fait que la base de données développée est trop réduite pour le nombre d'indicateurs utilisés (12). Il faudra de nouveau appliquer ce programme avec une base de données plus importante qui pourra être développée grâce aux retours d'expérience de l'utilisation de la méthode sur leur site par les gestionnaires.

Il est néanmoins possible de statuer sur certains ajustements des notations qui se sont avérés nécessaires après analyse de visu des résultats de terrain. Ces ajustements concernent la notation des indicateurs « Espèce végétales exotiques envahissantes » et « espèces animales exotiques envahissantes ». Il s'avère que le poids accordé à ces indicateurs est beaucoup trop important comparé à l'impact avéré de ces derniers. Il est donc proposé après analyse du poids accordé à ces derniers dans la méthode Atlantique et discussion au sein du groupe de travail de passer ces deux indicateurs à la notation suivante : 0/-5/-10.

III.C.2.b. Cas des lagunes temporaires

Ce paragraphe développe les résultats des tests statistiques expliqués au §II.C.2. Ceux-ci visent à trouver la meilleure combinaison de « notes indicateurs » grâce à l'étude de l'ajustement des « notes pièce d'eau » qui en découlent avec les avis d'experts (qui tiennent lieu de référence vers laquelle tendre).

Les résultats développés ci-dessous sont issus de l'application du programme de boucle de régressions sous le logiciel R. Ce programme a été appliqué en utilisant uniquement les données recueillies en 2013 (Tableau 5) et les données d'herbier recueillies en 2012 par Guillaume Papuga.

Le programme a été appliqué en proposant au logiciel :

- pour les indicateurs à deux modalités (fonctionnement hydrologique), deux grilles de notation : 0/-30 et 0/-60
- pour les indicateurs à trois modalités (surface, macrophytes, espèces exotiques envahissantes végétales et animales, état des berges), cinq grilles de notation : 0/-5/-10, 0/-10/-20, 0/-15/-30, 0/-20/-40, 0/-30/-60.

L'indicateur « Liaison à la mer » a été mis de côté, car au moment de l'analyse (avant la modification de cet indicateur) celui-ci ne s'appliquait que pour la lagune de Pissevaches pour le type temporaire. La combinaison de ces grilles de notation pour les 6 autres indicateurs donne donc 6250 possibilités qui ont été testées. Parmi celles-ci, 25 combinaisons sont ressorties avec le même R^2 maximum de 0.94. Sur les 6 indicateurs, 4 ont la même grille de notation pour ces 25 résultats (fonctionnement hydrologique, espèces animales exotiques envahissantes, berges et macrophytes) et 2 varient (Surface, Espèces végétales exotiques envahissantes). Les grilles de notation pour ces deux indicateurs ont donc été sélectionnées par leur validité écologique.

Finalement, la meilleure combinaison retenue est celle illustrée dans le tableau 11. Le test en bloc par ANOVA donne une p-value satisfaisante de 0.00145. Le test de Shapiro-Wilk de normalité des résidus est également satisfaisant ($W = 0.8647$, p-value = 0.05605). En revanche la vérification de l'équivalence et d'indépendance des résidus est plus nuancée comme on peut le voir sur le graphique de gauche de la figure 8. Le test de Durbin-Watson confirme ce dernier fait (p-value = 0,424). Il faudra donc, comme dit précédemment, consolider ces tests par de nouvelles données.

Tableau 11: Grille de notation proposée pour les lagunes de type temporaire

Indicateur	Ancienne notation	Notation proposée
Fonctionnement hydrologique	0/-60	0/-60
Espèces végétales exotiques envahissantes	0/-20/-40	0/-5/-10
Espèces animales exotiques envahissantes	0/-20/-40	0/-5/-10
Intégrité des berges	0/-15/-30	0/-30/-60
Macrophytes	0/-20/-40	0/-15/-30

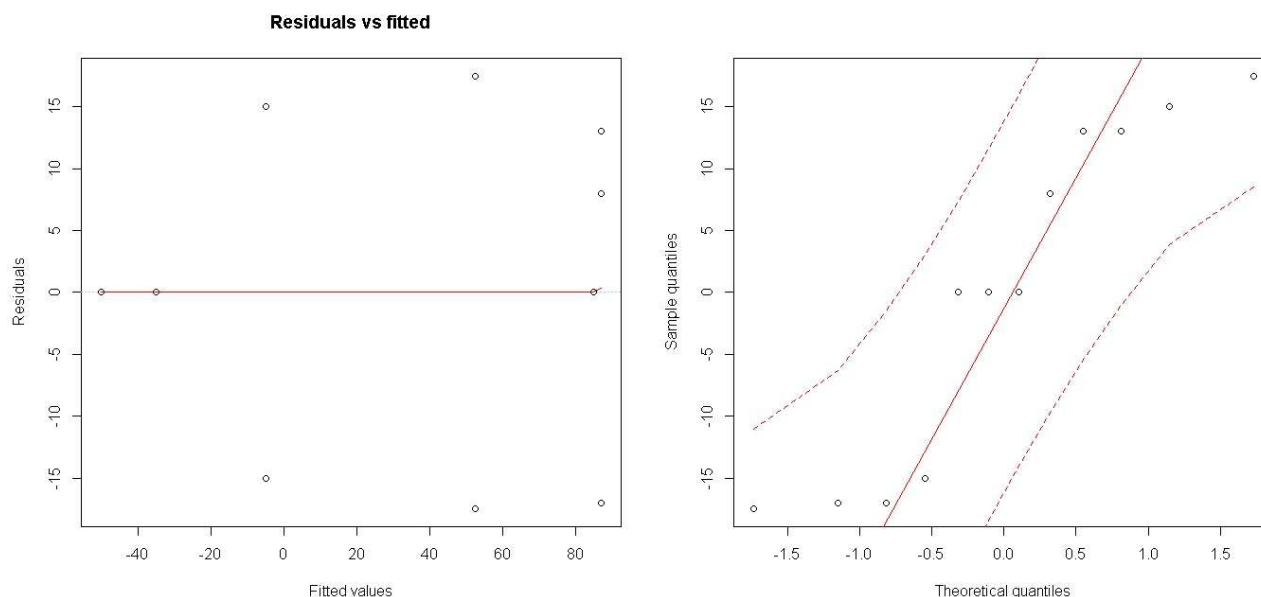


Figure 8: Graphiques de vérification des hypothèses d'équivalence, d'indépendance et de normalité des résidus de la régression linéaire retenue

Le groupe de travail a acté le changement de notation pour les espèces exotiques envahissantes végétales et animales mais a émis une réserve sur la modification des notations de l'état des berges et des macrophytes. Allouer une pondération aux berges supérieure à celle des macrophytes ne semble pas pertinent.

Ces tests statistiques ont été menés une nouvelle fois avec les nouveaux seuils de berges actés par le groupe. Les nouveaux résultats issus de ces tests semblent plus ajustés à l'avis du groupe de travail. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous. La régression linéaire de cette combinaison de notation avec l'avis d'expert donne un $R^2 = 0.97$

Tableau 12: Grille de notation retenue pour les lagunes de type temporaire

Indicateur	Ancienne notation	Notation retenue
Fonctionnement hydrologique	0/-60	0/-60
Espèces végétales exotiques envahissantes	0/-20/-40	0/-5/-10
Espèces animales exotiques envahissantes	0/-20/-40	0/-5/-10
Etat des berges	0/-15/-30	0/-20/-40
Macrophytes	0/-20/-40	0/-30/-60

Ce résultat, s'il n'est pas acté, pourra être validé par les retours d'expérience.

III.C.3. Grille de notation finale

Pour mémoire : paramètre « Surface »

1. Surface	Echelle	Modalité	Etat de conservation attribué
	Site	Absence de pertes d'origine anthropiques	Bon
		Perte inférieure ou égale à 1% (lagune ≤ 10 000m ²) ou perte inférieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)	Altéré
		Perte supérieure à 1% (lagune < 10 000m ²) ou perte supérieure à 100m ² (lagune > 10 000m ²)	Dégradé

Paramètre « Structure et fonctions »

2a. Macrophytes (lagunes permanentes marinisées)	Echelle	Modalité	Note
	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

2b. Macrophytes (lagunes permanentes peu salées)	Echelle	Modalités	Note
	Pièce d'eau	cf. Indicateur Macrophytes dans les lagunes oligo-halines et méso-halines développé par la Tour du Valat à intégrer	A venir

2c. Macrophytes (lagunes temporaires)	Echelle	Modalité	Note
	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	-30
		Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant plus de 10% de la pièce d'eau	-60

3. Surface des herbiers	Echelle	Modalité	Note
	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

4. Espèces végétales exotiques envahissantes	Echelle	Modalité	Note
	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	-5
		Plus de 10 % du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	-10

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.	-5
		Le Cascaïl est bien représenté sur la pièce d'eau et son développement perturbe le fonctionnement de l'écosystème.	-10

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.). <u>Ou Liaison indirecte à la mer naturelle</u> par le biais d'autres lagunes.	0
		Grau artificiel : La liaison à la mer existe, mais elle est contrainte par des constructions humaines (béton, enrochement, digues, barrages, pont, etc.).	-7
		Liaison à la mer indirecte artificialisée par le biais d'un canal ou d'une buse.	-10
		Le grau est obstrué par différents éléments (remblais, digue en rochers, etc.).	-15
		+	
		Fonctionnement	
		La liaison à la mer se maintient de manière naturelle , sans intervention de l'Homme ou ne nécessite pas de dragage récurrent . 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 : la liaison à la mer 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
		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 85% inclus des berges sont naturelles, et moins de 10% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	0
		Entre 70% inclus et 85% des berges sont naturelles, ou entre 10% et 25% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-20
		Moins de 70% de berges sont naturelles, ou plus de 25% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-40

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

IV. Discussion

IV.A. La base de données et la calibration de la méthode

Il avait été initialement prévu que le développement du jeu de données serait assez long, c'est pourquoi l'échantillonnage prévu a été limité à une dizaine de pièces d'eau par type de lagune. Cet échantillonnage a été suffisant pour statuer sur la faisabilité des relevés d'indicateurs sur le terrain et sur la validité des modalités développées dans ces indicateurs. Toutefois, pour ce qui est de la redondance des indicateurs, obtenir des résultats statistiques fiables s'est avéré compliqué du fait de cette base de données limitée (le test nécessaire demandant en effet au minimum un échantillon de trente individus). Or, dans le but de minimiser les relevés de terrain nécessaires pour l'évaluation, il est primordial de tester statistiquement l'indépendance des indicateurs mis en place afin de n'en garder que le minimum nécessaire. Ce test devra être mené ultérieurement grâce aux retours d'expérience des gestionnaires de l'application de la méthode sur leur site. Il conviendra à ce moment d'effectuer ces tests en continuant de considérer les deux types de lagunes définis par le fonctionnement hydrologique (temporaires et permanentes) comme deux populations statistiques distinctes comme cela a été fait dans ce rapport. Le même problème s'est posé pour la calibration de la notation des lagunes permanentes par régression qu'il faudra également tester de nouveau.

Il est à noter qu'aucun relevé n'a pu être fait en Corse faute de moyens, ce qui pose problème pour la représentativité de l'échantillonnage.

De plus, pour l'indicateur « espèces végétales exotiques envahissantes », aucune de ces espèces n'ayant été rencontrée lors de l'échantillonnage, aucun travail n'a pu être mené sur les seuils développés en groupe de travail en 2012.

Ce travail représente une calibration initiale de la méthode afin de s'assurer que celle-ci fournira des données cohérentes. Mais tout comme les autres méthodes d'évaluation de l'état de conservation sur d'autres habitats, elle est amenée à évoluer continuellement avec les retours d'expérience afin d'en affiner les résultats et suivre l'évolution naturelle de ces milieux. (Kluszczewski et al., 2010)

IV.B. Limites à l'utilisation de la méthode

Il est probable que, par manque de moyens matériels ou humains, certains gestionnaires ne soient pas en mesure d'appliquer tous les indicateurs développés dans cette méthode. Même si la notation de cette méthode peut tolérer l'absence de relevés pour certains indicateurs, il en est certains sans lesquels elle ne peut plus s'appliquer. Il est donc nécessaire de définir une liste d'indicateurs indispensables sans lesquels il n'y a pas plus lieu de l'appliquer.

Dans le cas des lagunes temporaires, les relevés de terrains effectués montrent que les 7 indicateurs à relever pour ce type ne nécessitent pas d'importants moyens matériels. Ils peuvent néanmoins mobiliser des moyens humains assez conséquents, il faut en effet compter globalement une demi journée à une journée de relevés par pièce d'eau en fonction de sa taille. Ces temps de relevés qui peuvent paraître acceptables peuvent vite devenir problématiques dans le cas de sites très morcelés où le nombre de pièces d'eau est important. Il convient néanmoins de relativiser ce constat et de ne pas en faire un frein à l'utilisation de la méthode, celle-ci ne s'appliquant en effet que tous les six ans.

Dans le cas des lagunes permanentes, les relevés peuvent engager des moyens matériels plus importants, surtout dans le cas des lagunes non intégrées aux programmes de suivis de la DCE et du RSL. Dans ce cas, même si le maximum d'indicateurs devrait toujours être relevé dans la mesure du possible, il est envisageable d'appliquer la méthode avec un nombre réduit d'indicateurs. Toutefois, la liste d'indicateurs suivante devrait toujours faire partie des relevés :

Paramètre	Critère	Indicateurs minima
Surface	Surface couverte par l'habitat	1. Evolution de la surface

Structure et fonctions	Biologie	2. Macrophytes
	Fonctionnement hydro-morphologique	7. Liaison à la mer
		8. Intégrité des berges
		9. Fonctionnement hydrologique
	Qualité physicochimique et toxique	12. Sédiments

- **Indicateur surface** : Par la définition même de l'état de conservation faite dans la DHFF, le bon état de celui-ci passe par le maintien de sa surface dans son aire de répartition.
- **Macrophytes** : Le compartiment Macrophytes est un indicateur biologique intégrateur qui traduit donc finement les conditions du milieu. Cet indicateur permet de plus d'évaluer directement la persistance d'espèces caractéristiques de l'habitat 1150-2*.
- **Indicateur Liaison à la mer** : Cet indicateur est indispensable dans le sens où il permet d'évaluer la circulation de l'eau dans la lagune et donc son renouvellement, mais également la circulation des poissons et invertébrés.
- **Fonctionnement hydrologique** : Cet indicateur constitue un élément fondamental de l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat car conditionnant en grande partie le maintien des espèces typiques de celui-ci.
- **Indicateur berges** : Le bon état des berges permet d'assurer l'adaptabilité de l'habitat aux aléas.
- **Indicateur sédiment** : Par son caractère accumulateur, le sédiment conserve de nombreux éléments chimiques, autant polluants qu'azotés et phosphorés et constitue comme une « mémoire » de ces éléments dans le milieu. Il constitue donc une métrique plus intéressante à conserver dans le cadre d'une évaluation de l'état de conservation que la colonne d'eau transcrivant plutôt un état ponctuel du milieu.

IV.C. Applicabilité de l'indicateur « sédiments » aux lagunes temporaires

Cet indicateur non retenu dans le cas des lagunes temporaires en 2012 semblerait tout de même pertinent à mettre en place. De tels relevés apporteraient des informations non négligeables notamment en termes de contaminants chimiques. Mais les relevés du RSL et de la DCE n'intervenant pas sur ce type de lagunes, ils devraient être mis en place localement en suivant le protocole du RSL. Ces pièces d'eau étant généralement de taille modeste, la pression d'échantillonnage devrait néanmoins être adaptée. Il serait peut être plus opportun de mettre en place un suivi selon la même pression d'échantillonnage mais à l'échelle de la sous-unité hydrologique plutôt que de la pièce d'eau.

IV.D. Périodicité de l'évaluation de l'état de conservation et variations annuelles

La validité de la périodicité de 6 ans de l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat peut être discutée. Elle a été fixée arbitrairement en fonction du rapportage national pour l'article 17 qui dans la Directive prévoit cette périodicité de 6 ans (Commission Européenne, 1992). Cette périodicité paraît adaptée pour l'évaluation d'un état de conservation d'habitat. Le temps nécessaire pour observer des changements significatifs pour une grande part des indicateurs retenus pour la méthode se compte en années voire en dizaine d'années : Surface, Liaison à la mer, Intégrité des berges, Fonctionnement hydrologique, Sédiments (IFREMER, 2000.). En revanche, les indicateurs biologiques (macrophytes, surface des herbiers, espèces végétales exotiques envahissantes végétales et animales) et les indicateurs de chimie de l'eau (colonne d'eau, contaminants chimiques) pourraient faire l'objet de relevés plus fréquents ceux-ci pouvant évoluer plus rapidement. Un autre argument en faveur de cette périodicité est l'adéquation avec la périodicité des plans de gestion des sites Natura 2000 qui se font généralement tous les 5 à 6 ans. En effet, outre la participation à l'évaluation périodique nationale à l'échelle biogéographique, un des intérêts

principaux de cette méthode est de disposer d'un cadre factuel pour évaluer l'effet des mesures de gestion mises en œuvre (MNHN [Ed], 2003-2013). Cette périodicité permet donc une évaluation de ces effets à mi-parcours entre deux plans de gestion.

Se pose également la problématique des variations annuelles, en effet les années se suivent mais ne se ressemblent pas, or certains indicateurs comme les « macrophytes » peuvent fortement varier en fonction de l'hydrométrie notamment. L'évaluation des sites Natura 2000 n'étant prévue que tous les 6 ans et les indicateurs ne devant être relevés que sur une année, il est conseillé d'effectuer les relevés au cours d'une année « optimale » pour l'indicateur. En observant les précipitations hivernales et printanières, il est par exemple possible pour l'indicateur macrophytes de déterminer si l'année sera propice à leur développement. Il est par ailleurs important de noter que cette année 2013 de test présentait plutôt les caractéristiques d'une « mauvaise » année pour le développement des macrophytes. Les cortèges s'étant globalement développés en retard, obligeant parfois à effectuer plusieurs passages sur le même site. Cela aurait pu introduire un biais dans les résultats.

IV.E. Comparaison inter-sites

Un autre intérêt de cette méthode est de pouvoir comparer, entre des sites aux caractéristiques proches, l'effet des modes de gestion sur l'état de conservation de l'habitat. Il convient donc de poser des limites à la comparaison inter-sites des résultats de cette méthode. La notation de la méthode étant basée sur un système de points dégressifs, plus le nombre d'indicateurs relevés est grand, plus la note sera potentiellement basse jusqu'à être négative. Le réajustement des notes entre 0 et 100 permet de replacer le site sur son échelle de dégradation potentielle mais il ne permet pas d'effectuer des comparaisons inter-sites fiables sauf pour les sites ayant fait l'objet des mêmes relevés. Dans le cas contraire, les comparaisons inter-sites ne peuvent être réalisées qu'indicateur par indicateur.

IV.F. Agglomération des « notes pièces d'eau » en « note site »

La différence de nombre d'indicateurs entre les lagunes de type permanentes et temporaires pose la question de la validité de l'agglomération des notes par moyenne pondérée par la surface. Il pourrait être envisagé la mise en place de deux notes distinctes pour ces deux sous-types de l'habitat Lagunes côtières méditerranéennes, d'autant qu'ils possèdent des caractéristiques différentes (superficie, fonctionnement, cortèges floristiques). Même si cette agglomération des notes devait être gardée, elle ne devrait être utilisée que pour l'aide au rendu national. Au niveau local, il paraît intéressant pour le gestionnaire de garder également la notation par indicateur lui permettant d'avoir une vision complète de l'état de son site compartiment par compartiment. Une telle démarche permettrait d'aborder avec plus de précision l'impact des décisions de gestion.

Conclusion

Ce projet a permis de rendre opérationnelle la méthode d'évaluation de l'état de conservation des lagunes méditerranéennes élaborée en 2012. Elle devrait conduire les gestionnaires à utiliser cette méthode non seulement comme outil de gestion à l'échelle de leur site, mais également comme appui au prochain rendu national à l'échelle biogéographique. Par ailleurs, la rédaction d'un guide d'application de terrain devrait en faciliter l'appropriation par les gestionnaires. Le développement et le test de la méthode se succédant sur deux années a permis une continuité bénéfique pour l'implication du groupe de travail.

Certains aspects de la méthode devront être finalisés, notamment :

- Le système de notation des pièces d'eau pour le paramètre « Structure et fonctions »
- Le développement d'une méthode de télédétection afin de faciliter les relevés de l'indicateur de surface.
- La prise en compte des travaux en cours de l'Agence de l'Eau (hydromorphologie des lagunes, ...) et de la Tour du Valat (Indicateur Macrophytes dans les lagunes oligo-halines et méso-halines)
- Un test statistique de la redondance des indicateurs lorsque la base de données le permettra.
- La mise en place d'un groupe de travail pour déterminer un état de référence hydrologique pour chaque site.

D'ores et déjà opérationnelle, cette méthode, qui se place dans la continuité de celles déjà publiées par le Muséum National d'histoire naturelle, constitue une première pour harmoniser l'évaluation de l'état de conservation des lagunes méditerranéennes.

Bibliographie

- Agence de l'eau Rhône – Méditerranée et Corse / Asconit Consultants (2009).** Caractérisation et évaluation des paramètres hydromorphologiques des lagunes du bassin Rhône – Méditerranée et Corse dans le cadre de la DCE.
- Barral, M., Sourribes, V.C., Bourgeois, E., Gavoty, E., Barré, N. & Tillier, C. (2007).** Vers une gestion intégrée des lagunes méditerranéennes. Pôle relais Lagunes/Tour du Valat, Arles
- Bensettiti F., P uissauve R., Lepareur F., Touroult J. et Maciejewski L. (2012).** Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2007-2012. Version 1 – Février 2012. Rapport SPN 2012 - 27, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 76p. + annexes.
- Borja A., Franco J., Perez V.(2000).** A marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments
- 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.
- Cesmat L. (2006).** Etudes des processus hydrodynamiques et écophysologiques de la dynamique d'une algue invasive : *Valonia Aegagropila* (C. Agardh) dans la lagune de Salses-Leucate. (Thèse)
- GELAMED (2010).** Rapport d'activités 2010. Coordinateur : Delphine Bonnet, Laboratoire ECOSYM Université Montpellier 2.
- 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.
- IFREMER (2010).** Contrôle de surveillance/opérationnel – Campagne DCE 2009.
- IFREMER Laboratoire DEL/ST Direction de l'environnement et de l'aménagement du littoral (2000),** Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens Tome 1.
- IFREMER Laboratoire DEL/ST Direction de l'environnement et de l'aménagement du littoral (2000),** Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens Tome 2.
- Kluszczewski 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.
- 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.
- Lepareur F., Bertrand S., Papuga G. & Richeux M. (2013).** État de conservation de l'habitat 1150 «Lagunes côtières», Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 1 - Avril 2013. Rapport SPN 2013-14, Muséum National d'Histoire Naturelle/Service du Patrimoine naturel, Pôle-relais lagunes méditerranéennes/CEN-LR, 107 pages.
- Maciejewski, L. (2012a).** État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaires. 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 communautaires. 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.
- Mavrič B., Urbanič G, Lipej L., Simboursa N. (2012).** Influence of sample size on ecological status assessment using marine benthic Invertebrates-based indices.
- Muxika I. , Borja A. , Bald J. (2007).** Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European water framework directive.
- 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.
- Réseau de Suivi Lagunaire (2011).** Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon : 148 pages.

Textes réglementaires

Commission 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.

Commission Européenne. (2007). Interpretation manual of european union habitats, Eur 27.

République Française (2008). Article R414-11 du Code de l'Environnement modifié par Décret n°2008-457 du 15 mai 2008 - art. 18

République Française (2010). Article L 411-5 du code de l'environnement, modifié par LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 - art. 12

Références Internet

EQUIPEX-GEOSUD, 2008. L'imagerie spatiale au service de la recherche environnementale et du développement des territoires. <http://www.geosud.teledetection.fr/>

MS.MONINA Project (2011-2013). Team <http://www.ms-monina.eu/>

Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2013. *Inventaire national du Patrimoine naturel, site Web* : <http://inpn.mnhn.fr>.

Logiciels

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Annexes

Annexe 1 : Composition et compte rendu des groupes de travail du 1er Août 2013 et du 11 Septembre 2013

Annexe 2 : Script de la boucle de régression linéaire pour trouver la meilleure combinaison de tableaux de notation

Annexe 3 : Fiches indicateurs mises à jour en 2013