



Évaluation de l'état de conservation de l'HIC (UE 1150*) « Lagunes côtières » du site N2000 Camargue : indicateur I02 macrophytes



Novembre
2023



HUGO FONTES
Tour du valat,
13200 le Sambuc, Arles
Courriel : fontes@tourduvalat.org

NICOLAS BOREL CONSULTANT
2 rue Rémi Belleau
34 070 Montpellier
Mobile : 06 65 33 99 92
Courriel : nicoborel@hotmail.com
Site internet :
<http://www.nbconsultant.fr/>

Sommaire

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
II. Méthodologie	3
<i>II.1. Méthodologie appliquée</i>	3
<i>II.2. Organisation de la mission</i>	4
<i>II.3. Contraintes de terrain et adaptations de la méthode</i>	5
II.3.1. Contraintes de terrain	5
II.3.2. Adaptation de la méthode	6
III. Résultats et discussions	6
<i>III.1. Lagunes temporaires</i>	6
<i>III.2. Lagunes marinisées</i>	15
IV. Conclusion	22
V. Bibliographie	23

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Comme toutes les zones humides littorales, les lagunes sont en proie à diverses pressions anthropiques (agricoles, touristiques, industrielles, urbaines) et au changement climatique. Leur état écologique (au sens de la directive cadre sur l'eau) est très largement mauvais sur la façade méditerranéenne française. Les lagunes méditerranéennes sont soumises à des phénomènes d'eutrophisation d'origine anthropique, notamment en raison de leur confinement, des apports d'eaux chargées en nutriments issues de l'activité agricole du bassin versant et de rejets d'eau polluée parfois encore insuffisamment traitée dans les stations d'épuration. Ces phénomènes d'eutrophisation combinés à l'utilisation de pesticides en agriculture sont connus pour causer le déclin des phanérogames dans les lagunes, au profit d'une prolifération de macroalgues opportunistes et/ou de phytoplancton (Le Fur 2018). Si la mise en place de la directive cadre sur l'eau (DCE) a entraîné la réalisation de suivis de l'état écologique des masses d'eau concernées depuis plus d'une décennie, la directive habitat faune, flore (DHFF) ne s'est dotée que très récemment de méthodes d'évaluations de l'état de conservation des habitats lagunaires d'intérêt communautaire. Ces méthodes sont largement inspirées des méthodes DCE, sauf en ce qui concerne les lagunes temporaires, non prises en compte dans la DCE.

L'évaluation de l'état de conservation à l'intérieur des sites Natura 2000 est une obligation dans le droit français (article R.414-11 du Code de l'environnement). Pour faciliter le travail des opérateurs et permettre une future comparaison et mutualisation des données entre les sites, l'UMS PatriNat a été chargée par le ministère en charge de l'écologie de mettre en place des méthodes standardisées au niveau français pour évaluer l'état de conservation de tous les habitats d'intérêt communautaire. Le Pôle-relais lagunes méditerranéennes accompagne les animateurs et gestionnaires de sites NATURA 2000 dans l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat 1150* « Lagunes côtières » avec la méthode parue en 2019 (Lepareur et al. 2019) et le classeur de fiches techniques paru fin 2020 (Barré et al. 2020) en appui à la mise en œuvre opérationnelle.

L'objectif de la présente étude, coordonnée par le Pôle-relais lagunes méditerranéennes, financée par la Dreal PACA, est d'évaluer l'état de conservation d'un échantillon de lagunes du site Natura 2000 « Camargue » selon l'indicateur « Macrophytes ». Cet indicateur se base sur les communautés macrophytiques des lagunes et utilise :

- la structure des communautés végétales (abondance, composition et diversité floristique), qui renseigne sur le fonctionnement de la masse d'eau,
- la persistance dans le temps des espèces caractéristiques de l'habitat.

Sur le long terme, la mesure de cet indicateur pourra permettre d'avoir une vision de la trajectoire écologique des lagunes suivies.

L'habitat 1150* dans le site Natural 2000 « Camargue »

L'habitat 1150* occupe 20 630 ha, soit 27% de la surface de la ZSC Camargue terrestre et 47% de la surface d'habitats d'intérêt communautaire de la partie terrestre du site (FSD consulté en mars 2023 <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR9301592/tab/habitats>). Cet habitat revêt donc une importance toute particulière pour le site « Camargue » et possède également une responsabilité élevée dans la conservation de cet habitat à l'échelle de la façade méditerranéenne. Le DOCOB Camargue classe d'ailleurs les lagunes en enjeu très fort de conservation et fixe l'objectif « OC 3 – Préserver et améliorer l'état de conservation des habitats lagunaires (1150* - Lagunes côtières) » en priorité très forte.



Carte 1 : localisation des lagunes étudiées. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

Zone d'étude

Du fait de la très grande étendue de l'habitat sur le site, un échantillon de 11 sites a été sélectionné sur le site NATURA 2000 « Camargue » : anse de Carteau, Dame, Lion, Monro, Impérial, Malagroy, Evêque, Brasinvert, Icard et les lagunes temporaires de la RNN de Camargue : Mornès, Cassieu et Baisse des flamands (Figure ci-dessous). Ces lagunes sont variées en termes de surface (quelques dizaines de mètres carrés à 1480 ha), de salinité (< et > à 18 ppt), de propriétaires/gestionnaires (PNRC, RNNC, CD13), de distance et connexion à la mer et de localisation sur le site. Elles ont également été sélectionnées car elles ne sont pas concernées par le suivi DCE (comme le Vaccarès et la Grande Palun par exemple) ou le suivi des lagunes des étangs et marais des salins de Camargue (Beauduc, Rascaillan, Briscon, etc.) dans le cadre du plan de gestion. Elles sont donc particulièrement méconnues sur le plan floristique. Enfin, les lagunes pour lesquelles un accès et des possibilités de gestion sont envisageables ont été privilégiées, au détriment des terrains privés sur lesquelles aucune mesure ne peut être envisagée.

II. Méthodologie

II.1. Méthodologie appliquée

Le protocole d'acquisition des données, afin d'évaluer l'état de conservation de l'habitat 1150*, a suivi le classeur technique d'évaluation de l'état de conservation de l'habitat (Barré et al. 2020). Les fiches indicateurs i2a, i2b et i2c ont servi de base à l'application de la méthode sur le terrain pour les trois types de lagunes échantillonnées : temporaire, permanente marinisée, permanente peu salée.

Les données ont été saisies dans les fiches dédiées, qui ont permis le calcul de l'indicateur d'état de conservation selon leur type. La valeur de l'indicateur « macrophytes » est alors calculée pour chaque relevé, une valeur moyenne à l'échelle de la pièce d'eau est également calculée.

II.2. Organisation de la mission

L'acquisition des données de terrain a été réalisée par deux botanistes afin de pouvoir couvrir l'intégralité des lagunes sélectionnées en 2022 et 2023 :

- Hugo Fontes : ingénieur de recherche en écologie végétale à la Tour du Valat.
- Nicolas Borel : botaniste en bureau d'étude.

Ces deux botanistes spécialisés en macrophytes et characées ont également été accompagnés par Nicolas Cimiterra et Timothé Quillot (IFREMER de Sète) au cours de deux sessions de détermination afin de pouvoir renseigner les espèces d'algues présentes dans les relevés de terrain.

Plusieurs partenaires et gestionnaires de milieux naturels camarguais ont accompagné, participé ou ont accepté d'ouvrir leur site pour la récolte des données et s'en voient ici remerciés :

- Réserve naturelle nationale de Camargue : François Lescuyer et Emmanuelle Migne.
- Conseil départemental des Bouches-du-Rhône : Stéphanie Bertrand.
- Parc naturel régional de Camargue : Laetitia Poulet.

La période de prospection des différents types de lagunes a été déterminante pour la bonne acquisition des données. Les lagunes temporaires ont été prospectées tôt en avril-mai, les lagunes permanentes et marinisées ont été prospectées en juin-juillet.

Tableau 1 : dates de passage par type de lagune et par secteur

Type de lagune	Secteur	Botaniste	Date de passage
Lagune temporaire	Mornès	Nicolas Borel	24, 25, 26 avril 2022
Lagune temporaire	Baisse des Flamands	Nicolas Borel	17 mai 2022
Lagune temporaire	Cassieu	Nicolas Borel	18 mai 2022
Lagune temporaire	Brasinvert	Hugo Fontes	12 avril 2022
Lagune marinisée	Monro	Nicolas Borel	15 et 16 Juin 2022
Lagune marinisée	Monro	Hugo Fontes	1 juillet 2022
Lagune marinisée	Malagroy	Hugo Fontes et Nicolas Borel	14 juin 2022
Lagune marinisée	Impérial	Hugo Fontes	27 juin 2022
Lagune marinisée	Anse de Carteau	Hugo Fontes et Nicolas Borel	24 juin 2022
Lagune marinisée	Dame et Lion	Hugo Fontes	27 et 28 juillet 2022
Lagune permanentes peu salées	Icard	Hugo Fontes	27 juin 2023
Lagune temporaire	Evêque	Hugo Fontes	31 mai 2023

L'accès à la lagune des Launes a fait l'objet d'un refus de la part de la Mairie des Saintes-Maries-de-la-Mer en 2022 et 2023. Cette lagune a donc été retirée de l'étude.

II.3. Contraintes du terrain et adaptations de la méthode

II.3.1. Contraintes de terrain

Accessibilité des sites :

La principale contrainte a bien sûr été de pouvoir accéder à la lagune. Cette accessibilité est tout d'abord conditionnée à la propriété de celle-ci qui dans certains cas peut être un frein important et nécessiter des échanges administratifs conséquents avant de pouvoir les prospecter. Le temps d'approche physique est également important que ce soit par piste puis ensuite à pied à travers des immensités de sansouïres ou même en bateau à moteur ou en barque à fond plat. Enfin, la pénétrabilité de la lagune elle-même peut freiner fortement l'avancée : prospection en chaussure de rivière, en botte, en waders, en canoë et en masque et tuba avec parfois la nécessité de prendre tout le matériel car les niveaux d'eau et la quantité de vase peuvent être très variables sur une même lagune (cas de Malagroy, Anse de Carteau).



Photo 1 : Prospections de la lagune de Carteau, juin 2022. H. FONTES

Toutes ces contraintes expliquent en grande partie le faible nombre de relevés effectués sur une seule journée, qui sont souvent d'une dizaine.

Sécheresse de 2022 et 2023 :

Les conditions climatiques de 2022 et 2023 ont été très clairement un paramètre qui a engendré une contrainte pour la réalisation des relevés de terrain, tout particulièrement pour les lagunes temporaires.

En effet, pour le cas spécifique des lagunes temporaires, la sécheresse qui a débuté dès l'hiver 2021/2022 a induit un assec des petites lagunes les moins profondes et les macrophytes n'ont donc pas germé ou sont mortes après avoir germé. Même si au cours du printemps certaines pluies ont permis de recharger en eau la lagune, les macrophytes ne s'y sont pas développées. Cela a été particulièrement le cas sur la Réserve naturelle nationale de Camargue où des lagunes contenant historiquement des macrophytes et en eau au moment de la prospection étaient dépourvues de macrophytes. Paradoxalement, on a observé des macrophytes dans d'autres petites lagunes distantes de quelques dizaines de mètres. On peut imaginer que les deux lagunes scrupuleusement identiques en terme de conditions abiotiques avaient juste une différence de profondeur de l'ordre de quelques centimètres, ce qui a juste suffi à maintenir la lagune en eau pendant la sécheresse et donc à éviter la mortalité des germinations.

Pour le cas des lagunes permanentes, la sécheresse a eu un effet différent en induisant potentiellement une diminution des niveaux d'eau et une augmentation de la salinité (cas de Monro et Malagroy), limitant ou empêchant le développement des macrophytes. L'évaporation précoce de l'eau a également pu entraîner de plus fortes variations de la température (températures plus chaudes en journée notamment) et augmenter le

niveau trophique des lagunes par concentration des nutriments, favorisant ainsi le développement des algues filamenteuses (principalement *Cladophora vagabunda*). Toutefois, rien n'indique que les conditions environnementales de ces lagunes soient plus favorables aux macrophytes de références les années de plus fortes précipitations.

La baisse de l'Evêque

La baisse de l'Evêque est un pièce d'eau considérée comme permanente dans le cadre du Life Marha. Cette lagune est en réalité alimentée en eau de manière plus ou moins chaotique par les précipitations et les entrées marines. Elle connaît des assec répétés et prolongés, notamment en été. En 2023, elle a été prospectée fin mai, alors que l'indice WIW (water in wetlands) l'indiquait comme très majoritairement en eau (hydropériode 2018-2020). Elle était alors très majoritairement sèche et les inventaires se sont alors concentrés sur les secteurs encore en eau.

II.3.2. Adaptation de la méthode

La méthodologie a été appliquée sur le terrain sans problème d'adaptation. Le renseignement de l'information *hétérogène/homogène* n'a cependant pas été renseigné car il est impossible à évaluer en cas d'eaux turbides (fréquent) et reste difficile à apprécier objectivement sur le terrain de manière générale. Cette information ne rentre pas dans le calcul des indicateurs et n'a donc pas d'effet sur les résultats.

III. Résultats et discussions

III.1. Lagunes temporaires

Lagunes de Mornès, Cassieu et baisse des Flamands :

Vingt-neuf pièces d'eau ont été prospectées et 68 relevés y ont été réalisés au total. La moitié des lagunes visitées ne présentaient pas de macrophytes lors des prospections de terrain (22% des relevés). Cette situation est imputable à la sécheresse exceptionnelle de 2022 et entraîne une sous-évaluation de l'abondance en macrophytes vis-à-vis d'une année aux plus fortes précipitations.

Dans tous les cas, on note l'absence systématique d'espèces indicatrices de dégradation ce qui est un indicateur fort et tangible. A l'inverse, les quelques lagunes temporaires qui permettent le développement de macrophytes montrent des macrophytes indicatrices de bon état de conservation. L'ensemble des relevés est donc interprété comme en bon état de conservation. Cette évaluation, bien que pas conduite dans les conditions optimales de développement des communautés, reflète bien l'absence de dégradation notable de ces lagunes endoréiques.



Photo 1 : Lagune sur Cassieu, mai 2022. N. BOREL.

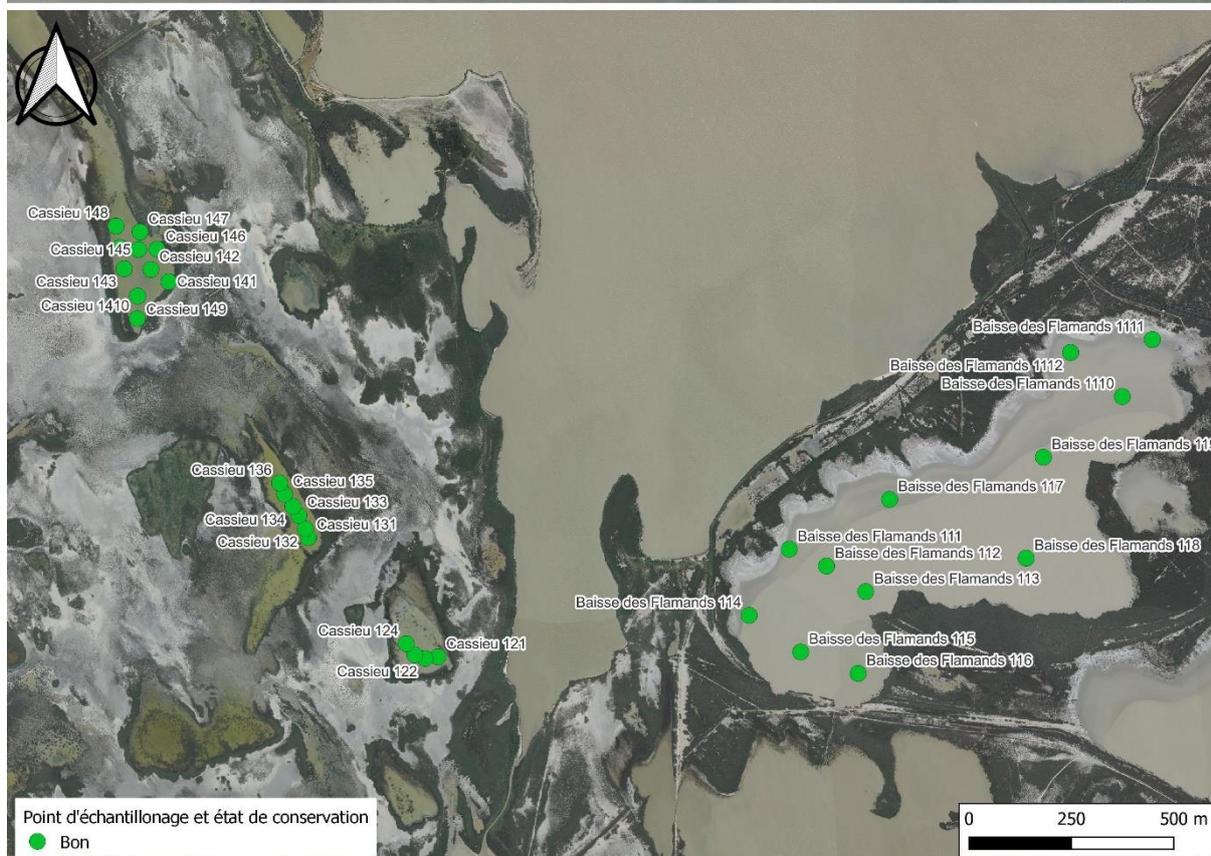
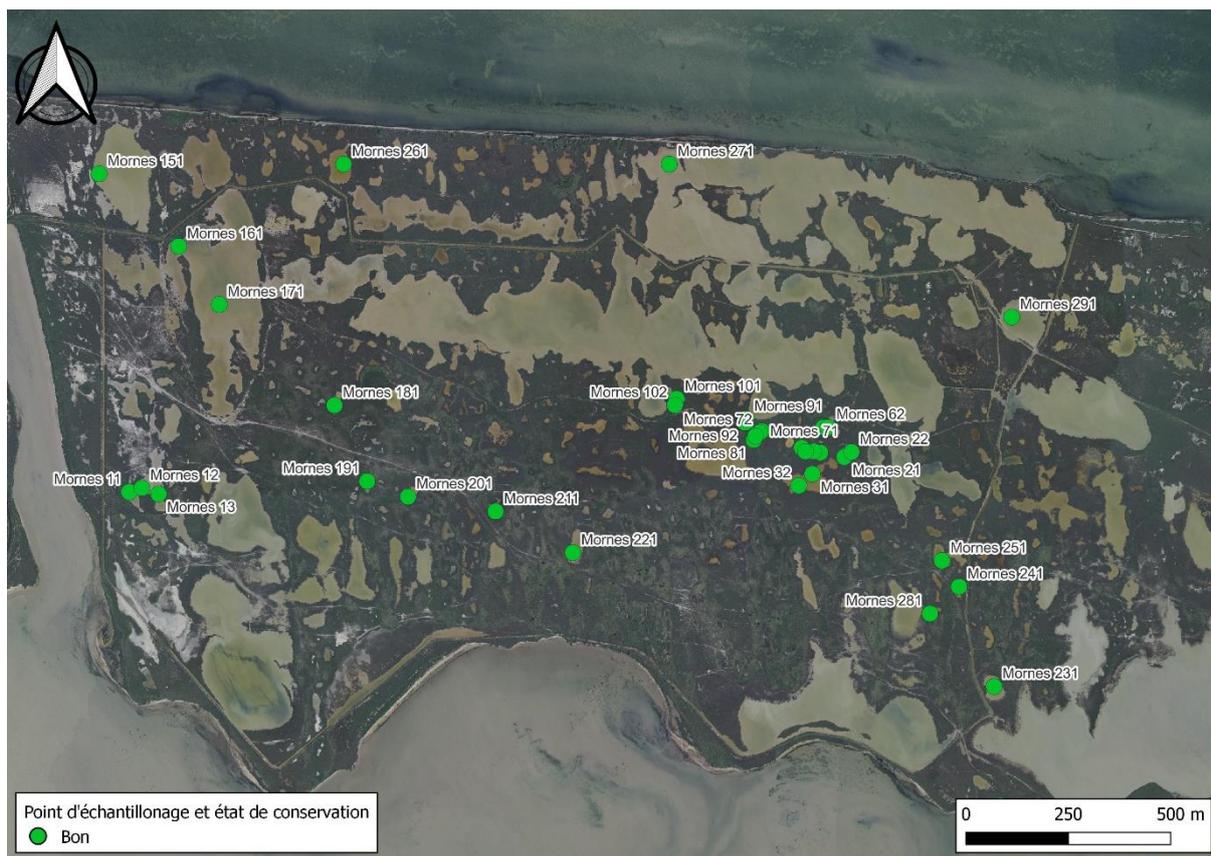
Tableau 1 : évaluation des lagunes temporaires de Mornès, Cassieu et baisse des Flamands. RD : recouvrement en espèces indicatrices de dégradation, RR : recouvrement en espèces de références

Relevé	RD (%)	RR (%)	Note	Etat de la lagune
Mornès 11	0	15	0	Bon
Mornès 12	0	20	0	
Mornès 13	0	15	0	
Mornès 21	0	10	0	Bon
Mornès 22	0	10	0	
Mornès 31	0	1	0	Bon
Mornès 32	0	1	0	
Mornès 41	0	1	0	Bon
Mornès 42	0	1	0	
Mornès 51	0	10	0	Bon
Mornès 52	0	10	0	
Mornès 61	0	5	0	Bon
Mornès 62	0	5	0	
Mornès 71	0	30	0	Bon
Mornès 72	0	35	0	
Mornès 81	0	1	0	Bon
Mornès 82	0	1	0	
Mornès 91	0	30	0	Bon
Mornès 92	0	30	0	
Mornès 101	0	15	0	Bon
Mornès 102	0	15	0	
Mornès 151	0	0	0	Bon
Mornès 161	0	0	0	Bon
Mornès 171	0	0	0	Bon
Mornès 181	0	0	0	Bon
Mornès 191	0	0	0	Bon
Mornès 201	0	0	0	Bon

Relevé	RD (%)	RR (%)	Note	Etat de la lagune
Mornès 211	0	0	0	Bon
Mornès 221	0	0	0	Bon
Mornès 231	0	0	0	Bon
Mornès 241	0	0	0	Bon
Mornès 251	0	0	0	Bon
Mornès 261	0	0	0	Bon
Mornès 271	0	0	0	Bon
Mornès 281	0	0	0	Bon
Mornès 291	0	0	0	Bon
Baisse des Flamands 111	0	21	0	Bon
Baisse des Flamands 112	0	10	0	
Baisse des Flamands 113	0	31	0	
Baisse des Flamands 114	0	21	0	
Baisse des Flamands 115	0	5	0	
Baisse des Flamands 116	0	31	0	
Baisse des Flamands 117	0	21	0	
Baisse des Flamands 118	0	10	0	
Baisse des Flamands 119	0	21	0	
Baisse des Flamands 1110	0	31	0	
Baisse des Flamands 1111	0	21	0	
Baisse des Flamands 1112	0	41	0	
Cassieu 121	0	30	0	Bon
Cassieu 122	0	30	0	
Cassieu 123	0	15	0	
Cassieu 124	0	15	0	
Cassieu 131	0	15	0	Bon
Cassieu 132	0	20	0	
Cassieu 133	0	25	0	
Cassieu 134	0	20	0	
Cassieu 135	0	20	0	
Cassieu 136	0	25	0	
Cassieu 141	0	41	0	Bon
Cassieu 142	0	20	0	

Evaluation de l'état de conservation de l'HIC (UE 1150*) Lagunes côtières du site N2000 Camargue

Relevé	RD (%)	RR (%)	Note	Etat de la lagune
Cassieu 143	0	34	0	
Cassieu 144	0	36	0	
Cassieu 145	0	41	0	
Cassieu 146	0	25	0	
Cassieu 147	0	41	0	
Cassieu 148	0	35	0	
Cassieu 149	0	51	0	
Cassieu 1410	0	36	0	



Carte 2 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation des Lagunes de Mornès, Cassieu et de la baisse des Flamands. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

Lagunes de Brasinvert



Photo 2 : Lagune de Brasinvert, avril 2022. H. FONTES.



Photo 4 : Petite lagune temporaire à Brasinvert, dominée par *Althenia filiformis* et *Ruppia maritima*, deux espèces de références des lagunes temporaires, avril 2022. H. FONTES.

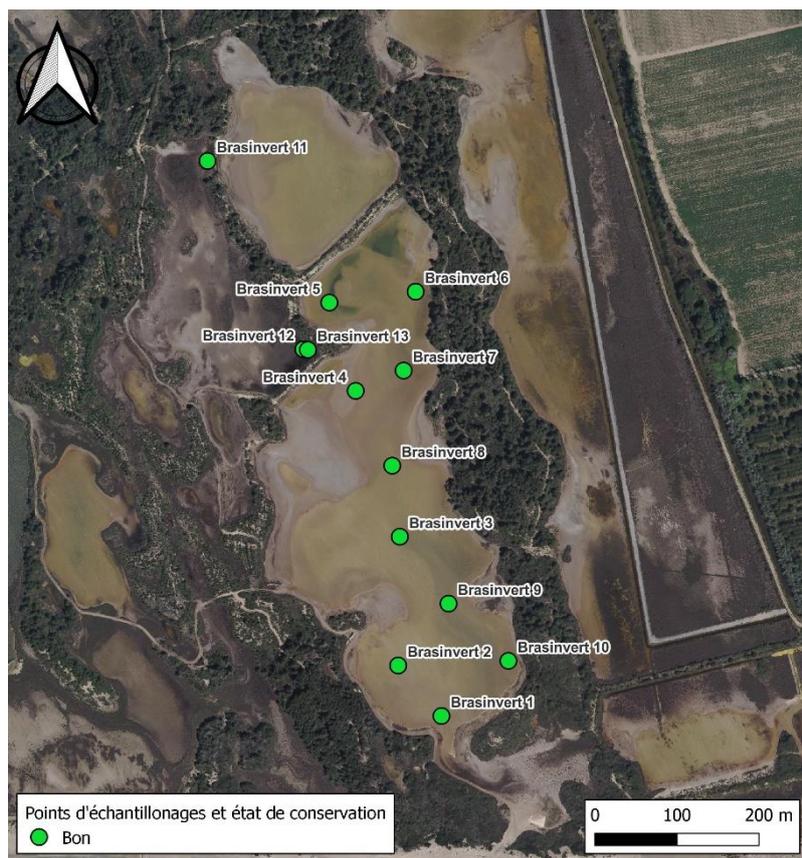
Trois pièces d'eau ont été évaluées à Brasinvert. Une de grande surface (16 ha) et deux petites (quelques dizaines de m²). La pièce d'eau principale a fait l'objet de 10 relevés dont seulement deux ont permis de relever la présence d'une espèce de macrophyte (*Althenia filiformis*) pour un très faible recouvrement (1% et 10%). La

lagune a été prospectée sans découverte d'autres stations de macrophytes. En l'absence d'espèces indicatrices de dégradation, la lagune est jugée en bon état. Les salinités en avril sont de 40 PSU environ, ce qui ne permet pas d'expliquer la si faible abondance en macrophytes. Les salinités de l'eau à l'automne et à l'hiver pourraient être mesurées pour vérifier si les conditions de germination des macrophytes potentiels (*Althenia filiformis*, *Ruppia maritima*, *Riella helicophylla*, *Tolypella salina*, *Lamprothamnium papulosum*) sont favorables ou non.

Les deux petites pièces d'eau au nord-ouest accueillent d'importantes populations de plusieurs macrophytes indicateurs de bon état de conservation des lagunes temporaires : *Althenia filiformis*, *Ruppia maritima*, *Riella helicophylla*. L'absence de macrophytes indicateurs de mauvais état de conservation et le recouvrement important d'espèces de références permettent de considérer ces deux pièces d'eau en bon état de conservation. Les salinités de ces pièces d'eau sont d'une trentaine (PSU), situation favorable pour le développement des macrophytes de références pour les lagunes temporaires.

Tableau 2 : évaluation des lagunes de Brasinvert. RD : recouvrement en espèces indicatrice de dégradation, RR : recouvrement en espèces de références

Relevé	RD (%)	RR (%)	Note	Etat de la lagune
Brasinvert 1	0	0	0	Bon
Brasinvert 2	0	0	0	
Brasinvert 3	0	0	0	
Brasinvert 4	0	0	0	
Brasinvert 5	0	0	0	
Brasinvert 6	0	10	0	
Brasinvert 7	0	1	0	
Brasinvert 8	0	0	0	
Brasinvert 9	0	0	0	
Brasinvert 10	0	0	0	
Brasinvert 11	0	100	0	Bon
Brasinvert 12	0	100	0	Bon
Brasinvert 13	0	100	0	



Carte 3 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation des Lagunes de Brasinvert. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

Le bon état systématique des pièces d'eau qui ne possèdent aucun macrophyte pose question. L'absence de macrophyte peut être liée à des conditions naturelles défavorables (salinité, turbidité, etc.) et non à une dégradation d'origine anthropique. Pour cette raison, le système de notation de l'indicateur « macrophyte » est pertinent. Toutefois il n'est pas évident de distinguer les causes naturelles des causes anthropiques qui expliquent l'absence de macrophyte. Définir un seuil de recouvrement par les macrophytes pour permettre l'utilisation de cet indicateur est alors une option à envisager, comme cela est fait pour les lagunes permanentes.

Baisse de l'Evêque

La baisse de l'Evêque est une lagune temporaire aux mises en eau plutôt chaotiques, alimentée par les précipitations mais également les entrées marines. Sa salinité en avril 2023 variait de 70 à 80 psu alors que les niveaux d'eaux étaient au plus bas. Selon les années et les saisons cette salinité doit être nettement moins élevée, permettant le développement d'herbiers dominés par *Ruppia cirrhosa* (vastes surfaces d'herbiers à sec lors des prospections), mais également largement occupés par des algues rouges (*Chondrilla capilaris* et *Gracillaria dura* notamment) sous influence de la mer ou par des algues vertes filamenteuses (*Cladophora vagabunda*). La partie ouest apparaît en bon état avec une dominance de *Ruppia cirrhosa* et de très faible recouvrement en algues vertes filamenteuses. À l'inverse l'est de la baisse est dominé par des algues vertes filamenteuses. Cette partie est reliée à un canal situé de l'autre côté de la piste à l'est, où les algues filamenteuses sont très abondantes. La qualité de l'eau de ce canal et ses connexions avec la lagune pourraient influencer l'état de l'habitat et seraient

à investiguer. Ce mauvais état est probablement accentué par le confinement de la pièce d'eau cette année et la baisse précoce du niveau de l'eau

Tableau 3 : évaluation de la Baisse de l'Eveque. RD : recouvrement en espèces indicatrice de dégradation, RR : recouvrement en espèces de références

Relevé	RD (%)	RR (%)	Note	Etat de la lagune
81	15	<1	-40	Moyen
82	35	<1	-40	
83	<1	50	0	
84	<1	20	0	
85	<1	5	0	
86	80	0	-40	
87	30	20	-40	
88	25	10	-40	
89	20	<1	-40	
90	30	<1	-40	
91	25	<1	-40	



Carte 4 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation de la Baisse de l'Eveque. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

III.2. Lagunes marinisées

Lagunes de Monro, Malagroy, Impérial, Dame et Lion :

Toutes ces lagunes ont une évaluation similaire à savoir que tous les échantillonnages réalisés et évaluables (recouvrement total de la végétation > 5%) présentent un EQR_{mac} inférieur à 0.2, indiquant un état dégradé. Toutes ces lagunes sont interdépendantes et liées entre elles en faisant le lien entre l'étang du Vaccarès et la Mer Méditerranée. Il est à noter qu'aucun herbier de Zostère ou de Ruppie n'a été détecté en parcourant l'intégralité de ces lagunes alors que le suivi réalisé par la Réserve naturelle nationale de Camargue en a noté, en quantité assez faible toutefois, sur le Vaccarès la même année. Ces cinq lagunes présentent des salinités croissantes, 60 à 90 PSU pour Monro, plus de 90 PSU pour Malagroy, les Impériaux, Dame et Lion. Ces salinités très élevées limitent, voire empêchent la germination et le développement des macrophytes. L'absence d'herbiers de phanérogames induit nécessairement ici des états de conservation jugés mauvais. Il est à noter que des espèces indicatrices de dégradation sont présentes mais n'ont que rarement des abondances importantes dans les relevés. Le taux de salinité important doit également être limitant pour ces espèces. Les lagunes du système Vaccarès sont donc globalement en mauvais état concernant l'indicateur macrophytes, comme le Vaccarès lui-même en 2021 (Bouchoucha et al. 2019).



Photo 3 : Algues filamenteuses sur la lagune de Monro, Juillet 2022. H. FONTES

Tableau 4 : détail de l'évaluation par relevés pour les lagunes de Monro, Malagroy, Impérial, Dame et Lion

Relevé	Valeur de l'indicateur (EQR _{mac})	Evaluation	Etat de la lagune
Dame T18	NE	NE	NE
Dame T19	NE	NE	
Dame T20	NE	NE	

Relevé	Valeur de l'indicateur (EQRmac)	Evaluation	Etat de la lagune
Impérial 1	NE	NE	Mauvais (EQRmac moyen = 0,01)
Impérial 2	NE	NE	
Impérial 3	NE	NE	
Impérial 4	NE	NE	
Impérial 5	NE	NE	
Impérial 6	0,01	Mauvais	
Impérial 7	0,01	Mauvais	
Impérial 8	NE	NE	
Impérial 9	0,05		
Impérial 10	NE	NE	
Lion P14	NE	NE	NE
Lion P16	NE	NE	
Lion Q12	NE	NE	
Lion Q13	NE	NE	
Lion Q14	NE	NE	
Lion Q15	NE	NE	
Lion Q16	NE	NE	
Lion Q17	NE	NE	Mauvais (EQRmac moyen = 0,085)
Malagroy 1	NE	NE	
Malagroy 2	0,07	Mauvais	
Malagroy 3	0,1	Mauvais	
Malagroy 4	NE	NE	
Malagroy 5	NE	NE	
Malagroy 6	NE	NE	
Malagroy 7	NE	NE	
Malagroy 8	NE	NE	Mauvais (EQRmac moyen = 0,06)
Monro 1	0,07	Mauvais	
Monro 2	0,1	Mauvais	
Monro 3	0,09	Mauvais	
Monro 4	0,02	Mauvais	
Monro 5	0,07	Mauvais	

Relevé	Valeur de l'indicateur (EQRmac)	Evaluation	Etat de la lagune
Monro 6	0,01	Mauvais	
Monro 7	0,04	Mauvais	
Monro 8	0,09	Mauvais	
Monro 9	0,07	Mauvais	
Monro 10	0,09	Mauvais	
Monro 11	0,05	Mauvais	
Monro 12	0,04	Mauvais	
Monro 13	0,09	Mauvais	
Monro 14	0,07	Mauvais	
Monro 15	0,04	Mauvais	
Monro 16	0,1	Mauvais	
Monro 17	0,04	Mauvais	
Monro 18	0,09	Mauvais	
Monro 19	0,05	Mauvais	
Monro 20	0,01	Mauvais	
Monro 21	0,06	Mauvais	
Monro 22	0,05	Mauvais	
Monro 23	NE	NE	
Monro 24	NE	NE	



Carte 5 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation pour les lagunes de Monro, Malagroy, Impérial, Dame et Lion. NE : Non évaluable au regard des trop faibles recouvrements en macrophytes (<5%). Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

Anse de Carreau :

La salinité mesurée est celle classiquement présente en Mer Méditerranée entre 37,5 et 38,5 PSU. La richesse spécifique mesurée est importante avec les cortèges les plus riches qui ont été enregistrés sur l'ensemble de la mission (treize espèces sur un relevé et vingt espèces au total sur les onze relevés effectués). Cette richesse s'explique du fait du caractère véritablement marinisé de l'anse de Carreau qui offre une niche écologique favorable pour de nombreuses espèces marines et lagunaires (température et salinité assez stable). Il est à noter que la majorité des phanérogames potentielles y sont présentes (*Cymodocea nodosa*, *Ruppia cirrhosa*, *Zostera marina* et *Zostera noltei*). Neuf des onze relevés montrent des EQR_{mac} allant de 0.64 à 0.97, soit des placettes dont l'état de conservation est jugé très bon à bon. Cela est dû aux forts recouvrements en espèces de références (*Zostera noltei* et *Acetabularia acetabulum* notamment). Deux relevés montrent de faibles recouvrements en espèces de références au profit d'espèces indicatrices de mauvais état, comme *Cladophora spp.* et *Chaetomorpha spp.* et sont jugées en état moyen ou médiocre (respectivement placettes 6 et 10). L'EQR_{mac} moyen de l'anse de Carreau est de 0.71, la lagune est donc jugée en bon état de conservation, malgré l'existence de secteurs considérés comme dégradés. Cette situation peut être due à une altération du substrat (passage de bateau ou d'encre) qui aurait mécaniquement altéré le recouvrement des espèces de références. Les apports d'eau du Rhône, chargés en substances organiques azotés, pourrait également favoriser des proliférations d'algues vertes filamenteuses.

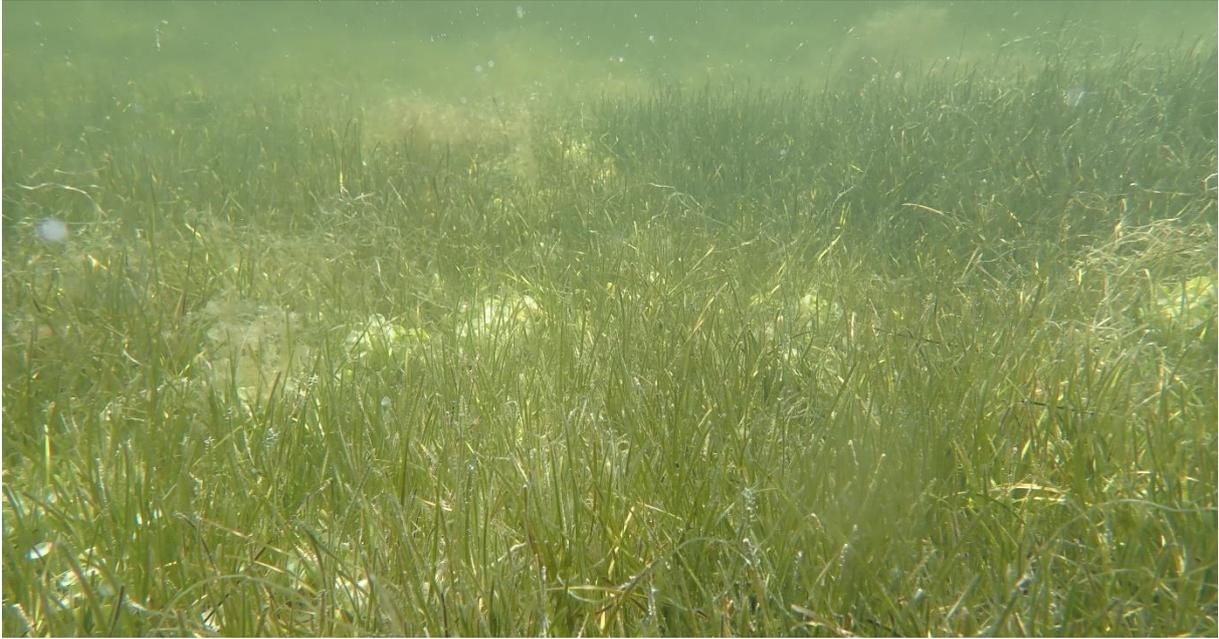


Photo 4 : herbier de *Zostera noltei* dans l'anse de Carteau, juin 2022. H. FONTES



Photo 5 : *Lamprothamnium papulosum* et *Acetabularia acetabulum* dans l'anse de Carteau, deux espèces de références des lagunes marinisées, juin 2022. H. FONTES

Tableau 5 : détail de l'évaluation par relevés pour la lagune de Carteau

Relevé	Valeur de l'indicateur (EQR _{mac})	Evaluation	Etat de la lagune
Carteau 1	0,97	Très bon	Bon (EQR _{mac} moyen = 0,71)
Carteau 2	0,64	Bon	
Carteau 3	0,92	Très bon	
Carteau 4	0,73	Bon	
Carteau 5	0,89	Très bon	
Carteau 6	0,5	Moyen	
Carteau 7	0,66	Bon	
Carteau 8	0,76	Bon	
Carteau 9	0,64	Bon	
Carteau 10	0,34	Médiocre	
Carteau 11	0,84	Très bon	



Carte 6 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation pour la lagune de Carteau. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

III.3. Lagunes permanentes peu salées

Icard

La lagune d'Icard est une pièce d'eau séparé de la mer par un cordon dunaire et connecté au Rhône via un canal. Elle possède donc une salinité faible (autour de 5 psu), pouvant fluctuer selon l'hydrodynamisme du Petit Rhône et de la mer. Cette lagune est dominée par un herbier à Potamot pectiné *Potamogeton pectinatus* plus ou moins dense (recouvrement de 5 à plus de 80% sur les 10 points échantillonnés). On y retrouve également la Ruppie spiralé *Ruppia cirrhosa* en faible abondance, et essentiellement sur les bordures ouest et sud, à l'opposé de la connexion de la pièce d'eau avec le Rhône. Une algue filamenteuse du genre *Spirogyra* y a également été observé dans des recouvrement faibles à nul (16% au maximum sur les 10 points échantillonnés). Cette espèce est une algue des eaux douces à faiblement saumâtres indicatrice de forts niveaux trophiques. On la retrouve majoritairement dans la partie est de la lagune, qui est plus directement connecté avec le Rhône. Sur les dix points échantillonnés, huit sont considérés en bon état de conservation et deux en état moyen. Ce bon état général de la lagune s'explique en particulier par la très faible abondance de macrophytes indicateur de mauvais état de conservation. Aussi, la grille d'évaluation des lagunes permanentes peu salées fait intervenir la turbidité d'origine minérale dans son système de notation. C'est une information difficile et couteuse à obtenir qui fait défaut ici. Au vue de la forte turbidité de la lagune et de la couleur grise de l'eau (probablement en lien avec la remise en suspension du sédiment par le vent) et non verte (phytoplancton), nous avons supposé que la turbidité d'origine minérale était importante. Ceci remonte la note des stations 1, 7 et 8 de médiocre à bon. Le faible recouvrement en potamot de ces secteurs serait donc plus à imputer à une forte turbidité d'origine naturelle qu'à une eutrophisation de l'eau. Cette interprétation reste toutefois contestable et le bon état de la lagune à considérer avec prudence. En effet, le potamot pectiné constitue la principale espèce de cette lagune, c'est une espèce tolérante à des niveaux trophiques élevés. Si l'état est ici jugé bon, il peut encore être significativement amélioré, notamment en limitant le confinement hydraulique de la pièce d'eau. Enfin, une reconexion avec la mer s'est déjà produit et pourrait à nouveau survenir. Cette situation entrainerait une forte salinisation de la lagune et très probablement l'effondrement du Potamot pectiné. Ceci conduirait dans un premier temps à une dégradation de la note d'état de conservation, mais la meilleure circulation de l'eau, la diminution de la turbidité minérale (floculation des argiles sous l'effet de la salinité) et le développement d'espèces plus halophiles (*Ruppia cirrhosa*, algues rouges & brunes) devrait permettre d'améliorer l'état de conservation de la lagune, qui passerait alors dans la catégorie des lagunes marinisées.

Tableau 6 : détail de l'évaluation par relevés pour la lagune d'Icards

Relevé	G1, 2 et 3 (%)	<i>P. pectinatus</i> (%)	G4 et 5 (%)	Evaluation	Etat de la lagune
Icard 1	5,3	5,3		Bon	Bon
Icard 2	66	59,3		Bon	
Icard 3	54,6	54,6		Bon	
Icard 4	43	43		Bon	
Icard 5	60	60		Bon	
Icard 6	82	82	16,6	Moyen	
Icard 7	10	10	1,3	Bon	
Icard 8	18,6	18,6	4	Bon	
Icard 9	65,3	65,3		Moyen	
Icard 10	26	26	5,3	Bon	



Carte 7 : Echantillonnage et résultats de l'évaluation pour la lagune de Icard. Source : Nicolas Borel Consultant, Tour du Valat, IGN, BDOrtho 2017.

IV. Conclusion

L'ensemble des lagunes du système Vaccarès (Monro, Impérial, Malagroy, Dame et Lion) possède un mauvais état de conservation lorsque les macrophytes sont suffisamment abondants pour permettre une évaluation. Les fortes salinités de ces lagunes fortement confinées peuvent expliquer l'absence de macrophytes de références. La qualité des eaux pourrait également bien être en cause mais nous ne disposons pas d'informations permettant de conclure sur ce point. La lagune de Carteau possède un bon état de conservation et représente en Camargue une lagune de référence du point de vue des communautés de macrophytes. Elle est également singulière de par son ouverture sur la mer, qui explique en partie son meilleur état que les pièces d'eau plus confinées. Néanmoins, sa situation reste à surveiller en lien avec l'influence des apports d'eau issue du Rhône et les pollutions issues de l'activité industrielle du grand port autonome de Marseille qui pourrait dégrader la qualité de l'eau et par conséquent l'état de conservation des communautés de macrophytes.

La lagune d'Icard, seule lagune permanente peu salée étudiée ici est considéré en bon état, elle possède cependant une flore pauvre et dominée par le potamot pectiné. On pourrait donc viser, en dépit de sa bonne évaluation, une amélioration de son état de conservation à l'avenir.

Les petites pièces d'eaux temporaires évaluées montrent un bon état de conservation du fait de l'absence de macrophytes indicateurs de dégradation. L'absence ou les faibles abondances en macrophytes de références

s'expliquent probablement par les conditions naturellement défavorables à leur expression (salinité de l'eau, assec précoce notamment), facteurs liés au contexte météorologique de l'année 2022. Ces lagunes temporaires sont des écosystèmes endoréiques, ou occasionnellement connectés à la mer (Brasinvert) exempt de dégradation anthropique.

V. Bibliographie

Barré N., Garrido M., Riera L., Lombardini K., Mauclert V., Lepareur F., 2020. Etat de conservation des lagunes côtières d'intérêt communautaire (UE 1150*). Méthode d'évaluation à l'échelle du site - Guide d'application version 2. Annexe façade méditerranéenne. Rapport UMS PatriNat – Muséum national d'Histoire naturelle, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 81 p.

Bouchoucha M., Derolez V., Munaron D., Gonzalez JI., Cimiterra N., Tomasino C., 2019. Directive Cadre sur l'Eau. Bassin Rhône Méditerranée Corse - Année 2018

Le Fur I., 2018. Rôle des macrophytes dans la restauration des milieux lagunaires : successions écologiques. Biodiversité et Ecologie. Université Montpellier. MNT : 2018MONTG006. tel-01815977.

Lepareur F., Bertrand S., Morin E., Le Floc'h M., Barre 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, Muséum national d'Histoire naturelle, Pôle-relais lagunes méditerranéennes, 73p.