État de conservation des "Lagunes côtières" d'intérêt communautaire (UE 1150*) :

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

Annexe façade méditerranéenne

NOTE TECHNIQUE

SEPTEMBRE 2025

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

Septembre 2025

La présente note technique a été réalisée dans le cadre du projet européen Life Marha (Life 016 IPE FR001) coordonné par l'Office français de la biodiversité avec 13 autres partenaires.

Ce document a été réalisé avec le soutien financier du programme Life de l'Union européenne, dans le cadre du projet Life Marha. Son contenu n'engage que ses auteurs et la Commission européenne ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient.

Remerciements

La rédaction de cette note technique a été rendue possible grâce aux retours d'expérience constructifs des gestionnaires et animateurs Natura 2000 ayant appliqué la méthode et partagé leurs analyses sur les indicateurs, nous les en remercions.

Nous remercions également les experts qui ont accompagné le déploiement de la méthode et contribué à l'élaboration de ce travail.

Enfin nous souhaitons remercier les responsables de la coordination du projet Life Marha à l'Office français de la biodiversité pour leur soutien lors de la rédaction de cette note.

L'équipe du Pôle-relais lagunes méditerranéennes

Photographie de couverture

Formations QGIS et macrophytes en Méditerranée – Life Marha © PRLM

Référence du document recommandée

Penelle P., Garrido M., Barré N. Lombardini K., Mauclert V., Lutrand, A., de Bettignies T., Lepareur F., 2025. État de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*) : Méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000. Annexe façade méditerranéenne - Note technique. Rapport Pôle-relais lagunes méditerranéennes/Life Marha, 56 p.

Table des matières

1. 4

2. 8

2.1. Indicateur 01 « *Surface de l'habitat* » 8

2.2. Indicateur 02a « *Macrophytes en lagunes permanentes marinisées* » 12

2.3. Indicateur 02b « *Macrophytes en lagunes permanentes peu salées* » 15

2.4. Indicateur 02c « *Macrophytes en lagunes temporaires* » 16

2.5. Indicateur 03 « *Surface de l'herbier* » 19

2.6. Indicateur 04 « *Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)* » 23

2.7. Indicateur 05 « *Invertébrés benthiques* » 24

2.8. Indicateur 06 « *Espèces animales exotiques envahissantes (EAEE)* » 26

2.9. Indicateur 07 « *Connectivité à la mer* » 28

2.10. Indicateur 08 « *Nature des berges* » 30

2.11. Indicateur 09 « *Fonctionnement hydrologique* » 34

2.12. Indicateur 10 « *Colonne d'eau* » 38

2.13. Indicateur 11 « *Contaminants chimiques* » 40

2.14. Indicateur 12 « *Sédiments* » 42

3. 43

3.1. Indicateur « *Phytoplancton* » 43

3.2. Indicateur « *Ichtyofaune* » 43

3.3. Indicateur « *Pression d'artificialisation* » 43

3.4. Indicateur « *Pression de pratiques agricoles* » 44

4. 46

5. 48

6. 51

7. 53

1. Contexte

Les lagunes côtières méditerranéennes, identifiées comme habitats naturels d'intérêt communautaire prioritaire sous le code 1150* (Directive Habitats-Faune-Flore 92/43/CEE), constituent des écosystèmes d'une grande richesse écologique et d'importance socio-économique (Costanza *et al.,* 1997 ; Barbier *et al.,* 2011). Malgré leur productivité et leur rôle dans le maintien de nombreuses espèces, elles sont soumises à des pressions anthropiques locales importantes (e.g. urbanisation, agriculture, tourisme) et à des phénomènes globaux tels que le changement climatique, entraînant une dégradation progressive de leur état écologique (Kjerfve, 1994 ; Newton *et al.*, 2014). Dans ce contexte, leur préservation est devenue une priorité à l'échelle européenne, notamment à travers les dispositifs réglementaires tels que la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE - 2000/60/CE), la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM - 2008/56/CE) et la Directive Habitats-Faune-Flore (DHFF - 92/43/CEE).

La notion d'« état de conservation favorable », définie par la Commission européenne en 1992 dans le cadre de la DHFF, renvoie à l'ensemble des conditions écologiques et biologiques permettant d'assurer, à long terme, le maintien des habitats naturels et semi-naturels ainsi que des espèces qu'ils abritent. Selon l'article 1 de la DHFF : *« L'état de conservation d'un habitat naturel sera considéré comme « favorable » lorsque :*

- *son aire de répartition naturelle 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*.

D'après l'article 3 de la DHFF, « *un réseau écologique européen cohérent de zones spéciales de conservation, dénommé Natura 2000* » doit être constitué. « *Ce réseau [...] doit assurer le maintien ou, le cas échéant, le rétablissement, dans un état de conservation favorable, des types d'habitats naturels [...]* ». Afin de répondre à l'obligation réglementaire de suivi de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire dans les sites Natura 2000 (article R.414-11 du Code de l'environnement), à la demande du Ministère en charge de l'écologie, le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) a initié depuis 2008, à travers PatriNat et le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM), le développement d'outils méthodologiques pour l'évaluation de l'état de conservation (EC) des « Lagunes côtières ». Ces travaux ont abouti à la publication d'un guide méthodologique pour l'évaluation de l'état de conservation spécifique pour les façades méditerranéenne et atlantique (V1, Lepareur *et al.*, 2013 ; V2,

Lepareur *et al*., 2018) ainsi qu'à l'élaboration d'un classeur technique (Barré e*t al*., 2020). Ce dernier propose une méthode standardisée articulée autour des 12 indicateurs, dont 7 sont prioritaires, intégrant à la fois des données issues des suivis effectués dans le cadre de la DCE et des protocoles spécifiques aux lagunes non couvertes par la DCE. L'approche repose sur une pondération et une agrégation des notations des indicateurs afin de produire une évaluation harmonisée à l'échelle de l'habitat et du site Natura 2000 (Delavenne & De Bettignies, 2023). L'évaluation permet conjointement une atteinte des objectifs de la DHFF et constitue un outil d'aide à la gestion pour les gestionnaires et ou animateurs de site Natura 2000.

Après plusieurs déploiements entre 2014 et 2016 sur lesquels s'est appuyée une première révision de la méthode de Lepareur *et al*. (2018), celle-ci a ensuite été déployée à grande échelle sur l'ensemble de la façade méditerranéenne française, suite à la parution du classeur technique, entre 2020 et 2025. Dans le cadre du projet Life intégré Marha (LIFE16 IPE FR 001 ; 2018-2025), coordonné par l'Office français de la biodiversité (OFB), le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM ; consortium de 3 structures : la Tour du Valat, le Conservatoire d'espaces naturels (CEN) Occitanie et l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC)) et ses partenaires régionaux ont ainsi accompagné les gestionnaires et animateurs de sites Natura 2000 dans l'application de la méthode, en assurant, formation, assistance technique, coordination de prestations mutualisées ou mise en oeuvre directe, et capitalisation des retours d'expérience (REX). Au total, plus de 500 participants ont été mobilisés, 15 formations ont été organisées sur différentes thématiques et 17 ateliers ont été consacrés à la mise en œuvre de l'évaluation. Ce bilan a été présenté lors de la conférence de clôture du projet Life Marha en avril 2025 à Marseille, le détail est à retrouver en ligne : Retour sur la conférence de clôture du Life MarHa 2018-2025 - zoom sur le suivi de l'état de conservation des lagunes méditerranéennes.

Parmi les 32 sites Natura 2000 actuellement en animation où l'Habitat d'Intérêt Communautaire prioritaire 1150* - Lagunes côtières est présent, 21 ont pu réaliser une évaluation, totale ou partielle entre 2020 et 2025. Parmi eux, 13 se sont distingués par un investissement conséquent dans le suivi des indicateurs (avec plus de la moitié des indicateurs déployés). Sur ces 13 sites, 10 présentent une bonne représentativité de l'habitat évalué, notamment en ce qui concerne la diversité des lagunes temporaires et permanentes. Chaque gestionnaire ou animateur Natura 2000 s'est impliqué selon ses moyens à l'échelle de la façade méditerranéenne (temps disponible, ressources techniques et financières, priorités propres à son site; Fig. 1).

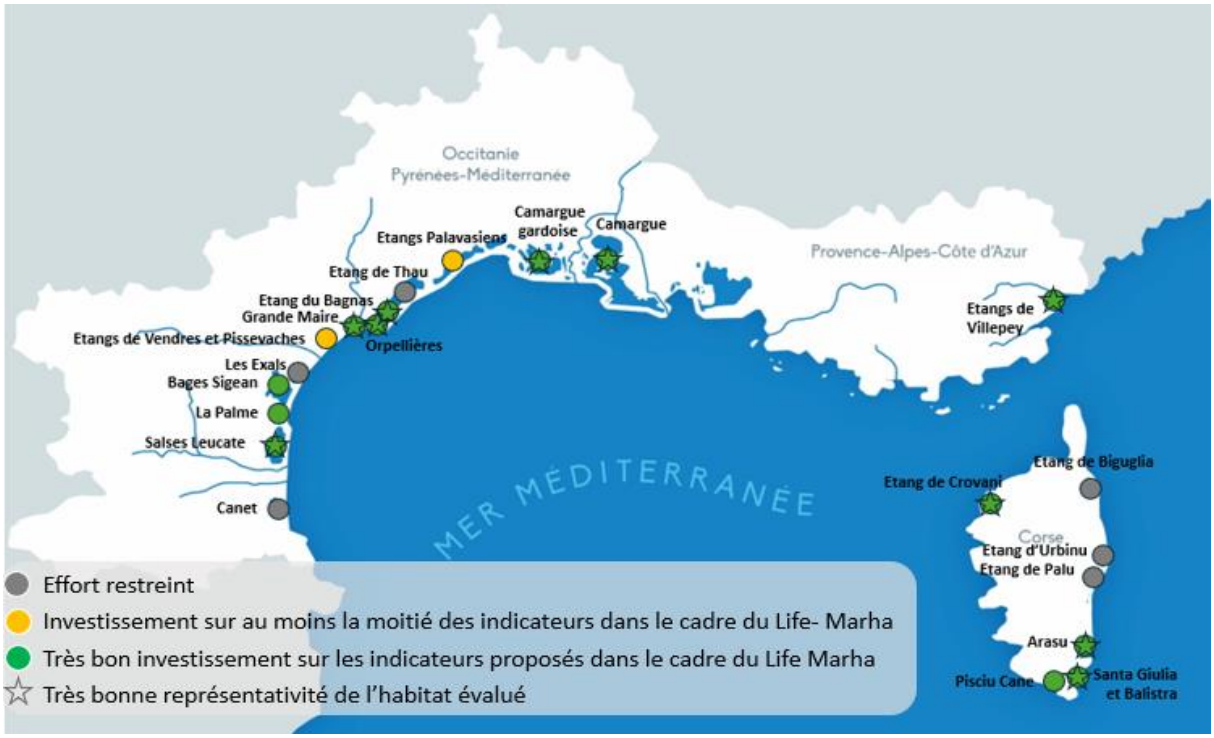

Figure 1. Effort d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 1150* (21 sites du réseau Natura 2000). *Les termes « restreints » ou « très bons » ne constituent en aucun cas un jugement de valeur ; ils traduisent l'ampleur des moyens effectivement mobilisés sur la période considérée compte tenu des ressources disponibles*.

Un important effort d'évaluation des indicateurs a été réalisé sur les 21 sites N2000 (Fig. 2) :

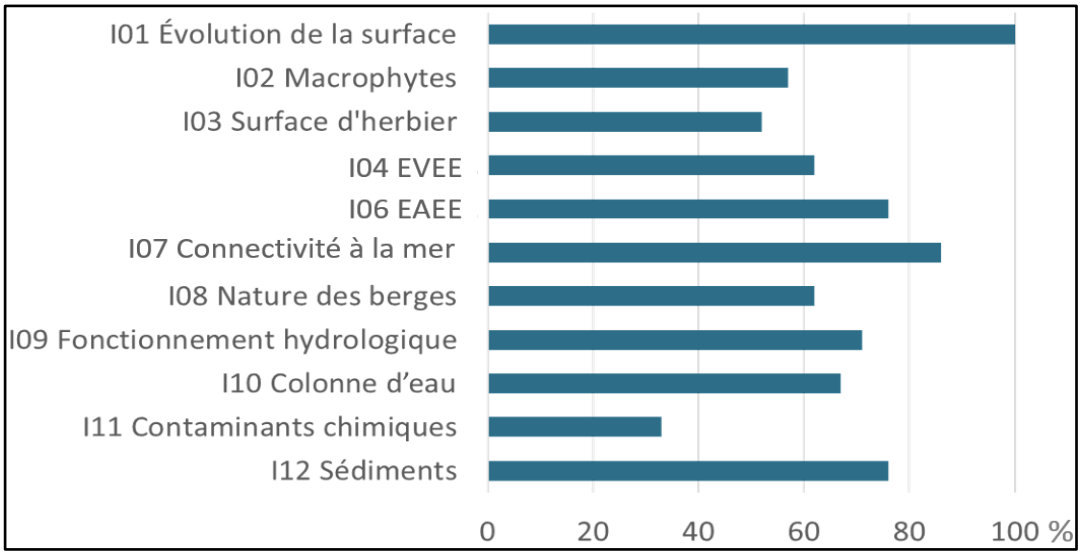

Figure 2. Pourcentage des sites du réseau Natura 2000 ayant déployé chaque indicateur (hors déploiement dans le cadre de la DCE). Les indicateurs 04 *« EVEE »* et 06 *« EAEE »* correspondent aux espèces exotiques envahissantes respectivement végétales et animales. L'indicateur 05 *« Invertébrés benthiques »* n'a pas été déployé.

Toutefois, la mise en œuvre opérationnelle a révélé plusieurs limites. Parmi celles-ci figurent les difficultés liées au déploiement de certains indicateurs, les imprécisions méthodologiques laissant place à des interprétations subjectives, l'utilisation de protocoles DCE initialement conçus pour une typologie de lagunes et qui, sans tests préalables, ne peuvent être appliqués tels quels à des lagunes de petite surface ou semi-permanentes, ainsi qu'une pertinence variable selon les contextes locaux (Malet *et al.*, 2023 ; Garrido *et al*., 2025). Une enquête conduite par le PRLM auprès des gestionnaires ayant appliqué la méthode a permis d'identifier ces contraintes, tout en soulignant les bénéfices d'un tel outil pour la connaissance, la gestion et la communication autour des lagunes méditerranéennes.

Ainsi, la présente note technique formalise des retours d'expérience issus des déploiements des indicateurs menés sur les lagunes méditerranéennes françaises dans le cadre du projet Life Marha (2018-2025). Elle propose une analyse critique des indicateurs de la méthode Lepareur *et al.* (2018) ainsi que du classeur technique Barré *et al.* (2020), en soulignant leurs atouts, limites et points de blocage lors de la mise en œuvre, tout en avançant des pistes d'amélioration jugées plus réalistes et adaptées aux moyens opérationnels des gestionnaires. Ces éléments de réflexion ont vocation à être le support d'une future démarche de concertation, afin de soutenir les déploiements futurs et d'alimenter une éventuelle nouvelle révision de la méthode et du classeur technique pour une évaluation plus robuste de l'état de conservation des lagunes côtières méditerranéennes.

2. Analyse par indicateur

2.1. Indicateur 01 « *Surface de l'habitat* »

L'indicateur 01 « *Surface de l'habitat* » porte sur la cartographie des Lagunes côtières (habitat 1150*), ainsi que l'évolution de leurs surfaces en eau, un paramètre essentiel pour évaluer l'état de conservation de cet habitat. Il a donc paru primordial d'établir une méthodologie standardisée à l'échelle de la façade méditerranéenne française. Une cartographie reposant sur une étude à l'échelle interrégionale (Occitanie, Paca et Corse) a été réalisée par la Tour du Valat et le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (Oswatte-Liyanage, 2021 ; Guelmami *et al*., en préparation ; Fig. 3). Ces travaux constituent un point de départ (t0) pour l'étude de l'étendue globale des lagunes françaises le long de la façade méditerranéenne (85 566 ha à l'échelle des 3 régions pour 3 173 polygones pour lesquels l'habitat 1150* a été identifié), ainsi que les dynamiques de leurs eaux de surface entre 2018 et 2024. Cette représentation plus précise a vocation à être utilisée dans le rapportage à l'échelle biogéographique.

Dans un premier temps, la délimitation des lagunes s'est appuyée sur la définition de l'habitat donnée par de Bettignies *et al.* (2021), réalisée à l'aide d'outils de segmentation d'image (Weise et al. 2020), complétée par de la photo-interprétation. Dans un second temps, une analyse de séries temporelles Sentinel-2A et 2B entre janvier 2018 et décembre 2024 a permis de caractériser les dynamiques des eaux de surface au sein de l'ensemble des lagunes identifiées. Cette période, comportant des années hydrologiques contrastées, a permis de capturer la variabilité intra- et interannuelle des systèmes et de les retranscrire en différentes classes d'inondation (Fig. 3) . L'indice Water In Wetlands (WIW) (Lefebvre *et al*., 2019) a ensuite été utilisé, permettant ainsi un classement binaire des pixels de chaque image en « inondé » et « non inondé». La combinaison de l'ensemble des rasters ainsi générés a permis de définir 7 classes d'inondation allant de moins de deux mois de submersion (nécessitant une vérification de terrain pour confirmer la présence de l'habitat 1150*) jusqu'à des inondations permanentes sur l'ensemble d'une pseudo-année (année virtuelle combinant toutes les dates d'acquisition 2018-2024 dans un ordre chronologique mensuel).

Une telle approche constitue un progrès notable vers une objectivation des dynamiques hydrologiques de surface d'un habitat marin à grande échelle bien que sa définition soit assez large (amplitude des gammes de salinité et d'inondation) et implique un risque de confusion avec d'autres HIC connexes (e.g. habitat 1130 « estuaires »).

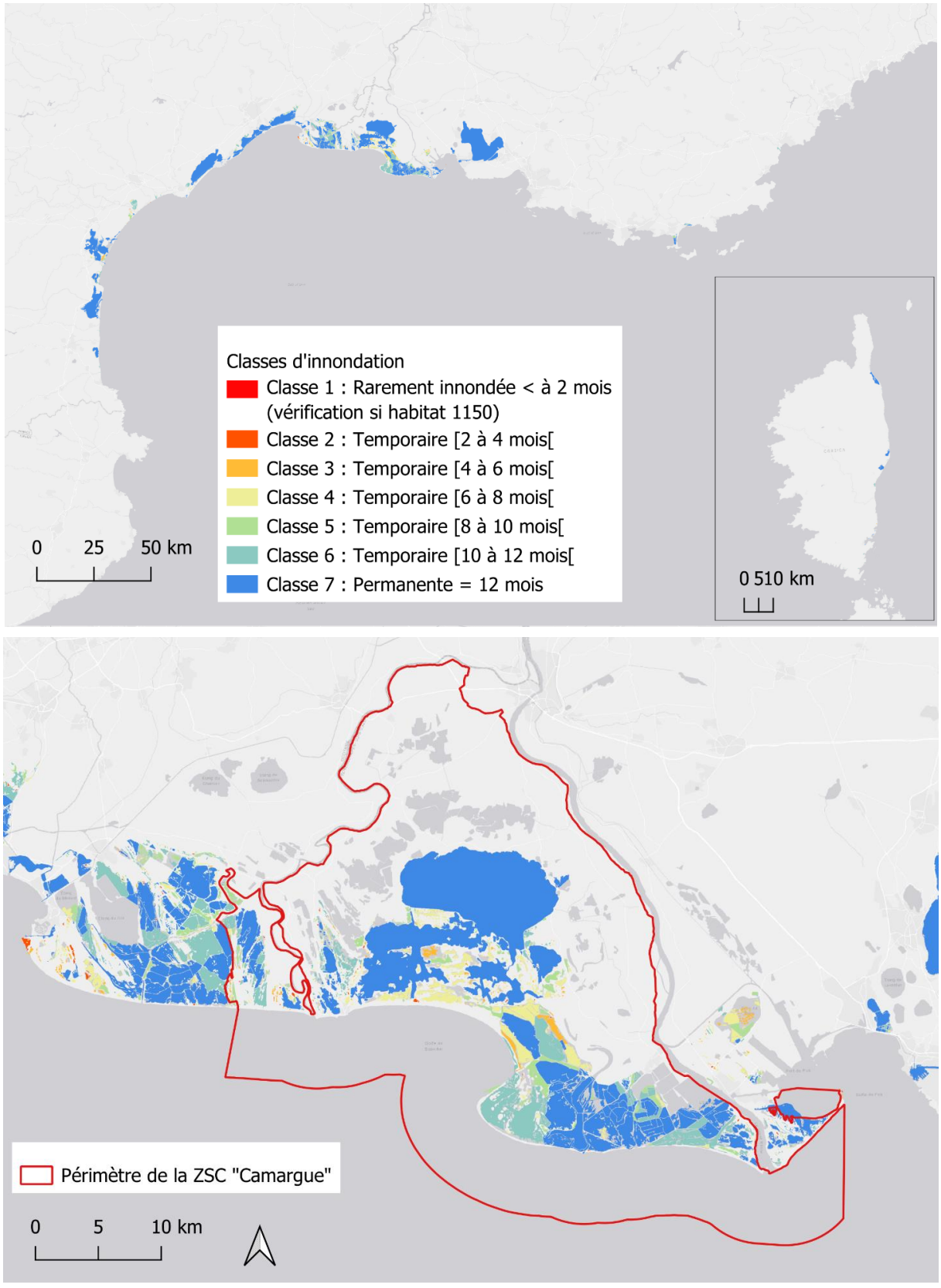

Figure 3. Cartographie des niveaux moyens annuels d'inondation des lagunes méditerranéennes françaises (2018-2020), élaborée à partir d'images Sentinel-2, de l'indice Water in Wetlands (WIW) (Oswatte-Liyanage, 2021 ; Guelmami et al., en préparation). Sur la cartographie du haut, l'ensemble des lagunes côtières sur la façade méditerranéenne française ; sur la cartographie du bas, l'exemple du site Natura 2000 ZSC « Camargue ».

LIMITES

Une difficulté réside dans l'expertise requise pour utiliser cet outil cartographique avec les classes d'inondation. Il ne semble pas réaliste que les gestionnaires puissent élaborer eux-mêmes de telles cartes.

POINTS BLOQUANTS

La photo-interprétation comporte une part importante de subjectivité. Malgré l'intégration de critères objectifs, le classement de certaines masses d'eau reste discuté selon les structures de gestion des sites N2000 concernés. Les étangs du Charnier, du Crey et de Scamandre, par exemple, sont considérés comme des masses d'eau de transition de type lagunes côtières oligo/mésohalines dans le cadre de la DCE, mais ont été exclus de la couche portant l'habitat 1150* dans cette étude. Par conséquent, dans un souci de standardisation, certains gestionnaires ont fait le choix d'exclure d'autres entités similaires de cette couche dans les trois régions étudiées (Zacharko, 2022).

PROPOSITIONS

Le suivi de la surface de l'habitat 1150* sera poursuivi dans la continuité des travaux de Guelmami *et al.* (en préparation) à l'échelle de la façade méditerranéenne française par la Tour du Valat.

Il est pertinent d'utiliser des images satellitaires ou ortho-photos afin de mieux repérer les lagunes de petite taille ou surface et d'affiner leur délimitation. Croiser des données récentes avec des cartes anciennes, notamment à partir des séries historiques disponibles sur le portail de l'IGN (1951–2021), ®Géoportail et « Remonter le temps », permet de mieux comprendre les trajectoires passées de la lagune sur le long terme et constitue un complément d'information précieux pour rendre compte de cette évolution (Garrido *et al.*, 2025).

Par ailleurs, il est nécessaire de clarifier les critères de photo-interprétation, en s'appuyant sur une grille d'analyse nationale validée par des experts et compatible avec les référentiels existants comme la DCE ou Natura 2000. Il serait également intéressant d'évaluer l'impact des choix techniques (e.g. résolution, période analysée) sur les résultats. Afin de confirmer le suivi décrit ci-dessus, il est recommandé de planifier les campagnes de terrain sur les lagunes temporaires en période hivernale ou début printemps pouvant être plus favorables.

Il serait souhaitable d'établir une règle commune d'appréciation concernant la classification des lagunes à vocation de production de sel, afin de garantir une homogénéité entre les différentes cartographies (Comm. pers. Léa Lafourniere).

INFORMATION

Cet indicateur n’a pas vocation à être le support d’une gestion fine (l’indicateur 08 « Nature des berges » serait à privilégier). Il faut veiller à exclure de la cartographie les polygones pour lesquels l'habitat 1150* a été identifié et qui sont considérés comme habitat 1130, ces 2 HIC ne pouvant se superposer.

2.2. Indicateur 02a « *Macrophytes en lagunes permanentes marinisées* »

LIMITES

Il semble nécessaire de faire évoluer l'indicateur pour qu'il reflète mieux les pressions actuelles. L'eutrophisation, historiquement au cœur des évaluations, n'est plus toujours la pression dominante dans les lagunes méditerranéennes (Le Fur, 2018 ; Derolez *et al.*, 2019 ; Derolez *et al.*, 2025). Ces récents constats tendent à montrer que le changement climatique remet en question les « conditions de référence » utilisées pour évaluer l'état écologique des lagunes. Les impacts du changement climatique (e.g. sur les régimes thermiques et hydrologiques) risquent d'être difficiles à distinguer de la variabilité naturelle et des autres pressions anthropiques, du moins à court terme (d'ici 2027, échéance DCE). Dans ce contexte, l'évaluation des macrophytes au sein des systèmes lagunaires, pouvant subir de fortes variations inter- et intra-annuelles, peut être difficile à interpréter.

De plus, cet indicateur, développé dans le cadre de la DCE pour les lagunes supérieures à 50 hectares (ha) n'est pas adapté aux lagunes de petite taille, plus confinées et donc intrinsèquement sujettes à l'eutrophisation et aux fortes variations de salinité (Ligorini *et al.*, 2023 ; Malet *et al.*, 2023 ; Garrido *et al.*, 2025).

POINTS BLOQUANTS

L'indicateur 02a « *Macrophytes en lagunes permanentes marinisées* » peut s'avérer difficile à mettre en place lors de son premier déploiement sur une lagune. En effet, la stratégie d'échantillonnage notamment pour les lagunes de petite taille (< à 50 ha) manque de précision (protocole : « *pour les lagunes de moins de 50 ha, il est recommandé de faire une mesure centrale et d'y ajouter une ou plusieurs mesure(s) périphérique(s) pour plus de représentativité* »). De plus, il est également mentionné « *d'établir s'il s'agit d'une année représentative des conditions hydrologiques normales* » avant l'évaluation, ce qui représente un enjeu majeur et difficile à déterminer dans le contexte de changement climatique actuel.

Il n'y a pas de stratégie d'échantillonnage prévue pour les lagunes comprises entre 50 et 100 ha dans le classeur technique. Enfin, le seuil de « *5% de recouvrement total de la station par des végétaux* » évoqué dans la méthode s'avère difficile à déterminer sur le terrain.

PROPOSITIONS

Adaptations techniques et méthodologiques

- L'indicateur pourrait aller au-delà d'une transposition de celui développé pour les masses d'eau de transition suivi dans le cadre de la DCE, mais faire l'objet d'adaptations spécifiques aux lagunes dont la taille est inférieure à 50 ha. Il est notamment nécessaire de vérifier que les valeurs seuils de l'indice EQR Macrophytes (Fig. 4) ne déclassent pas de manière trop importante les lagunes de petite taille.

Modalité	Note
Indice EQRMAC ≥ 0,8	0
Indice EQRMAC < 0,8 et ≥ 0,6	-10
Indice EQRMAC < 0,6 et ≥ 0,4	-20
Indice EQRMAC < 0,4 et ≥ 0,2	-30
Indice EQRMAC < 0,2	-40

Figure 4. Classes d'EQR et notations associées de l'indice EQR Macrophytes développé pour les masses d'eau de transition suivi dans le cadre de la DCE.

- La liste d'espèces de références pourrait être mise à jour en lien avec l'acquisition des connaissances récentes sur les espèces indicatrices des milieux lagunaires (e.g. ajout de *Gongolaria barbata* (Stackh.) Kuntze, en tant qu'espèce de référence).
- Il serait pertinent d'examiner l'intégration d'une dimension « vitalité » des macrophytes. Pour ce faire, l'exemple du protocole EBQI Posidonie développé par le GIS Posidonie, incluant des paramètres morphométriques peut constituer une base intéressante.
- La détermination de la taille des quadrats et la mobilisation de références adaptées, notamment pour des espèces comme *Ruppia spp*. dans de petites lagunes peu profondes, pourraient renforcer la robustesse de l'évaluation. Il conviendra toutefois de veiller à ce que le protocole de mise en place de cet indicateur reste simple et opérationnel.
- La prise en compte des travaux récents de Lacoste *et al.* (2025) sur les zostères serait pertinente, en particulier en lien avec la forte variabilité spatiale et interannuelle des herbiers en lagune. Un suivi annuel sur site, si les moyens des gestionnaires le permettent, apporterait déjà des données précieuses sur cette dynamique.
- L'intégration d'une mesure de la turbidité/MES est conseillée.

Protocole d'échantillonnage

Il convient de définir le nombre de stations d'échantillonnage le plus adapté pour les lagunes de 50 à 100 ha. Sur les sites peu ou pas étudiés (notamment les lagunes non suivies dans le cadre de la DCE), l'approche pourrait être complétée par une phase exploratoire (sur une durée de 2 à 3 ans) permettant d'identifier les stations les plus représentatives de la lagune et pouvant servir de station de « référence ». Cette méthode a été éprouvée par l'OEC et l'Ifremer sur les sites de Santa Ghjulia et Pisciu Cane en région Corse (Malet *et al.*, 2023 ; Garrido *et al.*, 2025). Ces stations de « référence » pourraient ensuite faire l'objet d'un suivi

pérenne (idéalement annuellement) par les gestionnaires, si les moyens techniques et humains à disposition le permettent et tous les 6 ans pour l'ensemble des stations (Fig. 5).

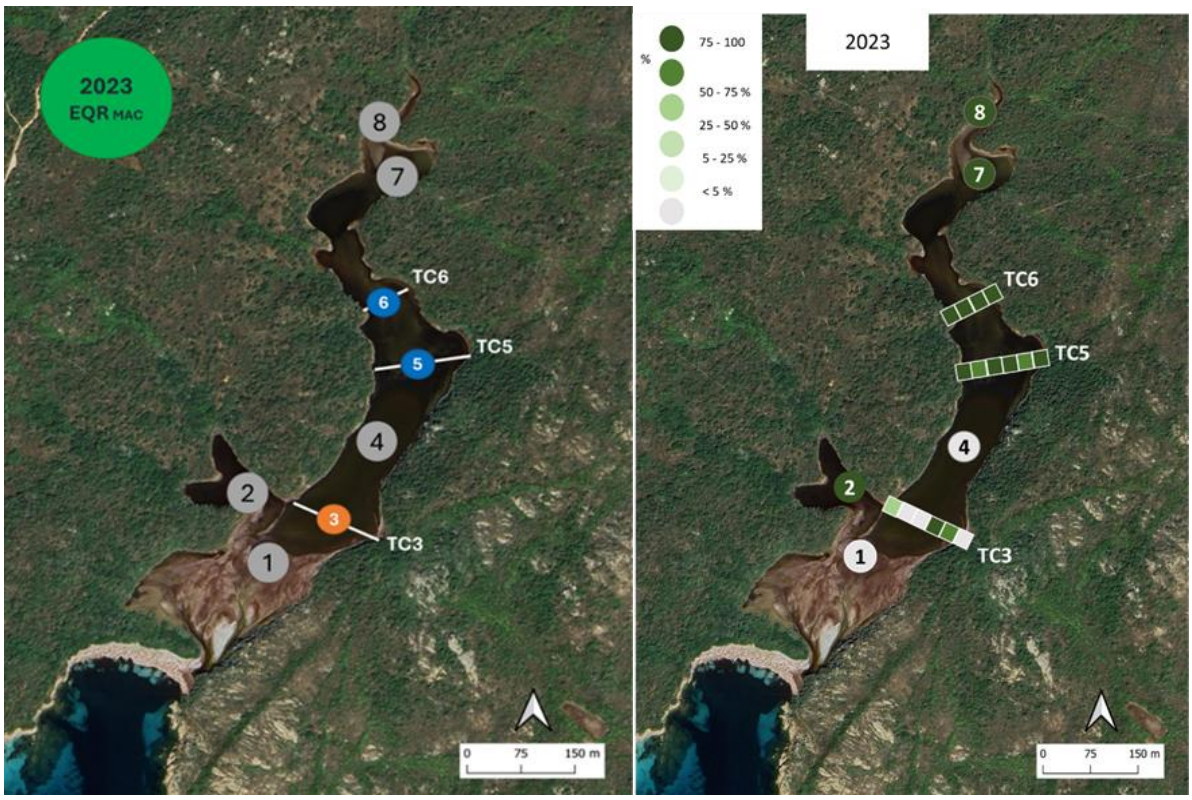

Figure 5. Localisation des stations et transects du suivi macrophytes sur la lagune de Pisciu-Cane, région Corse. Les stations 3, 5 et 6 (figure de gauche) représentent les stations de « référence » à suivre annuellement (bleu = très bon ; orange=médiocre). Les 5 stations en gris sont ponctuelles, elles seront à suivre tous les 3 ans si nécessaire ou tous les 6 ans dans le cadre d'une évaluation globale. La figure de droite représente la couverture macrophytique réalisée à partir des transects et sur ces 5 stations ponctuelles (Garrido *et al*., 2025).

Tout en améliorant la robustesse de l'indicateur 02a « *Macrophytes en lagunes permanentes marinisées* », il sera nécessaire de veiller à ne pas trop alourdir le protocole pour assurer l'opérabilité de celui-ci.

2.3. Indicateur 02b « *Macrophytes en lagunes permanentes peu salées* »

LIMITES

Aucune stratégie d'échantillonnage n'est prévue pour les lagunes comprises entre 50 et 100 ha dans le classeur technique.

POINTS BLOQUANTS

Il apparaît difficile de qualifier (e.g. entre lagune temporaire et permanente ou entre lagune oligo/mésohaline et poly/euhaline) les lagunes qui subissent de fortes variabilités inter- et/ou intra-annuelles dépendamment des précipitations ou des pressions présentes sur le bassin versant (BV). La conversion de l'indicateur reste difficile, voire impossible, en l'état actuel du protocole, nécessitant alors un retour au terrain.

PROPOSITIONS

Adaptations techniques et méthodologiques

L'indicateur pourrait disposer d'une méthode adaptée et moins pénalisante pour les lagunes ayant une forte variabilité inter- et/ou intra-annuelles. Dans le cas d'une lagune présentant des changements nouveaux rendant l'indicateur inopérant, il conviendrait d'en analyser l'origine et éventuellement de reporter l'évaluation à l'année suivante.

Par ailleurs, il serait pertinent de mettre à jour la liste des espèces de référence (e.g. ajout de *Ruppia maritima* L., 1753 au groupe G2) et de s'assurer que la composition des groupes reste adaptée aux lagunes oligo et mésohalines.

Protocole d'échantillonnage

Il convient de définir le nombre de stations d'échantillonnage le plus adapté pour les lagunes de 50 à 100 ha.

2.4. Indicateur 02c « *Macrophytes en lagunes temporaires* »

POINTS BLOQUANTS

L'application de l'indicateur 02c « *Macrophytes en lagunes temporaires* » est perfectible, notamment concernant le protocole de positionnement des placettes, jugé trop subjectif. Le « *repositionnement d'un tiers des placettes dans des zones dites d'herbier* », même si celles-ci ne présentent pas nécessairement d'algues, introduit un biais dans l'échantillonnage. De plus, le calendrier de suivi, prévu dans le protocole (à partir du mois d'avril), coïncide fréquemment avec une phase d'augmentation de la salinité dans les lagunes temporaires, due à l'évaporation. Bien que le relevé de plusieurs placettes permette une vision globale de la lagune, il peut s'avérer long et contraignant sur des lagunes temporaires de grande taille et induire de la turbidité lors du déplacement d'une placette à l'autre (Faure & Latron, 2021).

PROPOSITIONS

Ajustements méthodologiques

Il convient de tenir compte des périodes habituelles d'exondation et d'inondation de la lagune afin de faciliter la phase de terrain. Un démarrage plus précoce à celle actuellement indiquée dans le classeur technique (« *avril-mai-juin* »), en tenant compte des périodes de floraison, permettrait également une meilleure reconnaissance des espèces présentes.

Protocole proposé par le CBNMed

En concertation avec des experts, un protocole de suivi plus spécifique aux lagunes temporaires méditerranéennes pourrait être établi. Le Plan Régional d'Action (PRA) en faveur des lagunes temporaires méditerranéennes rédigé par le CBNMed (Latron *et al.*, 2021 ; Alary, 2023) propose d'effectuer un relevé comprenant 4 transects à partir du centre de la lagune en direction de chaque point cardinal et 5 stations par transect (20 stations en tout), dont le recouvrement de chacune est relevé à l'aide d'un aquascope de 30 cm de diamètre. L'application du protocole actuel (Lepareur *et al.*, 2018 ; Barré *et al.*, 2020) mis en œuvre par l'OEC en 2022 (Garrido *et al.*, 2025), ainsi que la cartographie théorique correspondant au protocole défini dans le cadre du PRA lagunes temporaires ont été comparés sur la lagune de Crovani (Fig. 6).

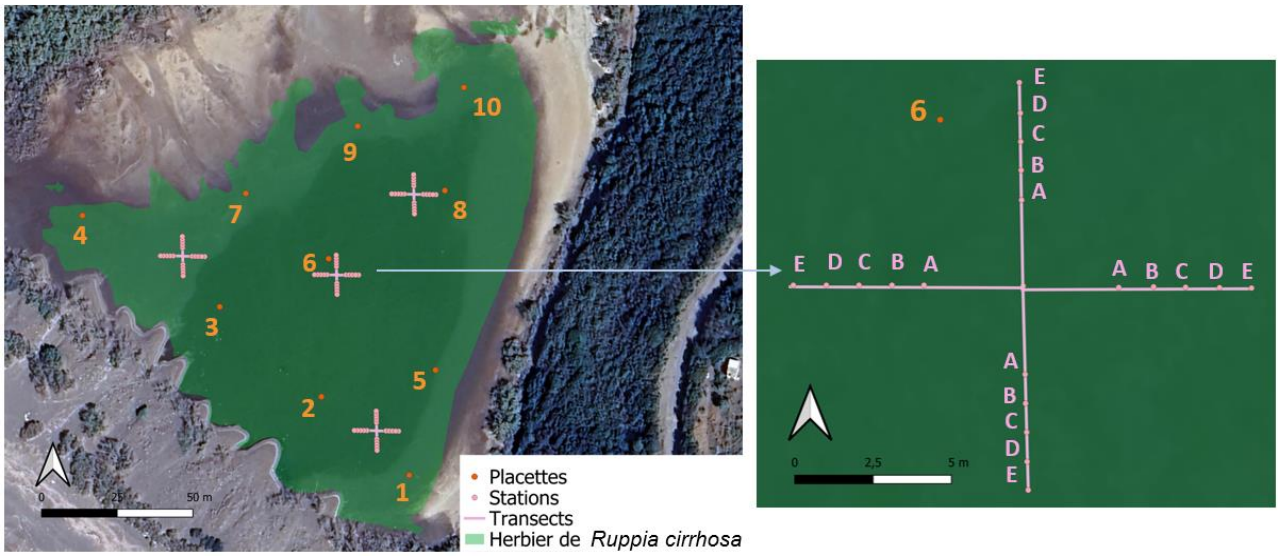

Figure 6. Comparaison des protocoles pour l'étude des macrophytes en lagune temporaire (i03c) sur la lagune de Crovani, région Corse (Garrido *et al.*, 2025). En orange, la méthode actuelle (Lepareur *et al.*, 2018 ; Barré *et al.*, 2020) proposant un nombre de placettes en fonction de la surface de la lagune, effectivement mise en place par le CBNC (OEC) en mai 2022. En rose, le protocole de suivi des macrophytes en annexe du Plan régional d'action en faveur des lagunes temporaires méditerranéennes (Latron *et al.*, 2021) : 4 transects en direction de chaque point cardinal et 5 stations par transect, avec 4 répétitions relativement à la taille de la lagune.

L'inconvénient principal de ce protocole réside dans le relevé central à la lagune qui peut être difficile d'accès et ne prend pas en compte l'hétérogénéité de la répartition des macrophytes sur le site (Alary, 2023). Ce protocole pourrait permettre de quantifier le pourcentage de recouvrement des espèces caractéristiques de ces milieux et de le comparer à celui d'espèces indicatrices de conditions eutrophes (e.g. *Monostroma sp.*, *Ulva sp.*, *Enteromorpha sp.*, *Chaetomorpha sp.*, *Cladophora sp.*, *Myriophyllum sp.*, *Ceratophyllum sp.*), comme proposé dans le classeur technique. Il faudrait identifier les éléments les plus performants de chacun et, le cas échéant, de combiner leurs suivis. Par exemple : un suivi « en croix » au centre de la lagune et des stations périphériques afin de couvrir l'ensemble de la surface (Comm. pers., Mathilde Latron)

Recommandations complémentaires

L'établissement d'un profil de la lagune peut s'avérer utile afin de déterminer la position des placettes. Il est également important de documenter l'absence de flore, celle-ci ne reflétant pas nécessairement un état dégradé de la pièce d'eau. Il convient par ailleurs de maintenir les mêmes stations et placettes d'observation, même en cas d'absence de végétation. Enfin, comme le souligne l'analyse de Faure & Latron (2021), la présence d'un herbier ne constitue

pas un critère indispensable pour qualifier un habitat de lagune temporaire, ce qui appelle à nuancer l'importance accordée à cet indicateur dans l'évaluation globale.

INFORMATION

Des travaux sont en cours de réalisation à différentes échelles régionales afin de mieux caractériser ces milieux et de définir des protocoles mieux adaptés à cette typologie de lagunes (Post-Doctorat dans le cadre du projet SoluBioD en Corse, Thomas Leydier ; thèse de Doctorat portée par l'Université de Montpellier, Valentine ANSTETT).

2.5. Indicateur 03 « *Surface de l'herbier* »

POINTS BLOQUANTS

La définition de la « *surface potentielle colonisable* » par l'herbier repose aujourd'hui sur des filtres jugés trop subjectifs, comme les références historiques, les caractéristiques de substrat ou les facteurs stochastiques qui manquent de référentiel pour l'évaluation de la surface des herbiers.

PROPOSITIONS

Ajustements méthodologiques

Pour améliorer la robustesse de l'indicateur, il serait pertinent de définir des critères quantifiables, tels que la durée d'implantation observée dans le temps, une grille d'analyse des substrats validée par des experts, ou encore les conditions hydrodynamiques locales pouvant limiter naturellement l'expansion de l'herbier ainsi que la zone photique (à définir avec disque de secchi). Ces éléments pourraient être combinés pour produire une note ou une probabilité d'apparition de l'herbier, et s'appuyer sur les connaissances des experts concernant les potentialités de colonisation.

Étude mutualisée : méthode de télédétection et machine learning

Le développement des outils de télédétection et de machine learning constitue un avantage sur le plan économique notamment sur les grands complexes lagunaires (effort d'échantillonnage plus facilement conciliable avec les moyens financiers et humains des structures engagées dans l'évaluation). En revanche, les biais de la méthode employée sont à connaître afin d'évaluer ce que la méthode de machine learning ne permettra pas de préciser (front de colonisation avec densité de macrophytes indétectable par image satellite par exemple).

Dans le cadre du programme Life Marha, l'OFB a mandaté la société i-Sea pour réaliser une cartographie des herbiers de magnoliophytes dans les lagunes méditerranéennes (i-Sea, 2023). Huit sites Natura 2000 ont été retenus : Salses-Leucate, Vendres, Bagnas, Thau, Palavasiens, Canet, Camargue et Villepey (Fig. 7), couvrant au total plus de 27 000 ha. L'objectif principal était de fournir des cartographies homogènes, fiables et actualisées des herbiers. La méthodologie employée repose sur le procédé *Biocoast*, qui combine l'exploitation d'images satellites Pléiades à très haute résolution, acquises entre 2021 et 2023, et des relevés de terrain effectués par les structures gestionnaires et le Cepralmar pour les zones profondes, permettant de collecter des observations géolocalisées homogènes et représentatives de classes typologiques communes pour ces lagunes évaluées. Ces données sont ensuite intégrées dans une chaîne de traitement automatisée utilisant des algorithmes

de machine learning pour la classification des habitats. Le processus comprend un prétraitement des images, la constitution d'une base de données d'apprentissage et de test à partir des relevés terrain, la classification supervisée des pixels et des post-traitements automatiques et manuels visant à corriger les incohérences et à affiner les résultats (Fig. 8).

Figure 8. Cartographie de la surface des herbiers par télédétection sur 8 sites Natura 2000 (©iSea et OFB ; i-Sea, 2023).

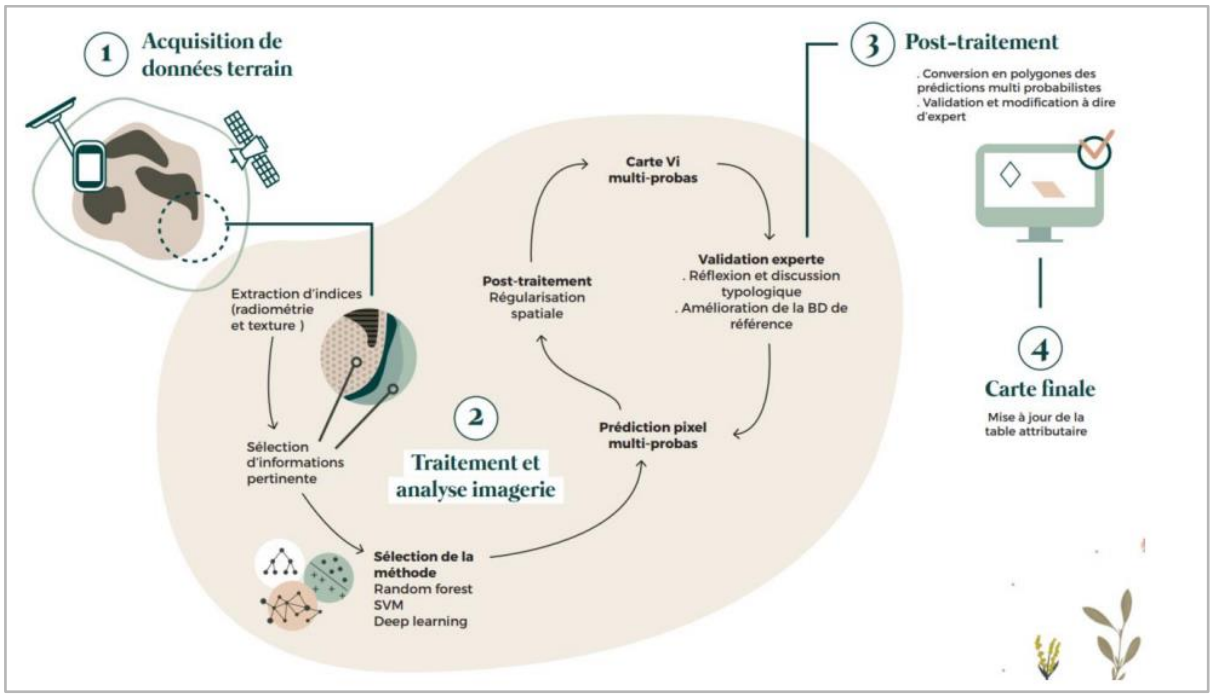

Figure 8. Schéma fonctionnel décrivant la méthode de traitement utilisée dans le cadre de l'étude de cartographie des herbiers sur 8 sites lagunaires menée par i-Sea en 2022 (i-Sea, 2023).

L'exploitation de l'imagerie satellitaire présente des limites pour des surfaces de petite taille, comme les étangs de Villepey, ce qui a rendu la réalisation de l'étude particulièrement complexe. Un constat partagé par plusieurs gestionnaires souligne que la turbidité de l'eau rend très difficile l'observation sur le terrain. Les REX de Thau et de Salses-Leucate (Comm. pers. SMBT, Julien Robert) insistent sur la nécessité de retravailler la typologie issue de l'étude d'i-Sea (Fig. 9) afin de l'adapter aux évolutions annuelles des herbiers, d'améliorer la reconnaissance des algues et de regrouper les observations par grands ensembles. Par ailleurs, les REX de Thau et du Cepralmar (Comm. pers. Matthew Hebert, Florian Hugo, Michela Patrissi) soulignentl'importance d'adapter les périodes d'observation en fonction de la prolifération des algues et de tenir compte des conditions spécifiques au moment du relevé, telles que les conditions météorologiques ou la profondeur. Enfin, l'utilisation de l'outil QField s'avère efficace pour intégrer et traiter les données directement sur le terrain.

Typologie	Code
Magnoliophytes marines pures (Z. *Noltii* et/ou Z. *Marina* et/ou R. *Cirrhosa*) 25-50%	1
Magnoliophytes marines pures (Z. *Noltii* et/ou Z. *Marina* et/ou R. *Cirrhosa*) 75-100%	2
Algues Vertes pures	3
Algues Rouges pures	4
Algues Brunes pures	5
Sédiments meubles (sable, vase, sable coquillé, coquille, etc.)	6
Fonds rocheux sans algues fixées	7
Magnoliophytes dominantes (> 75%) x Algues Vertes	8
Magnoliophytes dominantes (> 75%) x Algues Brunes et/ou Rouges et Vertes	9
Magnoliophytes (25-75%) x Algues Vertes (25-75%)	10
Magnoliophytes (25-75%) x Algues Rouges et/ou Brunes (25-75%)	11
Magnoliophytes (25-75%) x Algues Vertes et Rouges et/ou Brunes (25-75%)	12
Cascail	13
Mélange Algues Vertes, Rouges et/ou Brunes	14
Tapis de Magnoliophytes mort	15

Figure 9. Typologie développée dans le cadre de l'étude menée par i-Sea.

Dans le cadre d'un financement du Plan de Relance via le CNES, i-Sea a développé *Biocoast online*, une application web destinée aux acteurs de la biodiversité. Cette plateforme accessible au public permettrait d'appliquer la méthode en autonomie, de générer et mettre à jour des cartographies de haute précision à partir de nouveaux jeux de données ou d'images Pléiades. Elle constituerait ainsi une solution complète, opérationnelle, au service de la gestion et de la connaissance des milieux naturels.

Outils complémentaires

La cartographie de la surface des herbiers par drone a été expérimentée sur deux sites en région Corse : les lagunes de Pisciu Cane et Crovani (Garrido *et al*., 2025 ; Fig. 10) par le CBNC,

l'Université de Corse et l'OEC et s'est également avérée être un moyen efficace de délimiter la superficie des herbiers. Il serait intéressant d'intégrer dans la description méthodologique l'anticipation des phases de terrain avec les jours de passage du satellite et de conserver d'une évaluation annuelle à une autre les périodes d'échantillonnage terrain afin qu'elles soient comparables.

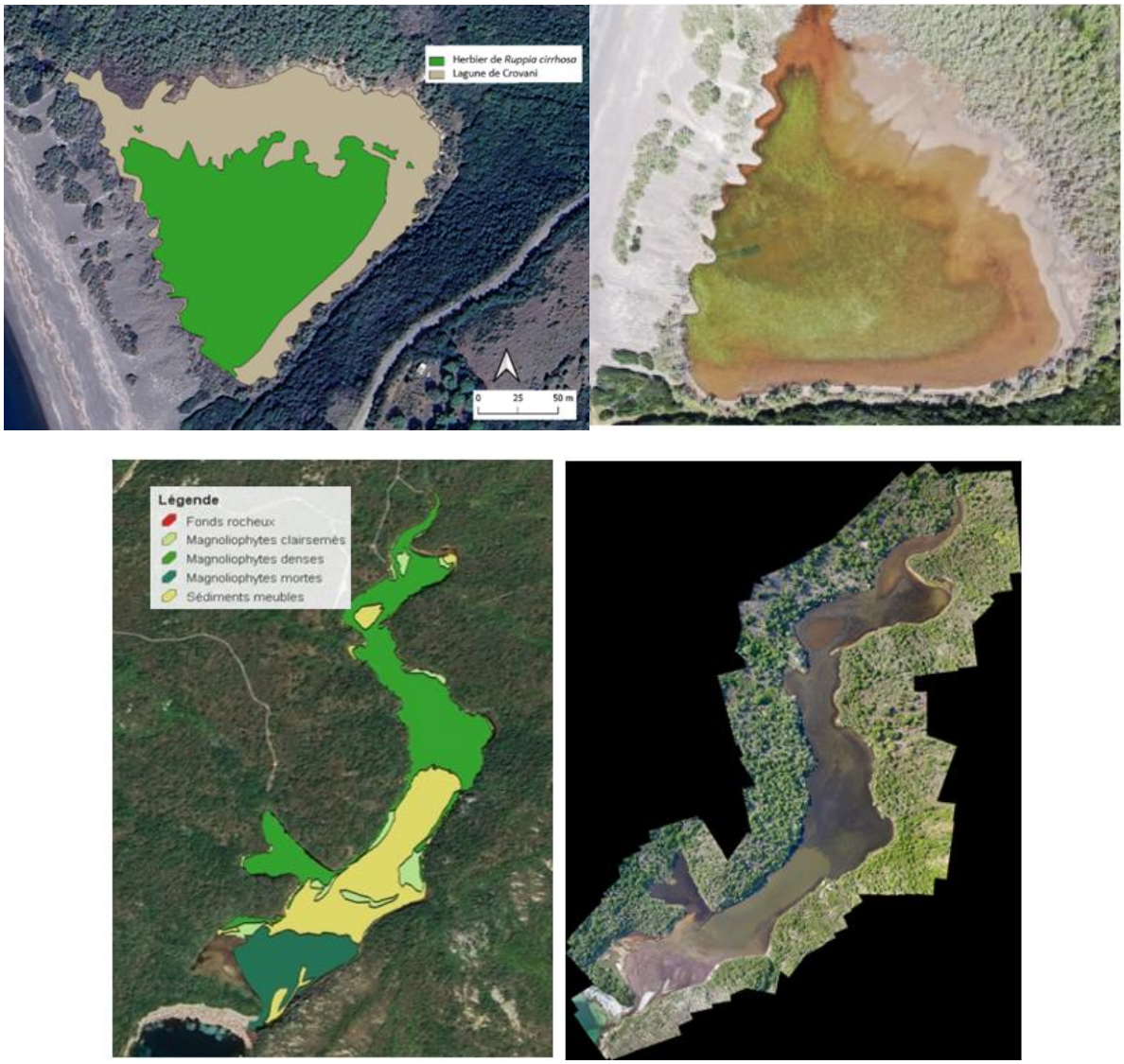

Figure 10. Cartographies de la surface des herbiers acquise par drone (DJI® Mavic Pro 2) sur les lagunes de Crovani (haut, ©OEC/CBNC) et Pisciu Cane (bas, ©OEC/UCPP) , région Corse (Garrido *et al*., 2025).

2.6. Indicateur 04 « *Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)* »

Les retours d'expérience du déploiement de cet indicateur sont globalement positifs.

PROPOSITIONS

Il est essentiel de s'appuyer sur des listes d'EVEE régulièrement mises à jour, ces espèces étant par nature en constante évolution en termes de répartition et d'impact écologique. Des précisions sur la représentation des résultats, notamment en cas d'absence d'EVEE seraient pertinentes. Etant donné que la modalité de notation évoque un pourcentage du « *linéaire de la berge ou de la surface* », il est nécessaire de convertir les relevés terrain en une distance recouverte par les EVEE autour de la lagune et en une surface retranscrite sous SIG afin de réaliser les calculs avec l'une ou l'autre des références.

2.7. Indicateur 05 « *Invertébrés benthiques* »

L'indicateur 05 « *Invertébrés benthiques* » n'a pas pu être déployé en raison du manque de données sur les espèces indicatrices, de la difficulté à mobiliser des experts pour leur identification et de la nécessité de caractériser précisément les habitats de chaque lagune afin d'interpréter correctement la présence ou l'absence de certaines espèces.

Un suivi est réalisé environ tous les trois ans sur les Etangs et marais des salins de Camargue (communément appelés "anciens salins"), et le retour d'expérience correspondant (Comm. pers. Marc Thibault) servira de base à la description qui suit.

LIMITES

Concernant la pertinence du suivi, il apporte des informations utiles qui complètent celles issues du suivi de la végétation aquatique. Toutefois, les indicateurs AMBI et M-AMBI présentent une limite : ils évaluent l'état des communautés uniquement à travers la sensibilité des espèces à l'eutrophisation (Comm. pers. Marc Thibault). Or, dans les anciens salins par exemple, d'autres facteurs écologiques jouent un rôle tout aussi déterminant, notamment le degré de confinement et, en conséquence, la salinité, puisque les apports en eau douce depuis le bassin versant sont très réduits (Comm. pers. Marc Thibault). Par ailleurs, une analyse réalisée en 2022 a montré que la distance à la mer est également une variable importante influençant les communautés (Bettoni, 2022). Enfin, cet indicateur ne peut actuellement s'appliquer qu'aux lagunes permanentes poly et euhalines.

POINTS BLOQUANTS

Le suivi des invertébrés benthique est coûteux et demande un investissement de temps important. L'identification de certains groupes taxonomiques, notamment les polychètes, les chironomidés et les petits bivalves, constitue également un point bloquant, d'autant plus que la disponibilité d'experts n'est pas toujours assurée (Comm. pers. Marc Thibault).

PROPOSITIONS

La méthode de suivi des invertébrés benthique doit être révisée, en concertation avec des experts et/ou dans le cadre de projets de recherche. Le suivi des invertébrés benthiques pourrait être allégé en espaçant davantage les campagnes, par exemple tous les 5 ans au lieu de 2 ou 3 ans actuellement, afin de garantir sa faisabilité dans la durée. La constitution et l'entretien d'une collection de référence solide apparaissent indispensables pour fiabiliser les déterminations. L'indicateur gagnerait à être adapté ou complété pour mieux prendre en compte les spécificités écologiques des lagunes méditerranéennes, notamment l'effet du confinement, de la salinité et de la distance à la mer sur les organismes. Si un suivi venait à

être élargi à l'échelle régionale, il serait nécessaire de définir un indicateur qui concilie les objectifs de la DCE et de la DHFF (Comm. pers. Marc Thibault).

2.8. Indicateur 06 « *Espèces animales exotiques envahissantes (EAEE)* »

LIMITES

L'indicateur 06 « EAEE » se limite aujourd'hui principalement à la détection du cascail (*Ficopomatus enigmaticus* Fauvel, 1923), ce qui réduit fortement sa portée. Pourtant, les connaissances récentes mettent en évidence l'impact croissant d'autres EAEE sur l'état de conservation des lagunes, comme la moule asiatique (*Arcuatula senhousia* Benson, 1842), le ragondin (*Myocastor coypus* Molina, 1782, dont les fèces sont facilement identifiables) ou le cténaire *Mnemiopsis leiydi* A. Agassiz, 1865 (Fig. 11).

PROPOSITIONS

Il serait pertinent dans le cadre de la révision des indicateurs de la méthode d'évaluation d'élargir la liste des espèces considérées, sur le modèle de l'indicateur 04 « *EVEE* » pour les espèces végétales exotiques envahissantes, en établissant un tableau de référence des principales EAEE ayant un impact écologique avéré et orienté vers un site internet les actualisant.

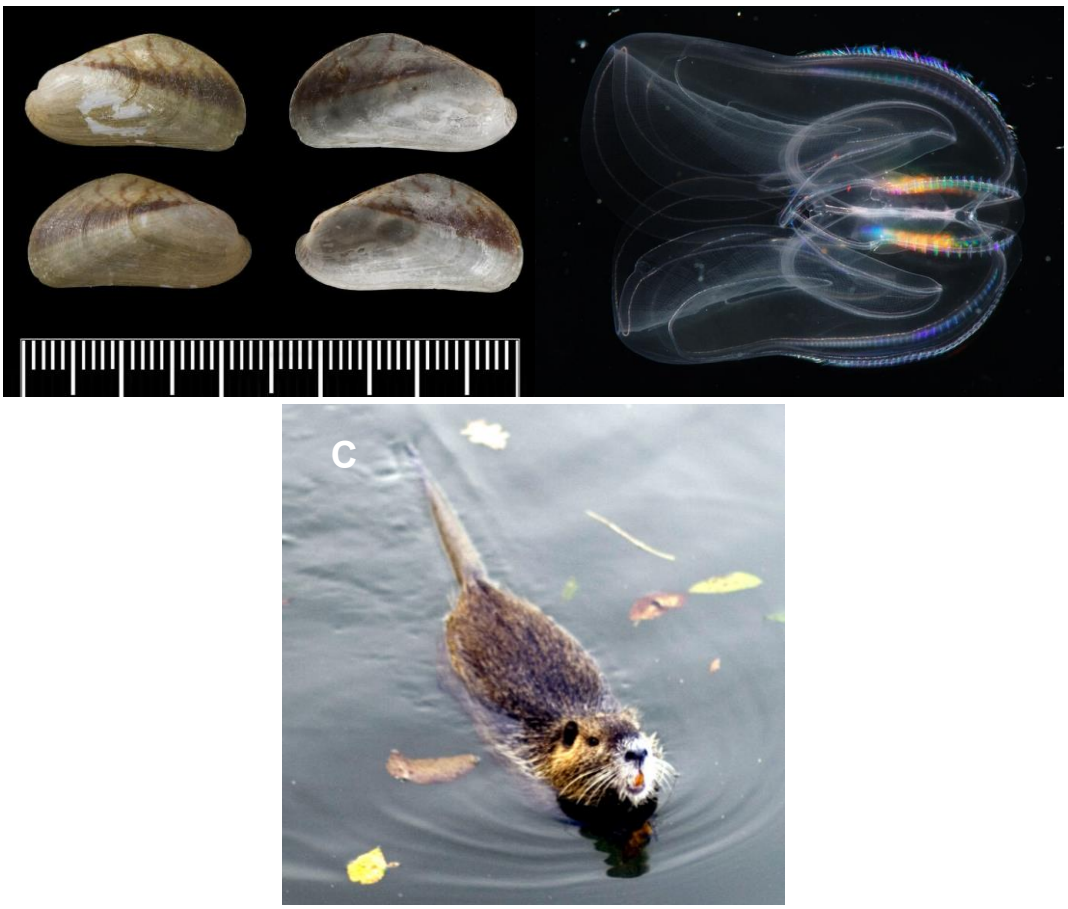

Figure 11. A : *Arcuatula senhousia* Benson, 1842 (©The Natural History Museum, London) ; B : *Mnemiopsis leiydi* A. Agassiz, 1865 (© Bruno C. Vellutini, 2013) ; C : *Myocastor coypus* Molina, 1782 (© Nicolas Herrmann, 2006).

INFORMATION

Il convient de suivre l'évolution du Crabe bleu (*Callinectes sapidus*, Rathbun, 1896), bien que son impact sur le fonctionnement de l'habitat 1150* « Lagunes côtières » ne soit pour l'heure pas attesté.

Le bryozoaire spaghetti (*Amathia verticillata*, Delle Chiaje, 1822) fait l'objet de nombreuses observations dans la région méditerranéenne (Ferrario *et al.*, 2018) et une vigilance quant à son impact potentiel sur les herbiers qu'il recouvre doit être maintenue. Le suivi de cette espèce peut prendre la forme de relevés photographiques lors du déploiement de l'indicateur 03 « *Surface de l'herbier* ».

2.9. Indicateur 07 « *Connectivité à la mer* »

L'indicateur est globalement jugé pertinent, et les retours d'expérience des gestionnaires sont positifs.

LIMITES

Cependant, n'étant prévu qu'une fois tous les 6 ans à la même période, cet indicateur ne permet pas une appréciation fine de la dynamique interannuelle de la connectivité lagunaire.

D'autre part, l'évaluation de la connectivité à la mer dans le cas des lagunes temporaires soulève une difficulté méthodologique, puisque leur définition repose effectivement sur une connexion intermittente, rare ou inexistante (Latron *et al.*, 2022). Le cas de la lagune de Crovani en région Corse (Garrido *et al.*, 2025) illustre bien cette difficulté, en effet, le grau d'origine naturelle, n'est qu'exceptionnellement ouvert notamment en cas de fortes pluies. Pour cette lagune, la modalité « *état* » peut être qualifiée de « *Grau naturel* » (note de 0), tandis que la modalité « *fonctionnement* » correspondant le plus au site serait : « *La connectivité à la mer est insignifiante ou inexistante* » et attribue ainsi la note de -15 pour cet indicateur. Or, comme évoqué précédemment, le fonctionnement du grau d'une lagune temporaire n'a pas vocation à être permanent et le déclassement de la lagune sur ce critère n'apparaît donc pas pertinent.

POINTS BLOQUANTS

Les gestionnaires ayant mis en place l'indicateur ont exprimé la nécessité d'une part d'une clarification des modalités concernant les pièces d'eau interconnectées à une autre lagune qui, elle, est directement reliée à la mer et d'autre part d'améliorer sa représentation cartographique (PRLM, 2022a ; Boureux, 2024 ; Veret, 2024).

PROPOSITIONS

Une surveillance continue, souvent d'ores et déjà mise en place par les gestionnaires, serait préférable afin de mieux interpréter les variations temporelles et de les mettre en relation avec les résultats d'autres indicateurs. Des outils, comme les méthodes de sciences participatives ou l'utilisation de pièges photographiques, pourraient être mobilisés pour un suivi plus régulier, plus fin et à moindre coût, renforçant ainsi la robustesse de cet indicateur.

Il serait nécessaire de préciser davantage certaines modalités, par exemple, concernant le « *rythme des ouvertures/fermetures contraint par des activités économiques et touristiques* », celles-ci pourraient être élargies à toutes activités humaines allant à l'encontre du fonctionnement naturel de la lagune.

Concernant les lagunes temporaires, l'étude approfondie du fonctionnement hydrologique de la lagune est à privilégier, étant plus adéquat pour tenir compte de la connectivité à la mer sans déclasser les lagunes temporaires qui ne sont pas définies par la qualité de leur connexion à la mer (Latron *et al.,* 2022).

D'une manière générale, il conviendrait alors d'étudier la connectivité et les échanges avec la mer en lien avec le fonctionnement hydrologique pour toutes les typologies de lagune (via l'indicateur 09 « *Fonctionnement hydrologique* » ou une surveillance continue du site).

2.10. Indicateur 08 « *Nature des berges* »

L'indicateur s'avère globalement satisfaisant, permettant de rendre fidèlement compte de la nature des berges, et les retours d'expérience montrent une appropriation efficace de la part des gestionnaires.

LIMITES

L'indicateur 08 « *Nature des berges* » évalue l'état naturel ou artificialisé des berges lagunaires, mais son application aux lagunes temporaires reste délicate. En effet, la ligne de berge varie fortement d'une année à l'autre selon les conditions hydriques.

Dans les modalités de notation citées dans le classeur technique, les berges de « *catégorie 2 : berges en renaturation ou peu artificialisées* » ne sont pas mentionnées. Cette catégorie n'apparaît pas dans la méthode Lepareur *et al*. (2018) qui oppose simplement les berges « *naturelles ou renaturées* » à celles « *artificielles verticales ou enrochées* » (Boureux, 2024).

POINTS BLOQUANTS

Le critère de proximité « *trop proche* » d'une artificialisation par rapport à la berge est imprécis et sujet à interprétation (PRLM, 2025). De plus, la notion de pente déclassant la catégorie de la berge est discutable.

A titre d'exemple, la mise en place de cet indicateur a été réalisée sur 5 sites d'études en région Corse (Garrido *et al.*, 2025). Pour la lagune de Santa Ghjulia, les résultats montrent que 95% des berges, soit 4 125,33 m de linéaire, relèvent de la catégorie 1 (berges naturelles ou renaturées), tandis que seulement 5% (235,79 m) sont classés en catégorie 2, correspondant à des berges en cours de renaturation ou peu artificialisées (Fig. 12).

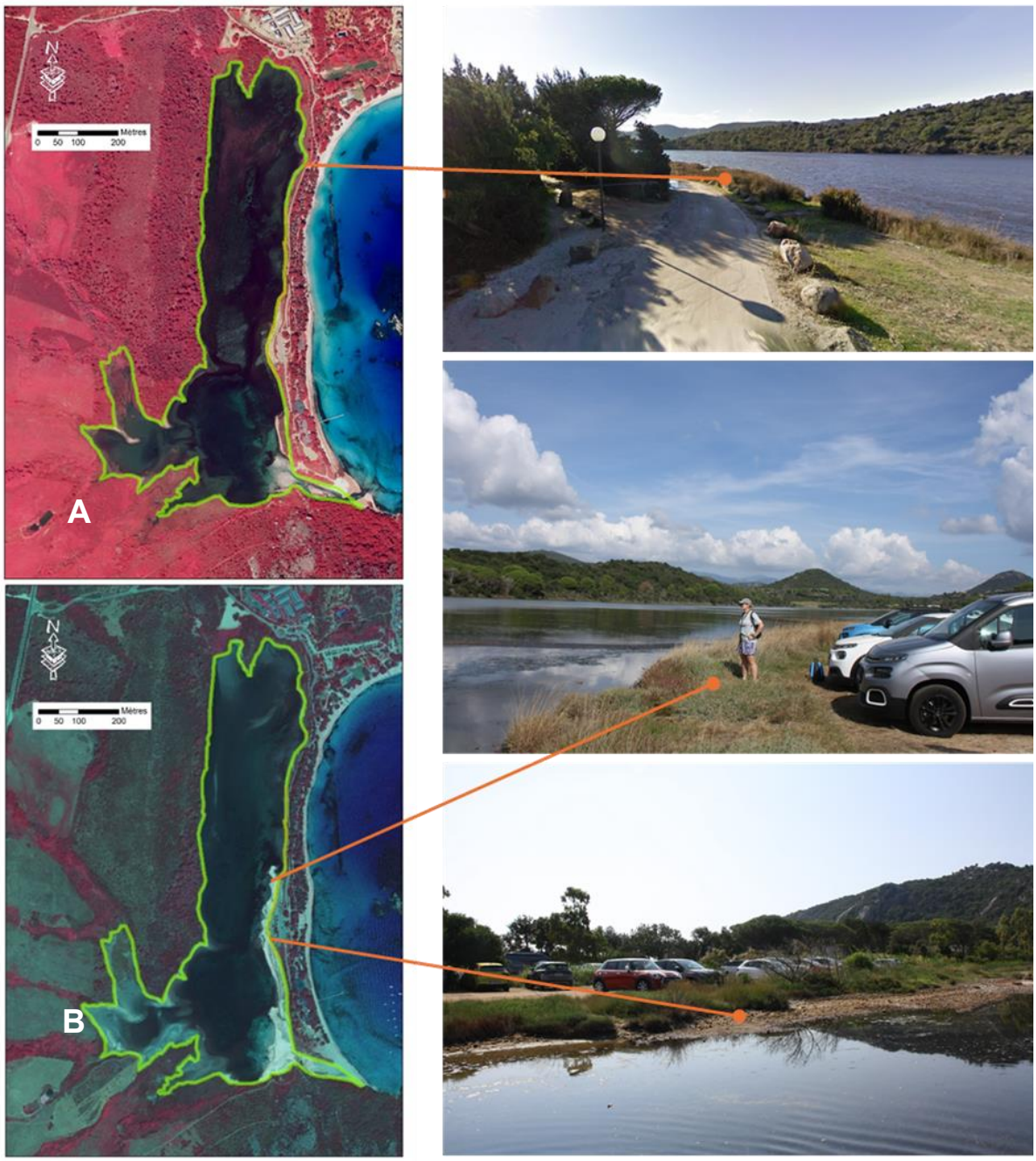

Figure 12. A : IRC 2013 de la lagune de Santa Ghjulia. B : catégorisation de la nature des berges de la lagune à partir de la BD-Ortho de 2021 sur la base de campagnes terrain de 2020 à 2023 (vert : catégorie 1, orange : catégorie 2). Photographies illustrant les berges en cat. 2 (© Garrido M. ; Garrido *et al.*, 2025).

En complément, le gestionnaire de la lagune (OEC) a réalisé en 2023 une cartographie détaillée en mobilisant l'indicateur 08 « *Nature des berges* » (Fig. 13). Ce travail, particulièrement rigoureux, met en évidence certaines marges d'interprétation dans les protocoles, notamment pour la catégorie 2, qui regroupe des berges à végétation continue mais présentant une artificialisation « trop proche » (e.g. route, mur), notion laissant place à une part de subjectivité. D'après cette seconde analyse, 82,6%, soit 3 602,28 m du linéaire sont en

catégorie 1, 12% soit 523,33 m du linéaire en catégorie 2, et 5,4% soit 235,50 m du linéaire en catégorie 3 (berges artificialisées verticales). Ces résultats conduiraient à une note de -20 pour l'indicateur.

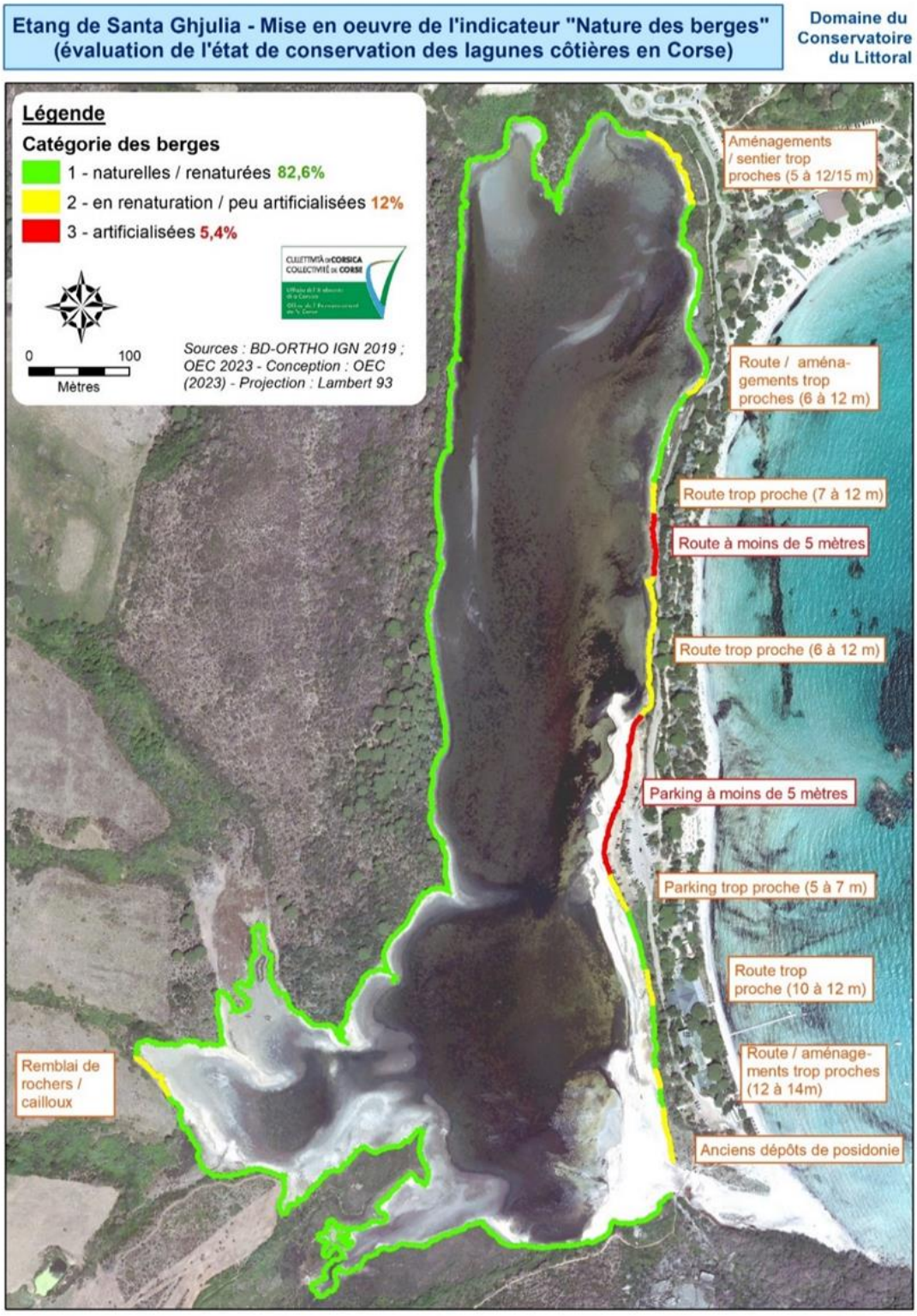

Figure 13. Cartographie détaillée de la nature des berges de la lagune de Santa Ghjulia réalisée par le gestionnaire du site en 2023 (© OEC, 2023).

PROPOSITIONS

Ajustements méthodologiques

Une définition plus objective ou chiffrée de la proximité d'infrastructures anthropiques aux berges améliorerait la reproductibilité de l'évaluation entre différents opérateurs. La catégorisation de nature des berges est efficace, mais il faudrait pouvoir utiliser l'ensemble des trois catégories existantes dans la notation de l'indicateur (actuellement seules les catégories 1 et 3 permettent la notation de l'indicateur 08 « *Nature des berges* »).

Outils complémentaires

Il conviendrait de se procurer des photographies infra-rouges afin de déterminer la limite de la berge et d'établir s'il s'agit d'une année hydrique favorable. (NB : Le coût d'obtention de ces images peut cependant être élevé.) Pour affiner l'évaluation de cet indicateur, l'ajout d'une cartographie de la végétation des berges est recommandé. En effet, la présence et la dynamique d'installation de la végétation terrestre peuvent fournir des informations précieuses sur l'évolution à long terme des berges, en particulier leur renaturation ou leur artificialisation progressive. Cette approche nécessiterait une collaboration avec des spécialistes de la flore terrestre. Il faudra néanmoins veiller à ce que ces relevés floristiques ne créent pas de redondance avec l'évaluation des habitats adjacents. Enfin, l'analyse d'images historiques (notamment via des outils comme « Remonter le temps ») permettrait aussi de mieux appréhender l'évolution de la pente et de la structure des berges au fil des années.

INFORMATION

Une attention particulière doit être portée à la frontière entre l'habitat lagunaire et sa berge. Le critère relatif à l'évolution de la surface de berge, qu'elle soit naturelle ou artificialisée, ne doit pas faire doublon avec l'indicateur 01 « *Surface de l'habitat* » , qui concerne la surface de l'habitat Lagunes côtières. Une clarification de la distinction entre ces deux indicateurs est donc nécessaire afin d'éviter les redondances et assurer une évaluation cohérente de l'état de conservation.

2.11. Indicateur 09 « *Fonctionnement hydrologique* »

LIMITES

Selon Lepareur *et al.* (2018), l'intégrité hydrologique d'une lagune conditionne en grande partie son fonctionnement général. Comme évoqué dans ce présent document (section 4.), au vu des enjeux considérables que représente l'étude du fonctionnement hydrologique des lagunes, il est proposé de ne plus l'étudier sous forme d'indicateur mais au préalable de l'évaluation en instaurant un suivi basé sur plusieurs paramètres. L'étude du fonctionnement hydrologique en amont de l'évaluation permet de comprendre le fonctionnement général de la lagune et d'interpréter plus aisément les résultats de l'évaluation (Zacharko, 2022 ; Garrido *et al.*, 2025).

A défaut, l'indicateur actuel manque de critères clairs et de méthodologies précises pour une appréhension globale et intégrée du système hydrologique des lagunes. Une approche plus complète à discuter avec des experts (hydrogéomorphologues, écologues), nécessite la collecte de données quantitatives et qualitatives à différentes échelles, couvrant l'ensemble de l'hydrosystème ou du complexe lagunaire. Il est également nécessaire de s'interroger sur les bases de données consultables qui mentionnent des indicateurs de pressions (Perennou *et al.*, 2014) communément employés par les acteurs de la gestion de l'eau (e.g. Agence de l'eau, EPTB, OFB).

PROPOSITIONS

L'analyse du fonctionnement hydrologique pourrait être réalisée préalablement à l'évaluation de l'état de conservation, pour servir de support à l'évaluation et sa notation en apportant un contexte supplémentaire à la compréhension de la lagune. Cette étude préalable permettra également de déterminer les pièces d'eau les plus représentatives du complexe lagunaire qui pourront faire l'objet d'un suivi plus important, ou sur lesquelles seront déployés l'ensemble des indicateurs. La mise en place d'un protocole complet de suivi du fonctionnement hydrologique devra être réalisé en tenant compte des ressources et du temps disponibles des gestionnaires.

Éléments nécessaires à l'étude du fonctionnement hydrologique

Il est crucial de disposer de données détaillées concernant les apports en eau dans la lagune. Cela inclut les flux d'eaux souterraines, les débits des cours d'eau et canaux, la présence d'ouvrages hydrauliques permettant la gestion des flux, ainsi que la pluviométrie, incluant les précipitations annuelles, saisonnières et les événements extrêmes comme les tempêtes (idéalement, ces données peuvent être collectées via des réseaux comme Météo-France, bien que l'installation de matériels de mesure puisse représenter un coût et nécessite une

maintenance). Les apports en eau peuvent être complétés par l'analyse de l'intrusion marine dans la lagune, notamment la fréquence et le niveau d'intrusion d'eau salée en fonction des marées, des tempêtes et des niveaux marins, ainsi que l'impact de l'agriculture et des eaux usées sur les apports en eau. Les mesures doivent également considérer l'apport souterrain par des mesures piézométriques. Les paramètres physico-chimiques jouent également un rôle clé dans l'évaluation de l'intégrité hydrologique. Le suivi précis du niveau d'eau, de la température, de la salinité, de la turbidité, de l'oxygène dissous, est indispensable. Des équipements pour des suivis à haute fréquence de ces paramètres, sont intéressants pour obtenir une vue d'ensemble de l'état de la lagune en simplifiant les relevés de terrain bien qu'ils représentent d'importants coûts et temps de traitement de données. Il est important de connaître le choix de gestion des ouvrages hydrauliques au regard des enjeux du site afin d'évaluer la compatibilité entre une salinité choisie pour le site et la préservation d'un bon fonctionnement hydrologique. De plus, l'intégration des données sur les pressions humaines, telles que l'agriculture ou l'urbanisation (voir parties 4.3 et 4.4), est primordiale pour comprendre l'impact des activités anthropiques sur le fonctionnement hydrologique.

Paramètres à suivre (Fig. 14) **:**

- Cartographie du bassin versant : une analyse approfondie du bassin versant de la lagune, incluant la cartographie et l'identification des pressions existantes (e.g. agriculture intensive, zones urbanisées ou industrielles ; cf. Lizzmap - EHR Corse, les services de l'IGN (OCS GE)). Ce suivi peut s'appuyer sur la méthodologie développée dans le cadre du programme RhoMéo (Perennou *et al.*, 2014) des indicateurs « *Pression de l'artificialisation* » et « *Pression de pratiques agricoles* ».
- Étude de la nature des apports en eau (naturels ou contraints).
- Un suivi de la qualité des écoulements souterrains et une estimation de l'impact des pressions sur la lagune peuvent être effectués. Ce suivi peut s'appuyer sur la méthodologie développée dans le cadre du programme RhoMéo (Perennou *et al.*, 2014) de l'indicateur « *Dynamique hydrologique de la nappe - Piézomètre* ».
- Suivi des paramètres physico-chimiques à plusieurs échelles temporelles et spatiales : Il est essentiel d'assurer un suivi de la salinité, de la température, et de la hauteur d'eau à plusieurs points et sur plusieurs périodes de l'année (idéalement mensuellement). Une sonde pourrait être placée dans les pièces d'eau principales pour relever ces paramètres à un intervalle de temps défini, afin d'assurer une meilleure représentativité de l'état de la lagune. L'intégration de piézomètres en amont de la lagune peut notamment renseigner sur la contribution de la nappe et sur sa qualité dans le milieu lagunaire (cf. suivis FILMED ; FOGEC).
- Suivi des conditions météorologiques : l'installation de pluviomètres et l'utilisation des données météorologiques fournies par Météo-France permettrait de suivre les événements climatiques qui impactent la lagune, comme les épisodes de sécheresse

ou de fortes pluies. Il faudrait néanmoins prévoir un accompagnement des gestionnaires dans le traitement et l'utilisation de ces données.

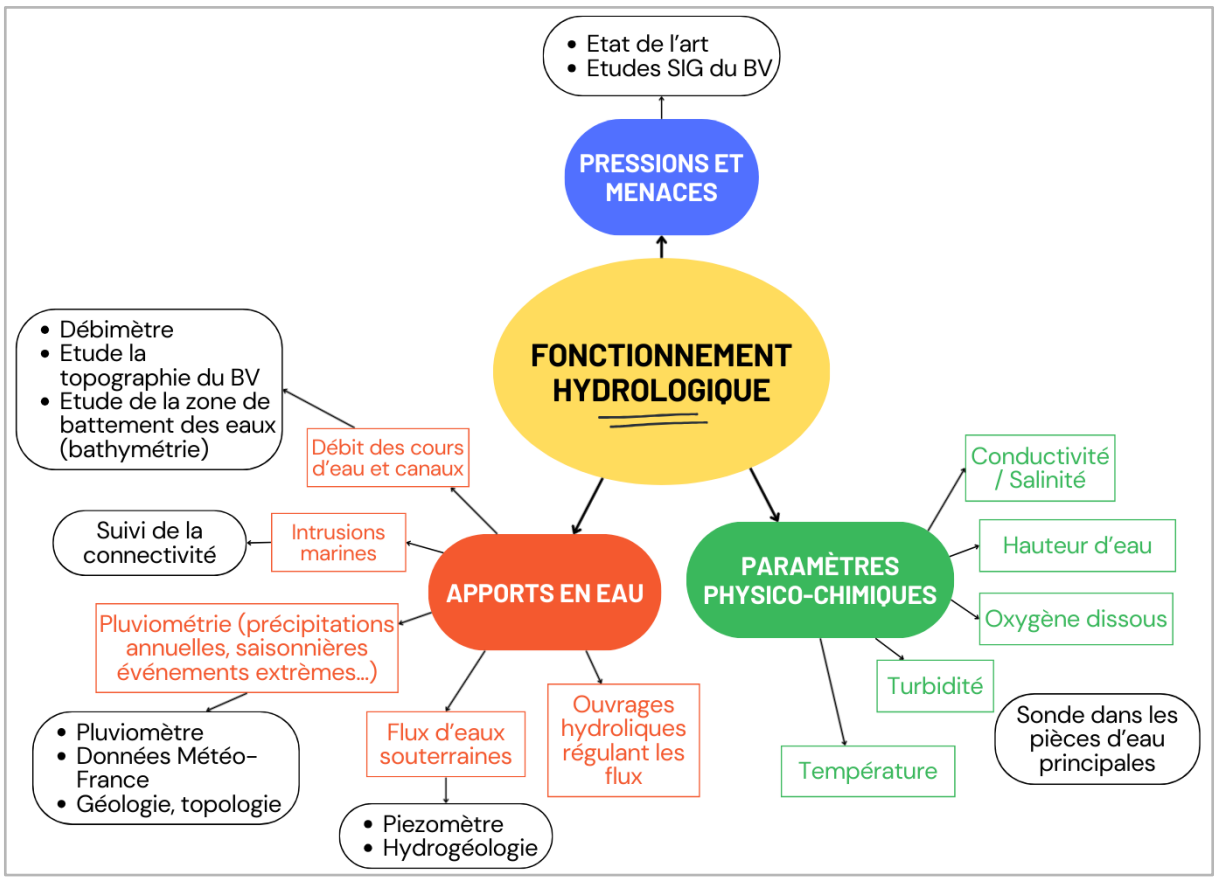

Figure 14. Schéma conceptuel des principaux paramètres à considérer pour l'analyse du fonctionnement hydrologique d'une lagune.

Protocole spécifique aux lagunes de petite taille ou temporaires

Une méthodologie spécifique aux lagunes de petite taille permettrait de tenir compte de leurs spécificités et vulnérabilité accrue face aux perturbations de leur fonctionnement hydrologique (Geppi *et al.*, 2023 ; Ligorini *et al.*, 2023 ; Malet *et al.*, 2023 ; Garrido *et al.*, 2025). Les lagunes temporaires ont également des spécificités qu'il convient de prendre en compte (Alary, 2023). Toujours concernant les lagunes temporaires, le suivi d'une station avec l'exondation minimale dans le temps est recommandé.

INFORMATION

Méthodes et outils d'évaluation similaires :

La manière de délimiter les espaces de bon fonctionnement (EBF) des zones humides (Chambaud & Simonnot, 2018) peut constituer une référence intéressante pour évaluer le fonctionnement hydrologique de l'habitat 1150*. L'EBF correspond à l'espace dans lequel s'exercent les processus hydrologiques et biogéochimiques indispensables à son maintien et

à son intégration dans le paysage. La délimitation de l'EBF repose sur l'analyse de paramètres qui conditionnent ce fonctionnement :

- topographie et géomorphologie : relief, pentes, zone d'expansion
- géologie et pédologie : type de sol, perméabilité, capacité de stockage de l'eau ;
- flux hydrologiques : alimentation en eau de surface et souterraines, crues, inondation, échanges avec la nappe ;
- connexion écologique et biologique : habitats connexes, continuité écologique ;
- usages et pressions anthropiques : urbanisation, drainage, endiguement, infrastructures.

Dans le cadre des SDAGE, l'EBF est un outil d'aide à la décision pour orienter l'aménagement, prévenir les risques (e.g. inondation, érosion), préserver la biodiversité et planifier des actions de restauration.

La méthodologie proposée par Carrière *et al*. (2022) pour l'évaluation de l'hydromorphologie lacustre et de son altération pourraient constituer un support en étant adapté pour l'évaluation de l'hydrologie lagunaire. En particulier, les métriques à calculer qui incluent :

- modifications du profil des affluents : Évaluer les impacts des aménagements humains sur les affluents et le débit de la lagune ;
- quantité et type d'obstacles à l'écoulement : Identifier les infrastructures qui perturbent le flux naturel de l'eau et quantifier le dysfonctionnement encouru ;
- fluctuations saisonnières du niveau d'eau : Suivre l'évolution du niveau d'eau sur une base temporelle régulière ;
- prélèvements d'eau : quantifier l'impact des prélèvements sur le niveau d'eau et les écosystèmes associés ;
- bétonnage des berges : mesure l'impact des aménagements en béton, qui réduisent la perméabilité des berges et limitent les échanges latéraux avec les nappes superficielles. (faisant écho à l'indicateur 08 « *Nature des berges* » soulignant ainsi la transversalité et la complexité d'appréhension de l'indicateur 09 « *Fonctionnement hydrologique* »).

Une agrégation des différentes métriques, en utilisant un EQR (Indice de qualité écologique), permettrait de donner une évaluation complète de l'intégrité hydrologique de la lagune.

2.12. Indicateur 10 « *Colonne d'eau* »

LIMITES

L'indicateur 10 « *Colonne d'eau* » est étroitement lié aux indicateurs i07, i09, i11 et i12. Un déficit de connectivité ponctuel ou un dysfonctionnement hydrologique accentue le risque d'eutrophisation de la colonne d'eau.

Cet indicateur (prioritaire) n'est pas applicable aux lagunes temporaires et semi permanentes. Par ailleurs, aucune adaptation n'est prévue pour les lagunes oligo ou mésohalines, bien qu'elles fassent l'objet d'un suivi spécifique des nutriments dans le cadre de la DCE.

POINTS BLOQUANTS

L'indicateur 10 « *Colonne d'eau* » repose sur un suivi des concentrations de plusieurs paramètres dans la colonne d'eau sur une période de six années consécutives. Toutefois, en pratique, les données disponibles sont parfois limitées à quelques mesures sur une seule ou quelques années, en raison des coûts élevés associés à ces analyses ou de difficultés techniques (Veret, 2024). Lors d'un groupe de travail (PRLM, 2024), il a été admis qu'en l'absence de longues séries, la moyenne des concentrations sur les mois disponibles peut malgré tout être utilisée, bien que cela introduise un biais important dans l'évaluation.

PROPOSITIONS

Ajustements méthodologiques

Il est essentiel de distinguer les lagunes naturellement confinées, souvent plus eutrophes, des lagunes marinisées (Guelorget & Perthuisot, 1984 ; Perthuisot & Guelorget, 1992), afin d'éviter une surestimation de leur niveau de dégradation. Dans cette perspective, l'adoption de seuils adaptés aux lagunes oligo/mésohalines (Grillas *et al.*, 2017), ainsi qu'aux lagunes temporaires, permettrait de mieux refléter la diversité et la variabilité des dynamiques lagunaires. Par ailleurs, l'intégration des lagunes temporaires dans l'évaluation nécessiterait un protocole d'échantillonnage ajusté : un suivi saisonnier, soit quatre campagnes par an, viendrait ainsi compléter les trois mesures estivales actuellement prévues. Il est recommandé de réaliser des analyses mutualisées sur plusieurs sites.

Intégration de paramètres supplémentaires

La chlorophylle *a* est un paramètre qui pourrait être ajouté aux 4 déjà évalués (concentration en phosphates, azote inorganique dissous, azote total et phosphore total) sur le modèle des évaluations réalisées dans le cadre de la DCE, en lien avec le phytoplancton (à défaut d'établir un indicateur spécifique au compartiment phytoplancton, cf partie 4.1 de ce présent document).

INFORMATION

Le CBNMed, l'OEC et l'Université de Corse ont engagé des travaux visant à combler les lacunes relatives aux lagunes temporaires.

2.13. Indicateur 11 « *Contaminants chimiques* »

LIMITES

Une évaluation menée en 2024 en Camargue a soulevé une limite de cet indicateur. Dans le cas de l'étang du Vaccarès, bien que l'indicateur affiche un bon état chimique, ce résultat ne reflète pas la réalité connue de ce système fortement pollué (Veret, 2024). Ce décalage s'explique par le fait que "seuls" 45 polluants sont recherchés dans le cadre du protocole DCE, alors que d'autres substances largement présentes localement, notamment certains pesticides dont la présence sur le site était connue, ne sont pas analysées.

L'utilisation des dispositifs POCIS, DGT et SBSE constitue une approche idéale pour le suivi des contaminants chimiques, mais elle reste coûteuse et nécessite un savoir-faire technique spécifique, tant pour la pose que pour le relevage des échantillonneurs (cf. formation dédiée: pole-lagunes.org). À ce jour, seuls l'Ifremer et ses partenaires (CEDRE, Université de Bordeaux et FILAB) sont en capacité de réaliser les analyses associées.

Par ailleurs, aucun test connu du protocole proposé n'a encore été mené en lagune temporaire, ce qui limite l'applicabilité de la méthode dans ce contexte.

PROPOSITIONS

Ajustements méthodologiques

Pour garantir la bonne opérabilité de cet indicateur, il pourrait être pertinent de rediscuter du protocole des suivis des masses d'eau de transition mis en place dans le cadre de la DCE, qui évalue l'état physico-chimique de l'eau à l'aide d'échantillonneurs passifs dans la colonne d'eau et dans le biote, et d'examiner si l'intégration du compartiment biote est indispensable à l'interprétation.

Certaines évaluations, comme celles financées dernièrement par la DREAL PACA, s'appuient désormais sur une recherche élargie à 141 substances chimiques et métalliques, en lien avec le projet PEPS LAG 45. Afin d'optimiser la mise en place de l'indicateur écologique et de ne pas manquer les principaux apports liés aux activités agricoles, il est proposé de planifier trois campagnes de suivi par an. Si seulement deux sont prévues, il est préférable de privilégier l'hiver et le printemps, et si seulement une campagne est possible, privilégier le printemps qui représente le meilleur compromis pertinence/coût puisque les sols sont saturés en eau après l'hiver. En effet, bien que l'automne soit une bonne période du point de vue des apports urbains, elle n'est pas optimale pour détecter les contaminants liés à l'agriculture. Le choix des dates de campagne doit se faire en fonction des périodes de traitements agricoles et des contraintes locales de gestion des niveaux d'eau (Comm. pers., Munaron).

À titre d'exemple, en Camargue, un compromis a dû être trouvé entre des campagnes proches des périodes de traitements et le maintien d'un niveau d'eau suffisant dans les lagunes, certaines pouvant être asséchées en fin d'été. Le printemps apparaît comme une période clé : il permet de capter les apports liés aux traitements agricoles récents et d'intégrer ceux des mois précédents. Les campagnes ultérieures devront également être positionnées de manière stratégique afin de couvrir l'ensemble du cycle annuel des apports et d'adapter le suivi aux réalités locales. Il revient aux gestionnaires de statuer sur les périodes exactes à évaluer en fonction des contraintes logistiques et environnementales. Enfin, il convient de rappeler que les pesticides, une fois introduits dans une lagune, y persistent relativement longtemps (temps de demi-vie moyen de l'ordre du mois). Ainsi, même si un pic de contamination n'est pas détecté, les dispositifs de type POCIS placés in situ permettent encore d'accumuler les substances arrivées précédemment et fournissent une image, au moins qualitative, des contaminations passées.

L'élaboration d'un protocole dédié aux lagunes temporaires pourrait constituer une base méthodologique pour élargir l'évaluation de ces lagunes. La mise en place d'un protocole simplifié, permettrait une évaluation sommaire des contaminants chimiques présents dans une lagune par les gestionnaires eux-mêmes.

2.14. Indicateur 12 « *Sédiments* »

L'indicateur est jugé globalement pertinent, et les retours d'expérience témoignent d'une appropriation réussie par les gestionnaires.

LIMITES

L'indicateur 12 « *Sédiments* » (indicateur prioritaire) ne dispose actuellement pas de protocole spécifique pour les lagunes temporaires.

PROPOSITIONS

A l'instar des propositions évoquées pour les indicateurs 10 « *Colonne d'eau* » et 11 « *Contaminants chimiques* », l'acquisition de données sur les lagunes temporaires constituerait un point de départ pour l'étude et l'évaluation des sédiments au sein de celles-ci.

3. Suggestion d'ajout d'indicateurs

La mise en place d'indicateurs est un processus long qui résulte de concertations poussées, de phases expérimentales et d'améliorations en lien avec le retour d'expérience (Delavenne & de Bettignies, 2023). Les indicateurs présentés ici, proviennent de suivis des MET mis en place dans le cadre de la DCE ou ont été développés dans le cadre d'autres programmes de suivi existants.

3.1. Indicateur « *Phytoplancton* »

Le premier concerne l'indicateur du phytoplancton, à décliner selon deux catégories de salinité : les lagunes poly-/eu-halines (salinité ≥ 18 PSU) et les lagunes oligo/mésohalines (salinité < 18 PSU) (Grillas *et al*., 2016). Actuellement, cet indicateur existant déjà dans le cadre de la DCE repose sur deux métriques principales, la biomasse et l'abondance, pour évaluer l'enrichissement en éléments nutritifs, facteur clé des blooms phytoplanctoniques. Si cet indicateur n'est pas retenu, il est conseillé d'intégrer *a minima* une mesure de la chlorophylle *a* aux paramètres étudiés dans le cadre de l'indicateur 10 « *Colonne d'eau* ».

3.2. Indicateur « *Ichtyofaune* »

Le deuxième indicateur concerne l'ichtyofaune des lagunes méditerranéennes. Bien que cet indicateur soit déjà utilisé sur la façade atlantique pour les estuaires, il n'a pas encore abouti à une méthode opérationnelle pour les lagunes méditerranéennes. Depuis 2006, des travaux ont été engagés sans aboutir à des résultats concrets. Cependant l'étude INPOLAG lancée par l'OFB en 2018 (Ifremer, 2018) a été finalisée en 2023 (Ouisse *et al*., 2023), en vue de définir un indicateur adapté. Ce travail s'est appuyé sur les travaux menés au sein d'autres lagunes européennes (Aliaume *et al*., 2019) et a intégré plusieurs métriques telles que la bonne connaissance des obstacles à l'écoulement, la prise en compte de la présence du Crabe bleu, et le recours à des proxys de pression afin que cet indicateur soit le plus complet possible. Bien que ce travail n'ait pas encore abouti à un « *indicateur pertinent et intercalibré* », la poursuite de ces recherches mérite d'être considérée.

L'intégration de cet indicateur permettrait d'évaluer l'état des populations de poissons, un aspect crucial de la biodiversité lagunaire, notamment en termes d'équilibre écologique et de qualité des habitats.

3.3. Indicateur « *Pression d'artificialisation* »

Le troisième indicateur proposé concerne la prise en compte des pressions d'artificialisation exercées sur les habitats lagunaires. L'artificialisation entraîne la destruction directe des zones humides par remblaiements, imperméabilisation des sols, assèchements dus aux modifications d'écoulements, et perturbations liées à la fréquentation ou à la pollution diffuse le long des infrastructures de transport (OZHM, 2012). À l'échelle territoriale, elle génère aussi

des pressions diffuses comme l'imperméabilisation généralisée, le cloisonnement des espaces et des continuités écologiques, la modification des apports en eau et des écoulements, ou encore des pollutions multiples. Ce paramètre est d'ores et déjà intégré dans les réflexions sur l'état de conservation (Lepareur *et al.*, 2018), mais il manque de critères précis pour une évaluation systématique. Ces pressions sont prises en compte sur la façade Atlantique, et mesurées à l'aide d'un indicateur spécifique. Pour la façade méditerranéenne, elles pourraient à minima faire l'objet d'une intégration dans l'évaluation des autres indicateurs qu'elles influencent (e.g. I09 « *Fonctionnement hydrologique* »).

Dans le cadre du programme RhoMéo (Perennou *et al.*, 2014), il a été proposé un indicateur « *Pression de l'artificialisation* » permettant de mesurer la pression d'artificialisation sur les zones humides et leurs abords. Il est construit à partir de l'évolution des surfaces artificialisées par le bâti et les infrastructures de transport, analysées à deux échelles : celle de la zone humide (et sa périphérie immédiate) et celle du bassin versant. La méthode repose sur l'exploitation de données vectorielles (notamment la BD TOPO de l'IGN), à partir desquelles des zones tampons sont créées autour du bâti et des routes. Ces zones sont ensuite fusionnées pour former une tache artificialisée qui est classée en deux catégories : tâches urbaines et tâches rurales, selon la densité et l'emprise du bâti. L'indicateur prend également en compte la proportion de l'artificialisation urbaine par rapport à l'ensemble de l'artificialisation. La comparaison des résultats à différentes échelles (site, bassin versant) permet de replacer la pression locale dans un contexte territorial plus large et d'évaluer les dynamiques d'urbanisation qui pèsent sur le fonctionnement écologique des zones humides. Compte tenu des cycles de mise à jour de la BD TOPO (routes : de 6 mois à 4 ans, bâti : 3 à 5 ans), il est recommandé de calculer l'indicateur tous les 5 ans pour assurer un suivi pertinent de son évolution. Il serait possible de spatialiser les données relatives aux pressions polluantes issues des bassins versants, en s'appuyant sur la méthode de découpage en sous-bassins versants proposée par une équipe de recherche espagnole chargée du suivi DCE des plans d'eau (Morant *et al.*, 2021).

Cette mesure permettrait de contextualiser les résultats obtenus pour l'état de conservation et d'orienter plus précisément les actions de gestion en fonction des pressions exercées (diffuses ou lourdes), qu'elles soient d'origine anthropique ou naturelle.

3.4. Indicateur « *Pression de pratiques agricoles* »

Un indicateur « *Pression de l'artificialisation* », également développé dans le cadre du programme RhoMéO, a pour objectif de quantifier l'ampleur des pressions exercées par l'agriculture sur les zones humides. Les pratiques agricoles sont en effet l'un des principaux facteurs de dégradation et de destruction de ces milieux, couvrant plus de la moitié de la surface des zones humides majeures de France. Si l'extension des surfaces cultivées a ralenti, l'intensification des pratiques accentue les pressions : retournement des sols entraînant la

destruction de la végétation et l'altération du fonctionnement hydrologique, drainage, pompage et recalibrage des cours d'eau, arrachage de haies, remembrement parcellaire, utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires (MEEDDM, 2010).

L'indicateur repose sur la comparaison de deux proportions : la surface de pratiques agricoles impactantes au sein de la zone humide et de sa périphérie immédiate et la surface de ces mêmes pratiques à l'échelle du territoire (bassin versant ou unité de bassin versant). Sont considérées comme impactantes les cultures nécessitant un retournement ou un travail du sol, tandis que les prairies permanentes, prairies temporaires et estives/landes sont exclues car jugées peu perturbantes. Le calcul s'appuie sur les données du Registre Parcellaire Graphique, mis à jour chaque année, en croisant les îlots de culture déclarés avec les contours des zones humides et territoires associés. L'indicateur est exprimé en pourcentage de surface agricole impactante, et ses évolutions dans le temps traduisent des changements de pratiques, des modifications de surfaces cultivées ou encore des évolutions des modes de déclaration.

Son interprétation doit se faire à deux échelles : à l'échelle locale, une augmentation de la proportion de surfaces impactantes traduit une pression directe sur l'état de conservation de la zone humide, tandis qu'à l'échelle territoriale elle révèle une pression diffuse pouvant affecter le site via les flux hydrologiques et biogéochimiques. Différentes situations peuvent être observées : absence de pression aux deux échelles, pression territoriale forte mais encore absente du site, ou pression locale élevée malgré une faible pression territoriale.

L'indicateur reste cependant soumis à certaines limites : il dépend de la qualité des déclarations PAC, les prairies temporaires incluses dans les surfaces non impactantes pouvant en réalité être retournées régulièrement, et les petits sites étant plus sensibles aux erreurs de mesure. Globalement fiable, il peut néanmoins nécessiter une validation par des observations de terrain.

Cet outil appliqué aux lagunes côtières fournirait une mesure de l'impact agricole, permettant d'identifier les sites menacés et d'orienter les actions de gestion, tout en exigeant une lecture prudente tenant compte des limites liées aux données déclaratives et à la variabilité des pratiques.

Les deux indicateurs de pression développés dans le cadre du programme RhoMéO peuvent être réalisés en majorité à l'aide de logiciels SIG à l'échelle du bassin versant (avec toutefois des vérifications de terrain en cas d'incertitudes). Il est donc proposé qu'ils soient intégrés totalement ou partiellement à l'évaluation préalable (si une évolution de l'i09 « *Fonctionnement hydrologique* » en ce sens est mise en place) afin de venir enrichir la première analyse du site et viendra renforcer l'interprétation des autres indicateurs (notamment : i07 « *Connectivité à la mer* », i08 « *Nature des berges* », i10 « *Colonne d'eau* », i11 « *Contaminants chimiques* », i12 « *Sédiment*s »)

4. Commentaires généraux à propos de l'évaluation

Plusieurs indicateurs développés pour le suivi des masses d'eau de transition (MET) dans le cadre de la DCE sont intégrés dans le classeur technique, avec des adaptations spécifiques aux lagunes de petite taille (< 50 ha). Cette intégration permet d'assurer une meilleure cohérence entre directives, puisque les résultats des campagnes de suivi (DCE et autres programmes de surveillance des MET) contribuent directement à l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Lagunes côtières ». Toutefois, il convient de rappeler que les indicateurs issus du suivi DCE concernent exclusivement les masses d'eau de transition d'une taille supérieure à 50 ha. Cette limite méthodologique, largement discutée dans la présente note technique, souligne que les suivis mis en place dans le cadre de la DCE ne sont pas toujours adaptés pour évaluer l'état de conservation de l'HIC 1150*, il faut donc les utiliser avec prudence et considérer leurs limites. En revanche, le processus d'élaboration des indicateurs i01 « *Surface de l'habitat* », i02c « *Macrophytes en lagunes temporaires* », i03 « *Surface de l'herbier* », i04 « *Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)* » et i06 « *Espèces animales exotiques envahissantes (EAEE)* » diffère, dans la mesure où ceux-ci ne reposent pas sur des suivis établis dans le cadre de la DCE pour les MET. Il serait nécessaire de s'assurer de la représentativité de l'évaluation des lagunes temporaires. En effet, les indicateurs actuellement mobilisables pour ces dernières sont issus d'adaptations de protocoles conçus pour les lagunes permanentes et/ou de grande taille (> 50 ha). Il conviendrait donc de vérifier si ces évaluations sont réellement adaptées aux lagunes temporaires ou s'il serait préférable de développer des indicateurs spécifiques pour ces dernières (PRLM, 2022b).

Afin d'améliorer l'interprétation des indicateurs, une connaissance préalable des enjeux propres aux sites étudiés s'avère indispensable. L'élaboration d'un état de l'art aussi complet que possible pour les sites nouvellement suivis constitue ainsi une étape essentielle de l'évaluation. Une étude initiale, réalisée en amont de l'évaluation, permettrait d'identifier les indicateurs pertinents à déployer. Elle devrait notamment préciser la classe de salinité de la lagune (poly-/eu-haline, > 18 PSU ou oligo-/méso-haline, < 18 PSU), ainsi que son caractère permanent ou temporaire. Cette étape est d'autant plus cruciale que, parmi les 12 indicateurs de la méthode, 6 d'entre eux (i02, i03, i05, i10, i11 et i12) sont soumis à des conditions liées à la salinité ou à la durée d'inondation.

L'étude initiale du site pourrait être conduite sur une année complète pour appréhender la dynamique saisonnière de la salinité et de la température. En complément, l'intégration d'une carte d'hydropériode annuelle, telle que celle développée par la Tour du Valat (Oswatte-Liyanage, 2021 ; Guelmami *et al*., en préparation), permettrait de caractériser plus finement le caractère permanent ou temporaire des sites, en tenant compte des contrastes observés entre années sèches et années humides. Lors de cette étude préalable, il pourrait être intégré

l'analyse du réseau hydrographique, des paramètres physico-chimiques et des pressions et menaces pesant sur le bassin versant de la lagune. Ces paramètres sont les principaux éléments utilisés pour évaluer l'indicateur 09 « *Fonctionnement hydrologique* ». Toutefois, en raison de leur rôle transversal dans l'évaluation, il peut être pertinent de s'interroger sur le maintien de cet indicateur tel qu'il est défini aujourd'hui. Celui-ci pourrait en effet évoluer vers un suivi préalable, destiné à soutenir l'évaluation globale, plutôt que d'être conservé comme indicateur à part entière. La section 2.11 de ce document propose plusieurs pistes en ce sens, qu'il s'agisse de maintenir l'indicateur 09 ou de le transformer en outil de support à l'évaluation et à la compréhension du système lagunaire.

5. Liens avec l'évaluation de l'EC à l'échelle biogéographique

La méthode d'évaluation et le format de rapportage, définis par le comité « Habitats » en 2005, s'appliquent à deux niveaux : l'échelle biogéographique et celle du site Natura 2000.

À l'échelle biogéographique (Fig 15), l'état de conservation est analysé à partir de quatre paramètres : trois décrivant la situation actuelle (aire de répartition, surface, structures et fonctions) et un portant sur les perspectives futures liées aux pressions et menaces identifiées et la mise en place de mesures de gestion. Ces paramètres, évalués séparément, conduisent ensuite à une évaluation globale de l'habitat à l'échelle biogéographique selon un principe de précaution, avec quatre catégories possibles : favorable (FV), défavorable inadéquat (U1), défavorable mauvais (U2) ou inconnu (XX).

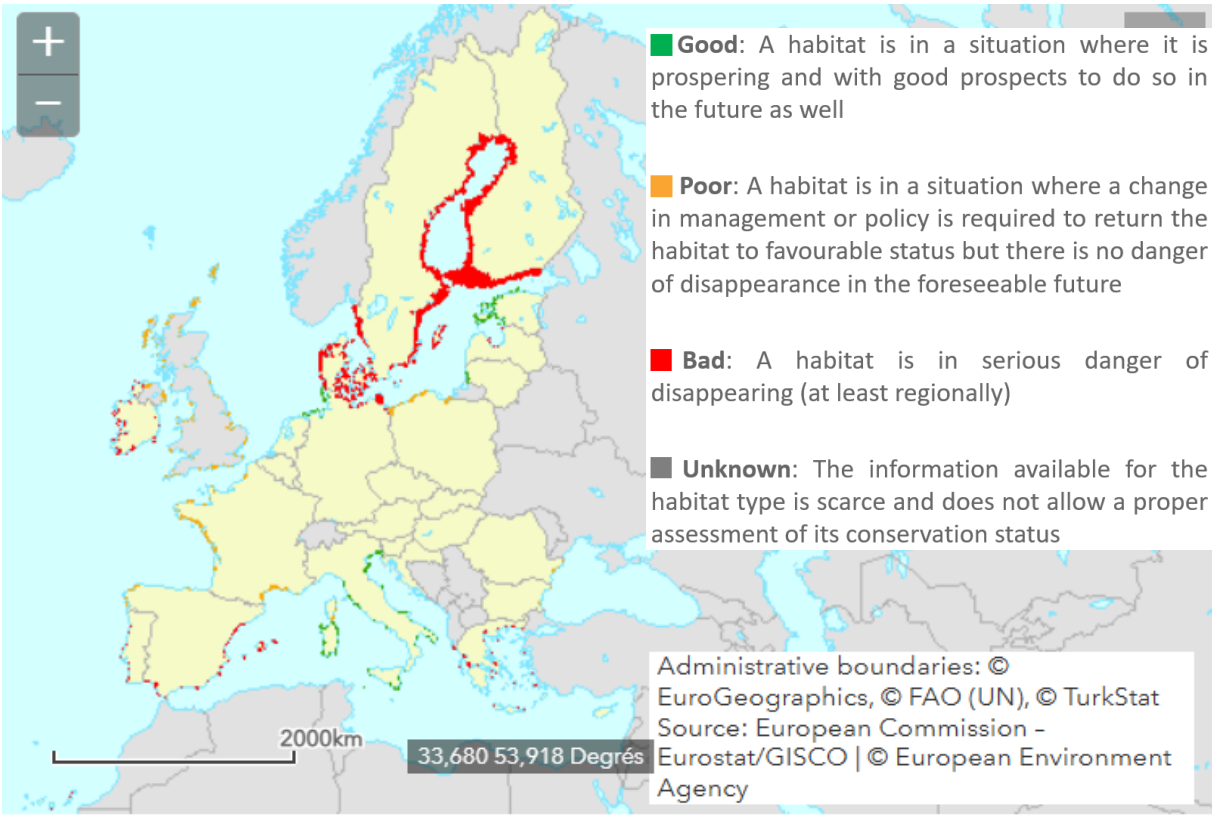

Figure 15. Evaluation de l'EC de l'HIC 1150* à l'échelle biogéographique sur la période 2013-2018 par pays en Europe - eunis.eea.europa / Habitats reports.

À l'échelle du site Natura 2000, l'évaluation constitue un outil de gestion permettant de décrire plus finement les composantes de l'habitat, de mettre en évidence les facteurs de dégradation et de fixer des objectifs dans le DOCOB. Le rapportage s'effectue également à deux niveaux : tous les six ans à l'échelle biogéographique (article 17 de la DHFF), constituant un macro-indicateur à l'échelle européenne, et chaque année à l'échelle du site, via la mise à jour du Formulaire Standard de Données (FSD).

Afin de renforcer l'évaluation à l'échelle biogéographique, il serait pertinent de repérer les données issues de l'évaluation à l'échelle site Natura 2000 pouvant être directement exploitées, ou d'établir des correspondances plus systématiques entre les deux niveaux (Tab I). L'importance des évaluations menées à l'échelle des sites Natura 2000 au regard de l'évaluation biogéographique est fonction de la proportion de l'habitat Lagunes côtières dans le réseau Natura 2000. En Méditerranée française, le réseau Natura 2000 (zones spéciales de conservation) couvre actuellement plus de 75% de la distribution des Lagunes côtières d'après la dernière évaluation de 2025, renforçant ainsi l'importance des évaluations Natura 2000 et leur agrégation pour l'évaluation biogéographique.

Tableau I. Contribution des indicateurs de l'évaluation à l'échelle du site Natura 2000 (dont les indicateurs prioritaires signalés par un astérisque *) aux paramètres de l'évaluation à l'échelle biogéographique. Indiqué par une coche verte (✓), les correspondances effectivement établies lors de la dernière évaluation (2025). Indiqué par un carré orange (■), la correspondance qu'il serait souhaitable d'établir pour les évaluations futures, si une mise en relation plus opérationnelle est définie.

Indicateur de la méthode d'évaluation à l'échelle du site Natura 2000	**Paramètre de l'évaluation de l'EC à l'échelle biogéographique**			
	Aire de répartition	Surface occupée	Structure et fonctionnement	Perspectives futures
I01* « *Surface de l'habitat* »	✓	✓	■	
I02* « *Macrophytes* »			✓	
I03 « *Surface des herbiers* »			■	
I04 « *EVEE* »			✓	✓
I05 « *Invertébrés benthiques* »			✓	
I06 « *EAEE* »			✓	✓
I07* « *Connectivité à la mer* »			■	■
I08* « *Nature des berges* »			■	■
I09* « *Fonctionnement hydrologique* »			■	■
I10* « *Colonne d'eau* »			■	✓
I11 « *Contaminants chimiques* »			■	✓
I12* « *Sédiments* »			■	

Les données acquises dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation à l'échelle du site Natura 2000 doivent faire l'objet d'une restitution standardisée. Cette restitution peut prendre la forme de fiches à compléter par les gestionnaires à l'issue de la mise en œuvre des indicateurs (des prototypes de fiches de saisie des résultats ont été conçus par le PRLM en ce sens). Il conviendrait de déterminer la structure/institution la plus à même de formaliser et compiler les résultats des évaluations réalisées dans le cadre de la DCE et de la DHFF. Suite à cela, une mise en correspondance avec les 4 paramètres pris en compte dans l'évaluation à l'échelle biogéographique pourrait être formulée permettant ainsi au(x) rédacteur(s) de tenir compte des résultats acquis sur la période d'étude.

La compilation de l'ensemble de ces données permettrait d'une part (i) de constituer un appui à la gestion locale et (ii) d'offrir une vision globale de l'état de conservation de l'habitat 1150*, nécessaire à l'évaluation biogéographique.

6. Suggestions de hiérarchisation de la mise à jour des indicateurs

L'éventuelle révision des indicateurs peut être hiérarchisée en fonction de l'importance de l'indicateur (les indicateurs dits « prioritaires » selon la méthode sont signalés par un astérisque *) au sein de l'évaluation et des dysfonctionnements identifiés lors du déploiement de la méthode. Les propositions suivantes sont listées par ordre de priorité décroissant, estimé avec un rappel général des propositions développées précédemment.

Priorité +

1) L'indicateur 09* « *Fonctionnement hydrologique* » est très certainement une priorité à revoir. Il conviendrait de modifier son statut d'indicateur afin qu'il soit déployé en amont de l'évaluation, permettant d'identifier les pièces d'eau représentatives et de constituer un support pour l'évaluation et la compréhension du système.

2) Les modalités d'évaluation de l'indicateur 07* « *Connectivité à la mer* » peuvent être clarifiées ou adaptées. Par ailleurs, il convient soit de définir un protocole spécifique pour les lagunes temporaires, soit, à défaut, de limiter l'application de l'indicateur aux seules lagunes permanentes.

3) Le protocole de l'indicateur 01* « *Surface de l'habitat* » développé par Oswatte-Liyanage (2021) et Guelmami *et al.* (en préparation) doit être inscrit dans la méthode et le classeur technique et pérennisé à l'échelle méditerranéenne française.

4) L'indicateur 02a* « *Macrophytes en lagunes permanentes marinisées* » doit être adapté aux petites lagunes (< 50 ha) par la révision des seuils, espèces de référence et l'éventuel ajout de nouveaux paramètres, tout en intégrant un suivi annuel et des mesures comme la turbidité. Le protocole d'échantillonnage doit rester simple et opérationnel, avec des stations de référence définies après une phase exploratoire et un suivi régulier adapté aux moyens disponibles.

5) Lors de la mise en place de l'indicateur 02c* « *Macrophytes en lagunes temporaires* », il convient de tenir compte des périodes d'exondation et d'inondation des lagunes temporaires. Une analyse et un développement d'autres protocoles spécifiques aux lagunes temporaires doit être envisagé.

6) L'indicateur 10* « *Colonne d'eau* » doit distinguer les lagunes naturellement confinées des lagunes marinisées, et proposer des seuils adaptés aux lagunes oligo/mésohalines et temporaires, ainsi qu'un protocole d'échantillonnage renforcé par un suivi saisonnier. Il est aussi recommandé de mener des analyses mutualisées entre sites et

d'ajouter la chlorophylle a aux paramètres de suivi pour mieux intégrer la dynamique du phytoplancton.

i3 7) Les critères de « surface potentiellement colonisable » de l'indicateur 03 « *Surface des herbiers* » doivent être définis tenant compte du substrat et des conditions locales. Il est nécessaire d'intégrer dans le protocole de l'utilisation d'outils de télédétection et de faire coïncider les campagnes de terrain avec le passage des satellites dont seront extraites les photographies. L'usage de drones peut également représenter un complément pertinent.

i5 8) L'indicateur 05 « *Invertébrés benthiques* » doit être intégralement revu, puisqu'il n'a pas été possible de le déployer en l'état. Un protocole simplifié pourrait être défini.

i8 9) L'indicateur 08* « Nature des berges » doit intégrer des relevés floristiques, l'utilisation d'images infra-rouges, et des précisions sur les catégories doivent être apportées.

manentes peu salées » et 11 « *Contaminants chimiques* » ne doivent faire l'objet que de modifications mineures. L'indicateur 02b* « Macrophytes en lagunes permanentes peu salées », doit être adapté pour ne pas pénaliser les lagunes à forte variabilité inter- ou intra-annuelle, avec une mise à jour des espèces de référence. Le protocole d'échantillonnage doit préciser le nombre de stations adaptées aux lagunes de 50 à 100 ha. Le calendrier des campagnes de terrain de l'indicateur 11 « Contaminants chimiques » doivent être adaptées et la liste des contaminants chimiques à rechercher peut être actualisée. Un protocole spécifique aux lagunes temporaires ainsi qu'un protocole simplifié permettraient d'élargir l'évaluation des contaminants chimiques.

i11

i4 11) Les propositions concernant les indicateurs 04 « *EVEE* », indicateur 06 « *EAEE* » et indicateur 12* « *Sédiments* » sont mineures. Concernant les espèces exotiques envahissantes, il est à prévoir une actualisation des listes d'espèces. Il est recommandé de collecter des données sur les lagunes temporaires afin de permettre l'étude et l'évaluation des sédiments dans ces milieux.

i6

i12

12) La mise en place d'indicateurs supplémentaires étant contraignante et requérant un temps et des moyens considérables, il est recommandé de mettre à jour les indicateurs déjà présents dans la méthode dans un premier temps.

Priorité -

7. Bibliographie

Alary S., 2023. Élaboration de protocoles de suivis des lagunes temporaires méditerranéennes concernant leurs fonctionnements hydrologiques et trophiques, et leurs liens avec le développement de macrophytes. Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur agronome, option Biodiversité Eau Sol Climat Évaluation Environnementale, L'Institut Agro Montpellier, 62 p.

Aliaume C., Darnaude A., Certain G., Derolez V., Ouisse V., 2019. Synthèse bibliographique sur les bio-indicateurs « poissons » des eaux de transition dans le contexte DCE. Projet INPOLAG. 39 p.

Barbier E.B., Hacker S.D., Kennedy C., Koch E.W., Stier A.C., Silliman B.R., 2011. The Value Of Estuarine And Coastal Ecosystem Services. Ecological Monographs 81, 169-193.

Barré N., Garrido M., Reira L., Lombardini K., Mauclert V., Lepareur F., 2020. 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. Rapport UMS PatriNat - Muséum national d'Histoire naturelle. Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 70 p.

Bettoni C., 2022. Suivi de la macrofaune benthique et évaluation de l'état écologique des milieux lagunaires des anciens salins du delta de Camargue. Mémoire de fin d'étude, Master Gestion de l'Environnement - Parcours GEMAREC, Université de Lorraine. 40 p + annexes.

Boureux E., 2024. Evaluation de l'état de conservation de l'HIC « Lagune côtière méditerranéenne » (UE 1150*) sur deux sites Natura 2000. Mémoire de fin d'étude, Master Sciences de la Mer et du Littoral - Parcours Expertise et Gestion de l'Environnement Littoral, Université de Bretagne Occidentale. 88 p + annexes.

Carriere A., Reynaud N., Argillier C., Gay A., Baudoin J.M., 2022. Méthode d'évaluation de l'hydromorphologie lacustre et de son altération. INRAE.

Chambaud F., Simonnot J.L., 2018. Guide technique du SDAGE - Délimiter l'espace de bon fonctionnement des zones humides. Comité de bassin Rhône Méditerranée, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 36 p + annexes.

Costanza R., D'arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., Oneill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van Den Belt M., 1997. The Value Of The World's Ecosystem Services And Natural Capital. Nature, 387,253-260.

de Bettignies T., La Riviere M., Delavenne J., Dupre S., Gaudillat V., Janson A.-L., Lepareur F., Michez N., Paquignon G., Schmitt A., De Roton G. & Toison V., 2021. Interprétation française des Habitats d'Intérêt Communautaire marins. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris, 58 p.

Delavenne J., de Bettignies T., 2023. Évaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000. Guide méthodologique. Patrinat – OFB/ MNHN/CNRS/IRD, 41 p.

Derolez V., Bec B., Munaron D., Fiandrino A., Pete R., Simier M., Souchu P., Laugier T., Aliaume C., Malet N., 2019. Recovery trajectories following the reduction of urban nutrient inputs along the eutrophication gradient in French Mediterranean lagoons. Ocean & Coastal Management, 171, 1-10.

Derolez V., Navarro F., Malet N., Bec B., Simier M.,. Baragatti M, Bernard I., 2025. Hydrologie et phytoplancton des lagunes méditerranéennes sous pression du changement climatique (2001-2022) (Projet HYPHEAT'Lag). 91 p.

Faure K., Latron M., 2021. Analyse des indicateurs proposés pour les lagunes temporaires dans la méthode d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Lagunes côtières » (UE 1150*) au regard des résultats du PRA lagunes temporaires méditerranéennes. Note du Conservatoire Botanique National Méditerranéen, 3 p.

Garrido M., Penelle P., Ligorini V., Malet N., Pasqualini V., 2025. Évaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 1150* « Lagunes côtières » : région Corse. Indicateurs déployés dans le cadre du Life Marha et résultats pour aller vers une gestion durable et adaptée des lagunes en Corse. Rapp. de l'Office de l'Environnement de la Corse/Life Marha, 104 p.

Geppi E., Riera R., Colodro I., Perez-Ruzafa Á., 2023. Small but key to nature conservation : Small packed communities in a small lagoon from a biodiversity hotspot. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 295, 108546.

Grillas P., Derolez, V., Bec, B., Ximenes, M. C., Giraud A., 2016. Adaptation des grilles DCE de qualité nutriments et phytoplancton (abondance et biomasse) pour les lagunes oligo et mésohalines. Rapp. d'étude, 42 p.

Grillas P., Hilaire S., Fontès H., Bec B., 2018. Campagne de surveillance 2017 de l'état DCE des lagunes méditerranéennes oligo-et mésohalines françaises pour la physico-chimie, le phytoplancton et les macrophytes. Consolidation de l'indicateur macrophytes Bilan des résultats 2017. Institut de recherche de la Tour du Valat ; Agence de l'eau Rhône-MéditerranéeCorse. [Rapport de recherche, 79p.

Guelorget O., Perthuisot J.P., 1984. Indicateurs biologiques et diagnose écologique dans le domaine paralique. Bulletin d'écologie, 15(1), 67-76.

IFREMER, 2018. Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE. 275 p.

i-Sea, 2023. Méthode d'évaluation de l'état de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*) - Etude cartographique mutualisée « Surface des herbiers » (indicateur n°3), Rapp. d'étude, Office Français de la Biodiversité, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 72p.

Kjerfve B., 1994. Coastal lagoon processes. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Lacoste E., Boyé A., Blanchet-Aurigny A., Desroy N., Auby I., Bajjouk T., Bourdier C. , Cimiterra N. , Cordier C., Curd A., Derrien L., Foucault E., Gaffet J.D., Ganthy F. , Rigouin L., Rollet C., Soissons L., , Tancray A., Ouisse, V., 2025. Regional and local variability in the morphometric traits of two emblematic seagrass species (Zostera marina and Zostera noltei) along the French coast. Peer Community Journal, 5.

Latron M., Faure K., Allies A., Massart P., Alric R., Papuga G., 2021. Plan régional d'actions en faveur des lagunes temporaires méditerranéennes. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Tour du Valat. 172 p.

Latron M., Allies A., Argagnon O., Bosc N., Faure K., Fontes H., Grillas P., Molinas J., De Witt R., Papuga G., 2022. Mediterranean Temporary Lagoon : Proposal For A Definition Of This Endangered Habitat To Improve Its Conservation. Journal For Nature Conservation, vol. 68, 126193.

Le Fur Ines (2018). Rôle des macrophytes dans la restauration des milieux lagunaires : successions écologiques. Université de Montpellier. 210p.

Lefebvre G., Davranche A., Willm L., Campagna J., Redmond L., Merle C., Guelmami A., Poulin B., 2019. Introducing WIW for Detecting the Presence of Water in Wetlands with Landsat and Sentinel Satellites. Remote Sensing 11:2210.

Lepareur F., Bertrand S., Morin E., Le Floc'h M., Barré N., Garrido M., Riera L., Mauclert V., 2018. État de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*), Méthode d'évaluation à l'échelle du site - Guide d'application (Version 2). Rapport UMS PatriNat, MNHN, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 73p.

Ligorini V., Crayol E., Huneau F., Garel E., Malet N., Garrido M., Simon L., Cecchi P., Pasqualini V., 2023. Small Mediterranean coastal lagoons under threats: hydro-ecological disturbances and local anthropogenic pressures (size matters). Estuaries and Coasts. 46(8), 2220-2243.

Malet N., Garrido M., Pasqualini V., Ligorini V., Connes C., Munaron D., Gonzalez J.L., 2023. Diagnostic écologique de la lagune de Santa Ghjulia - Etat vis-à-vis de l'eutrophisation et de la contamination de la colonne d'eau. 61 p.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer, 2010 - Plan National d'action en faveur des zones humides. 28 p.

Morant D., Perennou C., Camacho A., 2021. Assessment of the Pressure Level over Lentic Waterbodies through the Estimation of Land Uses in the Catchment and HydroMorphological Alterations: The LUPLES Method. Applied Sciences 11(4), 1633.

Newton A., Icely J., Cristina S., Brito A., Cardoso A.C., Colijn F., Riva S.D., Gertz F., Hansen J.W., Holmer M., Ivanova K., Leppäkoski E., Canu D.M., Mocenni C., Mudge S., Murray N., Pejrup M., Razinkovas A., Reizopoulou S., Pérez-Ruzafa A., Schernewski G., Schubert H., Carr L., Solidoro C., Viaroli P., Zaldívar J.M., 2014. An overview of ecological status, vulnerability and futures perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 140, 95-122.

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, 2012. Enjeux et perspectives des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, France. 72 p.

Ouisse Vincent, Aliaume Catherine, Amilhat Elsa, Badts Vincent, Bourdeix Jean-Herve, Cheret Isabelle, Cimiterra Nicolas, Darnaude Audrey, Derolez Valerie, Faliex Elisabeth, Jada ud Angelique, Laugier Thierry, Metral Luisa, Millot Jade, Motte Marie, Nicolas Delphine, Orozco Lu cie, Schull Quentin, Simier Monique, Simon Gaël, Vaz Sandrine, Villeneuve Remi, Violette Herve, C ertain Gregoire (2023). Développement d'un indicateur poissons en lagune adapté au contexte français – Projet INPOLAG. Rapport final. Ifremer, 71 p + annexes.

Oswatte Liyanage P., 2021. Suivi spatiotemporel des eaux de surface dans les lagunes côtières méditerranéennes (France). Rapp. Stage, Université de Paris, 36 p + annexes.

Perennou, C., Guelmami, A., Alleaume, S., Molnar, N., Isenmann, M., Porteret, J., 2014. RhoMéO Axe B. 83p.

Perthuisot J. P., Guelorget O., 1992. Morphologie, organisation hydrologique, hydro-chimie et sédimentologie des bassins paraliques. Vie et Milieu/Life & Environment, 93-109.

PRLM, 2022a. Groupe de travail sur le déploiement de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*), organisé par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM) en visioconférence le 16 mai 2022.

PRLM, 2022b. Groupe de travail sur le déploiement de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*), organisé par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM) en visioconférence le 26 août 2022.

PRLM, 2024. Groupe de travail sur le déploiement de la méthode d'évaluation de l'état de conservation des « Lagunes côtières » d'intérêt communautaire (UE 1150*), organisé par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM) en visioconférence le 22 mai 2024.

PRLM, 2025. Compte-rendu de la réunion de restitution de l'enquête sur l'évaluation de l'état de conservation de l'HIC 1150*« Lagunes côtières» et les perspectives futures, organisée par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes (PRLM) en visioconférence le 11 mars 2025.

Union 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*. Journal officiel des Communautés européennes, L 206, 7–50.

Veret L., 2024. Evaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 1150* « Lagunes côtières méditerranéennes » (1150*-2) à l'échelle du site Natura 2000 « Camargue ». Rapp. stage, Master 1 Biodiversité Ecologie Evolution – Parcours Gestion de l'Environnement, Université Grenoble Alpes, 53 p + annexes.

Zacharko E., 2022. Mise en œuvre de l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « lagunes côtières méditerranéennes » sur la zone spéciale de conservation de Petite Camargue. Rapport de stage Master GIEBioTe, Université de Montpellier, 83 p.