

Parc naturel régional

de

Camargue

Mise en œuvre de l'évaluation de l'état de conservation des lagunes côtières méditerranéennes (1150-2*) à l'échelle du site Natura 2000 "Camargue"

Période : 28 mars - 28 juillet 2023

Clara Lalauze

M1 Biodiversité Ecologie Evolution

Sous la responsabilité d'Alexandre

Crestey, chargé de mission Natura 2000

« Camargue »



Parc
naturel
régional
de Camargue



RÉGION
SUD

PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR



NATURA 2000



Pôle-relais
lagunes
méditerranéennes

Table des matières

Introduction.....	1
1. Contexte de l'étude	1
2. La structure coordinatrice de l'étude	1
3. Les lagunes, un écosystème menacé.....	2
3.1 Les lagunes méditerranéennes.....	2
3.2 Fonctionnement et utilité.....	2
3.3 Genèse des lagunes	3
3.4 Un écosystème perturbé	3
Matériels et méthodes	4
1. Genèse de la méthode et objectif du stage	4
2. Un site d'étude varié et à enjeux.....	5
3. Des indicateurs précis pour évaluer l'état de conservation.....	7
3.1 Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (i4).....	7
3.2 Espèces Animales Exotiques Envahissantes (i6)	7
3.3 Connectivité à la mer (i7).....	7
3.4 Nature des Berges (i8).....	8
3.5 Fonctionnement hydrologique (i9).....	8
4. L'exploitation des résultats	9
Résultats.....	9
1. Résultats globaux	9
2. Résultats détaillés par lagune.....	10
2.1 Zone Est	10
2.1.1. Anse de Carteau	10
2.1.2. La grande Palun.....	10
2.2 Zone Centre EMSC	11
2.2.1. Grand Rascaillan	12
2.2.2. Beauduc.....	13

2.2.3. Galabert	13
2.2.4. Vieux Rhône sud	13
2.3 Zone Ouest	15
2.3.1. Brasinvert	15
2.3.2. Icard.....	15
2.3.3. Baisse de l'Evêque Grande rhée longue	16
3. Résultats à venir.....	16
Discussion	16
1. Les faits.....	16
2. Critique de la méthode	17
Conclusion	18
Bibliographie	19
Annexes	21

Table des tableaux

Tableau 1 : Détermination de la note de l'indicateur EVEE	7
Tableau 2 : Détermination de la note de l'indicateur EAEE	7
Tableau 3 : Définir la note de l'indicateur Nature des berges	8
Tableau 4 : Définir la note de l'indicateur Fonctionnement hydrologique	8
Tableau 5 : Récapitulatif des notes des indicateurs pour chaque lagune	9
Tableau 6 : Notes indicateurs obtenues pour la Anse de Carteau	10
Tableau 7 : Notes indicateurs obtenues pour la Grande Palun	11
Tableau 8 : Notes indicateurs obtenues pour Grand Rascaillan	12
Tableau 9 : Notes indicateurs obtenues pour Beauduc	13
Tableau 10 : Notes indicateurs obtenues pour Galabert	13
Tableau 11 : Notes indicateurs obtenues pour Vieux Rhône Sud.....	13
Tableau 12 : Notes indicateurs obtenues pour Brasinvert	15
Tableau 13 : Notes indicateurs obtenues pour Icard.....	15
Tableau 14 : Notes indicateurs obtenues pour Baisse Ev. Gde rhée longue.....	16

Table des figures

Figure 1: Présentation schématique de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des espèces et habitats	5
Figure 2 : Localisation des lagunes à l'étude, PNRC, ZPS et ZSC.....	5
Figure 3 : : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), EST	6
Figure 4 : : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), EMSC	6
Figure 5 : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), OUEST	6

Table des annexes

Annexe 1 : Classeur technique façade méditerranéenne	21
Annexe 2 : Liste des EVEE à vérifier, lagune > 18ppt.....	21
Annexe 3 : Liste des EVEE à vérifier, lagune < 18ppt.....	22
Annexe 4 : Définir l'indicateur Connectivité à la mer	22
Annexe 5 : Définir la catégorie de l'indicateur Nature des berges.....	22
Annexe 6 : Définir les perturbations hydrologiques	22
Annexe 7 : Notes des lagunes pour l'indicateur 4 : espèces végétales exotiques envahissantes	22
Annexe 8 : Notes des lagunes pour l'indicateur 6 : espèces animales exotiques envahissantes	22
Annexe 9 : Notes des lagunes pour l'indicateur 7 : Connectivité à la mer	22
Annexe 10 : Notes des lagunes pour l'indicateur 8 : nature des berges	22
Annexe 11 : Notes des lagunes pour l'indicateur 8 : Nature des berges, détaillé (page 14, 15 et 16)	22
Annexe 12 : Notes des lagunes pour l'indicateur 9 : fonctionnement hydrologique	22
Annexe 13 : fonctionnement hydrologique des lagunes centre EMSC	22
Annexe 14 : fonctionnement hydrologique des lagunes zone Ouest	22
Annexe 15 : fonctionnement hydrologique des lagunes zone Est	22

Liste des abréviations

CBNMed = Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles

CdL = Conservatoire du Littoral

CEN = Conservatoire d'Espaces Naturels

CSME = Compagnie des Salins du Midi et de l'Est

DCE = Directive Cadre sur l'Eau

DHFF = Directive Habitat Faune et Flore

DO = Directive Oiseaux

DOCOB = Document d'objectif

EC = Etat de Conservation / CS : Conservation Status

EEE = Espèce Exotique Envahissante

EMSC = Etangs et Marais des Salins de Camargue (EMSC)

FSD = Formulaire Standard de Données

ha = hectare

Life Marha : vie des habitats marins

PACA = Provence-Alpes-Côte d'Azur

PE = Pièce d'Eau

PM = Pôle Relais Lagune Méditerranée

PNR = Parc naturel régional

PNRC = Parc naturel régional de Camargue

ppt = part per thousand

SIG = Système d'Information Géographique

SIT = Système d'Information Territorial

SNPN = Société Nationale de Protection de la Nature

TDV = Tour du Valat

UMS PatriNat = Unité Mixte de Service « Patrimoine naturel »

ZSC = Zone Spéciale de Conservation / SAC = Special Areas of Conservation

ZPS = Zone de Protection Spéciale / SPA = Special Protection Areas

Glossaire

Alluvions : Dépôts (cailloux, sables, boues) provenant d'un transport par les eaux courantes.

Buse : Une buse est un conduit rigide de gros calibre servant à l'écoulement d'un fluide. La buse est constituée d'un ou de plusieurs éléments en ciment, béton, céramique ou fonte.

Conchyliculture : Élevage des coquillages comestibles (huîtres, moules, etc.).

Espèce Exotique Envahissante : Une espèce exotique envahissante (EEE) est une espèce introduite par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle, et qui menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locales. [*Ministère de la Transition Ecologique*]

Eutrophisation : Enrichissement des cours d'eau et des plans d'eau en éléments nutritifs, essentiellement le phosphore et l'azote qui constituent un véritable engrais pour les plantes aquatiques. L'eutrophisation se manifeste par la prolifération excessive des végétaux dont la décomposition provoque une diminution notable de la teneur en oxygène. Il s'en suit, entre autres, une diversité animale et végétale amoindrie et des usages perturbés.

Grau : Un grau est un passage étroit reliant la lagune ou un étang, à la mer. Le grau est un point sur la côte qui sert de quai que l'embouchure d'un port fluvial ou un petit détroit qui relie un lagon ou un fleuve à la mer comme un chenal ou un estuaire. En matière marine, un grau est l'espace qui sert de communication entre les eaux de la mer et les eaux continentales.

Indicateur : Combinaison d'une ou plusieurs métriques (et/ou indices) pour évaluer un élément de qualité suivant des règles définies.

Lagune côtière : Définition officielle issue du manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne (commission Européenne, 2013) :

« Les lagunes sont des étendues d'eau salée côtières peu profondes, de salinité et de volume d'eau variables, totalement ou partiellement séparées de la mer par des bancs de sable ou des galets, ou, moins fréquemment, par des rochers (appelé lido). La salinité peut varier de l'eau saumâtre à l'hypersalinité en fonction des précipitations, de l'évaporation et par l'ajout d'eau de mer provenant des tempêtes, de l'inondation temporaire de la mer en hiver ou de l'échange des marées.

Les bassins salés et les étangs salés peuvent également être considérés comme des lagunes, à condition qu'ils aient leur origine dans une ancienne lagune naturelle transformée ou dans un marais salé, et qu'ils soient caractérisés par un impact mineur de l'exploitation ».

Lido : Cordon littoral entre une lagune et la mer.

Martellières : Vanne permettant de régler sur les salines la circulation de l'eau entre les bassins

Résurgence : Eaux souterraines qui ressortent à la surface ; source ainsi formée.

Sansouïres : La sansouïre est un terme méditerranéen pour désigner des écosystèmes herbeux, des prairies halophiles méditerranéennes composées de salicornes *Salicornia sp.*, de la famille des Chénopodiacées.

Résumé

Mots clefs : lagune côtière méditerranéenne, zone humide, Parc naturel régional de Camargue, Directive Habitat, état de conservation, Natura 2000, habitat d'intérêt communautaire, LifeMarha

La préservation et la conservation de la biodiversité et plus précisément des espèces et habitats naturels sont une urgente priorité des décennies à venir, notamment pour les services écosystémiques rendus (épuration de l'eau, contrôle des crues, stockage CO₂...) mais également pour la richesse culturelle et patrimoniale. Les lagunes côtières méditerranéennes s'inscrivent dans cette dynamique puisqu'elles sont classées « habitat prioritaire » dans la liste des habitats de la Directive Habitat Faune et Flore (DHFF) de 1992. Les lagunes côtières méditerranéennes à l'étude dans ce rapport font partie de la zone Natura2000 « Camargue » (classée ZPS et ZSC). Dans ce cadre là, l'état de conservation (EC) des lagunes doit être étudié et rapporté à l'échelle biogéographique tous les 6 ans pour la DHFF et à l'échelle du site Natura2000, tous les ans, à travers le Formulaire Standard de Données. L'EC des lagunes se définit à travers une méthodologie standardisée et selon 12 différents indicateurs dont 5 étudiés dans ce rapport : les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE), les espèces animales exotiques envahissantes (EAEE), la connectivité à la mer, la nature des berges et le fonctionnement hydrologique. L'EC de 9 des 16 lagunes d'intérêt est étudié en 2023 dans ce rapport. L'état de conservation global de chaque lagune sera normalement obtenu courant 2024. Cependant, il est d'ores et déjà possible de dire que 4 des 9 lagunes à l'étude ne présentent aucune perturbation pour les 5 indicateurs donnés, qu'aucune n'est colonisée par du cascaïl (EAEE), une seule est colonisée par des EVEE, les lagunes des EMSC (ancien salins) sont celles qui présentent le plus de perturbations (hydrologique, artificialisation des berges, connectivité à la mer) et enfin, les notes pour la connectivité à la mer sont hétérogènes sur le territoire. A l'échelle du site Natura2000, l'état de conservation global ne pourra être connu que l'année prochaine, quand l'EC du reste des lagunes aura été étudié. Cependant, même si l'EC est reporté à l'échelle du site entier, il est important de regarder l'EC de chaque lagune afin de définir des meilleures stratégies de gestion à l'échelle locale.

Abstract

Keywords: Mediterranean coastal lagoon, wetland, Camargue Regional Natural Park, Habitat Directive, conservation status, Natura 2000, habitat of community interest, LifeMarha

The preservation and conservation of biodiversity and more specifically of its species and natural habitats are an urgent priority for the coming decades, especially for its ecosystem services (water purification, flood control, CO₂ storage ...) but also for its cultural and heritage wealth. The Mediterranean coastal lagoons are part of this dynamic since they are classified as "priority habitat" in the list of habitats of the Habitat Directive Fauna and Flora (DHFF) of 1992. The Mediterranean coastal lagoons studied in this report are part of the Natura 2000 area "Camargue" (classified as SPA and SAC). Within this framework, the conservation status (CS) of the lagoons must be studied and reported at the biogeographic scale every 6 years for the DHFF and at the Natura2000 site scale, every year, through the Standard Data Form. The CS of lagoons is defined through a standardized methodology and according to 12 different indicators, 5 of which are studied in this report: invasive alien plant species, invasive alien animal species, connectivity to the sea, nature of the banks and hydrological functioning. The CE of 9 of the 16 lagoons of interest is studied in 2023 in this report. The overall conservation status of each lagoon will normally be obtained during 2024. However, it is already possible to say that 4 of the 9 lagoons studied show no disturbance for the 5 indicators given, that none is colonised by cascaïl (EAEE), only one is colonised by EVEC, the lagoons of the EMSC (former salt marshes) are those with the most disturbance (hydrological, artificialisation of banks, connectivity to the sea) and finally, the scores for connectivity to the sea are heterogeneous across the area. At the scale of the Natura2000 site, the overall conservation status cannot be known until next year, when the CE of the rest of the lagoons will have been studied. However, even if the CE is reported on the scale of the entire site, it is important to look at the CE of each lagoon in order to define the best management strategies on a local scale.

Introduction

1. Contexte de l'étude

Au cours des dernières décennies, la biodiversité a connu un déclin sans précédent à travers le monde. Pourtant, notamment de par sa capacité à séquestrer le CO₂, la biodiversité ralentit le réchauffement climatique, elle produit également de l'oxygène, fournit des matières premières et assure une eau de qualité [GIEC, 2022]. En somme, elle assure notre qualité de vie en nous rendant de nombreux services. Sa préservation doit être l'une des plus grandes et urgentes priorités des prochaines années. [OFB, 2020]. Outre les services rendus par cette dernière, la biodiversité doit également être conservée au titre de patrimoine naturel en prenant en compte le respect de la faune et de la flore.

Cette perte de biodiversité entraîne une diminution de la diversité des écosystèmes, des services écosystémiques et des avantages économiques, sociaux et culturels qu'ils fournissent. Les principales causes de ce déclin sont la perte et la fragmentation des habitats, le changement climatique, la surpêche, la chasse, la pollution, les espèces envahissantes et la surexploitation des ressources naturelles [Parlement européen, 2020].

Face à cela, l'Europe se mobilise notamment à travers la mise en place de la Directive Oiseaux (DO, 1979/2009) et de la Directive Habitat Faune et Flore (DHFF, 1992) qui vise à préserver des sites à forte valeur environnementale pour les espèces et les habitats qu'ils abritent. Ces sites constituent le réseau Natura 2000 et sont répartis en deux entités ; les Zones de Protection Spéciale (ZPS), visant la conservation de l'avifaune et les Zones Spéciales de Conservation (ZSC), visant la conservation des habitats, de la faune et de la flore plus largement.

L'article R.414-11 du Code de l'environnement, transposition dans le droit français de l'article 6.1 de la DHFF, impose l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire pour lesquels les sites Natura 2000 ont été désignés. Cet état doit être renseigné dans le document d'objectifs (DOCOB) de chaque site Natura 2000.

Le présent rapport s'attache à évaluer l'état de conservation, à l'échelle du site Natura 2000 « Camargue », d'un habitat d'intérêt communautaire classé prioritaire : les lagunes côtières (1150).

2. La structure coordinatrice de l'étude

L'étude est menée au sein de la structure animatrice du site Natura 2000 « Camargue » : le Parc naturel régional de Camargue (PNRC). Cet organisme est un « territoire rural habité, reconnu au niveau national pour sa forte valeur patrimoniale et paysagère, mais fragile, qui s'organise autour d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine. » [DREAL, 2022]

Le PNR de Camargue est situé dans le sud de la France, majoritairement entre les deux bras du Rhône et la Mer Méditerranée. Il se situe en région Sud - Provence-Alpes-Côte-D'azur (Sud-PACA) dans le département des Bouches-du-Rhône. Créé en 1970, il s'étend sur plus de 100 000 hectares et est connu pour sa biodiversité exceptionnelle, ainsi que pour son patrimoine culturel et historique riche et varié. Malgré son importante surface, le territoire du Parc occupe uniquement trois communes : une partie de la commune d'Arles et de Port-Saint-Louis-du-Rhône et toute la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer.

Au sein du delta, de nombreuses zones de protection sont présentes (Réserve nationale et régionale, Arrêté de Protection de Biotope, Espaces Naturels Sensibles, Sites du Conservatoire du Littoral...). De plus, le PNR de Camargue est animateur de 8 sites Natura 2000 couvrant au total plus de 250 000 ha.

3. Les lagunes, un écosystème menacé

Une lagune est un grand plan d'eau séparé de la mer par un cordon littoral que l'on appelle « lido » de profondeur et de salinité variable. La communication avec la mer reste possible par de minces passages appelés « grau ». La lagune est qualifiée de domaine paralytique (« para » = à côté, « halos » = sel en grec). C'est un milieu de transition entre le domaine marin et le domaine continental, comme le sont de nombreux milieux comme les deltas, les estuaires ou les mangroves. [PRLM]

3.1 Les lagunes méditerranéennes

En France, les complexes lagunaires couvrent 130 000 ha dont 45% en Languedoc-Roussillon. Elles sont réparties le long du pourtour méditerranéen. Ces caractéristiques donnent naissance à des lagunes très différentes. En Camargue, les lagunes représentent 18,8% du territoire du parc, soit 20 630 hectares. Elles sont classées habitat prioritaire dans la DHFF.

3.2 Fonctionnement et utilité

Les lagunes sont le lieu d'intenses productivités et sont utilisées depuis l'antiquité à de multiples fins. Ainsi, ces plans d'eau sont traditionnellement exploités pour la pêche (professionnelle et de loisir) et la conchyliculture. Aujourd'hui, les lagunes peuvent être exploitées à des fins économiques, plus modernes ; comme le tourisme, les loisirs de plein air et les activités nautiques.

Les lagunes participent également à la stabilisation du littoral et offrent de nombreux bénéfices. Elles participent à la régulation des apports d'eau lors d'événements climatiques majeurs comme les inondations, mais également jouent le rôle de filtre épurateur. La forte capacité de proliférations des organismes lagunaires contribue à résorber une grande quantité de sels nutritifs et de matière organique morte. Enfin, les lagunes sont un réservoir important de biodiversité, à travers la faune et la flore, souvent protégées et font partie intégrantes du patrimoine écologique et parfois historique. [Boutière *et al.*, 1974].

Pour les poissons, les lagunes fournissent des aires d'alimentation et permettent une colonisation saisonnière par des juvéniles. Pour les oiseaux, ce sont des sites exceptionnels d'étapes migratoires ou de sites de nidification. C'est le cas des lagunes de Camargue.

3.3 Genèse des lagunes

Les lagunes méditerranéennes sont de formation relativement récente à l'échelle des temps géologiques ($\approx 5\ 000$ ans, durant l'Holocène). En Méditerranée, trois origines principales du milieu lagunaire actuel :

- Lagune d'origine **tectonique** : plutôt profonde et formée par un effondrement d'une partie du rivage (retrouvée principalement en Corse).
- Lagune d'origine **deltaique** : se forme au cours du dépôt d'alluvions par les rivières, isolant ainsi de nombreux plans d'eau, **c'est le cas des lagunes de Camargue.**
- Lagune d'origine **sédimentaire** : la formation se met en place dans des conditions de montée lente du milieu marin et d'apports sédimentaire important (les plus fréquentes). [McBride *et al.*, 2013]

3.4 Un écosystème perturbé

Comme toutes les zones humides, les lagunes du site « Camargue » sont soumises à d'intenses pressions anthropiques, agricoles (riziculture, élevage bovins et équin), touristiques et urbaines. L'eutrophisation est la cause majeure de dégradation des lagunes méditerranéennes. [Kermagoret *et al.*, 2019]. Cependant, il est constaté à l'échelle des lagunes méditerranéennes françaises suivies, une tendance à la régression de l'eutrophisation, grâce à une meilleure épuration des effluents et une meilleure prise en compte de l'hydrologie [Dérolez *et al.*, 2020].

Certaines lagunes ont été aménagées et entretenues (digues, canaux de drainage, écluses, dragage, etc.) et souffrent d'un arrêt progressif des travaux d'entretien au fur et à mesure de l'ajustement des apports en eau. Le fonctionnement de ces lagunes dépend donc de l'état d'entretien du service hydraulique.

Les lagunes côtières sont des écosystèmes fragiles et essentiels pour la santé de la biodiversité et la protection de la côte. Leur conservation est donc d'une importance capitale pour maintenir l'équilibre écologique et la qualité de vie des communautés côtières. Plus un milieu est connu, plus sa gestion sera adaptée et alors sa conservation assurée, c'est le but de cette évaluation.

Selon le troisième rapportage (2019), les "lagunes côtières" pour la région biogéographique méditerranéenne (code UE: 1150*-2) ont été classées en 2019 comme ayant un "état de conservation défavorable-inadéquat (pour un paramètre, ou globalement)" avec cependant une "tendance à l'amélioration de l'état de conservation entre les 2 rapports".

Matériels et méthodes

1. Genèse de la méthode et objectif du stage

Comme mentionné en amont, cette étude est initiée dans le but de prendre en compte les attentes de l'Union Européenne sur la conservation des habitats d'intérêt communautaire. Ce stage s'inscrit dans une volonté d'évaluer, sous la coordination du Pôle relais lagunes méditerranéennes (PRLM), l'état de conservation des lagunes côtières à l'échelle de la façade méditerranéenne française. Trois régions sont donc en liens étroits à travers cette étude ; la Région Sud-PACA, la Région Occitanie et la Région Corse. Les lagunes côtières étant à la fois considérées comme habitat terrestre et marin, l'évaluation de cet habitat s'inscrit dans le cadre du programme life MarHa, qui vise l'amélioration de la conservation des habitats marins. Dans cette optique, un protocole standardisé a été réalisé avec l'expertise de l'UMS PatriNat pour uniformiser l'évaluation entre les sites.

La méthode a été développée pour les deux habitats déclinés, [Bensettiti *et al.*, 2004], de l'habitat générique prioritaire « Lagunes côtières » (code UE 1150*) :

Lagunes en mer à marée (façade atlantique) (code 1150*-1) et lagunes méditerranéennes (code 1150*-2).

Parmi les lagunes méditerranéennes, se distinguent : [Tagliapietra *et al.*, 2009 ; Newton *et al.*, 2014, liste non exhaustive]

- **Lagunes permanentes poly-euhalines** dont la salinité est proche du milieu marin, et qui ne s'assèchent pas selon une dynamique saisonnière (>18 ppt)
- **Lagunes permanentes oligo-mésohalines**, dont la salinité excède rarement 18 ppt et dont l'assèchement est exceptionnel (<18ppt)
- **Lagunes temporaires > 18 ppt**
- **Lagunes temporaires < 18 ppt**

Le paramètre essentiel pour la description de ces eaux est la salinité. Les apports en eau douce et le caractère temporaire ou permanent des échanges avec le milieu marin confèrent aux eaux lagunaires une salinité variable allant de 0 à plus de 38 ppt [Tournoud *et al.*, 2001].

Le protocole mis en place par l'UMS PatriNat ([Annexe 1](#)) s'articulent autour 12 indicateurs permettant de connaître l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat, les missions du stage sont de déterminer une note pour 5 de ces 12 indicateurs :

- Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) **(i4)**
- Espèces animales exotiques envahissantes (EAEE) **(i6)**
- Connectivité à la mer **(i7) (prioritaire)**
- Nature des berges **(i8) (prioritaire)**
- Fonctionnement hydrologique **(i9) (prioritaire)**

Les autres indicateurs non-étudiés dans ce stage sont les suivants : Evolution de la surface **(i1) (prioritaire, déjà réalisé)**, macrophytes **(i2) (prioritaire, déjà réalisé)**, surface des herbiers **(i3)**, invertébrés

benthiques (i5), colonne d'eau (i10) (prioritaire), contaminants chimiques (i11) et sédiments (i12) (prioritaire).

Au sein du site Natura 2000 « Camargue », 16 lagunes ont été identifiées pour appliquer ce protocole d'évaluation. Ce présent rapport se porte sur 9 d'entre elles, l'état de conservation (EC) des autres fera l'objet d'un autre stage en 2024. Une fois compilées, ces notes donneront une indication assez fine de l'état global de conservation des lagunes. Cet élément sera présenté dans le rapportage à l'échelle

biogéographique, à travers l'article 17 du DHFF, tous les 6 ans et à l'échelle du **site Natura2000**, à travers le Formulaire Standard de Données (FSD) de chaque site Natura 2000, tous les ans.

L'EC se définit selon la Figure 1. Cette classification permettra notamment de pouvoir fixer les objectifs de conservation du site de manière ciblée.

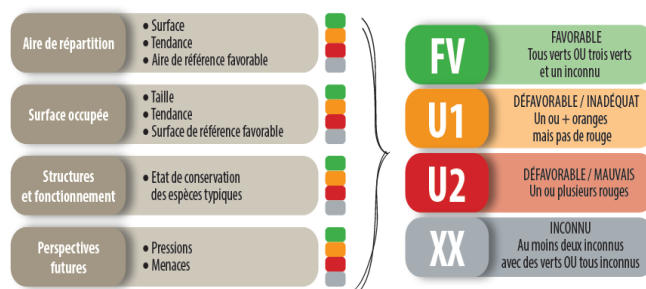


Figure 1: Présentation schématique de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des espèces et habitats

2. Un site d'étude varié et à enjeux

Comme mentionné précédemment, toutes les lagunes étudiées se situent dans le PNR de Camargue, au sein du site Natura 2000 « Camargue » classé ZSC et ZPS. 16 lagunes ont été sélectionnées pour être étudiées selon leur accessibilité, les propriétaires et gestionnaires présents et leur manque de données.

La dénomination des lagunes est présentée dans la figure ci-contre (Figure 2). La majorité d'entre elles sont permanentes et regroupées en 3 secteurs. Le secteur Est (Figure 3), secteur centre EMSC (Figure 4) et secteur ouest (Figure 5).



Figure 2 : Localisation des lagunes à l'étude, PNR, ZPS et ZSC



Figure 3 : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), EST

Les lagunes de Carteau et de la Grande Palun sont deux lagunes permanentes. (Figure 3)
 Certaines entités sur site de Carteau font partie du site Natura2000 Rhône Aval (ZSC).

Le site des EMSC regroupe des lagunes utilisées historiquement comme marais salants.

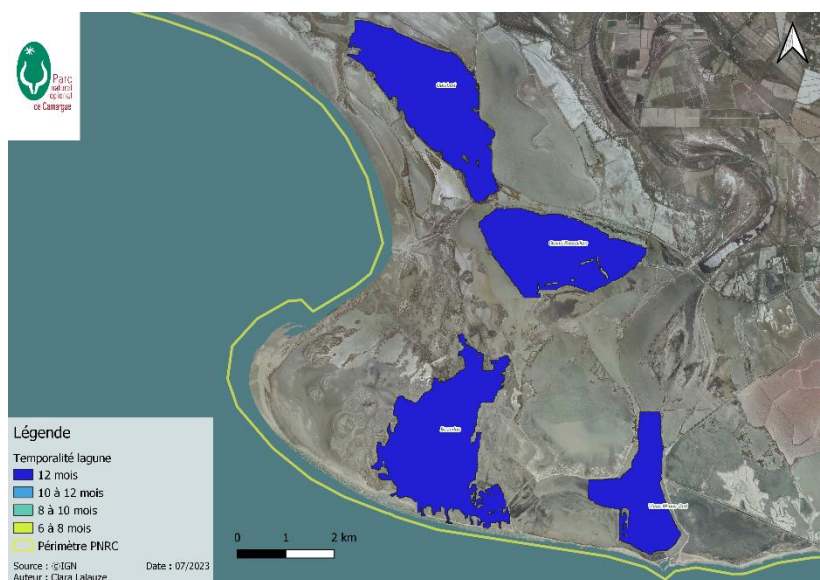


Figure 4 : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), EMSC



Figure 5 : Localisation des lagunes méditerranéennes soumises à l'étude de leur état de conservation (habitat 1150* Natura2000), OUEST

Le site de Brasinvert se divise en deux (Figure 5), avec une partie de la lagune qui est temporaire, immergée 6 à 8 mois dans l'année et l'autre temporaire immergée 8 à 10 mois par an. La lagune de Baisse de l'Evêque - Grande rhée longue est temporaire, immergée 10 à 12 mois par an, Icard est permanente.

3. Des indicateurs précis pour évaluer l'état de conservation

3.1 Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (i4)

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) sont reconnues comme l'une des causes principales de l'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale et française. Pour faire face à cette menace, la France a adopté en 2017 la Stratégie nationale relative aux espèces exotiques envahissantes.

Pour cet indicateur, selon si la lagune a une salinité supérieure à 18 ppt ou non, les EEEE recherchées ne sont pas les mêmes. Ainsi, une liste des EEEE potentiellement présentes sur site a été dressée (Annexe 2 et 3). Ces espèces ont été déterminées selon leur écologie et des données disponibles sur le territoire (notamment *CBNMed*).

La note de l'indicateur s'obtient à partir du rapport entre la surface totale colonisée par une espèce de la liste et la surface totale de la pièce d'eau évaluée, ainsi que le rapport entre le linéaire de berges colonisé et le linéaire total de la pièce d'eau.

Une fois la donnée obtenue, la note est attribuée selon le Tableau 1.

Tableau 1 : Détermination de la note de l'indicateur EEEE

Modalités	Note
Moins de 1 % inclus du linéaire de berge ou de la surface est colonisé(e) par une espèce végétale exotique envahissante	0
Entre 1 et 10 % inclus du linéaire de berge ou de la surface colonisé(e) par une espèce végétale exotique envahissante	-5
Plus de 10 % du linéaire de berge ou de la surface est colonisé(e) par une espèce végétale exotique envahissante	-10

3.2 Espèces Animales Exotiques Envahissantes (i6)

Dans cet indicateur, une seule espèce animale est prise en compte : le Cascaïl (*Ficopomatus enigmaticus*). Le Cascaïl est une espèce d'annélide polychète de la famille des *Serpulidae*.

Cette espèce modifie son écosystème en formant des récifs de tubes calcaires, ces formations peuvent ensuite impacter le fonctionnement hydrologique des lagunes.

La note s'obtient à partir de la présence/absence du Cascaïl uniquement, de son étendue et de son impact sur le fonctionnement de la lagune. (Tableau 2).

D'autres espèces animales sont cependant à surveiller : l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*), le ragondin (*Myocastor coypus*) et le crabe bleu (*Callinectes sapidus*).

Tableau 2 : Détermination de la note de l'indicateur EAAA

Modalités	Note
Le Cascaïl est absent ou très rare sur la pièce d'eau. Les espèces nécessitant une surveillance mais n'étant pas prises en compte dans cette méthodologie d'évaluation font l'objet d'une surveillance régulière.	0
La présence de Cascaïl est avérée, mais son impact s'avère peu significatif sur le fonctionnement de l'écosystème. Les espèces pour lesquelles l'indicateur s'applique sont présentes et ne font pas l'objet d'une surveillance.	0 (suivi recommandé)
Le Cascaïl est bien représenté sur la pièce d'eau et son développement perturbe le fonctionnement de l'écosystème.	-10

3.3 Connectivité à la mer (i7)

L'objectif de cet indicateur est de caractériser l'état de conservation de la liaison à la mer des lagunes à travers son degré d'artificialisation (état de la structure du grau) et son fonctionnement de liaison. (Annexe 4). La note de l'indicateur représente la somme de la note de l'état de la structure et de son fonctionnement. Le lien avec la mer est fondamental pour le fonctionnement des lagunes. Cette connexion permet le renouvellement des eaux et également le passage d'espèce (notamment espèces

migratrices). La connectivité à la mer et également la connectivité entre les lagunes est prise en compte. Cet indicateur peut se définir par analyse cartographique (SIG) et sur le terrain.

3.4 Nature des Berges (i8)

Le but de cet indicateur est d'évaluer l'étendue des dommages causés à l'habitat « lagune côtière » par les aménagements. Pour ce faire, il est important de qualifier l'ensemble de la berge pour identifier les zones dégradées. Le degré d'artificialisation et la pente des berges seront déterminés. (Annexe 5)

Pour cet indicateur, il faut relever sur tout le linéaire de berges de la pièce d'eau (PE), le type de berge sur 5 mètres au-delà du niveau d'eau « maximum normal ».

L'artificialisation des graus n'est pas prise en compte ici (elle est prise en compte dans l'indicateur « connectivité à la mer »), le linéaire des pontons non plus dans le cas d'un port ou d'une marina.

Il est possible d'étudier les berges en amont à l'aide des logiciels de cartographie, puis ensuite d'aller vérifier les zones sur le terrain. Ainsi, une fois les catégories déterminées (Annexe 5), une note est attribuée selon le Tableau 3.

Tableau 3 : Définir la note de l'indicateur Nature des berges

Modalités	Note
Plus de 85% des berges sont naturelles ou renaturées (catégorie 1), et moins de 10% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales (catégorie 3)	0
Entre 70% et 85% des berges sont naturelles ou renaturées (catégorie 1), ou entre 10% et 20% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales (catégorie 3)	-20
Moins de 70% de berges sont naturelles ou renaturées (catégorie 1), ou plus de 20% des berges sont figées par des rochers ou des constructions verticales (catégorie 3).	-40

3.5 Fonctionnement hydrologique (i9)

L'objectif de cet indicateur est de déterminer si la lagune suit un fonctionnement hydrologique normal par rapport à son fonctionnement de référence (celui-ci se détermine selon des références historiques, l'expériences des gestionnaires, des articles).

Une fois le fonctionnement hydrologique déterminé et la présence/absence d'une perturbation (Annexe 6), l'attribution de la note de l'indicateur se fait suivant le Tableau 4.

Tableau 4 : Définir la note de l'indicateur Fonctionnement hydrologique

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

Pour répondre aux attentes du PNRC, il faut une note précise par indicateur et par pièce d'eau.

Tout le travail autour de ces indicateurs et de l'obtention de leur note est un mélange de bibliographie, de contact et d'échange avec les gestionnaires, de dires d'experts, de déplacement sur le terrain et d'analyse cartographique.

4. L'exploitation des résultats

Pour permettre une lecture simple et rapide des notes des différents indicateurs, notamment pour une présentation des résultats plus lisible au cours des comités de pilotage et autres réunions de gestion, une cartographie par indicateur et par lagune à l'échelle des 9 lagunes étudiées a été réalisée à l'aide du logiciel SIG QGis. Les données seront ensuite transmises au SIT (Système d'Information Territorial) qui est le portail géographique des PNR de PACA.

De plus, un relevé photographique géoréférencé a été réalisé et sera disponible sur le SIT, donnant lieu à une carte interactive.

Résultats

1. Résultats globaux

Tableau 5 : Récapitulatif des notes des indicateurs pour chaque lagune

Lagunes	Indicateur 4	Indicateur 6	Indicateur 7		Indicateur 8	Indicateur 9	Etat global
	Espèces Végétales Exotiques Envahissantes	Espèces Animales Exotiques Envahissantes	Connectivité à la mer : ETAT	Connectivité à la mer : FONCTIONNEMENT	Nature des Berges	Hydrologie	
Anse de Carteau	0	0	0	0	0	0	
La Grande Palun	-10	0	-10	-15	0	0	
Grand Rascaillan	0	0	0	0	-40	0	
Beauduc	0	0	0	0	0	0	
Galabert	0	0	-10	-7	-40	-60	
Vieux Rhône Sud	0	0	-7	-7	-40	-60	
Brasinvert	0	0	0	0	0	0	
Icard	0	0	-10	-15	0	0	
Baisse de l'Evêque Grande Rhée longue	0	0	0	0	0	0	

Voici en Tableau 5 la synthèse des notes obtenues pour chaque indicateur et chaque lagune au 25 juillet 2023.

Il est remarqué en premier lieu qu'aucune lagune ne fait l'objet de présence de cascaill, ainsi l'indicateur 6 est de 0 dans les 9 pièces d'eau.

Les lagunes de la « Zone Est » présentent des notes de 0 pour les 5 indicateurs à l'exception de la Grande Palun ou il y a la présence de *Baccharis halimifolia*, d'

Permanante	Salinité > 18ppt	Zone Est
Temporaire	Salinité < 18ppt	Zone centre-EMSC
		Zone Ouest

Amorpha fruticosa et de *Ludwigia peploides* sur plus de 10% des berges (Tableau 1), ce qui implique une note de -10 pour l'indicateur 4 – EVEC et également une mauvaise connectivité à la mer avec la note de -25.

A noter que les lagunes Grande Palun et Icard ont une salinité <18ppt car ce sont toutes deux des lagunes fluviales et connectées à la mer respectivement par le Rhône et le petit Rhône. Pour la « Zone Ouest », les notes obtenues sont toutes de 0 à l'exception de la lagune d'Icard avec une note de -25 pour la connectivité à la mer. Enfin, sur la « Zone centre-EMSC », pas d'espèces exotiques envahissantes animales ou végétales observées. Aussi, à part la lagune de Beauduc qui obtient des notes égales à 0 à tous les indicateurs, les autres présentent des perturbations au niveau de la connectivité à la mer,

de la nature des berges ou du fonctionnement hydrologique. En effet, il est observé sur 2 d'entre elles (Galabert et Vieux Rhône Sud), une note de -60 pour le fonctionnement hydrologique, ainsi qu'une note pour la connectivité à la mer de -17 et -14. En plus de ces notes pour l'hydrologie et la connectivité à la mer, ces deux lagunes ont moins de 70% de leurs berges qui sont naturelles ou renaturées, la note à l'indicateur 8 est alors de -40 (Tableau 3). La lagune du Grand Rascaillan obtient également cette note pour ce dernier indicateur.

Des cartographies pour représenter les différentes notes de chaque indicateur ont été réalisées. Voir en annexes les cartographies. (Annexe 7, 8, 9 10, 11, 12, 13, 14 et 15)

2. Résultats détaillés par lagune

2.1 Zone Est

2.1.1. Anse de Carteau

Tableau 6 : Notes indicateurs obtenues pour la Anse de Carteau

Anse de Carteau	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	0
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

L'anse de Carteau est une lagune gérée par le PNRC et la commune de Port-Saint-Louis et est propriété du Conservatoire du Littoral.

Carteau abrite des habitats lagunaires mais n'est pas une lagune à proprement parlé, elle ne possède ni lido ni grau et fait quasiment partie de la mer. C'est un réseau de petites pièces d'eau mise en eau de temps

en temps naturellement. Ses berges sont naturelles et principalement constituées de sansouïre. Il y a la présence de quelques *Baccharis halimifolia* aux alentours de la lagune mais pas sur ses berges directement. Son fonctionnement hydrologique est bon, ainsi que sa connectivité à la mer. Ainsi, voir Tableau 6 les notes obtenues pour les indicateurs pour la lagune de Carteau.

L'anse de Carteau est une lagune spécifique car en majorité représentée par un bout de mer en bordure du port de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Elle est particulière car située tout proche d'une zone portuaire commerciale de grande ampleur. Comparée aux autres lagunes, Carteau est plus sujette à subir l'effet de l'anthropisation (pollutions éventuelles, dérangement des espèces animales, surfréquentation, détérioration), il serait de rigueur de continuer de surveiller de près cette pièce d'eau.

2.1.2. La grande Palun

La grande Palun est une lagune gérée par le PNRC et dont le propriétaire est CdL. Elle est une lagune fluviale permanente, sa salinité est bien inférieure à 18 ppt. Elle est connectée à la mer via le Rhône, lui-même lié à la lagune via des petits canaux, de manière naturelle. Selon les petites marées, environ toutes les 6 heures, l'eau rentre ou bien ressort de la lagune. De part sa position, la lagune peut, selon les crues, être totalement immergée.

Tableau 7 : Notes indicateurs obtenues pour la Grande Palun

La Grande Palun	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	-10
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	-25
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

La salinité de la lagune dépend du débit du Rhône. Plus le débit du fleuve est important, moins la salinité sera grande, car l'eau douce « flotte » de par sa densité plus faible, au-dessus de l'eau salée, donc il y a plus d'eau douce qui entre dans la lagune. Inversement si le Rhône a un débit plus faible, la salinité dans la lagune augmente.

Les notes obtenues pour les indicateurs se trouvent dans le Tableau 7.

Ses nombreuses fluctuations d'eau et sa salinité ne permettent pas le développement de certaines espèces comme l'écrevisse ou le **casail**. L'indicateur 6 sur les EAEE est donc 0 ce qui signifie un bon état.

Il y a la présence d'EVEC sur les berges et dans la lagune, à savoir le séneçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), Indigo du Bush Amorphe buissonnante (*Amorpha fruticosa*) et de la Jussie (*Ludwigia peploides*). Elles colonisent plus de 10% de la surface ($\approx 80\%$) donc la note obtenue est de -10 pour l'indicateur 4. La connectivité à la mer est perturbée ici. La grande palun est une lagune estuarienne, elle n'est pas connectée à la mer mais au Rhône, ainsi, d'après le guide technique, cela est indicateur d'un mauvais fonctionnement (-15). De plus, la connectivité est assurée par un canal, le grau n'est alors pas naturel, ce qui suggère également une mauvaise note pour l'état de la connectivité (-10). Ainsi, la note pour cet indicateur est de -25.

En revanche, les berges ne sont pas artificialisées et l'hydrologie de la lagune ne présentent pas des perturbations. Les notes obtenues pour les indicateurs 8 et 9 sont de 0, ce qui signifie un bon état. (Annexe 15)

Point gestion :

La lagune présente un bon EC. D'après le gestionnaire, un choix s'impose par rapport à la gestion des EVEC ; celui d'agir pour lutter contre celles-ci par des campagnes d'arrachage massif (très coûteux financièrement) ou bien essayer de limiter leur propagation (pâturage, prospection secteurs non colonisés...). Au niveau de la connectivité à la mer, il serait peu probable de voir la formation d'un grau, même temporaire, arriver. Améliorer la note pour cet indicateur sur cette lagune semble complexe.

2.2 Zone Centre EMSC

Le site des (EMSC) est propriété du Conservatoire du littoral. Avant 2008, le site était la propriété de la Compagnie des Salins du Midi et de l'Est (CSME) et faisait partie de l'exploitation salicole du salin de Giraud créée en 1855. La CSME a réalisée des travaux d'aménagement au début des années 1970 notamment des nivellements, endiguements ou créations d'ouvrages afin de produire du sel. Le site a ensuite été racheté entre 2008 et 2012 par le CdL. Les objectifs de gestion sur ce site sont notamment de favoriser la nidification des flamands roses et des laro-limicoles coloniaux (à l'aide d'îlots), de mettre en

défend les dunes littorales, de veiller à la continuité hydro biologique (désalinisation, créations de connexion) et de reconstituer des zones de sansouïre. En outre, renaturaliser le milieu. La CSME utilisait des pompes pour que l'eau circule, aujourd'hui le PNRC, soutenu par d'autres acteurs, applique une gestion hydraulique gravitaire en se basant sur des solutions fondées sur la nature pour recréer un fonctionnement hydrique naturel. Cette gestion est facilitée par le vent dominant : le mistral sur un axe nord/sud et par les entrées marines dans le sens contraire ainsi qu'un fait étonnant, le dessalement par la mer lors des coups de mer de Sud-Est lorsque le panache du Rhône est rabattu sur la côte. Il y a cependant très peu d'apport d'eau douce sur le site : 2 canaux. Le Versadou qui est un canal de drainage provenant des rizières (et avant cela, du Rhône) et le canal du Japon, canal d'irrigation provenant directement du Rhône mais souvent à un niveau très bas. Cet apport est souvent bien faible et ne permet pas de dessaler les lagunes suffisamment. Les connexions à la mer sont aussi peu nombreuses, une au niveau de la plage de Beauduc par l'Ouest et une au niveau d'un grau qui s'est créé (digue fendue) au sud vers le phare de Beauduc. Ces deux graus mènent à la lagune de Beauduc. L'eau remonte ensuite dans le Grand Rascaïllan et le Galabert.

La lagune du Vieux Rhône Sud est différente car gérée par la CSME, sa connexion à la mer est assurée par une buse au niveau du grau de la dent ; cependant, elle est quand même légèrement connectée naturellement à la mer via l'étang de Saint-Anne à l'ouest, lui-même connecté à la mer via des brèches dans la digue au sud. [plan gestion EMSC, 2023]. L'histoire du site et son ancienne activité en marais salants explique ainsi un état de conservation plus ou moins altéré.

Voir en Annexe 13 le fonctionnement hydrologique général des EMSC.

Tableau 8 : Notes indicateurs obtenues pour Grand Rascaïllan

2.2.1. Grand Rascaïllan

La lagune Grand Rascaïllan fait partie des étangs et marais des salins de Camargue (EMSC). Elle est cogérée par le PNRC, la TDV et la SNPN et est propriété du CdL. Sa salinité est supérieure à 18ppt.

Cette lagune est connectée naturellement à la mer via une autre lagune : Beauduc. Elle ne subit pas de perturbations hydrologiques et ne possède

pas d'EVEE ou d'EAEE. En revanche ses berges sont principalement constituées d'anciennes digues, elles sont enrochées, inclinées à environ $\pm 45^\circ$. Cela classe les berges en catégorie 2 et leur donne une note pour l'indicateur 8 « Nature des berges » de -40.

Voir le Tableau 8 les notes obtenues pour cette lagune.

Grand Rascaïllan	
Indicateurs	Notes
i4 EVEE	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	0
i8 Nature des berges	-40
i9 Hydrologie	0

2.2.2. Beauduc

Tableau 9 : Notes indicateurs obtenues pour Beauduc

Beauduc	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	0
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

La lagune de Beauduc fait partie des EMSC. Elle est cogérée par le PNRC, la TDV et la SNPN et est propriété du CdL. Sa salinité est supérieure à 18ppt. Elle est connectée depuis 2015 à la mer via un grau qui s'est formé naturellement. Elle ne subit pas de perturbations hydrologiques et a des berges naturelles. De plus, il n'y a pas de EVEC ou de cascaill (EAEE) recensés sur le site. Toutes les notes des indicateurs sont donc de 0 pour cette lagune. (Tableau 9).

Cependant, il a été détecté la présence de crabe bleu, évolution à surveiller.

2.2.3. Galabert

Tableau 10 : Notes indicateurs obtenues pour Galabert

Galabert	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	-17
i8 Nature des berges	-40
i9 Hydrologie	-60

La lagune de Galabert fait partie des EMSC. Elle est cogérée par le PNRC, la TDV et la SNPN et est propriété du CdL.

Sa connectivité à la mer est indirecte et artificialisée par le biais d'un canal ou d'une buse via d'autres lagunes (Rascaillan et Beauduc). La connectivité à la mer ne fonctionne plus de manière autonome mais grâce à une martellière (i7), celles-ci sont cependant rarement manipulées. L'apport d'eau douce est très limité sur cette lagune, via le canal du Versadou ce qui provoque des salinités pouvant parfois atteindre 80 ppt. Il y a un dérèglement de l'hydrologie par manque d'apport d'eau douce du bassin versant ce qui donne une note négative pour l'indicateur 9. Les berges sont principalement constituées d'enrochement, inclinées à environ $\pm 45^\circ$. Cela classe les berges en catégorie 2 et leur donne une note pour l'indicateur 8 « Nature des berges » de -40. Pas d'EEE recensées sur le site (i4 et i6).

Voir Tableau 10 pour les notes des indicateurs pour la lagune de Galabert.

Tableau 11 : Notes indicateurs obtenues pour Vieux Rhône Sud

Vieux Rhône Sud	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	-14
i8 Nature des berges	-40
i9 Hydrologie	-60

2.2.4. Vieux Rhône sud

La lagune du Vieux Rhône sud fait partie des EMSC. Elle est cogérée par le PNRC, la TDV et la SNPN et est propriété du CdL.

Elle n'est pas connectée naturellement à la mer mais via le grau de la dent avec une buse, gérée par la compagnie des salins de Giraud. Elle

reçoit très peu d'eau douce du bassin versant. Ses berges sont principalement enrochées (i7 et i8 mauvais). Il n'y a pas d'EVEE ou d'EAEE de déclarées sur la lagune (i4 et i6). Voir Tableau 11 les notes obtenues pour les indicateurs de cette lagune.

Il y a cependant une connectivité à la mer ponctuelle par l'étang de saint Anne à l'ouest, mais la connexion principale à la mer reste par le grau de la dent, grau artificiel et qui nécessite une intervention anthropique. Gérée par les salins, une crainte réside dans le fait que cette lagune soit un jour utilisée pour dessaler les marais salant à proximité, ce qui accentuerait le dérèglement hydrologique.

Point gestion :

Pour une meilleure conservation des lagunes sur le site des EMSC, notamment pour lutter contre une très forte salinité qui empêche le développement de nombreuses espèces, il serait de rigueur d'augmenter l'apport d'eau douce de la part du bassin versant en drainant de l'eau du Rhône jusqu'à la lagune et/ou d'envisager davantage de garder les eaux de pluie (gestion des martellières). Ce projet est émis dans le plan de gestion pour ces dix prochaines années. Cet excès de sel est lié à un manque d'apport d'eau douce mais aussi à une mauvaise connectivité à la mer, cependant des travaux sont réalisés et d'autres sont prévus pour mettre en place toujours plus de connexions entre les PE. La nature des berges ne sera pas modifiée et la mer sera libre de créer des brèches. Il n'y a pas de projet de renaturation des berges pour le moment, mais il se passe des phénomènes de renaturation passive. Quand les digues cassent, on ne cherche pas à les réparer (ex : ouest rascaillan).

L'accès au site pour les agents doit cependant rester possible. Aucune gestion particulière de prévue sur le Vieux Rhône Sud car il est propriété de la CSME.

Dans ces lagunes des EMSC, c'est un projet global qui est porté, de la part de la Réserve de Camargue, de la Tour du Valat et du Parc afin de recréer un système naturel de connexion entre le Vaccarès et la mer avec une multitude de lagunes interconnectées, ce qui permettrait une zone de nurserie pour les poissons et de nourrissage pour les oiseaux. Tout ceci en maintenant et développant l'accueil du public, les activités économiques et la sensibilisation.

Après une discussion avec Marc Thibault, chef de projet Gestion et restauration de zones humides à la Tour du Valat, plusieurs points ont été soulevés :

- Il serait intéressant d'intégrer les lagunes de Saint-Anne et des Sablons dans l'étude
- Pourquoi ne pas intégrer toutes les parties du Galabert (0, 1 et 2) dans l'étude
- Comment sont délimitées les surfaces exactement (berges ?)

2.3 Zone Ouest

Voir annexe 14 le fonctionnement hydrologique de la zone Ouest.

2.3.1. Brasinvert

Brasinvert est une lagune cogérée par le PNRC et la commune des Ste-Marie-de-la-Mer. Ses propriétaires sont le CdL ainsi que la compagnie des salins du midi.

Brasinvert est une lagune temporaire. Une partie est immergée 6 à 8 mois dans l'année et une autre immergée 8 à 10 mois par an. D'après le botaniste Hugo Fontes (ingénieur de recherche en écologie végétale et doctorant à la Tour du Valat), qui a réalisé un suivi macrophyte sur les lagunes (indicateur 2 du guide technique réalisé en 2022), il n'est pas observé d'EVEE dans la lagune ni sur ses berges, et pas d'observation de cascaïl non plus (i4 et i6).

Il serait intéressant sur cette lagune de continuer le suivi des macrophytes (indicateur 2 du guide) plus régulièrement (initialement prévu tous les 6 ans dans le classeur technique), plutôt tous les 2 ans car les macrophytes sont un bon indicateur de la qualité de l'eau et écologique du milieu.

Tableau 12 : Notes indicateurs obtenues pour Brasinvert

Brasinvert	
Indicateurs	Notes
i4 EVEE	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	0
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

2.3.2. Icard

La lagune d'Icard est cogérée par le PNRC et la commune des Ste-Marie-de-la-Mer et est propriété du CdL. Elle est une lagune fluviale permanente. Elle était connectée à la mer par un canal via le petit Rhône qui est pour le moment dysfonctionnel, ce qui lui fait obtenir une note de -25. La connectivité à la mer est donc compromise, ainsi que son fonctionnement hydrologique (i7 et i9). Comme la lagune de la grande

Tableau 13 : Notes indicateurs obtenues pour Icard

Icard	
Indicateurs	Notes
i4 EVEE	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	-25
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

Palun, c'est une lagune estuarienne, elle est alors connectée au petit Rhône et non directement à la mer, ainsi ; d'après le guide technique, la note pour la connectivité à la mer est mauvaise.

A noter que malgré leur notes similaires (grande Palun et Icard) pour la connectivité à la mer, Icard est dépendante de l'Homme, effectivement, la connexion est gérée/sera gérée par des martellières et une pompe, alors que la connexion pour la grande Palun ne demande pas d'intervention anthropique.

Au nord, une pompe est en projet pour être de nouveau fonctionnelle afin d'avoir un apport d'eau douce. Au sud-est, les martellières seront bientôt de nouveau fonctionnelles et celles-ci auront plus le rôle de vidange. L'eau arrivera par le nord avec la pompe et ressortira au sud-est par les martellières nouvellement remise en état. Il y a cependant des soupçons sur une éventuelle arrivée d'eau douce via un petit canal car la lagune ne s'assèche pas, malgré une pompe et des martellières dysfonctionnelles.

Il n'y a pas de présence de **cascaïl** (i6) et les berges sont naturelles (i8). Les notes obtenues sont alors de 0. (Tableau 13).

La lagune d'Icard suscite un intérêt particulier. En effet, comme énoncé précédemment, un projet de faire fonctionner une pompe au nord du site pour permettre un apport d'eau douce plus contrôlé et une connexion en deux points est sur le point de voir le jour. Cette lagune est une zone à fort enjeux pour la reproduction des poissons marins, également une zone de nurserie sur laquelle il est prévu de réaliser des pêches scientifiques. De plus, cette lagune présente un fort intérêt car elle serait susceptible d'accueillir des anguilles qui est une espèce menacée et en danger.

Tableau 14 : Notes indicateurs obtenues pour Baisse Ev. Gde rhée longue

Baisse Ev. Rhée longue	
Indicateurs	Notes
i4 EVEC	0
i6 EAEE	0
i7 Connectivité à la mer	0
i8 Nature des berges	0
i9 Hydrologie	0

2.3.3. Baisse de l'Evêque Grande rhée longue

La lagune Baisse de l'Evêque Grande rhée longue est une lagune appartenant en parti au domaine Le Sauvage et gérée par la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer. Toujours d'après le botaniste Hugo Fontes, il n'est pas observé d'EVEC dans la lagune ni sur ses berges, et pas d'observation de cascaïl non plus. (i4 et i6). Cependant, dans le canal à proximité de la lagune se trouve du cascaïl (voir recueil photos). Evolution à surveiller.

La lagune n'est pas directement connectée à la mer via un grau mais est connecté temporairement au sud lors de coup de mer.

3. Résultats à venir

L'EC pour chaque lagune sera déterminé lorsqu'une note sera attribuer à tous les indicateurs de chaque lagune. Une note sera déterminée à l'échelle du site Natura2000 « Camargue », en 2024, en concertation avec les experts, les coordinateurs et les chargés de mission concernés lorsque les 16 lagunes auront été étudiées.

Discussion

1. Les faits

L'état global par pièce d'eau n'a pas encore été déterminé car il nécessite une réunion avec différents acteurs notamment Katia Lombardini, chargée de mission PACA du Pôle-relais lagunes méditerranéennes et Marc Thibault, chef de projet 'Gestion et restauration de zones humides', et il nécessite également la connaissance des notes des autres indicateurs. Cependant les résultats démontrent d'ores et déjà des différences selon les sites, notamment le site des étangs et marais des salins de

Camargue (EMSC). De part les notes obtenues aux différents indicateurs sur le site EMSC, il est observé des dérèglements et preuve de mauvais état de conservation à travers des connexions à la mer faibles et mauvaises, une artificialisation des berges et un mauvais fonctionnement hydrologique de deux lagunes sur quatre (indicateurs 7, 8 et 9 mauvais, Tableau 5).

Aux extrémités, les sites Ouest et Est obtiennent de bons résultats (Tableau 10), ce qui est très positif, hormis pour la connectivité à la mer pour deux lagunes, Icard et Grande Palun.

Aucune présence de cascaïl n'a été recensée, l'indicateur espèce animale exotique envahissante est bon sur toutes les pièces d'eau (PE). Cependant, certains gestionnaires mettent en garde sur l'arrivée du crabe bleu (*Callinectes sapidus*) sur certaines PE.

Pas de présence d'espèces végétales exotiques envahissantes sur les PE à part la Grande Palun avec la présence de *Baccharis halimifolia*, d'*Amorpha fruticosa* et de *Ludwigia peploides*. La note pour les 8 autres lagunes pour cet indicateur est bonne. Ce phénomène peut notamment être expliqué par la présence d'assez fortes salinité qui ralentissent considérablement le développement de ces espèces indésirables.

Les informations récoltées dans ce présent rapport pourront par la suite être comparées à chaque fois qu'un indicateur devra être de nouveau étudié (tous les ans, tous les 2-3 ans ou tous les 6 ans selon les indicateurs et d'après le guide technique).

2. Critique de la méthode

Le guide d'application ainsi que le guide technique ont été créés comme dit précédemment par l'UMS PatriNat au niveau national. Son application localement n'est pas toujours évidente et nécessite parfois des adaptations selon les sites, en concertation avec les gestionnaires et les coordinateurs. Premièrement, le choix des lagunes à l'étude est subjectif et réalisé selon les autorisations (propriétés privées), accès et connaissance des milieux. Pour l'instant, les EC réalisées ne sont représentatives que d'une partie du site. Certains points pourraient être améliorés, notamment prendre en compte d'autres EAEE que le cascaïl, également plus de précision pour l'indicateur fonctionnement hydrologique qui est soit très bon « 0 », soit très mauvais « -60 ». Certains gestionnaires rapportent que le fonctionnement hydrologique n'était pas autant binaire et il serait de rigueur de pouvoir nuancer les propos.

Au niveau de l'indicateur 7, « connectivité à la mer », la méthode du guide est appropriée aux lagunes marinisées mais pas à celles qui sont douces (comme ici lagune de la grande Palun et Icard). Il serait intéressant de réfléchir à une autre notation pour les lagunes peu salées. En effet, ces deux lagunes sont connectées respectivement au Rhône et au petit Rhône, eux même connectés à la mer, mais cela ne

devrait pas conférer une note pénalisante de -25, comme si ces lagunes étaient complètement isolées et non connectés à d'autres masses d'eau.

Conclusion

Il est difficile de tirer des conclusions sachant que l'étude n'en est qu'à son début, que tous les indicateurs et toutes les lagunes n'ont pas été étudiés. Cependant, les investigations de terrains ont permis de rassembler suffisamment d'informations pour pouvoir estimer les notes de chaque indicateur par pièce d'eau.

Quatre des neuf lagunes étudiées en 2023 ne présentent aucune perturbation pour les cinq indicateurs donnés, ce qui est encourageant. Il n'y a pas la présence de cascaïl (espèce animale exotique envahissante) sur l'ensemble du site. Une seule lagune est colonisée par certaines espèces végétales exotiques envahissantes (*Baccharis halimifolia*, *Amorpha fruticosa* et *Ludwigia peploides*) qui est la lagune de la Grande Palun à l'Est. Enfin, les lagunes des étangs et marais des salins de Camargue (EMSC) sont les lagunes présentant le plus de perturbations (connectivité à la mer, fonctionnement hydrologique, artificialisation des berges) ; ce qui est en grande partie du au passé du site et à sa forte anthropisation encore bien présente aujourd'hui malgré une volonté des gestionnaires de recréer un espace plus naturel en privilégiant la libre circulation des mouvements d'eau. Cependant, les notes pour l'indicateurs Connectivité à la mer sont très hétérogènes sur l'ensemble dit site, en partie du à un problème de protocole.

Les lagunes sont des écosystèmes bien particuliers, leurs apports d'eau et surtout les gestionnaires, qu'ils soient privés ou publics, n'appliquent pas toujours la même gestion de l'eau et les lagunes peuvent ainsi avoir des dynamiques très différentes. A l'échelle du site Natura2000, l'état de conservation global ne pourra être connu que l'année prochaine, quand l'EC du reste des lagunes aura été étudiée. Cependant, il sera très difficile de donner à l'échelle du delta une note pour ces lagunes car toutes les pièces d'eau ne se ressemblent pas et sont parfois non-comparables.

Également, le territoire fait face à un enjeu de taille qu'est d'essayer de s'adapter au dérèglement climatique et de la diminution des précipitations. L'avenir des lagunes se joue, notamment à travers les apports d'eau douce « de bonnes qualités » qu'il sera possible ou non d'obtenir dans les années à venir.

Pour finir, il ne faut pas oublier que la Camargue est un delta complexe où les activités et la présence de l'humain sont bien ancrées et que sans eux ce delta n'existerait pas. Le but du PNR est justement de connecter tous les acteurs entre eux et avec le territoire et de permettre à tout le monde de trouver son compte tout en respectant le patrimoine naturel. Le Parc s'organise autour d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine.

Bibliographie

Auvergne-Rhône-Alpes, DREAL. « Qu'est-ce qu'un PNR ? » DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, 5 mai 2022.

Bensettiti, F, F Bioret, J Roland, et J-P Lacoste. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. », 2004.

Boutière, Henri. « L'ÉTANG DE BAGES-SIGEAN MODÈLE DE LAGUNE MÉDITERRANÉENNE », s. d.

« Camargue | Natura 2000 ». Consulté le 3 avril 2023.

Christel, Trinquier. « Le risque d'eutrophisation des lagunes Méditerranéennes : Le cas de la lagune de Thau (Hérault) », s. d.

Derolez, Valérie, Nathalie Malet, Annie Fiandrino, Franck Lagarde, Marion Richard, Vincent Ouisse, Béatrice Bec, et Catherine Aliaume. « Fifty Years of Ecological Changes: Regime Shifts and Drivers in a Coastal Mediterranean Lagoon during Oligotrophication ». *The Science of the Total Environment* 732 (2020): 139292-139292.

Formation des lagunes en méditerranée. e-marin'lab. Sorbonne Université, 2016.

Grillas, Patrick, et et al. *Guide méthodologique de gestion des lagunes méditerranéennes. 2: Les espèces*. Région Languedoc Roussillon Montpellier, 2001.

Kermagoret, Charlène, Joachim Claudet, Valérie Derolez, Maggy M. Nugues, Vincent Ouisse, Nolwenn Quillien, Yoann Baulaz, et al. « How Does Eutrophication Impact Bundles of Ecosystem Services in Multiple Coastal Habitats Using State-and-Transition Models ». *Ocean & Coastal Management*. Elsevier Ltd, 2019.

« Les sansouïres | Zones Humides ». Consulté le 4 mai 2023.

Mauclert, Virginie, Katia Lombardini, Nathalie Chokier, et Marie Garrido. « habitat peut-elle être un outil d'aide à la gestion ? », s. d.

McBride, R. A., J. B. Anderson, I. V. Buynevich, W. Cleary, M. S. Fenster, D. M. FitzGerald, M. S. Harris, et al. « Morphodynamics of Barrier Systems: A Synthesis ». In *Treatise on Geomorphology*, édité par John F. Shroder, 166-244. San Diego: Academic Press, 2013.

Ministère de la transition écologique et solidaire, OFB, et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. « Préserver la biodiversité, c'est aussi nous préserver », janvier 2020.

Ministères Écologie Énergie Territoires. « Réseau européen Natura 2000 ». Consulté le 4 avril 2023.

Museum national d'Histoire naturelle. « 1150 - Lagunes côtières (Cahiers d'habitats) ». Inventaire National du Patrimoine Naturel. Consulté le 3 avril 2023.

Newton, Alice, John Icely, Sónia Cristina, Ana Brito, Ana Cristina Cardoso, Franciscus Colijn, Simona Dalla Riva, et al. « An Overview of Ecological Status, Vulnerability and Future Perspectives of European Large Shallow, Semi-Enclosed Coastal Systems, Lagoons and Transitional Waters ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 140 (2014): 95-122.

Papuga, Guillaume, et Mario Kleszczewski. « 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 dans le cadre de la Directive Habitats Faune Flore : Typologie de l'Habitat « 1150-2* Lagunes méditerranéennes » », s. d.

Parc naturel régional de Camargue. « Plan de gestion de EMSC 2023-2032, Etat des lieux et diagnostics », avril 2023.

Paskoff, Roland. « Conséquences possibles sur les milieux littoraux de l'élévation du niveau de la mer prévue pour les prochaines décennies ». *Annales de Géographie* 107, n° 600 (1998): 233-48.

« Perte de la biodiversité : quelles en sont les causes et les conséquences ? | Actualité | Parlement européen », 16 janvier 2020.

Pôle-relais lagunes méditerranéennes. « Les espèces exotiques envahissantes en milieux humides, version 2022. », « Pôles-relais – bulletins bibliographiques ». 83 p., 2022.

« Rapport du GIEC : l'heure des choix et le sens des responsabilités | WWF France ». Consulté le 4 avril 2023.

SRODA, Sophie. « La Camargue : Zone Humide protégée », novembre 2022.

TAGLIAPIETRA, D, M SIGOVINI, et A VOLPI GHIRARDINI. « A review of terms and definitions to categorise estuaries, lagoons and associated environments. » *Marine and Freshwater Research* 60, n° 497-509 (2009).

Tournoud, M. G., G. Chevereau, F. Scerci, C. Mazoyer, et M.G. Tournoud. *Guide méthodologique de gestion des lagunes méditerranéennes. 1: Les eaux*. Région Languedoc Roussillon Montpellier, 2001.

Ximenes, M. C., et M.C. Ximenes. *Guide méthodologique de gestion des lagunes méditerranéennes. 6: Synthèse*. Région Languedoc Roussillon Montpellier, 2001.

Annexes

État de conservation des "Lagunes côtières" d'intérêt communautaire (UE 1150*) : Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 **Annexe façade méditerranéenne**



CLASSEUR TECHNIQUE



N. BARRÉ, M. GARRIDO, L. RIERA, K. LOMBARDINI, V. MAUCLERT, F. LÉPAREUR | OCTOBRE 2020



Annexe 1 : Classeur technique façade méditerranéenne

	Nom du taxon	Nom vernaculaire	Statut Occitanie	Statut* PACA (Med)	Statut** Corse
Lagunes salées > 18 ppt	<i>Sargassum muticum</i>	Sargasse japonaise			
	<i>Melanothamnus harveyi</i>	Polysiphonie de Harvey			
	<i>Colpomenia peregrina</i>	Voleuse d'huitres			
	<i>Baccharis halimifolia</i>	Séneçon en arbre	Émergente	Majeure	Alerte
	<i>Amorpha fruticosa</i>	Indigo du Bush, Amorphe buissonnante	Émergente	Majeure	Prévention
	<i>Symphotrichum x salignum</i>	Aster à feuilles de saule	Émergente	Majeure	Prévention
	<i>Caulerpa taxifolia</i>	Caulerpe à feuilles d'if			
	<i>Valonia aegagropila</i>	Valonie en pelote			
	<i>Codium fragile</i>	Algue chou-fleur			
	<i>Caulerpa cylindracea</i>	Caulerpe raisin			

Liste d'espèces végétales non indigènes présentes dans les lagunes et à proximité.

*Liste_EVEE_PACA_CBNM_CBNMed_2020 - invmed.fr **Liste_EVEE_CBN de Corse_2019

Annexe 2 : Liste des EVEE à vérifier, lagune > 18ppt

	Nom du taxon	Nom vernaculaire	Statut Occitanie	Statut* PACA (Med)	Statut** Corse
Lagunes peu salées < 18 ppt	<i>Baccharis halimifolia</i>	Séneçon en arbre	Émergente	Majeure	Alerte
	<i>Amorpha fruticosa</i>	Indigo du Bush, Amorphe buissonnante	Émergente	Majeure	Prévention
	<i>Paspalum distichum</i>	Paspale à deux épis	Majeure	Majeure	Majeure
	<i>Symphytichum novi-belgii</i>	Aster à feuilles de Saule	Émergente	Majeure	Prévention
	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (18 ppt)	Herbe à alligator	Absente	Émergente	Prévention
	<i>Lemna minuta</i> (12 ppt)	Lentille d'eau minuscule	Émergente	Émergente	Alerte
	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> (7 ppt)	Hydrocotyle fausse renouée			Prévention
	<i>Ludwigia grandiflora</i> (6 ppt)	Jussie à grandes fleurs	Émergente	Émergente	Prévention
	<i>Ludwigia peploides</i> (6 ppt)	Jussie rampante	Majeure	Majeure	Émergente
	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (8 ppt)	Myriophylle aquatique	Émergente	Émergente	Alerte
	<i>Azolla filiculoides</i> (10 ppt)	Fougère d'eau	Émergente	Modérée	Émergente
	<i>Heteranthera limosa</i>	Hétéranthère des marais	Alerte	Émergente	Prévention
	<i>Heteranthera reniformis</i>	Hétéranthère réniforme	Alerte	Émergente	Prévention
<i>Ammannia coccinea</i> (5 ppt)	Ammannia écarlate	Alerte	Alerte		

Annexe 3 : Liste des EVEC à vérifier, lagune < 18ppt

	Modalités	Note			
État	Grau naturel : la connectivité à la mer n'est pas contrainte par des constructions humaines (e.g. béton, enrochement, digues, barrages). OU connectivité indirecte à la mer, naturelle, par le biais d'autres lagunes.	0	Fonctionnement	La connectivité à la mer se maintient de manière naturelle, sans intervention anthropique ou ne nécessite pas de dragage récurrent.	0
	Grau artificiel : la liaison à la mer existe, mais elle est contrainte par des constructions humaines (e.g. béton, enrochement, digues, barrages, pont).	-7		Les dynamiques sédimentaires sont contraintes et nécessitent une intervention anthropique : la connectivité à la mer ne fonctionne plus de manière autonome.	-7
	Connectivité à la mer indirecte artificialisée par le biais d'un canal ou d'une buse.	-10		La connectivité à la mer est insignifiante ou n'existe plus ; il existe des barrières qui limitent les migrations (e.g. 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. La connectivité aux zones périphériques de la lagune nécessite des interventions fréquentes ou a été rompue.	-15
	Le grau est obstrué par différents éléments (e.g. remblais, digue en rochers).	-15			
				TOTAL	...

Annexe 4 : Définir l'indicateur Connectivité à la mer

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 : ± 45°	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, ...)	
Verticale	Enrochée (à l'exception des éboulis naturels à flanc de colline), ou substrat meuble à nu	Catégorie 2 : berges en renaturation ou peu artificialisées
	Quels que soient le substrat ou la végétation (à l'exception des falaises naturelles qui rentrent dans la catégorie 1)	Catégorie 3 : berges artificialisées

Annexe 5 : Définir la catégorie de l'indicateur Nature des berges

Type de lagune	Temporaires	Permanentes (> 18 ppt)	Permanentes (< 18 ppt)
Perturbations	Mise en eau (douce ou salée) forcée	Dérèglement de l'hydrologie par un apport massif d'eau douce du bassin versant (été) ou d'origine marine (salins)	Dérèglement de l'hydrologie par un manque (ou un excès : drainage) d'apport d'eau douce (prélèvements en amont ou connexions au bassin versant rompues)
	Manque d'apport d'eau douce d'origine anthropique conduisant à un assèchement trop précoce des pièces d'eau		
	Maintien en eau permanente		
	Salinité trop élevée à certaines périodes		

Annexe 6 : Définir les perturbations hydrologiques

Cartographie



Annexe 7 : Notes des lagunes pour l'indicateur 4 : espèces végétales exotiques envahissantes



Annexe 8 : Notes des lagunes pour l'indicateur 6 : espèces animales exotiques envahissantes



Légende

- Lag_med_dyn_eau_v1
- 0
- 14
- 17
- 25
- à venir
- Périmètre PNRC

Source : ©IGN
Auteur : Clara Lalauze
Date : 07/2023

Annexe 9 : Notes des lagunes pour l'indicateur 7 : Connectivité à la mer



Annexe 10 : Notes des lagunes pour l'indicateur 8 : nature des berges



Annexe 11 : Notes des lagunes pour l'indicateur 8 : Nature des berges, détaillé (page 14, 15 et 16)







Annexe 12 : Notes des lagunes pour l'indicateur 9 : fonctionnement hydrologique



Annexe 13 : fonctionnement hydrologique des lagunes centre EMSC



Annexe 14 : fonctionnement hydrologique des lagunes zone Ouest



Annexe 15 : fonctionnement hydrologique des lagunes zone Est