

Promotion 2012-2013

Soutenu le 23 septembre 2103



**Méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat
d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* « Lagunes
côtières méditerranéennes »**

**Test en vue de la mise en application par les structures opératrices/animatrices
du Document d'objectifs de sites Natura 2000**

Ewen MORIN

Maître de stage: Sonia BERTRAND, Conservatoire d'espaces naturels du
Languedoc-Roussillon / Responsable de projets Pôle-relais lagunes
méditerranéennes en Languedoc-Roussillon.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Sonia Bertrand, ma maîtresse de stage, pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage au Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon, et pour sa disponibilité pour répondre à mes diverses questions malgré son emploi du temps chargé.

Je voudrais également remercier Claudie Houssard pour m'avoir permis d'effectuer ce stage au sein de sa structure et pour ses conseils avisés en particulier sur la question épineuse des espèces envahissantes.

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

Mes remerciements vont encore aux experts ayant acceptés de participer aux tournées de terrain : Mario Kleczewski (CEN L-R) qui non seulement a donné son avis d'expert mais a également pris de son temps pour me former à la reconnaissance des macrophytes des lagunes méditerranéennes et pour relire ce rapport. Jean-Baptiste Mouronval (ONCFS) qui, en plus de son avis d'expert, a apporté ses connaissances pour la mise en place de l'échantillonnage sur les lagunes temporaires peu salées et a toujours répondu présent pour répondre à mes questions. Les experts du conservatoire botanique national méditerranéen, Olivier Argagnon et Jame Molina.

Merci également aux gestionnaires 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.

Merci à tous les participants du groupe de travail pour leur remarques et questions pertinentes : Benau Laurent (PNR Narbonnaise), Kattalin Fortune-Sans (PNR Narbonnaise), Nathalie Guenel (RNN Bagnas), Yannick Guennou (Syndicat mixte du Delta de l'Aude), Sandrine Lafont (Syndicat mixte des étangs littoraux), Sébastien Pollet (Syndicat mixte des étangs littoraux) et évidemment les experts cités plus haut.

Et enfin je remercie tous mes collègues du CEN-LR et en particulier le bureau des « floristes », qui m'a hébergé, pour leur bonne humeur et leur aide : Mario Kleczewski, Sébastien Girardin, Benjamin Sirot et Nathalie Molnar qui a également accepté de relire de ce rapport et m'a bien aidé à le structurer. Et un grand merci à Marine qui n'apparaît jamais, à tort, dans les remerciements faute de stagiaire sous son aile.

Sommaire

Liste des abréviations.....	2
Table des figures et tableaux	2
I. Introduction.....	3
I.A. Contexte	3
I.A.1. Directive Habitats Faune-Flore et état de conservation	3
I.A.2. Muséum National d'Histoire Naturelle et méthodologies d'évaluation de l'état de conservation	4
I.A.3. Le Pôle-relais lagunes méditerranéennes : Animateur du projet.....	4
I.A.4. Présentation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes	5
I.B. Le projet et ses objectifs.....	6
I.B.1. Les résultats du projet 2012.....	6
I.B.2. Le projet 2013	11
II. Matériel et méthodes	12
II.A. Constitution du jeu de données.....	12
II.A.1. La stratégie d'échantillonnage.....	12
II.A.2. La phase de terrain	14
II.A.3. Les avis d'experts	15
II.B. Le groupe de travail.....	16
II.C. Analyses statistiques des données.....	16
II.C.1. Calibration des « notes indicateurs » par régression linéaire.....	16
II.C.2. Analyse de la redondance des indicateurs.....	17
II.D. Ajustement de la notation entre 0 et 100.....	17
III. Résultats.....	17
III.A. Résultats des sessions de terrain.....	17
III.B. Ajustements sur les Indicateurs : modalités et faisabilité.....	19
III.B.1. Indicateur surface	19
III.B.2. Indicateur macrophytes en lagunes temporaires	20
III.B.3. Indicateur Espèces végétales exotiques envahissantes.....	22
III.B.4. Indicateur espèces animales exotiques envahissantes	23
III.B.5. Indicateur berges	24
III.B.6. Indicateur fonctionnement hydrologique.....	26
III.C. Ajustement de la pondération relative des « notes indicateurs » des lagunes de type temporaire	26
IV. Discussion.....	28
IV.A. La base de données et la calibration de la méthode	28
IV.B. Limites à l'utilisation de la méthode.....	29
IV.C. Applicabilité de l'indicateur « sédiments » aux lagunes temporaires.....	29
IV.D. Périodicité de l'évaluation de l'état de conservation et variations annuelles	29
IV.E. Comparaison inter-sites.....	30
IV.F. Agglomération des « notes pièces d'eau » en « notes site »	30
Conclusion	31
Bibliographie	32

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)	5
Figure 2: Barème de notation retenu pour la méthode (source : Carnino 2009)	8
Figure 3: Echancier du projet 2013	11
Figure 4: Localisation des pièces d'eau testées	13
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).	20
Figure 6: A gauche, <i>Mnemiopsis leidyi</i> (© Erling Svensen / WWF Canon). A droite, récifs de cascaill sur le parterrenement extérieur des salines de Villeneuve les Maguelone.	24
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	25
Figure 8: Graphiques de vérification des hypothèses d'équivalence, d'indépendance et de normalité des résidus de la régression linéaire retenue	28
Tableau 1: Présentation des 4 types de lagunes (PRLM, 2013)	7
Tableau 2: Présentation des 12 indicateurs retenus lors de la phase 2012 du projet.....	9
Tableau 3: Liste des pièces d'eau testées	12
Tableau 4: Méthode de relevé par indicateur	14
Tableau 5: Résultats des relevés de terrain 2012 sous forme de notes	18
Tableau 6: Lien entre superficie de la lagune et temps de relevé de l'indicateur macrophytes	21
Tableau 7: Lien entre espèces indicatrices d'une dégradation et le type de dégradation.....	22
Tableau 8: Proposition de modification des critères de relevé de l'indicateur berges.....	24
Tableau 9 : Proposition de modification des seuils de l'indicateur berges	25
Tableau 10: Grille de notation retenue pour les lagunes de type temporaire.....	27

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. 1^{er})

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 compte rendu 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 (Goffe 2011), ou les prairies (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 site 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. Présentation de 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) :

- *Ruppiaetea maritimae* : herbiers aquatiques, vivaces, enracinés, des eaux saumâtres
- *Potamoetea* : herbiers aquatiques, vivaces, enracinés, des eaux douces (éventuellement subsaumâtres)
- *Zosteretea* : herbiers marins phanérogamiques des eaux permanentes
- *Charetea* : 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.

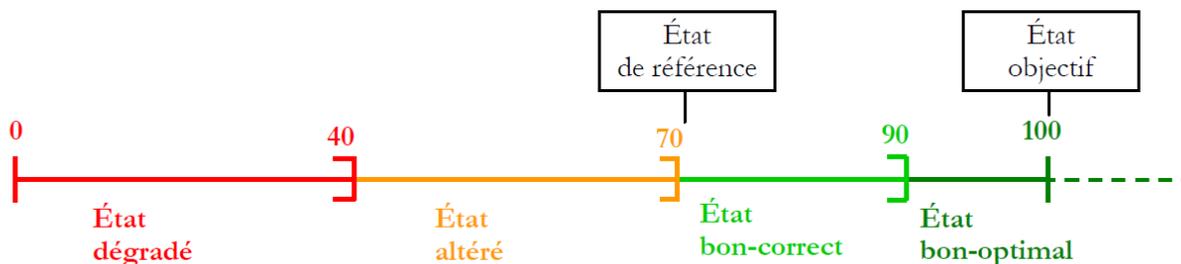


Figure 2: Barème de notation retenu pour la méthode (source : Carnino 2009)

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 le tableau 1 sur la page suivante avec le poids de leurs modalités permettant d'accéder à la note finale par pièce d'eau. Pour des informations plus précises sur les modalités de ces indicateurs, se reporter à l'annexe 1.

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.

Tableau 2: Présentation des 12 indicateurs retenus lors de la phase 2012 du projet

Indicateur	Note indicateur
<p>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.</p>	0/-30/-60
<p>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.</p>	Permanent : 0/-10/-20/-30/-40 Temporaire : 0/-20/-40
<p>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.</p>	0/-20/-40
<p>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.</p>	0/-20/-40
<p>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.</p>	0/-10/-20/-30/-40
<p>6-Espèces Animales Exotiques Envahissantes : De la même manière que pour les espèces végétales, les envahissants animales 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 cascaill dont la formation de récifs calcaires participe au comblement des pièces d'eau. Cet indicateur traduit qualitativement la répartition du cascaill à l'échelle de la pièce d'eau.</p>	0/-20/-30

<p>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.</p>	<p>Etat : 0/-7/-15 Fonctionnement : 0/-7/-15</p>
<p>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.</p>	<p>0/-15/-30</p>
<p>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.</p>	<p>0/-60</p>
<p>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.</p>	<p>0/-5/-15/-20/-30</p>
<p>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.</p>	<p>0/-30</p>
<p>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.</p>	<p>0/-5/-15/-20/-30</p>

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.**

Les missions attribuées dans le cadre du stage étaient les suivantes :

- Organisation et application des relevés de terrain et d'avis d'experts afin de constituer une base de données pour tester la méthode.
- Organisation animation des réunions du groupe de travail rédaction des comptes-rendus.
- Analyse des résultats, synthèse et restitution de propositions de modifications de la méthode sous forme d'un rapport d'étude.

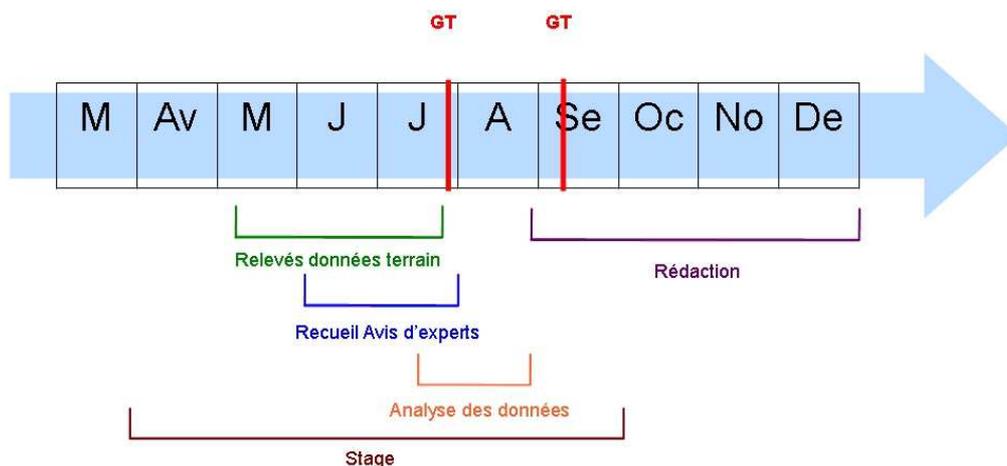


Figure 3: Echéancier du projet 2013

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 méditerranéennes.

Avec l'aide de Sonia BERTRAND (CEN L-R), Mario KLESCZEWSKI (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-contre une carte localisant les pièces d'eau retenues :

Tableau 3: 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

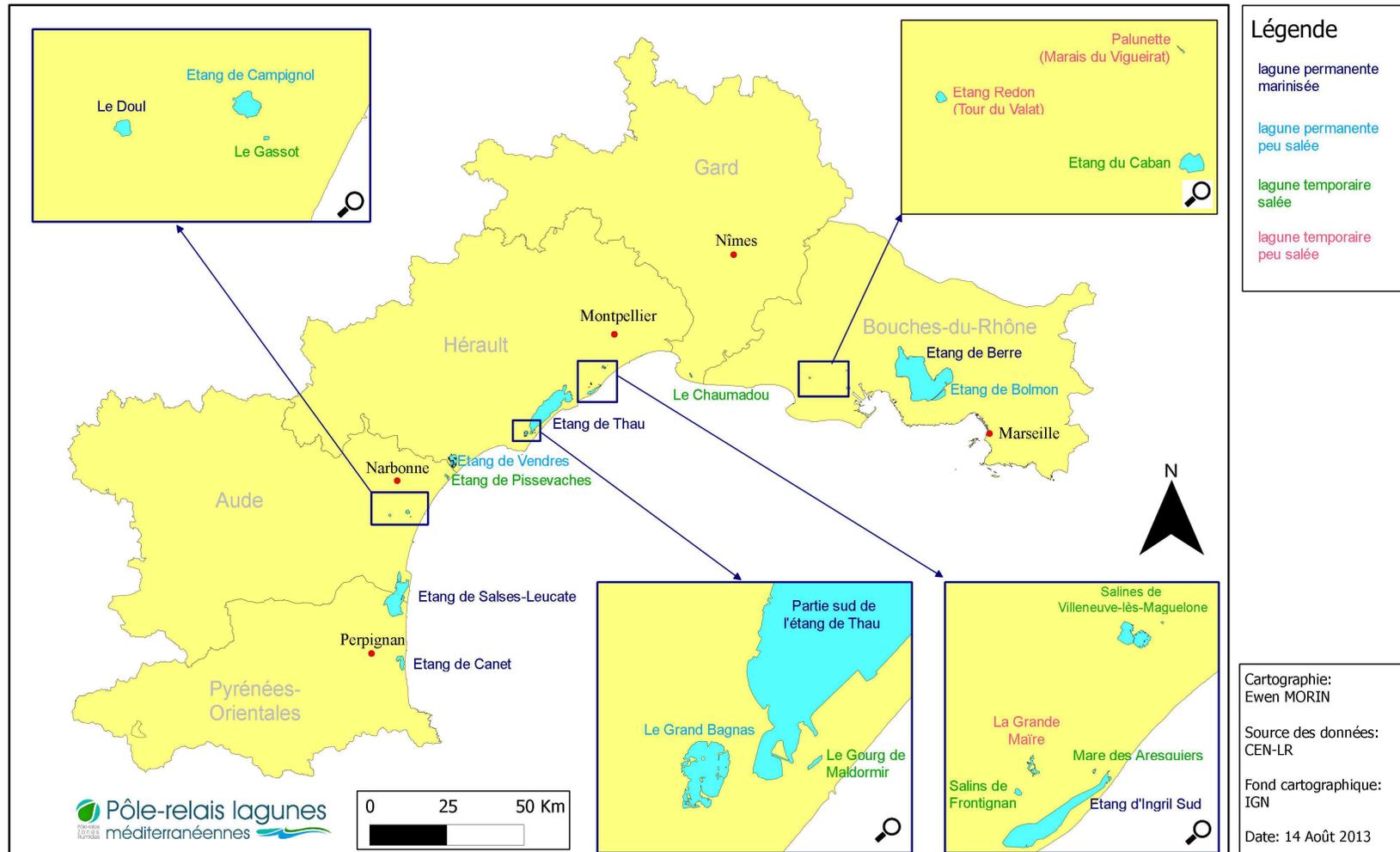


Figure 4: Carte des pièces d'eau testées

II.A.2. La phase de terrain

Les relevés de terrain ont été réalisés en deux étapes. Une première de discussion avec le gestionnaire du site concerné et une deuxième de relevés des indicateurs. En effet, en fonction de leur contenu, certains indicateurs ont été relevés sur le terrain (cases 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 4: 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.

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 cascaïl (*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.

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 (MNH) 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.

II.B. Le groupe de travail

Un groupe de travail composé de gestionnaires de site 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 se réunira une deuxième fois le 11 septembre afin de discuter des résultats des analyses statistiques et des problématiques de notation. La composition exacte et le compte rendu de ce groupe de travail lors de la réunion du 1^{er} août sont retranscrits en annexe 2.

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 3). 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 sera 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.D. 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 terrains 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 terrains 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 .

Tableau 5: Résultats des relevés de terrain 2012 sous forme de notes

lagune	relevés /experts	Surface	Macrophytes	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	47
	experts				4		4	4	4	4					3
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	51
	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
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		2\3						2\3
frontignan	relevés	0	0		0		0	NA	-30	0				70	89
	experts				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		3\3						4\4
Mare des Aresquiers	relevés	0	-40		0		0	NA	-15	-60				-15	57
	experts				2\2		4\4		3\3						2,5\1
Villeneuve intérieur	relevés	0	0		0		0	NA	0	0				100	100
	experts				4		4		4						4
Villeneuve extérieur	relevés	0	0		0		-20	NA	0	0				80	93
	experts				4		1		3						4
Vagaran	relevés	0	-40		0		0	NA	-30	-60				-30	52
	experts				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				4		3,5		4						2,5
Caban	relevés	0	0		0		0	NA	-30	0				70	87
	experts				3,5		4		3						3,5

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. Le choix a été fait, pour ce rapport, de présenter uniquement les analyses de résultats pour les indicateurs applicables aux lagunes temporaires, ceux-ci ayant présenté les problématiques les plus intéressantes. De plus 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). Est exclu, l'indicateur de liaison à la mer qui est applicable uniquement sur la lagune de Pissevaches pour les lagunes temporaires et n'a donc pas pu faire l'objet d'analyses. Les résultats complets seront disponibles dans le rapport du projet en cours de rédaction.

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 temporaires

III.B.2.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 4). Pour rappel ces modalités sont basées sur le recouvrement d'espèces selon deux listes, une liste d'espèces de référence et une d'espèces indicatrices d'une dégradation. Les relevés de terrain ont tout de même 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.2.b. Faisabilité

III.B.2.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 5). Ces temps de relevés ne comprennent pas les trajets pour se rendre sur le site.

Tableau 6: 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 1).

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.2.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 tout 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.

III.B.2.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 7: Lien entre espèces indicatrices d'une dégradation et le type de dégradation

Espèces indicatrices de dégradation	Type de dégradation
<i>Ranunculus</i> spp.	Adoucissement
<i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Zannichellia</i> spp.	Adoucissement et souvent manque d'assec.
<i>Chara vulgaris</i> / <i>Chara globularis</i> / <i>Myriophyllum</i> spp. / <i>Ceratophyllum</i> spp.	Adoucissement 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.3. Indicateur Espèces végétales exotiques envahissantes

III.B.3.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.3.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.4. 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 étant 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 et 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 cascaill sur le partènement extérieur des salines de Villeneuve les Maguelone(Photo : E. Morin).

III.B.5. Indicateur berges

III.B.5.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 8: 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 4), amenant à classer des berges de lagunes quasiment entièrement naturelles mais avec une artificialisation ponctuelle en mauvais état. 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 6 :

Tableau 9 : Proposition de modification des seuils de l'indicateur berges

Note Indicateur 2012	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.

III.B.5.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.6. 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 « imprévisibilité », 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.C. Ajustement de la pondération relative des « notes indicateurs » des lagunes de type temporaire

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 « note pièce d'eau » en découlant 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 4) 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, celui-ci ne s'appliquant 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 la celle illustrée dans le tableau 7. 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 4. 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. De plus ces résultats doivent encore être validés par le groupe de travail du 11 Septembre.

Tableau 10: Grille de notation retenue pour les lagunes de type temporaire

Indicateur	Grille de notation
Fonctionnement hydrologique	0/-60
Surface	0/-30/-60
Espèces végétales exotiques envahissantes	0/-5/-10
Espèces animales exotiques envahissantes	0/-5/-10
Etat des berges	0/-30/-60
Macrophytes	0/-15/-30

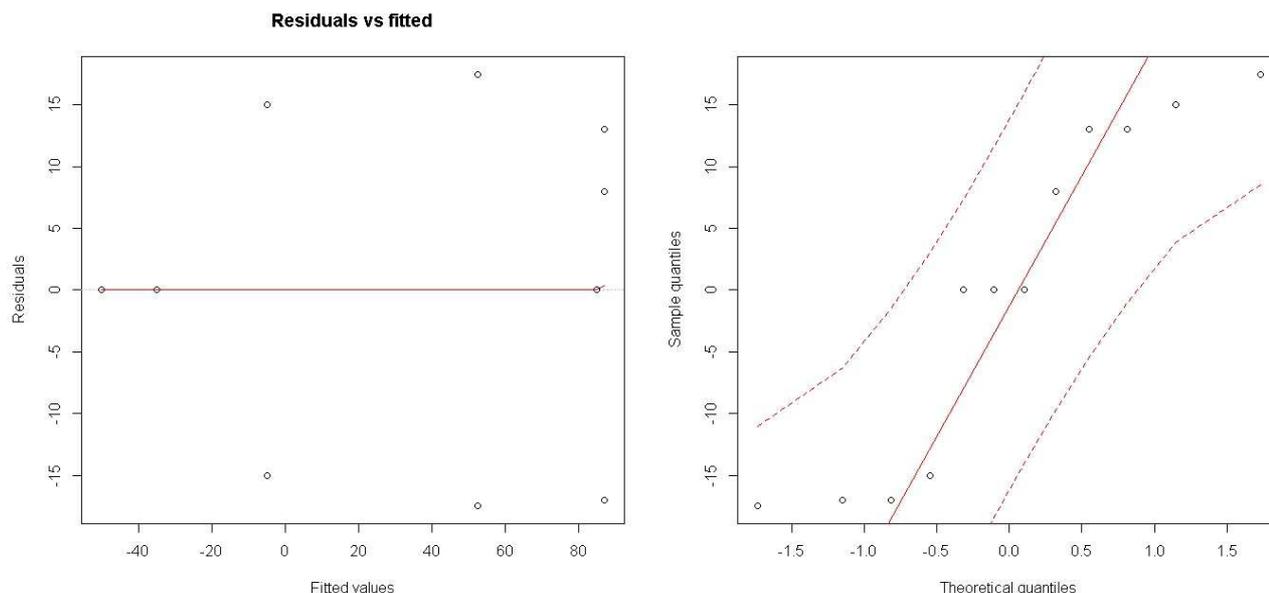


Figure 8: Graphiques de vérification des hypothèses d'équivalence, d'indépendance et de normalité des résidus de la régression linéaire retenue

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 définies 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

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.

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 voir 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'indicateur relevés est grand, plus la note sera potentiellement basse. Il convient donc, dans la mesure du possible, de comparer des sites ayant fait l'objet des mêmes relevés. La méthode de réajustement des notes entre 0 et 100 permet d'envisager la comparaison entre des sites n'ayant pas fait l'objet de relevés pour le même nombre d'indicateur mais uniquement dans le cas d'indicateurs non applicables (exemple : pas de relevés macrophytes car absence de végétation dans la pièce d'eau) et non pas dans celui d'indicateurs non relevés par manque de moyens.

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 de rendre la méthode opérationnelle afin de permettre aux gestionnaires d'appliquer 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 est en cours d'aboutissement grâce aux résultats présentés dans ce rapport mais également à la rédaction en cours d'un guide d'application de terrain afin d'en faciliter l'appropriation par les gestionnaires. Le fait que les deux projets de développement et de test de la méthode se soient succédés sur deux années a permis une continuité bénéfique au niveau du groupe de travail.

Certains aspects de la méthode devront être finalisés, notamment :

- Le développement d'une méthode de télédétection afin de faciliter les relevés de l'indicateur de surface.
- 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.

Bientôt opérationnelle, cette méthode, qui se place dans la continuité de celles déjà publiées par le Muséum National d'histoire naturelle, constitue une première en tant que normalisation de l'évaluation 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., Simboura 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: Fiches Indicateurs 2012 concernant les lagunes temporaires.....p.35

Annexe 2 : Composition et compte rendu du groupe de travail du 1er Août 2013.....p.48

Annexe 3 : Script de la boucle de régression linéaire pour trouver la meilleur combinaison de tableaux de notation.....p.56

Annexe 1: Fiches Indicateurs 2012 concernant les lagunes temporaires

Fiche Indicateur n°1 : Surface de la lagune

1) Présentation

La perte d'habitat représente la première cause de régression de la biodiversité à l'échelle mondiale (Noss 1996; Hassan et al. 2005; Hooper et al. 2012). C'est pourquoi la commission européenne a intégré, lors de la rédaction de la directive habitat, un volet « surface » dans la notion d'état de conservation (Union Européenne 1992). Ainsi, 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.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	x	x	x	x

Pour cet indicateur, la méthode est identique pour tous les types de lagunes.

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

L'échantillonnage se fait de manière systématique sur toutes les pièces d'eau de la lagune y compris celles situées en dehors du périmètre du site Natura 2000. L'opération est répétée au minimum à chaque évaluation de l'état de conservation (tous les 6 ans par exemple) mais un suivi plus précis (annuel) peut être mis en place.

4) Protocole

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

Deux situations sont à distinguer :

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

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

Deux méthodes de relevés peuvent être mises en place :

Méthode	Eléments à mesurer	Avantages	Inconvénients
Méthode SIG basée sur la photo-interprétation des données IGN (bd topo et bd ortho)	Surfaces perdues mesurées par SIG (m2 ou ha)	<ul style="list-style-type: none"> • Standardisation et rapidité de mise en œuvre. • Possibilité de suivis très réguliers. • Précision du suivi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe et cher à mettre en place.
Méthode par relevé et caractérisation de la perte (anthropique ou naturel) sur le terrain par le gestionnaire.	Surfaces perdues relevées sur le terrain (m2 ou ha)	<ul style="list-style-type: none"> • Facile et peu coûteux à mettre en place par les gestionnaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite de clarifier les pertes naturelles (comblement, etc.). • Nécessite de connaître tous les projets d'aménagement des communes.

Pour les deux méthodes, le relevé s'accompagne d'une cartographie de l'impact, qui permettra de mesurer précisément les surfaces.

5) Traitement des données

On effectue un rapport entre les surfaces perdues et la surface de référence par type de perte (naturelle ou anthropique). La prise de décision se fait en comparant le pourcentage de surface perdue avec la grille ci-dessous. La note attribuée à l'indicateur correspond à **la situation la plus mauvaise entre perte anthropique et naturelle**.

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

6) Disponibilité des données

Les données de cet indicateur ne sont pas disponibles et doivent être relevées par le gestionnaire.

La surface de référence est déterminée à partir du document d'objectif.
 A noter qu'une méthode SIG a été développée par l'équipe de la Camargue Gardoise.

Fiche Indicateur n°2c : Macrophytes en lagunes temporaires

1) Présentation

Les lagunes temporaires sont des milieux particuliers, dans lesquels une flore typique se développe (Verhoeven 1979). (Verhoeven 1979). Les espèces rencontrées sont surtout constitutives des associations végétales du *Ruppion maritimae* et du *Charion canescentis*. Il s'agit d'associations vernalles, composées d'espèces annuelles, des eaux saumâtres, polysaumâtres à salées, peu profondes (< 1m) et temporaires. Ces deux associations sont fréquemment imbriquées. La principale caractéristique des espèces qui les constituent est de germer à des niveaux de salinités faibles (2 à 26g/l environ, optimum à moins de 10g/l) mais de se développer et de fructifier à des taux de salinité croissant graduellement au printemps, par concentration, pour dépasser passagèrement la salinité marine (Cook & Guo, 1990 ; Guerlesquin, 1992). Elles se caractérisent encore par leur capacité à entrer en dormance sur de longues périodes, sous forme de fruits, pour ne germer que lorsque les conditions d'inondation du milieu sont favorables (com. pers. JB. Mouronval, 2012).

En effet, les conditions extrêmes du milieu (sécheresse estivale, salinité variable et parfois très élevée) ont amené l'installation d'une végétation de spécialistes ne se développant pour la plupart que dans ces écosystèmes. Parmi ces espèces le genre *Ruppia* (avec *Ruppia maritima* et *Ruppia cirrhosa*) est quantitativement bien représenté, et peut représenter une ressource non négligeable pour les canards migrateurs (notamment les canards siffleurs) qui consomment leurs graines (Tallon 1957). Grâce à leur caractère intégrateur, les végétaux vont également renseigner sur le fonctionnement de la pièce d'eau, ainsi que sur la nature des troubles qui l'affecte.

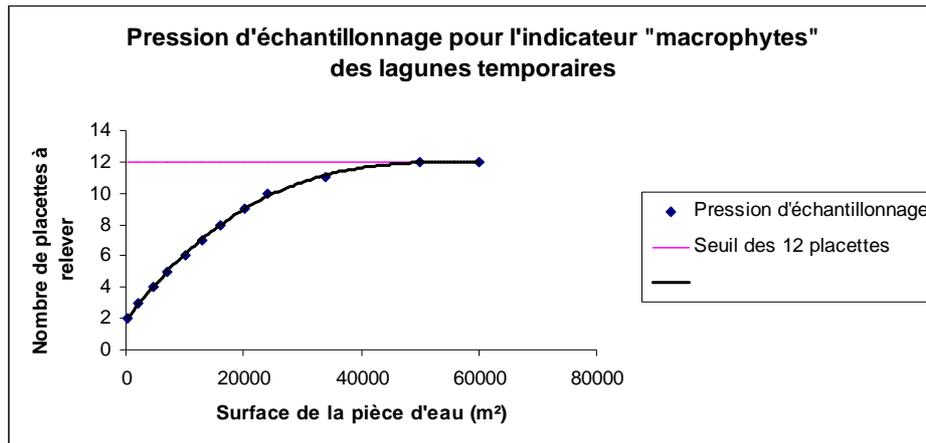
Cet indicateur permet d'évaluer l'état écologique des producteurs primaires, qui constituent la base de tous les réseaux trophiques lagunaires. Pour cela il est nécessaire d'avoir une vue globale des végétaux sur la pièce d'eau.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence			x	x

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

L'évaluation du cortège floristique se fait par plusieurs relevés par pièce d'eau (cercles de 2m de diamètre) .La pression d'échantillonnage par pièce d'eau est définie par le graphique ci-dessous.



Fourchette de surface		Nombre de placettes
en m ²	en ha	
<1200	<0,12	2
1200<x<3400	0,12<x<0,34	3
3400<x<5700	0,34<x<0,57	4
5700<x<8200	0,57<x<0,82	5
8200<x<11000	0,82<x<1,1	6
11000<x<14200	1,1<x<1,42	7
14200<x<17800	1,42<x<1,78	8
17800<x<22200	1,78<x<2,22	9
22200<x<28000	2,22<x<2,8	10
28000<x<37500	2,8<x<3,75	11
>37500	>3,75	12

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

L'opération est répétée tous les 6 ans lors de l'évaluation de l'état de conservation dans la période du 20 mars au 20 avril (avant la mortalité estivale).

4) Protocole

Il est d'abord nécessaire pour chaque placette de déterminer le recouvrement total, cet indicateur ne s'appliquant pas dans le cas d'une flore nulle ou quasi-nulle.

Pour chaque placette on dresse ensuite la liste des espèces hydrophytes enracinées et des algues, ainsi que de leur recouvrement respectif.

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

Lagune temporaire		
	Salée	Peu salée
Espèces de référence	<i>Ruppia maritima</i> <i>Ruppia cirrhosa</i> <i>Althenia filiformis</i> gr.	<i>Ruppia maritima</i> <i>Ruppia cirrhosa</i> <i>Althenia filiformis</i> gr.

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

Avec cette liste, on détermine les deux paramètres déterminant pour cet indicateur, le recouvrement en espèces de référence et en espèces indicatrice d'une dégradation.

5) Traitement des données

On calcule les moyennes de recouvrement en espèces de référence et indicatrices de dégradation sur la pièce d'eau à partir des recouvrements par placette, que l'on replace dans la grille ci-dessous pour déterminer la note de l'indicateur.

Modalité	Note
Flore indicatrice d'une dégradation rare ou absente	0
Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant moins de 10% ou 10 % de la pièce d'eau	-20
Flore indicatrice d'une dégradation recouvrant plus de 10% de la pièce d'eau	-40

6) Disponibilité des données

Les bases de données doivent être mises en place par chaque gestionnaire au niveau de leur site.

Fiche n°4 : Indicateur « Espèces végétales exotiques envahissantes »

1) Présentation

Les « invasions biologiques » constituent une des causes majeures de perte de biodiversité à l'échelle mondiale (Van Dyke 2008). La terminologie associée à ces phénomènes est complexe et nécessite une mise au point (Pyšek et al. 2009; Cellier & Mandon Dalger 2011; Richardson et al. 2011) :

- **une espèce introduite** est une espèce dont la présence en dehors de son aire de répartition naturelle est imputable aux actions humaines.
- **une espèce exotique occasionnelle** est une espèce introduite qui se développe et se reproduit dans une aire donnée, mais ne forme pas de population stable et autosuffisante. Elles peuvent se maintenir sur une zone par le biais d'introductions répétées.
- **une espèce naturalisée** est une espèce introduite qui se reproduit et forme des populations sur de nombreuses générations sans interventions de l'Homme. La plante n'envahit pas forcément les écosystèmes dans lesquels elle se développe, qu'ils soient naturels, semi naturels ou anthropiques.
- **une espèce exotique envahissante (EEE)** est un cas particulier d'espèce naturalisée, qui grâce à de grandes capacités de reproduction et de dispersion, a le potentiel pour s'étendre très rapidement sur un grand territoire, et ainsi augmenter fortement leur aire de répartition. Les EEE sont souvent associées à des impacts significatifs sur le fonctionnement des écosystèmes, mais également sur la santé et les valeurs socio économiques.

Dans le cas des EEE, les impacts générés par ces espèces peuvent être considérables, avec des exemples

- en milieu continental terrestre, avec les Renouées (*Reynoutria* spp.) (Gerber et al. 2008; Andreu & Vilà 2010).
- en milieu continental dulçaquicole, avec les Jussies (*Ludwigia grandiflora* et *L. peploides*) (Andreu & Vilà 2010).
- en milieu marin avec la Caulerpe en racème (*Caulerpa racemosa*) (Ruitton et al. 2005)

Cependant, en dépit du grand nombre d'espèces naturalisées (Verlaque 2001), il est important de noter qu'aucune espèce végétale n'est connue à ce jour pour son caractère envahissant dans les lagunes côtières méditerranéennes.

Bien qu'aucune espèce végétale 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 de futures invasions.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	✗	✗	✗	✗

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

On ne peut pas réellement parler d'échantillonnage pour cet indicateur puisque la méthode est basée sur un suivi de la pièce d'eau dans son intégralité.

L'opération est à répéter tous les 6 ans, lors de l'évaluation de l'état de conservation.

4) Protocole

Cet indicateur est basé sur un suivi du recouvrement d'hypothétiques espèces exotiques envahissantes par différents moyens (cartographie, photos aériennes).

Afin de cibler au mieux le développement de ces espèces, deux métriques sont à déterminer :

- la surface de la pièce d'eau colonisée par des végétaux exotiques envahissants.
- Le linéaire de berges colonisées.

Afin d'aider à la mesure de cet indicateur, deux listes d'espèces ont été créées :

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

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

5) Traitement des données

Une fois les surfaces colonisées relevées, on calcule le rapport entre la surface recouverte et la surface totale de la pièce d'eau ainsi que le rapport entre le linéaire de berges colonisées et le linéaire total que l'on confronte aux seuils dans la grille ci-dessous pour obtenir la note :

Modalité	Note
Moins de 1 % inclus du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	0
Entre 1 et 10 % inclus du linéaire de berge ou de la surface colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	-20
Plus de 10 % du linéaire de berge ou de la surface est colonisé par une espèce végétale exotique envahissante	-40

6) Disponibilité des données

Le jeu de données est à développer par chaque gestionnaire au niveau de son site.

Fiche Indicateur n°6 : Espèces Animales Exotiques Envahissantes (Cascaïl)

1) Présentation

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

- une liste grise, qui liste les espèces nécessitant un suivi particulier (mais ne sont pas prises en compte dans la méthodologie d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat)
- une liste noire, 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 celui du Cascaïl (*Ficopomatus enigmaticus*), dont la formation de récifs calcaires participe au comblement des pièces d'eau.

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

Il convient donc de mettre en place un indicateur qui traduise la répartition du cascaïl à l'échelle de la pièce d'eau.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	x	x	x	x

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

On ne peut pas réellement parler d'échantillonnage pour cet indicateur puisque la méthode est basée sur une cartographie de la pièce d'eau dans son intégralité.

L'opération est à répéter tous les 6 ans, lors de l'évaluation de l'état de conservation.

4) Protocole

Les surfaces et les densités de cascaïl sont recensées, afin d'évaluer spatialement le niveau de développement. Cela peut passer par une phase d'interprétation d'images aériennes avec des vérifications de terrain. Les résultats peuvent être présentés sur une carte : cette démarche peut être utile pour les grandes pièces d'eau.

5) Traitement des données

Les surfaces et les densités des massifs par pièce d'eau, l'importance de la localisation et leur impact sur le fonctionnement de l'écosystème participent au choix d'une des trois situations décrites

dans le tableau ci-dessous qui permet d'attribuer la note de l'indicateur. Il convient de justifier et de conserver les explications relatives à la décision.

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

6) Disponibilité des données

La base de données est à développer par chaque gestionnaire à l'échelle de son site.

Fiche Indicateur n°7 : Fonctionnement de la liaison à la mer

1) Présentation

Le lien avec la mer constitue un élément fondamental du fonctionnement d'une lagune. La libre circulation de l'eau permet son renouvellement, mais ces passages constituent également des portes pour la circulation des poissons (notamment des migrateurs) et invertébrés. L'objectif de cet indicateur est de caractériser l'état de conservation de la liaison à la mer des lagunes.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	x	x	x	x

Cet indicateur ne s'applique que pour les pièces d'eau ayant naturellement ce lien : de nombreuses pièces d'eau, caractérisées comme habitat 1150* - « Lagunes méditerranéennes », ne possèdent pas de grau (ex : certaines lagunes temporaires).

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

Il est nécessaire d'échantillonner de manière exhaustive les graus de toutes les pièces d'eaux du site.

L'opération est répétée tous les 6 ans lors de l'évaluation de l'état de conservation.

4) Protocole

Chaque Grau est expertisé sous deux angles :

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

5) Traitement des données

La description du Grau permet de le placer dans la grille ci-dessous dans les deux catégories (état et fonctionnement) et d'obtenir deux notes qui s'additionnent pour donner la note de l'indicateur pour le grau en question. Il convient ensuite de faire la moyenne des notes de tous les graus de la pièce d'eau pour obtenir la note de l'indicateur pour la pièce d'eau.

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

6) Disponibilité des données

Chaque base de donnée est à mettre en place par le gestionnaire à l'échelle de son site.

Fiche Indicateur n°8 : Intégrité des berges

1) Présentation

Les écotones sont des zones de transition entre deux écosystèmes, abritant le plus souvent une biodiversité importante (Van Dyke 2008). Pour les lagunes, elles sont dénommées berges et peuvent se présenter sous différentes formes. Plusieurs formations végétales peuvent se développer en bordure de lagune (sansouires, roselière, jonçaias, etc.) et la transition vers ces milieux constitue des zones importantes pour certaines espèces typiques des lagunes. Cependant, de nombreux aménagements (enrochements, etc.) sont venus renforcer ces zones afin de stabiliser les berges dans le cadre de projet d'urbanisme (route, etc.) : en détruisant ces zones, ces aménagements remettent en cause les flux biotiques (ex : circulation d'espèces) et abiotique (ex : circulation de l'eau) entre la lagune et les milieux adjacents.

L'objectif est d'évaluer le niveau d'atteinte porté à la lagune par ces aménagements. Pour cela il est important de qualifier l'ensemble du linéaire de berge afin de déterminer la part détériorée.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	x	x	x	x

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

On ne peut pas réellement parler d'échantillonnage dans ce cas, puisqu'il s'agit de prospecter tout le linéaire de berges de la pièce d'eau.

Les relevés sont à répéter tous les six ans lors de l'évaluation de l'état de conservation.

4) Protocole

Le principe est de relever le type de berges sur 5 mètres au-delà du niveau d'eau maximum normal selon les catégories suivantes :

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

Il s'agit ensuite de définir le pourcentage du linéaire de berges occupé par les différentes catégories.

Le calcul peut se faire directement pour les petites pièces d'eau mais une cartographie peut être nécessaire pour les plus grandes.

5) Traitement des données

Il suffit ensuite de replacer les pourcentages calculés dans la grille ci-dessous pour obtenir la note de l'indicateur :

Modalité	Note
Plus de 90% inclus des berges sont naturelles, et moins de 3% inclus des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	0
Entre 75% inclus et 90% des berges ([75%-90%]) sont naturelles, ou entre 3% et 10% inclus ([3%-10%]) des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-15
Moins de 75% de berges sont naturelles, ou plus de 10% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales	-30

6) Disponibilité des données

Les jeux de données sont à développer par chaque gestionnaire à l'échelle de son site.

Fiche indicateur n°9 : Fonctionnement hydrologique

1) Présentation

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 assècs, et ne peut se développer si cette spécificité disparaît.

Cet indicateur traduit le fonctionnement de l'écosystème. Cette démarche est nouvelle puisque les indicateurs habituels sont basés sur la composition de l'écosystème, et non sur les processus qui l'animent. Avant d'envisager l'application de cet indicateur, il est très important de cibler le « **fonctionnement hydrologique normal** » de la lagune : cet élément doit permettre de définir objectivement le mode de fonctionnement d'une lagune. Il est pour cela nécessaire de se baser au maximum sur les références historiques (écrits, connaissances humaines historiques, expérience du gestionnaire, etc.) afin de séparer un fonctionnement temporaire ou permanent. Cet élément est souvent connu des gestionnaires et personnes référents sur la zone.

2) Pertinence par type de lagune

Type de lagune	Permanente marinisée	Permanente peu salée	Temporaire salée	Temporaire peu salée
Pertinence	x	x	x	x

Cet indicateur est valide pour tous les types de lagune, il s'agit simplement de bien déterminer le fonctionnement hydrologique normal au préalable.

Les références ci-dessous présentent les grandes lignes de l'hydrologie des lagunes et sont données à titre indicatif. Elles font référence au fonctionnement hydrologique non perturbé de l'habitat.

- a. **Les lagunes temporaires** sont des écosystèmes dont le niveau d'eau varie fortement au cours de la saison. Le remplissage atteint généralement son maximum à la fin de l'hiver, pour

progressivement diminuer (à cause de l'évaporation) jusqu'aux mois d'été où un assec d'une durée variable peut avoir lieu. Il en résulte une augmentation graduelle de la salinité, de très faible en hiver jusqu'à la saturation avant l'assec. La mise en eau se fait durant l'automne et l'hiver, au gré des pluies et entrées maritimes.

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

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

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

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

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

3) Echantillonnage et fréquence des relevés

Il s'agit de prospecter toute la pièce d'eau à raison de trois passages sur un an (un en début de saison (mars-avril), un avant l'été (mai-juin) et un pendant l'été (juillet-août)).

L'opération est à répéter tous les 6 ans lors de l'évaluation de l'état de conservation.

4) Protocole

Le but est de déterminer si la pièce d'eau suit un fonctionnement hydrologique normal par rapport à son fonctionnement de référence.

Cela peut être fait soit par la présence d'un gestionnaire sur la zone soit grâce aux trois visites sur l'année. Deux mesures en particulier peuvent aider à cette détermination :

- La salinité
- La hauteur d'eau

5) Traitement des données

Une fois le fonctionnement hydrologique déterminé, il suffit de le replacer dans la grille ci-dessous pour déterminer la note de l'indicateur :

Modalité	Note
Fonctionnement hydrologique naturel ou assimilé	0
Fonctionnement hydrologique non naturel	-60

6) Disponibilité des données

Les données concernant la salinité et la hauteur d'eau sont relevés dans le cadre du réseau FIL MED. Les données sont disponibles avec identifiant sur le site :

<http://www.cenlr.org/filmed/FilMed4/index.php>

Annexe 2 : Compte rendu du groupe de travail du 1^{er} août 2013



<p style="text-align: center;"><u>Test de la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire 1150-2* Lagunes côtières méditerranéennes</u></p>
--

Compte rendu de la première réunion du groupe de travail 2013

La réunion s'est tenue le jeudi 1^{er} Août 2013 de 14h à 18h dans les locaux du CEN-LR à Montpellier.

Etaient présents :

NOM Prénom	Structure
ARGAGNON Olivier	CBN Med
AZEMA Julien	Communauté d'agglomération Hérault Med.
BENAU Laurent	PNR Narbonnaise
BERTRAND Sonia	CEN L-R, Pôle-relais lagunes méditerranéennes
FORTUNE-SANS Kattalin	PNR Narbonnaise
GUENEL Nathalie	RNN Bagnas
GUENNOU Yannick	SMDA
HAMZA Nabila	DREAL Languedoc-Roussillon
KLESCZEWSKI Mario	CEN L-R
LAFONT Sandrine	SIEL
MORIN Ewen	CEN L-R (Stagiaire Pôle lagunes)
MOURONVAL Jean-Baptiste	ONCFS
POLLET Sébastien	SIEL
ROBERT Julien	RIVAGE
SEJOURNE Sonia	Salins du Midi

Ordre du jour :

L'ordre du jour de cette réunion était :

- Un rappel des résultats 2012
- Une présentation du planning et de la phase terrain 2013
- Des discussions sur les premières remarques sur la faisabilité et les modalités des indicateurs de la méthode

Le programme détaillé de la réunion se trouve dans le diaporama présenté lors de la réunion attaché à ce document.

Rappel des résultats 2012

En 2012, le Pôle-relais lagunes a participé à l'élaboration de la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire lagunes côtières type méditerranéen 1150-2*.

L'étude spécifique sur la façade méditerranéenne a permis de fournir un état des lieux des connaissances de cet habitat à l'échelle de la façade méditerranéenne et d'utiliser l'expérience locale pour alimenter le travail mené par le MNHN, notamment avec le concours du groupe de travail, rassemblant non seulement les partenaires techniques et experts scientifiques concernés par les « lagunes méditerranéennes », mais aussi les gestionnaires intéressés a permis de développer une vision largement partagée par l'ensemble des acteurs concernés.

Nous remercions sincèrement l'ensemble des membres du groupe de travail pour leur implication et leur disponibilité, ainsi que Guillaume Papuga, cheville ouvrière de l'étude.

L'ensemble des documents (guide national et rapport méditerranée) sont disponibles sur le site du Pôle lagunes :

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

2013 : Le test de la méthode

En 2013, le Pôle poursuit son implication avec l'accueil d'un stagiaire ingénieur, Ewen Morin, pour une phase de test d'application de la grille d'indicateurs et de confrontation aux dires d'experts recueillis en parallèle. Ce travail servira de base au MNHN pour la modification éventuelle du guide. Il proposera des pistes d'amélioration de la méthode sur les points suivants : état de référence (seuils proposés), critères/indicateurs (pertinence et faisabilité), protocole de mesures/observations (faisabilité et pertinence statistique), système de notation (choix des dégressivités et notation finale).

L'état d'avancement de la phase 2013 est explicité dans la note d'état d'avancement attachée à ce document.

Remarque sur l'échantillonnage : La pièce d'eau du Vagaran a été classée dans le sous-type salé. Sandrine Lafont indique que la salinité ne dépasse rarement les 5mg/L.

Les Discussions sur les indicateurs :

1- Indicateur Surface

La problématique de l'interprétation de la superposition des habitats, notamment les roselières, a été soulevée. Une approche par la densité de la roselière a été proposée mais aucune réponse définitive n'a pu, pour l'instant, être apportée.

La discussion sur les modalités a ensuite soulevé la pertinence de la distinction d'une perte de surface selon son origine (anthropique ou naturelle). Les modalités retenues en 2012 ont pour but de distinguer la perte physique d'origine anthropique (par un remblai par exemple) d'une perte de l'habitat d'origine naturel par succession des habitats. Cette distinction pourrait être revue à la condition de ne pas tenir compte des pertes d'origine naturelle liées aux variations annuelles.

Pour le relevé de l'indicateur, la mise en place d'une veille du gestionnaire sur les pertes de surface peut être mise en place en particulier pour les pertes d'origine anthropique. Néanmoins, il ressort également qu'une méthode de cartographie serait un bon outil pour évaluer ces pertes. Il est indiqué que différentes méthodes étaient en développement, notamment les projets MS Monina, RhoMéO avec Irstea et la Tour du Valat qui travaille sur les aspects de télédétection. Après discussion au CEN L-R, il apparaît également qu'il existe des algorithmes permettant de calculer à partir de photos aériennes disponibles gratuitement les variations de surface d'une pièce d'eau. La mise en place de ce suivi pourrait être envisagée avec le concours de la Tour du Valat. L'intégration de ce travail dans le programme d'actions du Pôle lagunes pourrait être envisagée. Des recherches devront être menées pour déterminer la faisabilité de telles méthodes.

Les questions de la périodicité, ainsi que l'attribution d'un bonus dans le cas d'un gain de surface ont été abordées sans être tranchées.

Il est rappelé que l'approche lagunes en tant que complexe d'habitats est à différencier de l'évaluation de l'habitat lagune côtière issu de la Directive Habitat.

2- Indicateur Macrophytes en lagunes temporaires

Temps de relevés :

Les temps de relevés par pièce d'eau donnés lors de la réunion (entre 30 minutes et 2h30 en fonction de la superficie de la pièce) ont été considérés comme une information intéressante mais insuffisante. Une estimation du temps de relevé d'un site complet constituerait une meilleure information à intégrer au rapport

Période d'échantillonnage :

La problématique de l'insuffisance d'un passage unique a été soulevée. Notons que la proposition d'effectuer 3 passages au cours de la saison doit être intégrée sans tenir compte des questions de financement qui se poseront ultérieurement. Il peut être indiqué dans le rapport que l'optimal serait d'effectuer trois passages et que, dans le cas où cela ne serait pas possible, une veille pourrait être mise en place pour effectuer les relevés au meilleur moment.

Il a également été indiqué lors de la discussion que, l'évaluation s'effectuant tout les six ans, les relevés de l'indicateur macrophytes devraient se faire au cours d'une année « optimale ». Il est en effet possible, en observant les précipitations hivernales et printanières, de déterminer si l'année sera propice au développement des macrophytes.

Identification des espèces :

Une discussion a aussi été menée sur les difficultés qui pouvaient être rencontrées lors de l'identification des espèces sur le terrain. Il en ressort qu'il faut maintenir l'identification à l'espèce lorsque cela est possible mais que lorsque ça ne l'est pas, l'identification des espèces indicatrices d'une dégradation est suffisante pour renseigner l'indicateur. La question de la difficulté d'identification des characées sera discutée avec les experts.

Il a de plus été suggéré d'ajouter en complément de la liste des espèces indicatrices d'une dégradation à quelle type de dégradation étaient liées ces espèces (perturbation de l'hydropériode, salinité, eutrophisation). Et ainsi également indiquer, lorsqu'une dégradation est connue sur une pièce d'eau, quelles espèces rechercher en priorité.

Liste des espèces :

Seront rajoutées les algues vertes filamenteuses ayant fait l'objet d'un oubli lors de l'écriture du rapport 2012 : caétomorpha, cladophora.

3- Indicateur Surface des herbiers

L'indicateur surface des herbiers n'a été abordé que très brièvement, celui-ci ayant fait l'objet d'un travail approfondi en 2012 par Guillaume Papuga, pour indiquer qu'un travail serait effectué cette année sur l'étang d'Ingril venant s'ajouter aux 4 lagunes étudiées en 2012.

4- Indicateur Espèces végétales exotiques envahissantes

La réflexion sur l'intégration des espèces envahissantes des berges a été présentée au groupe de travail en indiquant que les résultats tendaient à montrer que cela ne paraissait pas pertinent étant donné la rareté de ces espèces dans les 5 mètres de berges et leur impact limité sur l'habitat lagune. Le groupe de travail est en accord avec ces conclusions.

La discussion a ensuite porté sur la pertinence de ne considérer que les espèces exotiques sans intégrer les espèces proliférantes indigènes lorsque l'on considère le caractère déstructurant de ces espèces. La prolifération des espèces indigènes est généralement liée 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 les cas où cette 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 ne semble pas pertinent d'élargir aux espèces indigènes, d'autant que la cas de Valonia impactante sur l'étang de Salses-Leucate, s'avère être une espèce non indigène. Il est

rappelé que les espèces exotiques sont prises en compte également pour le fait qu'elles prennent 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 lieu de cette étude.

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

- Sera rajoutée l'algue *Valonia Aegagropila* , cette algue étant d'origine incertaine mais certainement non indigène et ayant un caractère envahissant (Etude des processus hydrodynamiques et écophysiologicals de la dynamique d'une algue invasive : *Valonia aegagropila* (C. Agardh) dans la lagune de Salses-Leucate, 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. Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon : 148 pages)

5- Indicateur Invertébrés benthiques

Il a été indiqué lors de la réunion l'existence d'un logiciel permettant de calculer les indices AMBI et M-AMBI développé par l'équipe de recherche ayant créé ces indices (Borja et al.). Ceci permettant d'envisager la mise en place des relevés de cet indicateur à l'échelle locale. Suite à ces informations, le groupe de travail a exprimé le souhait qu'une étude sur la faisabilité des relevés de terrain soit menée. Un travail d'identification des experts capables de déterminer les espèces devra également être effectué. Le groupe de travail s'est également interrogé sur la pertinence de l'utilisation des listes d'espèces de cet indice pour les lagunes méditerranéennes. Il a été rappelé que le calcul de cet indice se base sur l'utilisation de deux témoins (bas et haut) issus des relevés sur les lagunes méditerranéennes dans le cadre du suivi DCE.

6- Indicateur Espèces animales exotiques envahissantes

Il a été décidé lors de la discussion sur cet indicateur 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 et se retrouve aujourd'hui en Méditerranée occidentale et pose d'énormes problèmes aux pêcheurs. (Rapport d'activités 2010 du projet GELAMED)

Il a également été indiqué lors de la discussion que cet indicateur était potentiellement redondant avec d'autres, seul le Cascaïl étant relevé dont la prolifération semble due à un fort degré d'eutrophisation et/ou une variation de salinité interannuel.

7- Indicateur Liaison à la mer

La question de l'importance relative entre les deux paramètres d'état et de fonctionnement a été soulevée. La discussion n'a pas abouti sur une réponse définitive. Des arguments ont été apportés en faveur du fait que ces deux paramètres sont souvent liés et que toutes les combinaisons de leurs modalités n'existent pas en réalité. La possibilité d'attribuer un « bonus » aux graus naturels a été évoquée.

8- Berges

Les conclusions de la confrontation des dires d'experts aux données de terrains sur les lagunes temporaires ont été présentées au groupe de travail. Celles-ci montrent la non adéquation des critères de relevés, opposant les berges entièrement naturelles à la moindre artificialisation, avec la réalité de terrain. Une proposition de modification des critères, basée sur les avis des experts sur le terrain indiquant l'importance des critères de pente et de végétation et les résultats de l'étude d'Asconit pilotée par l'Agence de l'eau sur les paramètres hydromorphologiques, a été soumise au groupe. Ci-dessous le tableau résumant cette proposition :

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 une discussion sur ces critères, il a été décidé qu'il était suffisant de garder les relevés selon deux catégories (1 et 3) en ajoutant simplement les berges renaturées à la catégorie des berges entièrement naturelles établie en 2012.

Une proposition de modification des seuils des modalités a également été proposée, la confrontation des données aux dires d'experts montrant une grande sévérité des seuils mis en place :

Modalité	Note
Plus de 85% inclus des berges sont de catégorie 1 <u>et</u> moins de 10% inclus des berges sont de catégorie 3	0
Entre 65% inclus et 85% des berges sont de catégorie 1 ([70%-85%]) <u>ou</u> entre 10% et 25% ([10%-25%]) inclus des berges sont de catégorie 3	-15
Moins de 65% des berges de catégorie 1 <u>ou</u> plus de 25% des berges de catégorie 3	-30

Le groupe de travail a pour l'instant rejeté cette proposition. Il est souligné l'importance de cet indicateur dans un contexte de changement climatique et de capacité d'adaptation de l'habitat face à des berges artificialisées.

Les résultats sur les lagunes permanentes permettront d'approfondir ce sujet.

Une remarque a été formulée 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 vraisemblablement être mené ultérieurement sur cette problématique.

Concernant le relevé de l'indicateur :

- L'artificialisation du grau n'est pas prise en compte, cela étant déjà dans l'état du grau de l'indicateur liaison à la mer
- le linéaire artificialisé des diverticules d'un port ou d'une marina n'est pas pris en compte.

Remarque : Quid du lien avec le paramètre hydromorphologie en cours de développement par l'Agence de l'Eau dans le cadre de l'évaluation DCE ? Notamment le lien sur le degré d'artificialisation des berges. Nabila Hamza, qui a été récemment conviée au Copil de l'étude, fera le lien.

9- Indicateur fonctionnement hydrologique

Après les discussions ayant eut lieu sur cet indicateur, il apparaît quasiment indispensable de mettre en place un ou des groupes de travail pour déterminer un fonctionnement hydrologique de référence par site.

Il est rappelé que la caractéristique d'une lagune temporaire méditerranéenne est son « imprévisibilité ». Il faut veiller à ne pas conduire à une régularité forcée réduisant la stochasticité de l'habitat.

Il a également été demandé par le groupe de travail que soit indiquée dans l'indicateur la liste des perturbations pouvant intervenir sur les lagunes. Celle qui figure dans le rapport 2012 sera le cas échéant précisée.

10.11.12- Indicateurs colonne d'eau, contaminants chimiques et sédiments

La remarque que ces indicateurs pouvaient poser problème, dans le sens où ils ne sont renseignés que pour les lagunes suivis dans le cadre de la DCE et du RSL, a été faite au groupe de travail. Le rapport doit faire état des recommandations sans tenir compte des problèmes de financement. Une évaluation du coût de la mise en place du relevé de ces indicateurs localement est donc à prévoir. Dans le cas où certains indicateurs ne pouvaient tout de même pas être renseignés, le rapport devrait établir une liste d'indicateurs minimum sans lesquels l'évaluation ne serait plus pertinente.

Il a été indiqué lors de la discussion que l'indicateur sédiment devrait être relevé également pour les lagunes temporaires. Il a également été indiqué que l'indicateur sédiments de la DCE ne mesure pas les contaminants chimiques, éléments important pour évaluer l'état de conservation.

Annexe 3 : Script de la boucle de régression linéaire pour trouver la meilleur combinaison de tableaux de notation

```
####Etapes
#1.Construction des multiples tableaux de note par indicateur
#2.fonction qui donne toutes les combinaisons possibles de tableaux de note 1 par 1
  #2.1.fonction qui donne la note finale de tous les relevés grâce à la combinaison
  #obtenue avant
  #2.2.fonction qui renvoie les résultats de la régression linéaire entre les notes
  #finale et l'avis d'expert
#3.fonction qui selectionne les N (10 par exemple) meilleurs R2.

####nettoyage de la mémoire
rm(list = ls())
#####
####
# 1. construction des listes de tableaux de notes (1 liste par indicateur)
#####
####
####préparation indicateurs à 2 classes

ind.2.classes.1=data.frame(classes=c(1,2), note=c(0,-30))
ind.2.classes.2=data.frame(classes=c(1,2), note=c(0,-60))

ind.2.classes=list(ind.2.classes.1, ind.2.classes.2)

####préparation indicateurs à 3 classes

ind.3.classes.1=data.frame(classes=c(1,2,3), note=c(0,-5,-10))
ind.3.classes.2=data.frame(classes=c(1,2,3), note=c(0,-10,-20))
ind.3.classes.3=data.frame(classes=c(1,2,3), note=c(0,-15,-30))
ind.3.classes.4=data.frame(classes=c(1,2,3), note=c(0,-20,-40))

ind.3.classes=list(ind.3.classes.1, ind.3.classes.2, ind.3.classes.3, ind.3.classes.4)

      fct.hydro=ind.2.classes
      surface=ind.3.classes
      macro.temp=ind.3.classes
      epee=ind.3.classes
      eae=ind.3.classes
      berges=ind.3.classes

#####
####
#Boucle de selection de la (des) combinaison(s) qui donne(nt) la(les) meilleure(s)
#regression(s) linéaire(s) avec l'avis d'expert.
#####
####

data = read.csv("data_temp_sans_graus.csv",
  header=TRUE, sep=";")
#data est un tableau comprenant les pièces d'eau en 1ere colonne, les indicateurs
#de la col. 2 à la col.8, l'avis d'expert à la col.9. Les colonnes d'indicateurs
#sont remplis par les classes de modalités.
#Attention : impératif de remplacer les absences de données par NA, sinon le
#calcul foire !

source("note_totale_med_temp_sans_graus.r")
source("script_fct_reglin.r")
source("script_fct_findNbestR_med_temp_sans_graus.r")
  #cf détail de ces fonctions dans leurs fichiers.

N=3                                #Nombre de combinaisons de tableaux qui présentent les
                                  #meilleurs R2 qu'on veut avoir.
```

```

bestr = rep(0,N)          #objet qui contiendra à la fin de la boucle, les N
                          #meilleurs R²
best_notation = list()   #contiendra les tableaux de note qui ont donné ce R²
best_LM = list()

for (i in c(1:length(fct.hydro))){
  for (k in c(1:length(surface))){
    for (m in c(1:length(evee))){
      for (n in c(1:length(eaee))){
        for (q in c(1:length(berges))){
          for (r in c(1:length(macro.temp))){
            notation=c(fct.hydro[i], surface[k], evee[m], eaee[n], berges[q], macro.temp[r])
            #donne une combinaison de tableaux de notation

            tabletotest = notetotale(data, notation)
            #fonction qui permet de donner l'ensemble des notes totales des stations
            #grâce à la combinaison de tableaux de notes créée avant.

            LM = reglin(data, tabletotest)
            #fait une regression linéaire entre l'avis d'expert et les notes totales
            #calculées par la fonction précédente.

            results=findNbestR(bestr, LM, notation, best_notation, best_LM)
            bestr=results$bestr
            best_notation = results$best_notation
            best_LM = results$best_LM
            #fonction qui compare le R² de la reglin avec ceux enregistrés dans bestr,
            #si le R²>min(bestr) alors il remplace le min(bestr) par le nouveau R²,
            #sinon il fait rien.
            #Si le R² est remplacé, la fct remplace aussi le tableau de notation qui va
            #avec dans l'objet best_notation.

            }}}}}
            #vérifications :
            bestr
            results$best_notation
            length(results$best_notation)
            #results$best_LM
            #length(results$best_LM)
            #####
            ####
            #Tracé des graphes de regression linéaire + vérification des hypothèses
            #####
            ####
            #si on demande au programme précédent d'extraire aussi les régressions linéaires qui vont avec
            #les meilleurs R² ca ne marche pas : dans la fonction effects, l'objet n'est pas reconnu comme
            #un argument de type mod. Du coup, il faut refaire la regression linéaire sur la base du
            #tableau de notation extrait par le programme, et donc refaire fonctionner aussi la fonction
            #notetotale.
            tablechosen= notetotale(data, results$best_notation[1:6])

            confrontation = data.frame(station = data$station, note_totale = tablechosen$note_totale,
            note_expert = data$note_expert)
            LM = lm(note_totale~note_expert, data=confrontation)

            require(effects)
            #note.eff = effect(term="note_totale", mod=LM)
            note.eff = effect(term="note_expert", mod=LM)

            plot(confrontation[,2]~confrontation[,3], ylab="note de la méthode", xlab = "note de l'expert",
            main = paste("Meilleure reg.lin note-expert vs note-methode -- R²=", round(summary(LM)$r.squared,3)))
            lines(note.eff$x[,1],note.eff$fit)
            lines(note.eff$x[,1],note.eff$lower, col="red", lty=2)
            lines(note.eff$x[,1],note.eff$upper, col="red", lty=2)

            require(RVAideMemoire)
            plotresid(LM, shapiro=TRUE)
            #p-value<0.1. condition du test de shapiro-Wilk

```

```

#graphe de gauche : l'hypothèse d'équivalence est acceptée lorsque la dispersion
#verticale des points est à peu près constante sur toute la longueur de l'axe des
#abscisses. L'hypothèse d'indépendance est acceptée lorsque l'orientation du nuage de
#points est horizontale
#Graphe de droite : l'hypothèse de normalité est acceptée lorsque les points sont à
#peu près alignés sur une droite
tablechosen = notetotale(data, notation)
write.table(tablechosen$note_totale)

```

```
##### fonction de calcul de la note
```

```

notetotale = fonction(data, notation)
{
  #data est un tableau comprenant les noms de relevés en première colonne, puis les
  #classes et valeurs des indicateurs respectivement qualitatifs et quantitatifs,
  #et enfin l'avis d'expert.
  #notation est la liste comprenant une combinaison de tableaux de notation.
tabletotest = data.frame(station=data$station, fct.hydro=0, surface=0, evee=0, eae=0, berges=0,
macro.temp=0)

for (i in c(1:nrow(notation[[1]]))) {
  elem = data$station[data$fct.hydro == notation[[1]]$classes[i]]
  tabletotest$fct.hydro[is.element(data$station, elem)] = notation[[1]]$note[i]
}
for (i in c(1:nrow(notation[[2]]))) {
  elem = data$station[data$surface == notation[[2]]$classes[i]]
  tabletotest$surface[is.element(data$station, elem)] = notation[[2]]$note[i]
}
for (i in c(1:nrow(notation[[3]]))) {
  elem = data$station[data$evee == notation[[3]]$classes[i]]
  tabletotest$evee[is.element(data$station, elem)] = notation[[3]]$note[i]
}
for (i in c(1:nrow(notation[[4]]))) {
  elem = data$station[data$eae == notation[[4]]$classes[i]]
  tabletotest$eae[is.element(data$station, elem)] = notation[[4]]$note[i]
}
for (i in c(1:nrow(notation[[5]]))) {
  elem = data$station[data$macro.temp == notation[[5]]$classes[i]]
  tabletotest$macro.temp[is.element(data$station, elem)] = notation[[5]]$note[i]
}
for (i in c(1:nrow(notation[[6]]))) {
  elem = data$station[data$berges == notation[[6]]$classes[i]]
  tabletotest$berges[is.element(data$station, elem)] = notation[[6]]$note[i]
}

tabletotest$note_totale = 100 + rowSums(tabletotest[2:ncol(tabletotest)])
return (tabletotest)
}

```

```
##### fonction de calcul du R2 avec l'avis d'expert
```

```

reglin= fonction(data, tabletotest)
{
confrontation = data.frame(station = data$station, note_totale = tabletotest$note_totale, note_expert =
data$note_expert)
confrontation.lm = lm(note_totale~note_expert, data=confrontation)
r_squared = round(summary(confrontation.lm)$r.squared,3)

return(confrontation.lm)
}

```

```

findNbestR = fonction(bestr, LM, notation, best_notation, best_LM)
{
R = summary(LM)$r.squared
if(R > min(bestr)){
  a=which.min(bestr)
  bestr[a]= R
  best_notation[((a-1)*6+1):(a*6)]=notation
  best_LM[((a-1)*13+1):(a*13)]=LM}
results=list(bestr=best_r, best_notation=best_notation, best_LM=best_LM)
return(results)
}

```

Résumé

Depuis 2012, le Pôle-relais Lagunes participe 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 has participated in the development of a methodology to determine the conservation status of the habitat 1150-2* "Mediterranean coastal lagoons". 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, beside the use for the national report, a good tool to evaluate locally the impact of management measures.