



L'HYDROMORPHOLOGIE DES LAGUNES

DANS LE CONTEXTE
DE LA DIRECTIVE CADRE
SUR L'EAU

Lagunes

SOMMAIRE

RESUME.....	2
1 L'hydromorphologie et l'état des lagunes.....	4
2 Un objectif ambitieux de restauration des lagunes.....	7
2.1 Un patrimoine exceptionnel.....	7
2.2 Un objectif qui concilie écologie et usages.....	7
2.3 Des milieux fortement impactés.....	7
3 Que sait-on de nouveau sur les lagunes depuis 2009 ?...	9
3.1 Pour évaluer l'état écologique, les méthodes doivent être adaptées à la salinité des lagunes.....	9
3.2 Les mesures de maîtrise des apports polluants directs ou indirects sont à privilégier.....	11
3.2.1 On ne démontre pas de lien fort et direct entre la qualité biologique et les descripteurs hydromorphologiques des lagunes.....	11
3.2.2 Les résultats montrent les liens forts entre la qualité biologique et les pressions polluantes issues des bassins versants et confirment la priorité donnée à la réduction de ces apports.....	12
3.2.3 Les mesures à double bénéfice « réduction des pollutions / restauration des habitats » sont à promouvoir dans le cadre de la mise en œuvre du programme de mesures.....	14
4 Comment caractériser et suivre les descripteurs physiques les plus structurants ?.....	16
5 Quelles données et produits disponibles ?.....	18
6 Quelles perspectives ?.....	18

Auteurs

Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse : Stéphane STROFFEK & Anaïs GIRAUD

Remerciements, pour leurs contributions et/ou expertise sur le sujet à Valérie Derolez et Annie Fiandrino (Ifremer), Pierre Boissery, Chantal Graille, Thomas Pelte, Lionel Navarro et Laurent Bourdin (Agence de l'eau).

Photo de couverture : Lagunes palavasiennes vues du ciel (crédit MEBOS). On visualise l'arrivée du Lez au Nord, le parcours du canal du Rhône à Sète traversant les lagunes et le grau du Prévost ouvrant à la mer.

RESUME

Les lagunes de Rhône Méditerranée et Corse sont des milieux particuliers, au fonctionnement complexe et particulièrement exposés aux pressions physiques et aux pollutions compte tenu de la forte anthropisation de leurs bassins versants.

Dans un contexte de changement climatique, la pérennité de ce type de milieu n'est pas garantie à moyen et long terme. En effet, leur localisation et de leur fonctionnement les rend particulièrement vulnérables aux effets attendus de ce phénomène. Les modèles climatiques nous annoncent un futur plus sec et plus chaud. Si le signal sur l'augmentation du niveau de la Méditerranée reste à consolider, on s'attend en revanche à une dégradation de la biodiversité par assèchement des zones humides et via des contraintes sur l'habitat des organismes aquatiques liées notamment au réchauffement des eaux.

Les aménagements situés sur les lidos des lagunes sont d'ores et déjà, pour certains, concernés par les impacts de l'érosion littorale.

Les enjeux de restauration sont forts et le chemin vers le « bon état » demandé par la DCE sera long ... Aussi, aucune piste ne doit être négligée car cet objectif est garant du bon fonctionnement des lagunes et de la pérennité des usages qui s'y exercent. Quatre études ont été conduites depuis 2009 sur l'ensemble des lagunes de Rhône Méditerranée et de Corse, dont les principaux résultats opérationnels sont présentés ici.

Les analyses du jeu de données homogène (biologiques, physicochimiques et hydromorphologiques acquises depuis 2006) disponible sur ces milieux confirment le rôle déterminant de la qualité de l'eau et des sédiments sur la biologie des lagunes. Deux axes se dégagent pour accélérer leur restauration :

- La réduction des apports polluants doit se poursuivre et s'accélérer sur les pollutions diffuses et dispersées.
- En complément, la mise en œuvre d'actions ciblées de restauration morphologique doit monter en puissance. Les mesures à double bénéfice « réduction des pollutions / restauration des habitats » sont à promouvoir dans le cadre de la mise en œuvre du programme de mesures. Il s'agit principalement de :
 - o la restauration morphologique des cours d'eau affluents pour favoriser l'abattement des flux arrivant aux lagunes,
 - o la restauration des zones adjacentes à ces lagunes qui jouent le rôle de filtre vis-à-vis des pollutions.

La préservation et la restauration des espaces naturels à la périphérie des lagunes constituent une mesure d'anticipation sur les effets du changement climatique à double titre : pour améliorer la résilience du milieu et pour éviter la maladaptation (investissement sur des aménagements voués à disparaître).

Ces travaux ont permis, en outre, de consolider la typologie en séparant les lagunes peu salées (oligo-mésahalines) des lagunes plus marinisées (poly-euhalines). Ceci permet d'évaluer des états et de fixer des objectifs plus conformes à la réalité écologique de ces milieux.

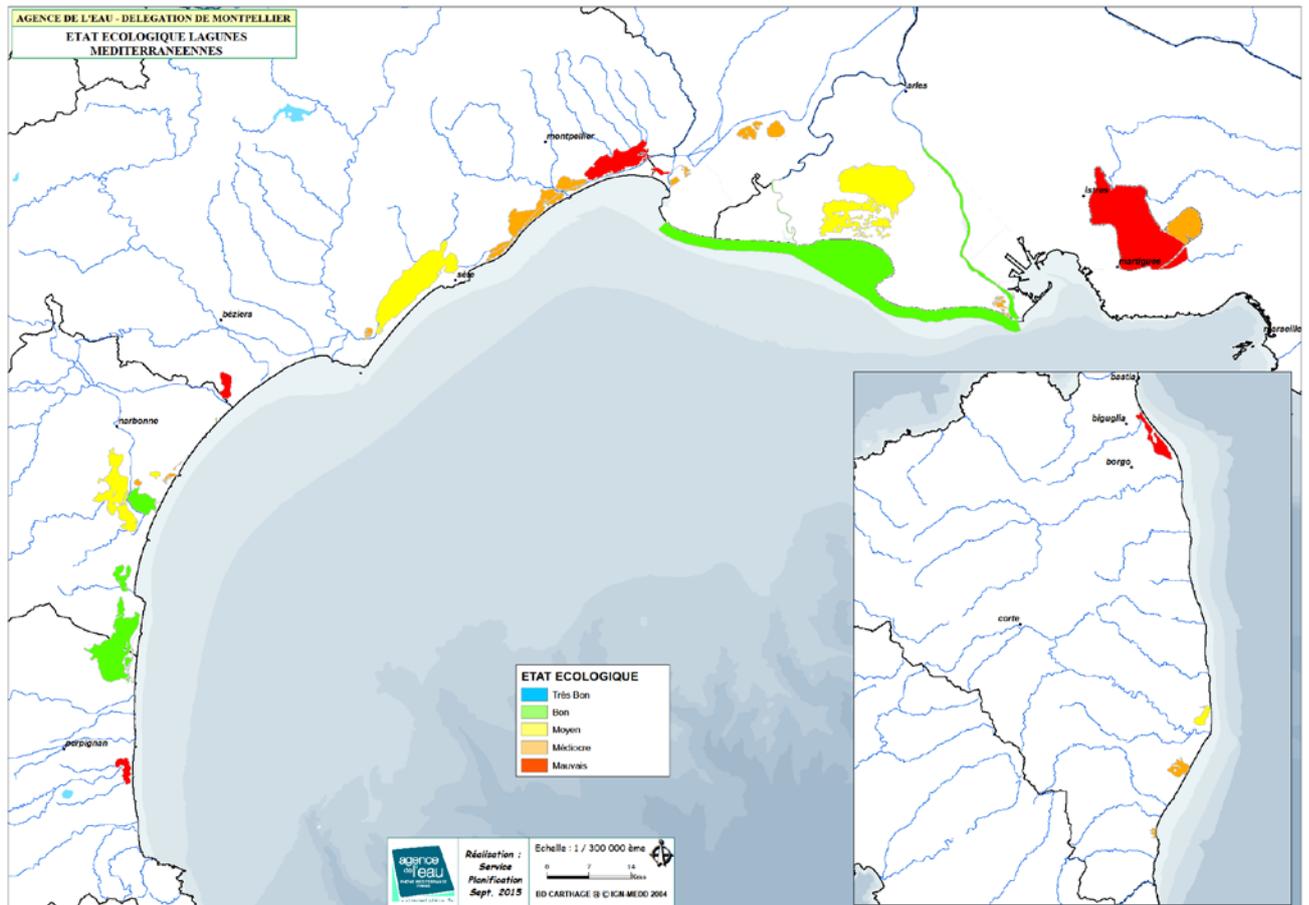
Les réflexions se poursuivent sur les habitats et les descripteurs biologiques. L'objectif est de disposer d'une vision plus intégrée de ces écosystèmes et de progresser sur l'évaluation de l'efficacité des actions engagées en termes de préservation et de restauration des lagunes.

Les lagunes méditerranéennes en quelques chiffres dans le cadre de la DCE et du SDAGE ...

Les lagunes constituent la grande majorité des masses d'eau dites « de transition ». On en compte 27 sur le bassin Rhône Méditerranée et 4 sur le bassin Corse. La majorité (87 %) présente un risque de non atteinte des objectifs environnementaux à l'horizon 2021.

La carte ci-dessous présente l'évaluation de l'état écologique de ces masses d'eau dans le cadre du SDAGE 2016-2021.

Figure 1. Carte d'état des eaux de transition sur les bassins Rhône Méditerranée et Corse



1 L'HYDROMORPHOLOGIE ET L'ÉTAT DES LAGUNES

La répartition géographique des organismes aquatiques vivants dans les lagunes (invertébrés, poissons, phytoplancton, macrophytes, ...) est liée :

- à des facteurs naturels : relief, géologie, climat, géochimie des eaux, etc. ; l'hydromorphologie naturelle a une influence structurante sur la biologie des milieux.
- à des facteurs influencés par les activités humaines : apports de polluants de diverses natures (matières organiques, azotées, phosphorées, métaux, micropolluants organiques, etc.), modifications des échanges avec la mer, anthropisation des berges et plus, largement des espaces riverains.

L'état écologique d'une lagune est défini par rapport à l'écart observé des communautés aquatiques et de la composition physico-chimique des eaux avec la situation de ces mêmes éléments dans des conditions non ou très peu perturbées par l'homme. Le bon état écologique correspond à un faible écart avec ces dernières conditions, appelées « conditions de référence ». Lorsque l'écart est moyen, plus sévère ou grave, la lagune est considérée en état écologique moyen, médiocre ou mauvais. L'état écologique est donc l'expression de l'incidence des pressions exercées par les activités humaines sur la biologie des lagunes méditerranéennes.

Toutes, hormis le cas particulier de l'étang de Vaine (partie Est de l'étang de Berre), doivent atteindre le bon état écologique et chimique en 2015. Si tel n'est pas le cas, il convient de justifier les raisons pour lesquelles l'objectif doit être reporté en 2021 ou 2027, voire abaissé à un niveau moins strict. L'inertie de réponse aux mesures de restauration de ces milieux naturellement confinés peut être invoquée. Dans tous les cas, les paramètres concernés par ces exemptions doivent être affichés et justifiés. Seul l'étang de Berre, en raison des modifications morphologiques lourdes qu'il a subi, a été désigné comme masse d'eau fortement modifiée (MEFM) ; l'objectif à atteindre dans ce cas, le bon potentiel, tient compte de l'impossibilité de restaurer de manière significative la morphologie de l'étang.

La DCE définit les éléments de qualité pour la classification de l'état écologique (extrait annexe 5) :

- Paramètres biologiques : Composition, abondance et biomasse du phytoplancton ; Composition et abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton), de la faune benthique invertébrée et de l'ichtyofaune

- Paramètres hydromorphologiques soutenant les paramètres biologiques : variation de la profondeur, quantité, structure et substrat du lit, structure de la zone intertidale

- Paramètres chimiques et physico-chimiques soutenant les paramètres biologiques

L'évaluation de l'atteinte du bon état écologique se fait sur les paramètres biologiques (grilles de qualité en cinq classes pour chaque paramètre : très bon, bon, moyen, médiocre ou mauvais). Le suivi porte aussi sur des paramètres hydromorphologiques ou physico-chimiques généraux. Ces paramètres interviennent en tant que paramètres complémentaires « supports » et permettent de préciser le diagnostic.

Les paramètres hydromorphologiques ne sont pas utilisés pour caractériser le bon état d'une masse d'eau ou ses états moins bon (moyen, médiocre ou mauvais).

Par contre, il est nécessaire de pouvoir expliquer en quoi les dégradations morphologiques peuvent influencer les résultats biologiques. Cette nuance nous a conduits à explorer le lien entre la qualité physique du milieu et la réponse biologique : la notion d'habitats est un élément essentiel de ce lien.

C'est en partant de ces principes de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE)¹, que l'agence de l'eau a engagé une réflexion sur la typologie et l'hydromorphologie des lagunes du bassin Rhône Méditerranée et du bassin de Corse :

- Quels sont les liens entre les descripteurs physiques et la biologie des lagunes ?
- Faut-il restaurer les habitats lagunaires pour atteindre le bon état ? Si oui, quelles sont les mesures à privilégier ?
- Quels sont les descripteurs physiques les plus structurants ? Comment les caractériser et suivre leur évolution ?
- Les masses d'eau sont-elles toutes soumises aux mêmes pressions hydromorphologiques ?

Autant de questions explorées au travers de 4 études conduite de 2006 à 2014² (Annexe 1) et dont les éléments de réponses sont présentés au travers de cette note du secrétariat technique SDAGE.

Les informations disponibles sur les lagunes des bassins Rhône –Méditerranée et Corse ont été utilisées pour ces études pour disposer d'un jeu de données le plus large possible. Les recommandations de la présente note concernent les lagunes du bassin Rhône-Méditerranée, mais peuvent être reprises pour les lagunes de Corse si elles sont jugées opportunes.



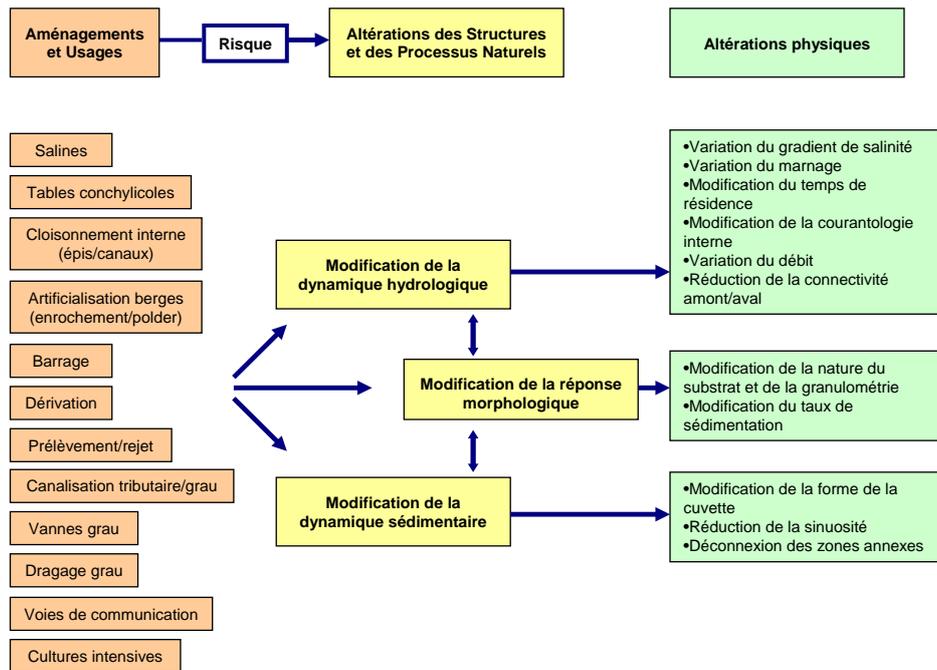
Lagunes palavasiennes vues du ciel (crédit MEBOS)

¹ Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (DCE) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

² Creoccean, 2008 – Asconit, 2009 – Aquascop, 2014 – Derolez & al., 2014

La figure ci-dessous présente la synthèse des pressions potentielles à l'origine de l'altération des paramètres hydromorphologiques dans les lagunes. Ce sont les altérations physiques les plus structurantes (en vert) que l'on va chercher à caractériser sur chaque lagune.

Figure 2. Synthèse des pressions potentielles à l'origine de l'altération des paramètres hydromorphologiques dans les lagunes. Source : Asconit, 2009



2 UN OBJECTIF AMBITIEUX DE RESTAURATION DES LAGUNES

2.1 UN PATRIMOINE EXCEPTIONNEL

Les lagunes littorales constituent un patrimoine naturel emblématique qui participe à l'image des côtes méditerranéennes (étangs de Thau, du Vaccarès, ...). Leur qualité paysagère et leur richesse écologique en font des pôles d'attraction :

- Pour la faune et la flore aquatiques (herbiers de zostères, hippocampes, anguilles), mais plus largement pour toutes les espèces qui fréquentent les lagunes à un moment ou à un autre de leur cycle de vie (flamants roses, laro-limicoles³) parce qu'elles y trouvent des aires de refuge et d'alimentation essentielles.
- Pour les usages de l'homme, économiques et non économiques, qui se sont développés dans ces milieux particuliers : pêche, conchyliculture, chasse, ornithologie, sports aquatiques, etc.

2.2 UN OBJECTIF QUI CONCILIE ECOLOGIE ET USAGES

Que ce soit pour des enjeux liés à la pérennité des usages nécessitant un milieu de bonne qualité ou liés à leur caractère patrimonial, la reconquête de la qualité des lagunes est une priorité, pour retrouver des lagunes en « bon état » :

- Le « bon état » correspond aux conditions permettant le bon fonctionnement des processus écologiques, en particulier la présence et le maintien des communautés aquatiques, floristiques et faunistiques. Ainsi le bon état assume un niveau d'activité humaine et garantit un certain équilibre entre activités et usages. C'est bien cet objectif qui est visé par la DCE pour l'ensemble des lagunes.
- Il est différent du « très bon état » qui suppose une absence totale, ou quasi-totale, d'altérations liées aux activités humaines. Seuls les facteurs naturels sont à l'origine de la variabilité observée des communautés aquatiques. Le très bon état n'est pas l'objectif poursuivi pour les lagunes⁴.

En résumé, dans une lagune en « bon état », la composition, la structure et la variabilité des communautés aquatiques sont contrôlées majoritairement par les facteurs naturels et nécessitent une maîtrise des facteurs anthropiques pour permettre à la lagune de bien fonctionner.

Au-delà des aspects écologiques aquatiques, le « bon état » est au service d'objectifs plus large :

- Pour les usages, il garantit une qualité de l'eau permettant la conchyliculture, la pêche, la baignade et loisirs nautiques.
- Pour l'environnement au sens large, il permet la protection des espèces et habitats associés aux lagunes (notamment objectifs de conservation du réseau Natura 2000).

2.3 DES MILIEUX FORTEMENT IMPACTES

La plupart des lagunes de Rhône Méditerranée et Corse sont situées sur des bassins versants particulièrement anthropisés : urbanisation des bassins versants, surfaces agricoles, gestion des apports d'eau douce (vannes, martelières, ...), présence de canaux, artificialisation des graus ...

Les apports polluants en nutriments, qui enrichissent les lagunes et sont à l'origine d'une eutrophisation excessive (dystrophie), et les apports en substances toxiques qui contaminent les eaux, les sédiments et les organismes vivants, sont un point de blocage majeur pour l'atteinte du bon état.

³ Sur les 33 espèces de laro-limicoles français (sternes, goélands, mouettes, échassiers, ...), 46 % dépendent quasi-exclusivement des lagunes et de leurs milieux environnants pour accomplir leur cycle de reproduction (source : Pôle Relais Lagunes)

⁴ Le très bon état peut être un objectif au titre de la « non dégradation » sur certains milieux aquatiques actuellement qualifiés en très bon état

Les altérations physiques peuvent constituer un "facteur aggravant" mais ne constituent pas le facteur principal, en l'état actuel de nos connaissances.

Le tableau ci-dessous précise les causes du risque de non atteinte des objectifs environnementaux (RNAOE) des eaux de transition du bassin Rhône Méditerranée.

Figure 3. Causes du risque de non atteinte des objectifs environnementaux (RNAOE) des eaux de transition du bassin Rhône Méditerranée. Source : Etat des lieux bassin Rhône Méditerranée, 2013

EAUX DE TRANSITION (27 masses d'eau)	% en RNAOE 2021	Effectif en RNAOE
Pollutions ponctuelles	74%	20
<i>Azote, phosphore, mat. organique</i>	74%	20
<i>Substances toxiques</i>	0%	0
Pollutions diffuses	89%	24
<i>Phosphore, azote ...</i>	59%	16
<i>Substances toxiques (pesticides)</i>	81%	22
Altération des échanges avec la mer <i>(artificialisation des graus)</i>	44%	12
Altérations de la morphologie des rives	56%	15
Autres pressions <i>(compétitions biologiques, loisirs aquatiques, pêche et conchyliculture)</i>	37%	10



Berges artificialisées de la lagune de Thau (crédit MEBOBS).

3 QUE SAIT-ON DE NOUVEAU SUR LES LAGUNES DEPUIS 2009 ?

La caractérisation des masses d'eau et des pressions qui les affectent s'est sensiblement améliorée : couverture spatiale et temporelle du monitoring, indicateurs biologiques et chimiques, flux de nutriments, hydromorphologie ... sont autant de sujets qui ont fait et font encore l'objet de travaux techniques et scientifiques.

Surveillance des lagunes et connaissance des pressions sont 2 leviers structurants pour évaluer correctement leur état et apprécier les efforts engagés pour les restaurer.

Les études réalisées sur l'hydromorphologie au sens large apportent des enseignements nouveaux sur deux volets complémentaires : la manière d'évaluer l'état des lagunes et les mesures de restauration à privilégier.

3.1 POUR EVALUER L'ETAT ECOLOGIQUE, LES METHODES DOIVENT ETRE ADAPTEES A LA SALINITE DES LAGUNES

Les méthodes biologiques pour évaluer la qualité des lagunes doivent être adaptées au niveau et aux variations de salinité des eaux, qui peuvent être très différents d'une lagune à l'autre.

Deux grandes catégories doivent être distinguées: les lagunes oligo-mésahalines⁵ (peu salées) d'une part et poly-euhalines (plus salées) d'autre part. Bien que pressenti depuis plusieurs années, ce besoin de distinction entre les deux types est désormais acté grâce aux études successives menées sur le sujet ; ces études étaient prévues dans le SDAGE 2010-2015⁶.

La distinction physique entre ces deux types, hors critères anthropiques, se fait sur le degré de communication avec la mer (présence de grau et de lido) ainsi que sur la surface des lagunes et de leur bassin versant (Figure 4).



Grau et lido au sud de la lagune de Thau-Canal du Midi (crédit MEBOS).

⁵ Les lagunes oligo-mésahalines présentent une salinité moyenne inférieure à 18 g/L

⁶ Page 64 du SDAGE 2010-2015

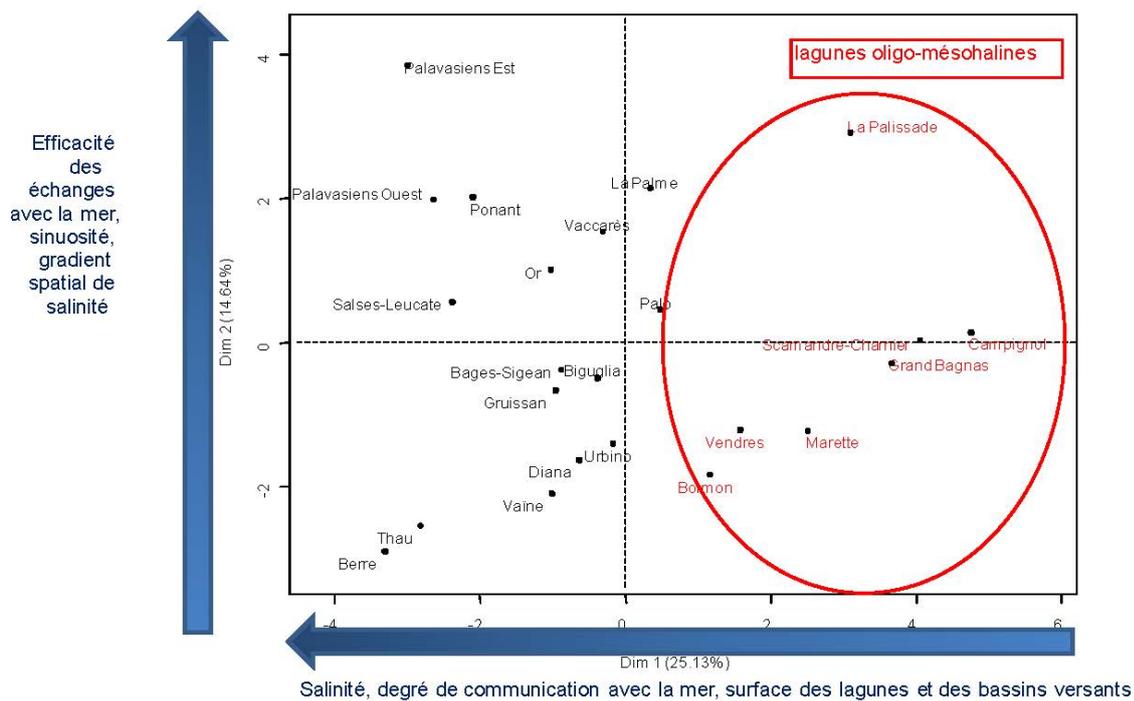


Figure 4. Graphique des individus issu de l'AFDM réalisée sur les variables hydromorphologiques des 24 masses d'eau lagunaires. Source : Derolez & al., 2014

Les caractéristiques morphologiques des lagunes oligo-mésahalines et des lagunes poly-euhalines sont différentes et structurent l'écologie de chacun de ces types. Les conditions de référence biologiques n'y sont pas les mêmes:

- Les lagunes oligo-mésahalines sont alimentées en eau douce par des tributaires (le plus souvent des canaux) mais communiquent très faiblement avec la mer. Elles sont peu profondes et de petite taille. Il en résulte une faible salinité (inférieure à 18 PSU) et une turbidité naturelle importante due à un phénomène de remise en suspension des argiles dans cette gamme de salinité et à l'agitation des sédiments fins par les courants dans ces milieux par ailleurs peu profonds. Des méthodes biologiques particulières doivent être utilisées pour ce type de lagunes pour en permettre une évaluation pertinente. En effet, les outils proposés jusqu'ici ont été développés pour les milieux poly-euhalins. La structure du phytoplancton (équilibre entre le nano et le picophytoplancton) et les espèces de macrophytes (characées comme espèces de référence, poids des espèces d'eaux douces comme les potamots,...) y sont par exemple spécifiques. De plus les invertébrés benthiques ne sont pas pertinents pour caractériser l'état de ces milieux vis-à-vis des pressions anthropiques.
- Les lagunes poly-euhalines, plus « classiques » dans leur fonctionnement, sont alimentées en eaux douces par des tributaires et communiquent avec la mer par un ou plusieurs graus. Un lido est également présent. La surface de ces masses d'eau et de leur bassin versant ainsi que leur profondeur sont plus élevées. On distingue parmi ces lagunes poly-euhalines un sous-type, celui des lagunes profondes (Berre, Diane, Urbino, Thau). Pour certaines d'entre elles des spécificités existent sur la répartition des macrophytes. En effet, la profondeur induit dans certains cas un manque de lumière au fond avec pour conséquence l'absence naturelle de macrophytes sur certains secteurs de ces lagunes.

Les différences entre ces types sont développées dans l'annexe 7.

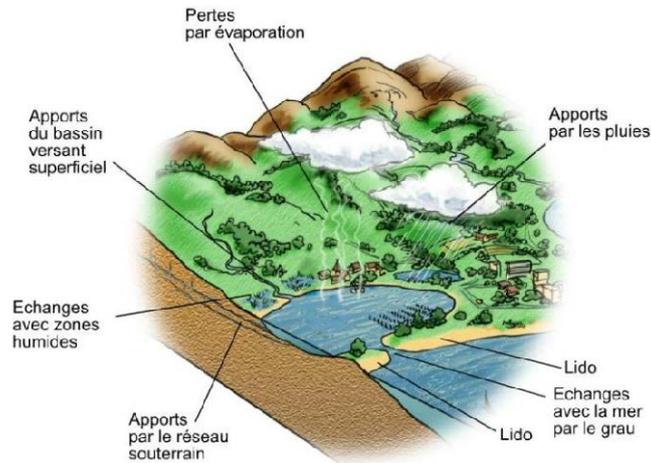


Figure 5. Schéma du fonctionnement d'une lagune poly-euhaline. Source : SDAGE 2016-2021

3.2 LES MESURES DE MAITRISE DES APPORTS POLLUANTS DIRECTS OU INDIRECTS SONT A PRIVILEGIER

A retenir...

En l'état actuel des connaissances, en particulier des données disponibles sur l'ensemble des lagunes, il n'a pas pu être démontré de lien fort et direct entre les descripteurs hydromorphologiques et la qualité biologique des lagunes. La biologie est principalement conditionnée par les pressions polluantes issues du bassin versant des lagunes.

Les mesures de restauration à engager prioritairement pour améliorer l'état écologique des lagunes sont donc :

- *La réduction des flux rejetés directement dans les milieux naturels (les lagunes et les cours d'eau affluents qui les alimentent) ;*
- *La restauration morphologique des cours d'eau affluents pour favoriser l'abattement des flux apportés aux lagunes ; un cours d'eau plus fonctionnel présentant des capacités d'auto-épuration accrue (Oraison & al., 2010) ;*
- *La restauration de zones périphériques aux lagunes qui jouent le rôle de filtre vis-à-vis des pollutions, principalement les pollutions diffuses d'origine agricole, pluviale et domestique non raccordé.*

3.2.1 On ne démontre pas de lien fort et direct entre la qualité biologique et les descripteurs hydromorphologiques des lagunes.

Les analyses de données réalisées pour 24 lagunes montrent peu de corrélations significatives entre les variables biologiques et les variables morphologiques. Les quelques corrélations significatives observées sont peu stables ou difficiles à interpréter (Annexe 2).

La structure du jeu de données sur les variables hydromorphologiques et les interactions de ces variables au sein de l'écosystème lagunaire sont complexes (Annexe 3). Il en résulte une difficulté pour isoler un paramètre hydromorphologique compte tenu du fait que tous interagissent plus ou moins fortement. Il n'existe pas de relation linéaire simple permettant de relier le fonctionnement hydromorphologique du milieu et sa biologie.

La naturelle complexité des liens entre les êtres vivants et leur biotope, associée aux bruits de fonds liés aux perturbations anthropiques expliquent certainement une partie de ces résultats.

Il faut garder à l'esprit que les indicateurs biologiques utilisés sur les lagunes sont plus sensibles aux pressions d'apports de nutriments même si certains, plus intégrateurs comme les macrophytes, pourraient également répondre aux pressions physiques. De plus on observe parfois une instabilité de la réponse biologique sur certains paramètres d'une année sur l'autre. Enfin, il n'existe pas encore d'indicateur relatif à l'ichtyofaune. Or, les poissons sont certainement les éléments biologiques les plus sensibles aux pressions physiques et à la qualité des habitats.

3.2.2 Les résultats montrent les liens forts entre la qualité biologique et les pressions polluantes issues des bassins versants et confirment la priorité donnée à la réduction de ces apports.

La figure ci-dessous met en évidence les variables hydromorphologiques et de pression de pollution les plus corrélées aux variables d'état écologique. Elle montre bien le poids des variables de pression liées aux « pollutions » (en jaune sur la figure) par rapport aux variables hydromorphologiques.

Pressions : Les variables correspondant aux pressions urbaines (capacité et rejets des STEP, rejets industriels de phosphore, surfaces urbaines) et aux stocks sédimentaires de phosphore sont les plus liées aux éléments de qualité écologique.

L'écart de salinité moyen entre la mer et la lagune ressort également fortement. Cette variable hydromorphologique, qui intègre l'efficacité des échanges avec la mer mais également les apports d'eau douce et leur dilution dans la masse d'eau lagunaire représente finalement une synthèse des apports pouvant impacter l'état écologique des masses d'eau (i.e. plus l'écart de salinité est important, plus les apports d'eau douce du bassin versant sont importants).

Etat écologique : Les variables d'état écologique qui répondent le plus aux pressions sont la turbidité (P90-Turb), la composition des macrophytes (EQRc-mac), les teneurs en azote (P90-NID) et l'état du phytoplancton (EQRa-phy, EQRphy). Les macrophytes semblent être sensibles à la taille du bassin versant (hypothèse : cette pression retraduit les apports) et à la présence de zones humides périphérique (hypothèse : rôle de filtre vis-à-vis des pollutions arrivant aux lagunes). La composition de la macrofaune benthique (AMBI) est quant à elle la variable d'état la moins corrélée aux pressions. Ce point nous conforte sur les limites d'utilisation des invertébrés pour qualifier l'état des lagunes.

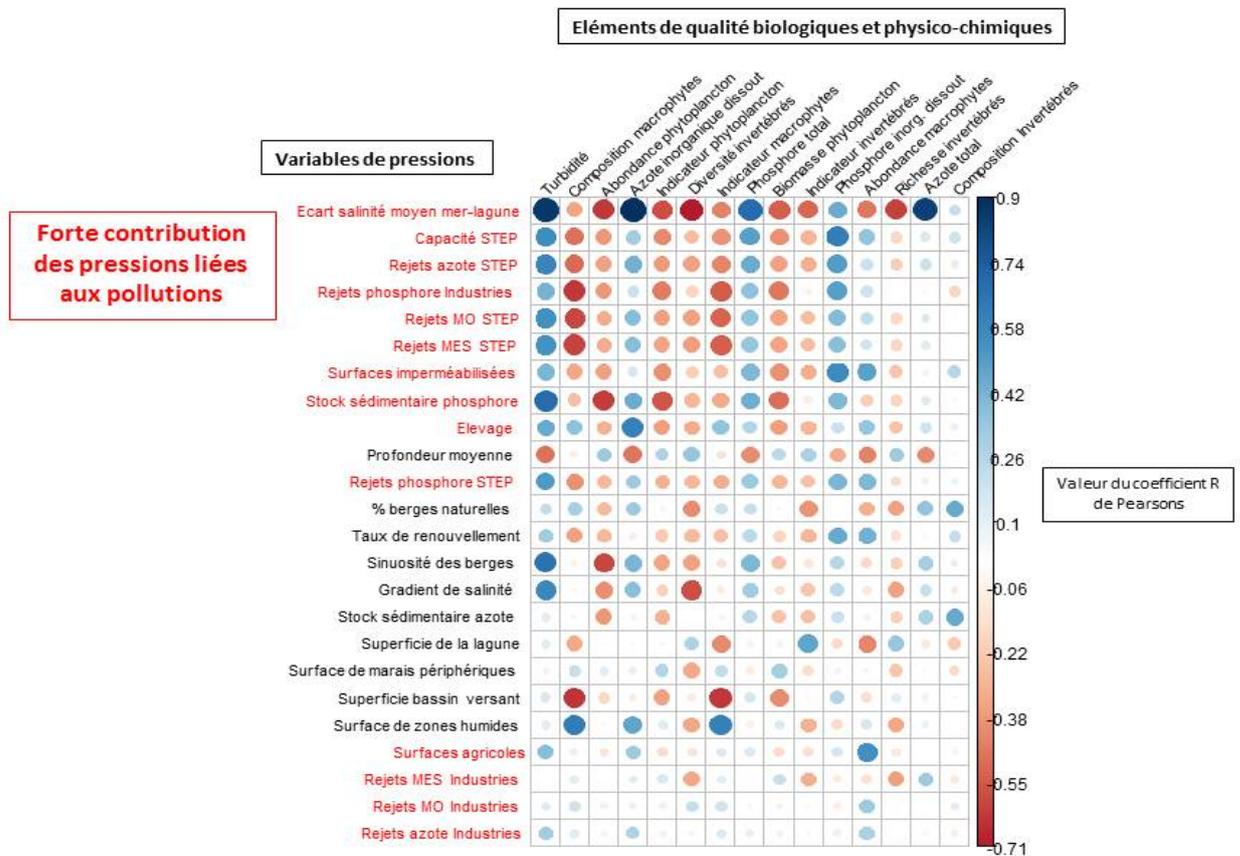


Figure 6. Représentation des liens entre les variables quantitatives hydromorphologiques et de pression (en lignes) et les variables d'état écologique de 17 masses d'eau en 2009 (en colonnes).

Les variables de pressions sont triées de la plus importante en haut à la moins importante en bas; en rouge : pressions polluantes ; les variables d'état sont triées de la plus importante à gauche à la moins importante à droite en fonction de la médiane des valeurs absolues des coefficients de corrélation de Pearson (échelle à droite : en bleu = corrélation positive, en rouge = corrélation négative, en blanc = pas de corrélation). La signification des codes des variables est donnée en Annexe 4. Source : Derolez & al., 2014

La restauration des lagunes passe donc bien d'abord par la réduction des apports polluants permettant une amélioration de la qualité de l'eau et de la biologie (phytoplancton, macrophytes, invertébrés). Pour les apports ponctuels cette réduction peut se faire directement par traitement. L'action sur la pollution diffuse, apportée par le bassin versant direct ou par la pollution résiduelle des affluents, peut mobiliser des changements de pratiques dans l'usage de certains contaminants mais également des actions de restauration morphologique.

3.2.3 Les mesures à double bénéfique « réduction des pollutions / restauration des habitats » sont à promouvoir dans le cadre de la mise en œuvre du programme de mesures.

> Quels types de mesures ?

L'intérêt du « levier » hydromorphologique n'est pas démontré de façon générale pour restaurer les lagunes. Pour les actions relatives à l'hydromorphologie, l'effet « habitats » attendu pour les organismes aquatiques vient en second rang au regard de l'effet « filtre » vis-à-vis des pollutions. Aussi, il faut prioritairement poursuivre la maîtrise des pollutions, directement via la réduction des rejets ponctuels (amélioration des processus de traitements, déplacement des points de rejets, etc.) et indirectement via des actions de restauration physique à double bénéfique (agissant sur la qualité de l'eau et la qualité de l'habitat) qui seront donc « sans regret ».

> Où agir ?

Pour optimiser leur déploiement, les mesures de restauration physique à double bénéfique devront cibler les secteurs à de la lagune et de ses zones humides périphériques où elles montreront leur maximum d'efficacité a priori : débouchés des affluents, aval de rejets ou d'activités situés en bordure, aval de pollutions diffuses (pluvial, voiries, assainissement non collectif, ...). Elles devront également porter sur la restauration physique des principaux affluents.

> Comment agir ?

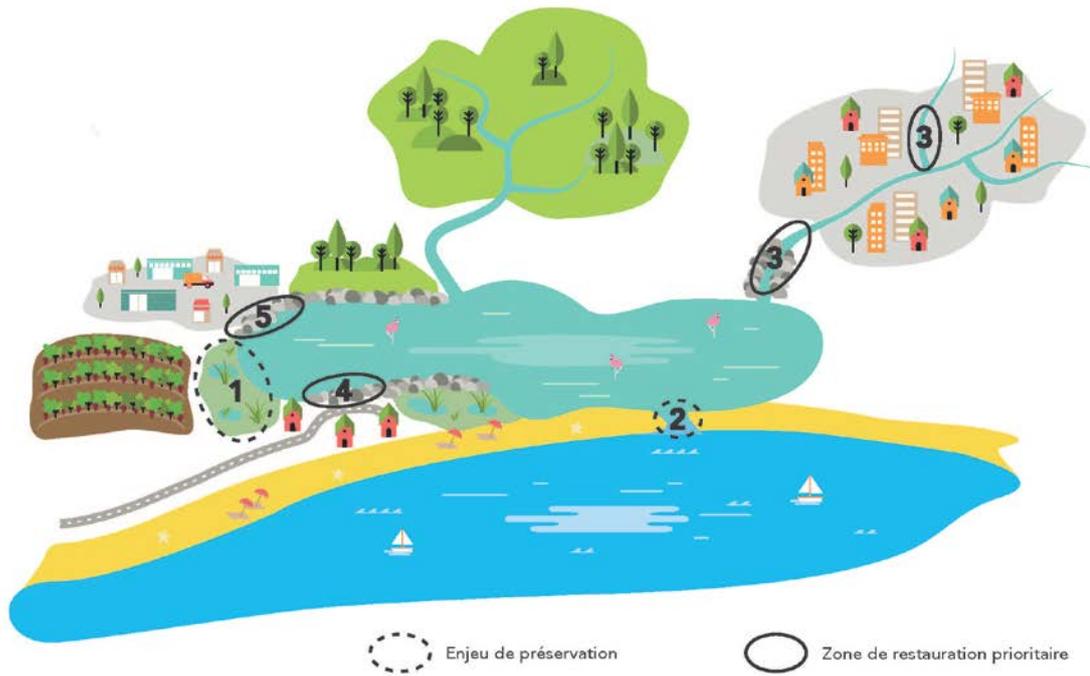
Il s'agira principalement de :

- Préserver l'existant que ce soient les zones humides périphériques (marais, prés salés, roselières, ...), les zones naturelles de berges, les linéaires naturels de lido, la fonctionnalité des graus qui permettent le renouvellement des eaux ... (①② de la figure 7)
- Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau affluents : ripisylve, bras morts, annexes fluviales, habitats du lit, ... (③ de la figure 7). Ces actions présentent le double avantage d'améliorer la qualité de ces cours d'eau eux-mêmes et de jouer un rôle d'épuration, de filtre vis-à-vis de la lagune située en aval ;
- Restaurer des zones humides ou certaines de leurs fonctionnalités pour assurer un rôle de « filtre » (④ de la figure 7). On privilégiera les zones de la lagune exposées à des apports polluants ponctuels ou diffus ;
- Renaturer certaines parties de berges (⑤ de la figure 7). De la même façon on priorisera les secteurs situés en aval d'activités ;
- Améliorer le substrat végétal biogène de bordure en favorisant, lorsque le milieu y est favorable, l'implantation d'hélophytes en bordure.

Ces recommandations sont évidemment à adapter au contexte local et au type de lagune concerné (voir annexe 7).

Dans l'attente de connaissances plus complètes sur les relations entre les habitats et la biologie dans les lagunes, ces principes d'action constituent des mesures « sans regret » pour mieux maîtriser les apports de pollution dont les effets négatifs pour la biologie sont, eux, nettement établis. La protection des zones périphériques encore naturelles ou la reconquête d'espaces non ou moins aménagés constituent également une stratégie de gestion adaptative pour prévenir les effets du changement climatique sur les milieux littoraux (mentionnés au chapitre 6).

Figure 7. Représentation schématique des enjeux de préservation et de restauration



4 COMMENT CARACTERISER ET SUIVRE LES DESCRIPTEURS PHYSIQUES LES PLUS STRUCTURANTS ?

Le tableau ci-après synthétise les descripteurs à retenir à minima pour caractériser l'hydromorphologie des lagunes. Ils doivent être suivis une fois par plan de gestion soit tous les 6 ans.

Leur sélection s'est appuyée sur 4 critères principaux :

- Nature du descripteur et stratégie de collecte pouvant illustrer des liens avec la faune ou la flore et leurs habitats
- Applicabilité sur tous les sites
- Applicable en routine par des personnes non expertes
- Rapport coût / précision de l'information

La stratégie et les protocoles sont détaillés dans Asconit Consultants, 2009.



Marais périphériques sur la lagune de Salses-Leucate (crédit MEBOS).

Descripteurs	Précisions	Lien biologie	Méthodes
Taux de renouvellement	Temps (exprimé en %/j) nécessaire pour renouveler la totalité du volume du système en fonction des flux échangés avec l'extérieur.	Régule les processus biogéochimiques (circulation des nutriments, oxygénation de l'eau, sédimentation, etc.)	Mesures terrain, modélisation, expertise
Marnage artificiel	Modifications artificielles des hauteurs d'eau	Sélectionne les espèces tolérantes à des périodes plus ou moins longues d'exondation	Questionnaires auprès des gestionnaires
Gradient de salinité	Amplitude de salinité à l'échelle de la lagune	Détermine la composition des peuplements et la distribution des espèces	Mesures terrain, bibliographie
Substrat minéral	Nature du substrat, de la granulométrie et de son caractère « biogène »	Rôle habitationnel pour la faune et la flore	Observations terrain
Substrat végétal	Nature du substrat végétal et de son caractère « biogène »	Rôle habitationnel pour la faune	Observations terrain
Nature des berges	Degré d'artificialisation de la bordure en contact direct avec la lagune (toujours en eau), transition entre milieu aquatique et rivulaire	Rôle habitationnel pour la faune et la flore (alimentation, refuge, reproduction)	SIG et observations terrain
Sinuosité des berges	Calcul de l'indice de sinuosité traduisant le caractère « diverticulé » d'une lagune	Conditionne l'hydrologie interne (confinement) et le développement de certaines espèces	SIG
Forme de la cuvette	Bathymétrie sommaire de l'étang	Conditionne certaines caractéristiques habitationnelles (luminosité, profondeur, pente des berges, température, salinité, etc.)	Mesures terrain
Connectivité mer	Caractéristiques de la communication avec la mer : débits, section des graus, présence d'obstacles sur les graus et fréquence de la communication (temporaire ou permanente)	Conditionne l'hydrologie interne et les flux migratoires mer / lagune	Observations terrain, bibliographie, SIG
Connectivité zones annexes	Zones humides ou marais périphériques, temporairement exondés : nombre, surface, et connexions avec la lagune	Rôle habitationnel pour la faune et la flore	SIG et observations terrain

Figure 8. Descripteurs retenus pour caractériser l'hydromorphologie des lagunes (protocoles détaillés dans Asconit Consultants, 2009)

5 QUELLES DONNEES ET PRODUITS DISPONIBLES ?

A l'issue de ces travaux, 3 types de documents sont disponibles pour chacune des 24 masses d'eau. Ils contribuent à une meilleure connaissance des milieux et des enjeux :

- Une fiche d'identité (exemple en annexe 5).
- Une carte des points de suivi. Le suivi sur le long terme des masses d'eau permettra de mesurer les évolutions intra et inter lagunaires pour mieux cibler et prioriser les actions de restauration.
- Une carte présentant l'occupation du sol sur la bande des 500 m autour de la lagune, l'artificialisation des berges, les zones humides et marais périphériques (exemple en annexe 6).

Ces éléments sont adossés à une base de données des pressions hydromorphologiques constituée pour l'ensemble des lagunes des données acquises au travers du programme de surveillance sur 24 masses d'eau (liste en annexe 7).

6 QUELLES PERSPECTIVES ?

L'étude des composantes morphologiques, hydrologiques et habitationnelles des lagunes ainsi que leur lien avec les composantes biologiques de l'écosystème sont des sujets encore peu investis.

Toutefois, les données et produits disponibles grâce à ces travaux récents constituent des premières « briques de connaissance » utiles pour qualifier **l'évaluation de la modification des habitats** (approche "pressions et artificialisation"). Elles permettent dès à présent d'identifier ou conforter la mise en œuvre de mesures « sans regrets ».

Ces mesures se justifient d'autant plus compte tenu des effets attendus du changement climatique. L'augmentation des tempêtes et l'élévation du niveau de la mer pourraient :

- Augmenter les phénomènes d'érosion avec un déplacement des lidos vers l'intérieur des lagunes.
- Entraîner un risque de morcellement voire de disparition des lidos avec ouverture et création de nouveaux graus, induisant une marinisation de certaines lagunes.
- Entraîner un risque de submersion permanente ou temporaire avec création de nouvelles zones profondes et de nouvelles zones humides périphériques.

L'arrêt des aménagements sur les lidos et les zones humides périphériques au profit de leur préservation et de leur restauration constitue déjà une mesure d'adaptation au changement climatique.

En termes de perspectives il est indispensable de progresser, en complément, sur **l'évaluation de la qualité des habitats** en tant que support de la biologie (approche "bon état écologique »).

En effet les habitats lagunaires remplissent un certain nombre de fonctions pour les espèces biologiques (nursérie, reproduction, alimentation, croissance, ...). Travailler à identifier les travaux de restauration qui pourraient améliorer les fonctions de la lagune, c'est-à-dire les services rendus à l'environnement et aux usages, est une façon de disposer d'**une vision plus intégrée de l'écosystème**, en complément des indicateurs « classiques » (caractéristiques des pressions polluantes).

Ces deux types d'évaluations sont importants pour aider à caractériser l'état actuel des milieux mais également pour progresser sur l'évaluation de l'efficacité des actions engagées en termes de préservation et de restauration des lagunes.

Cela nous invite à travailler sur deux objectifs :

- Définir une stratégie pour restaurer les habitats : Quelles sont nos ambitions ? Quels sont les axes de travail ? Quels leviers tester pour faire du gain écologique ? L'identification des fonctions les plus importantes et des habitats stratégiques qui s'y rattachent ainsi que la caractérisation des pressions qui les affectent seront des étapes clés du raisonnement.

- Développer un outil écologique complémentaire sur les poissons en lagunes : Comment évaluer l'état de l'ichtyofaune ? Quelles sont les espèces caractéristiques d'un bon fonctionnement de l'écosystème ? Le travail sur les habitats est un préalable indispensable pour traiter ces questions. Une réflexion avec des partenaires scientifiques est d'ores et déjà engagée sur le sujet ; l'objectif à terme étant la constitution d'un réseau de suivi.

Annexe 1 : Bibliographie

Andral B., Sargian P., Boissery P., Giraud A., Dutrieux E., Schwartz T., Thorin S., Bouchoucha M., Derolez V., Gonzalez J.L., Laugier T., Miralles F., Munaron D., Sargian P., Sartoretto S., Tomasino C., Amouroux J.-M., Labrune C., Markovic L., Thibaut T., 2010. Directive Cadre Eau. Contrôles de surveillance/opérationnel. District « Rhône et côtiers méditerranéens ». Campagne DCE 2009. 129 p.

Andral B., Sargian P., Boissery P., Giraud A. Dutrieux E., Schwartz T., Thorin S. Andral B., Bouchoucha M., Derolez V., Gonzalez J.L., Laugier T., Miralles F., Munaron D., Sargian P., Sartoretto S., Tomasino C., Chery A., Lejeune P., Pelaprat C., Gobert S., Goffart A. Markovic L., Thibaut T., Blanfune A., 2010b. Directive Cadre Eau. Directive Cadre Eau. Contrôles de surveillance/opérationnel. District « Corse ». Campagne DCE 2009. 99 p.

Aquascop, 2014. Réalisation d'une ou deux campagnes d'acquisition et d'interprétation de données de descripteurs hydromorphologiques des lagunes littorales des bassins Rhône Méditerranée Corse. *Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 87p + annexes.*

Asconit Consultants, 2009. Caractérisation et évaluation des paramètres hydromorphologiques des lagunes du bassin Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de la DCE. *Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 242 p.*

Creocean, 2008. Vérification et ajustement (si nécessaire) de la typologie des eaux de transition (lagunes méditerranéennes) du bassin Rhône Méditerranée et Corse dans le cadre de la DCE. *Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 202p.*

Derolez V., Fiandrino A., Munaron N., 2014. Bilan sur les principales pressions pesant sur les lagunes méditerranéennes et leur lien avec l'état DCE. 46p.

Derolez V., Oheix J., 2012. Diagnostic de la qualité du compartiment macrophytes des lagunes profondes dans le contexte de la DCE (bassin RM&C). Propositions d'évolutions de la stratégie d'échantillonnage. 23 p.

Meinez C., Bouchoucha M., Derolez V., 2013. Base de données « pressions sur les lagunes méditerranéennes ». Analyse des liens état – pression. RST.ODE/LER-PAC/13-11. 69 p.

Oraison F., Souchon Y., Van Looy K., 2010. Restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau et mieux maîtriser les nutriments : une voie commune ? *Rapport CEMAGREF et Office national de l'eau et des milieux aquatiques, 41p.*

Parlement européen et Conseil de l'Europe, 2000 – Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel des Communautés européennes, 73 p.*

Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013a. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Rhône et côtiers méditerranéens ». 132 p.

Sargian P., Andral B., Derolez V. et al., 2013b. Réseaux de surveillance DCE – Campagne 2012 – District « Corse ». 109 p.

Annexe 2 : Tests sur les liens entre les métriques biologiques et les variables morphologiques quantitatives (Source : Aquascop, 2014)

variables morphologiques	précision
Renouvellement avec la mer	Taux de renouvellement journalier (en %) de la lagune avec la mer
Profondeur moyenne	Hauteur d'eau moyenne (en mètres) de la lagune ; donnée bibliographique
Salinité - amplitude spatiale	Amplitude spatiale de salinité (en unité de salinité) au sein de la lagune ; donnée bibliographique ou si absentes, données terrain 2013-2014
Ratio surface bassin versant/surface lagune	Ratio de la surface du bassin versant/surface de la lagune
Ratio surface zone humide/surface lagune	Ratio de la surface zones humides+marais en eau/surface de la lagune
Berge - naturalité	% de linéaire de berge naturelle par rapport au périmètre de la lagune
Berge - sinuosité	Coefficient de sinuosité de la lagune ; calcul selon formule

Variables morphologiques	macrophytes					
	EQRa09	EQRc09	<i>EQRmac09</i>	EQRa12	EQRc12	<i>EQRmac12</i>
Renouvellement avec la mer	0,48	0,02	<i>0,05</i>	0,31	0,05	<i>0,08</i>
Profondeur moyenne	-0,45	0,32	<i>0,23</i>	-0,31	0,22	<i>0,20</i>
Salinité - amplitude spatiale	-0,05	-0,24	<i>-0,28</i>	-0,11	-0,07	<i>-0,09</i>
Ratio surface bassin versant/surface lagune	0,41	0,04	<i>0,11</i>	0,43	-0,05	<i>-0,01</i>
Ratio surface zone humide/surface lagune	-0,26	-0,02	<i>-0,07</i>	-0,31	-0,05	<i>0,007</i>
Berge - naturalité	-0,36	0,11	<i>0,09</i>	-0,14	0,11	<i>0,08</i>
Berge - sinuosité	0,00	-0,13	<i>-0,20</i>	-0,13	-0,05	<i>-0,08</i>

Variables morphologiques	phytoplancton					
	phyEQRb09	phyEQRa09	<i>phyEQR09</i>	phyEQRb12	phyEQRa12	<i>phyEQR12</i>
Renouvellement avec la mer	0,10	0,17	<i>0,10</i>	0,23	0,07	<i>0,18</i>
Profondeur moyenne	0,37	0,23	<i>0,36</i>	0,27	0,29	<i>0,29</i>
Gradient salinité	-0,29	-0,32	<i>-0,27</i>	-0,19	-0,35	<i>-0,26</i>
Ratio surface bassin versant/surface lagune	-0,13	0,009	<i>-0,12</i>	-0,19	0,15	<i>-0,08</i>
Ratio surface zone humide/surface lagune	-0,04	-0,08	<i>-0,03</i>	-0,11	-0,008	<i>-0,1</i>
Berge - naturalité	-0,18	-0,26	<i>-0,17</i>	-0,40	-0,08	<i>-0,30</i>
Berge - sinuosité	-0,33	-0,40	<i>-0,33</i>	-0,27	-0,39	<i>-0,33</i>

Variables morphologiques	benthos			
	divH09	richspé09	AMBI09	Mambi09
Renouvellement avec la mer	-0,24	0,07	-0,009	<i>-0,14</i>
Profondeur moyenne	0,21	0,25	-0,13	<i>0,23</i>
Gradient salinité	-0,49	-0,20	-0,23	<i>-0,17</i>
Ratio surface bassin versant/surface lagune	-0,03	-0,29	0,12	<i>-0,28</i>
Ratio surface zone humide/surface lagune	-0,09	-0,26	-0,02	<i>-0,06</i>
Berge - naturalité	-0,30	-0,53	-0,01	<i>-0,36</i>
Berge - sinuosité	-0,37	0,06	0,01	<i>-0,14</i>

en gras, corrélations significatives

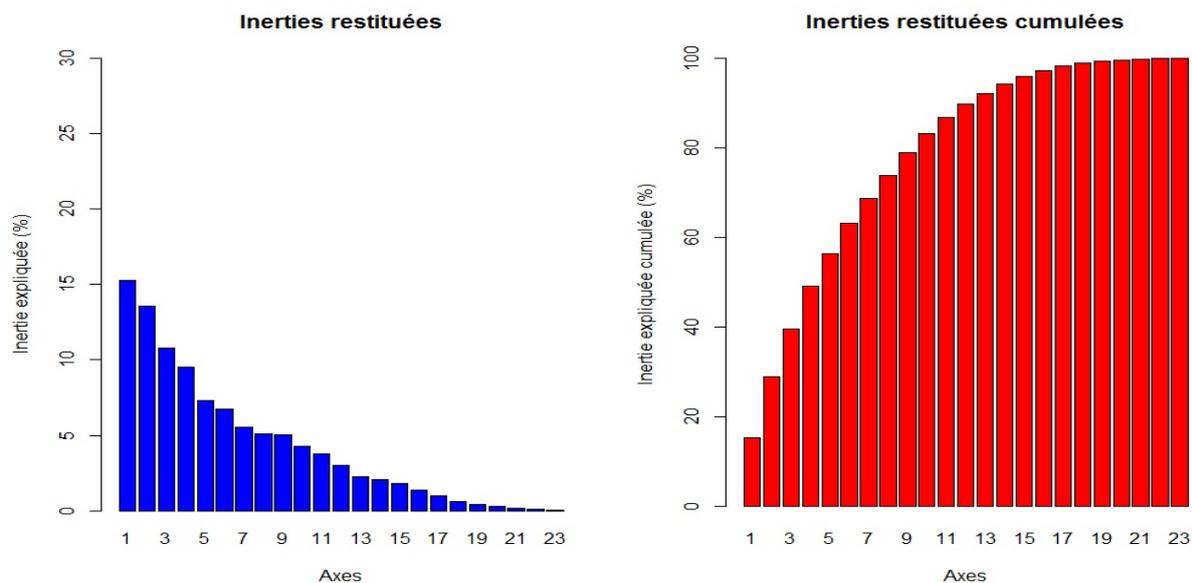
Les tests ne montrent pas de lien entre les métriques biologiques et EQR et les variables morphologiques quantitatives. Au seuil de 5%, un seul lien est significatif, entre la richesse spécifique du benthos 2009 et la naturalité de la berge.

Annexe 3 : Analyse de correspondances multiples sur le jeu de données (Source : Aquascop, 2014)

Une analyse des correspondances multiples (ACM) a été effectuée (11 variables physiques déclinées au total en 37 modalités ; 24 lagunes).

Le graphique ci-dessous montre la restitution de l'inertie du nuage de points fournis par le jeu de données utilisé par les différents axes de l'analyse. La somme cumulée de l'inertie restituée par tous les axes est égale à 1. On voit, par exemple, que le premier axe restitue un peu plus de 15% de l'inertie et le deuxième axe près de 14% de l'inertie. Il faut 4 axes pour n'expliquer que 50% de la variabilité (graphique de droite).

Inertie restituée



Ces graphiques démontrent la complexité du jeu de données et / ou la multiplicité des interactions au sein de l'écosystème.

Annexe 4 : Libellé, signification et source des données pour chaque variable prise en compte dans les analyses (Source : Derolez & al., 2014)

Ensemble de variables	Compartiment		Libellés des variables (indicateurs ou métriques)	Signification (en gris : variables qualitatives)	Campagne	Source des données
Etat écologique	Phytoplancton		EQRphy***	Indicateur phytoplancton	DCE 2009 et DCE 2012 : données intégrées sur 6 années (2004 à 2009 et 2007 à 2012)	Andral et al. (2010a et 2010b) ; Sargian et al. (2013a et 2013b) - EQR calculés selon les nouvelles grilles (annexe 3)
			EQRa	Métrique d'abondance		
			EQRb	Métrique de biomasse		
	Macrophytes		EQRmac***	Indicateur macrophyte	DCE 2009 (données 2007 à 2009) et DCE 2012 (données 2010 à 2012)	Andral et al. (2010a et 2010b) ; Sargian et al. (2013a et 2013b)
			EQRa	Métrique d'abondance		
			EQRc	Métrique de composition		
	Macrofaune benthique		M-AMBI***	Indicateur macrofaune benthique	DCE 2009	Andral et al. (2010a et 2010b)
			H'	Métrique de diversité (Shannon)		
			s	Métrique de richesse spécifique		
			AMBI	Métrique de composition (groupes de polluo-sensibilité)		
	Colonne d'eau	Nutriments	P90 NT	Azote total	DCE 2009 et DCE 2012 : données intégrées sur 6 années (2004 à 2009 et 2007 à 2012)	Derolez V., Giraud A. (2014) ; Baehr et al. (2013) - P90 calculés selon les nouvelles grilles (annexe 3)
			P90 PT	Phosphore total		
P90 NID			Azote inorganique dissous			
P90 PO4			Phosphore inorganique dissous			
P90 turbidité			Turbidité			
Etat chimique / eau	Eau (échantillonneurs passifs)	POCIS	S_medicaments	Somme des concentrations en 17 médicaments	PEPSLAG 2010	Munaron et al. (2013)
			caféine	Caféine		
			S_herbicides	Somme des concentrations en 47 herbicides	PEPSLAG 2010 et DCE 2012	Munaron et al. (2013) ; Sargian et al. (2013a et 2013b)
			S_insecticides	Somme des concentrations en 15 insecticides		
			S_fongicides	Somme des concentrations en 3 fongicides		
		S_alkylphenols	Somme des concentrations en 6 alkylphénols			
		SBSE	S_HAP	Somme des concentrations en HAP		
			DGT	Ag	Argent	
				Co	Cobalt	
				Mn	Manganèse	
	Pb	Plomb				
	Zn	Zinc				
	Cu	Cuivre				
	Ni	Nickel				
	Cd	Cadmium				
	Cr	Chrome				
	Etat chimique / moules	Moules	Ag	Argent	DCE 2009	Andral et al. (2010a et 2010b)
			S_HAP	Somme des concentrations en 16 HAP		
			Pb	Plomb	DCE 2009 et DCE 2012	Andral et al. (2010c) ; Sargian et al. (2013c)
Zn			Zinc			
Cu			Cuivre			
Ni			Nickel			
Cd			Cadmium			
Cr			Chrome			
Hg			Mercurure			
As			Arsenic			
S_DDT			Somme des concentrations en DDT			
S_HCH			Somme des concentrations en Lindane			
S_PCB			Somme des concentrations en PCB			

Ensemble de variables	Compartiment		Libellés des variables (indicateurs ou métriques)	Signification (en gris : variables qualitatives)	Campagne	Source des données
Pressions polluantes et directes sur le vivant	Pressions polluantes	Rejets des stations d'épuration	CapSTEP*	Capacité des stations d'épuration (éq hab)	Données AERM&C 2010, Corine Land Cover 2006 et Recensement Général Agricole 2010	Meinez et al. (2012)
			MOSTEP_Tan*	Rejets annuels en Matière Organique (MO), Matières en Suspension (MES), Azote Kjeldahl (NK) et Phosphore total (Ptot) des stations d'épuration (T/an)		
			MESSTEP_Tan*			
			NKSTEP_Tan*			
			PtotSTEP_Tan*			
		Rejets des industries	MOIndus_Tan*	Rejets annuels en Matière Organique (MO), Matières en Suspension (MES), Azote (NR) et Phosphore total (Ptot)des activités industrielles non raccordées au réseau d'assainissement		
			MESIndus_Tan*			
			NRIndus_Tan*			
			PtotIndus_Tan*			
			S_Agri_ha*			
	Agriculture	Elev*	Nombre total d'Unités Gros Bovins (UGB)			
		S_Urba_ha*	Somme des surfaces imperméables (ha)			
	Urbanisation	Stock_sedim_N_gm2**	Stock sédimentaire d'azote total (g/m²)	Données RSL 2002 à 2012, GIPREB et Réserve Nationale de Camargue	Ouisse et al. (2012)	
		Stock_sedim_P_gm2**	Stock sédimentaire de phosphore total (g/m²)			
	Stocks sédimentaires de nutriments	Flux_hors_BV_expert	Importance des apports ne provenant pas du bassin-versant hydrologique naturel (0 : nuls ; 1 : faibles ; 2 : moyens ; 3 : forts)	Avis d'experts Ifremer / AERM&C		
Pressions directes sur le vivant		Pêche	PechPro_nbQ***	Estimation du nombre de pêcheurs professionnels sur la lagune (0 à 20="Peu" ; 21 à 40="Moyen" ; 41 à 150="Fort")	Données d'enquête auprès des gestionnaires, CRCM et orthophotographies	Battut (2010) ; Meinez et al. (2012)
	PechRecre***		Réglementation appliquée sur la masse d'eau (1 : autorisée ; 0 : non autorisée)			
	Conchyliculture	Prod_TanQ***	Production moyenne par an de coquillages (en T/an : 0 =Absence ; 1 à 600=Moyen ; 601 à 20 000=Fort)			
		ConchSurf_Q***	Proportion de surface de la masse d'eau utilisée par les tables (<10% ; 0%-10%,10%-20%)			
	Espèces invasives	Esplnva***	Estimation qualitative du degré de la pression par masse d'eau (note de 0 à 3)			
	Nautisme	Naut_nbQ***	Nombre d'anneaux présents sur les ports de la masse d'eau (0="Absence";1 à 1 000="Moyen" ; 1001 à 10 000="Fort")			
		Glisse***	Estimation qualitative du degré de la pression par masse d'eau (note de 0 à 3)			
		Baign_nbQ***	Présence ou non de plages officielles dans la masse d'eau ("Absence" ; "Présence")			
Caractéristiques hydromorphologiques	Dynamique hydrologique	comm_mer	Nature de la communication avec la mer (temporaire, absente, permanente)	Données 2013	Aquascop (2014)	
		artif_lido	Nature et degré d'artificialisation du lido (absence de lido ; lido naturel ; lido partiellement artificialisé : lido totalement artificialisé)			
		gradient_sal	Ecart de salinité mesuré entre deux stations extrêmes de la masse d'eau			
		type_sal	Type halin (oligohalin ; mésohalin, polyhalin ; euhalin)			
		tx_renouvellement	Taux de renouvellement journalier de la masse d'eau, évalué par des mesures, de la modélisation ou à dire d'experts (%)			Fiandrino et al. (2012) + avis d'experts Ifremer / AERM&C
	echanges_mer_expert	Estimation du degré d'échanges avec la mer, fonction du taux de renouvellement et du volume de mélange (NA ; nul ; faible ; moyen ; important)				
	ecarts_sal_moy_expert	Moyenne annuelle des écarts absolus des salinités mesurées en lagune et en mer pour les années hydrologiques 2004-2005 à 2010-2011	Quadrige², FILMED et Gipreb : années 2004 à 2011	Derolez et al. (2012)		
	Morphologie générale	superficie.lagune.ha	Surface de la masse d'eau (ha)	Données de J. Battut (2010) et 2013	Aquascop (2014)	
		superficie.bassin.versant.ha	Surface du bassin versant hydrologique naturel (ha)			
		Prof_moy	Profondeur moyenne (m)			
	Morphologie de bordure	berges_naturelles	Pourcentage de berges naturelles en bordure de la masse d'eau (%)			
		sinuosite	Sinuosité de la bordure de la masse d'eau (indice de 0 à 8)			
		annexes_Smarais.Slag	Surface des marais annexes rapportée à la surface de la masse d'eau			
		annexes_Szhumides.Slag	Surface des zones humides annexes rapportée à la surface de la masse d'eau			

*division par le volume de la masse d'eau.

** médiane des valeurs des stations de chaque masse d'eau, sur les 5 premiers cm de sédiments, avec une densité constante de 1 200 kg/m³.

*** variables intégrées en tant que variables illustratives dans les analyses factorielles.

Annexe 5 : Fiche d'identité Lagune de Bages Sigean (Source : Aquascop, 2014)



Acquisition et interprétation des données hydromorphologiques
des lagunes littorales des bassins Rhône-Méditerranée et Corse

**Fiche d'identité
des lagunes**



aquascop

FRDT04 - Complexe du Narbonnais Bages - Sigean

Identification et localisation de la lagune

<p>Type de lagune : Euhaline</p> <p>Amplitude de salinité dans l'espace : 9,2</p> <p>Coordonnées du centroïde de la lagune :</p> <p>Lambert 93 (m) : X = 700 398 Y = 6 220 508</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Commune riveraine</th> <th style="text-align: left;">Code INSEE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Bages</td><td>11024</td></tr> <tr><td>Narbonne</td><td>11262</td></tr> <tr><td>Peyriac-de-Mer</td><td>11285</td></tr> <tr><td>Port-la-Nouvelle</td><td>11266</td></tr> <tr><td>Sigean</td><td>11379</td></tr> </tbody> </table>	Commune riveraine	Code INSEE	Bages	11024	Narbonne	11262	Peyriac-de-Mer	11285	Port-la-Nouvelle	11266	Sigean	11379
Commune riveraine	Code INSEE												
Bages	11024												
Narbonne	11262												
Peyriac-de-Mer	11285												
Port-la-Nouvelle	11266												
Sigean	11379												

Morphologie

<p>Linéaire de berge à la cote normale (m) : 71 904</p> <p>Profondeur maximale (m) : 2,9</p> <p>Profondeur moyenne (m) : 1,3</p> <p>Superficie du plan d'eau (ha) : 3 704</p> <p>Superficie de la zone humide périphérique (ha) : 548</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Degré de sinuosité (SLDF) : 3,3</p> <p>Forme de la cuvette : LPV</p> </div> </div> <p>Artificialisation du lido : Degré d'artificialisation : Absence de lido</p>
---	--

Fonctionnement hydraulique

Caractéristiques du bassin versant naturel

<p>Tributaires : Canal du Grand Salin ; La Berre ; La Plaine ; La Rieu ; Le Canelou ; L'Etang ; Ruisseau de Boutoubouli ; Ruisseau de Fenouillet ; Ruisseau de la Joncasse ; Ruisseau des Potences ; Ruisseau du Colombier ; Ruisseau du Saut de l'Ane</p>	<p>Surface du bassin versant (ha) : 46 861</p> <p>Sources et dates des données : Sinuosité, Pmax, Pmoy, Surf BV, Volume = Tab révision SDAGE Meneiz ; typologie = p32 rapport Ifremer sept 2012 ; Amplitude de salinité = moyenne du suivi RSL 2009-2011</p>
---	--

Caractéristiques des échanges avec la mer

Type de communication avec la mer : permanente

Nom du grau	Section transversale	Ouverture	Date d'ouverture	Date de fermeture	Ouvrage sur le grau	Type d'ouvrage	Stabilisation	Debit entrant (Mm3/j)	Debit sortant (Mm3/j)
Grau de Port La Nouvelle	83	permanente			Non		Oui		

Volume d'eau du plan d'eau à la cote normale (Mm³) : 48,152 **Taux (% jour) de renouvellement avec la mer :** 2%

Sources et dates des données : Grau : analyse par photo aérienne Aquascop ; Taux de renouvellement journalier : calcul par modélisation

Caractéristiques des zones annexes

<p>Nombre de marais périphériques : 113</p> <p>Surface totale des marais périphériques (ha) : 495</p>	<p>Type de communication entre lagune et marais : canaux/chenaux</p> <p>Nombre de canaux ou de chenaux : 33</p>
---	---

Degré d'artificialisation du plan d'eau

<p>Pourcentage de berge naturelle : 86%</p>	<p>Pourcentage de berge artificielle : 14%</p>
--	---

Usage(s) du plan d'eau

Nautisme ; Pêche

Suivis qualité

<p>Organismes : Syndicat Mixte de Gestion du PNR de la Narbonnaise en Méditerranée</p>	<p>Suivi FILMED : Oui</p> <p>Suivi RSL : Oui</p> <p>Suivi autre :</p>
---	--

Sources et dates des données : Rapport RSL 2011

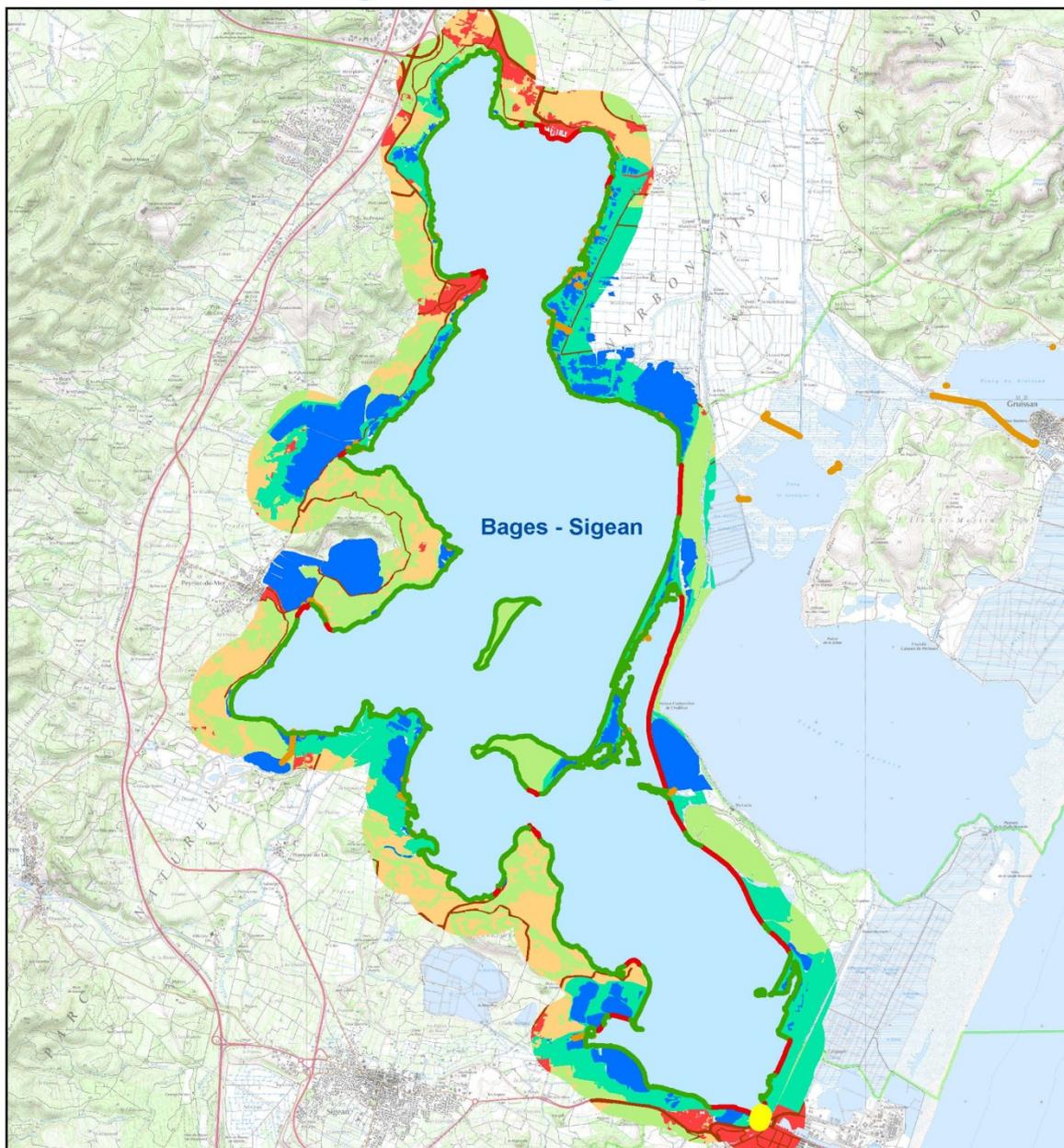
Annexe 6 : Occupation du sol et artificialisation Lagune de Bages Sigean (Source : Aqascop, 2014)

Hydromorphologie des lagunes littorales

Occupation du sol, artificialisation des berges et localisation des graus



Lagune : FRDT04 / Bages - Sigean

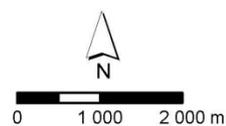


Données issues de la photo-interprétation (Aqascop, 2013)

- Graul
- Nature de la berge :
- Artificielle
- Naturelle
- Canaux de communication
- Zone humide périphérique
- Marais périphérique

Occupation du sol autour de la lagune (500 m) (données Agence de l'eau)

- Espace agricole
- Espace artificialisé
- Route largeur >10 m
- Zone naturelle



Fond : SCAN 25® IGN (source Agence de l'eau)



Marais périphériques : étendue d'eau inférieure à 50 ha, en eau plus de 10 mois par an, jouxtant la lagune ou reliée à elle par un ou plusieurs canaux.

Localisation des points de mesure en berge et pleine eau – Lagune de Bages Sigean

Annexe 7 : Pour aller plus loin ... sur la typologie

Comme indiqué précédemment, les caractéristiques hydromorphologiques **naturelles** des lagunes (connectivité à la mer, présence de tributaires, ...) conduisent à distinguer les lagunes oligo-mésahalines des lagunes poly-euhalines avec une spécificité des lagunes profondes. Les méthodes biologiques pour évaluer la qualité de ces lagunes sont donc différentes (cf. 3.1).

Regardons maintenant les résultats obtenus en ajoutant, à ces critères naturels, des descripteurs hydromorphologiques traduisant des **pressions anthropiques** (artificialisation des berges, présence de zones humide, fonctionnalité des graus, ...).

Globalement, les mêmes groupes se dégagent ce qui signifie que statistiquement, les lagunes qui se ressemblent sur des critères naturels, se ressemblent aussi du point de vue des pressions hydromorphologiques (au sens large) qui les affectent.

Le tableau ci-contre présente les 3 groupes de lagunes (1 groupe oligo-mésahalines et 1 groupe + 1 sous-groupe poly-euhalines), leurs caractéristiques hydromorphologiques et les préconisations proposées pour chaque groupe.

Groupes	Groupe des lagunes oligo-mésahalines	Groupe des lagunes poly-euhalines	Groupe des lagunes poly-euhalines profondes
Caractéristiques hydromorphologiques naturelles	<ul style="list-style-type: none"> -pas ou peu de communication avec la mer -absence de lido séparant la mer de la lagune -peu profondes -profondeur peu variable -petite surface 	<ul style="list-style-type: none"> -apports d'eaux douces via tributaires -efficacité des échanges avec la mer moyenne à faible -présence d'un lido -profondeur modérée et peu variable 	<ul style="list-style-type: none"> -profondeur importante -grande variabilité de la profondeur -faible efficacité des échanges avec la mer -grande surface
Caractéristiques hydromorphologiques anthropiques	<ul style="list-style-type: none"> - Ratio surface zones humides / surface lagune plutôt grand - % de berges naturelles important - alimentation en eau douce par des canaux - substrat minéral de bordure et de pleine eau peu biogène - substrat végétal de bordure biogène 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de tendances au sein du groupe (variabilité des descripteurs) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ratio surface zones humides / surface lagune plutôt faible - substrat minéral de bordure biogène
Caractéristiques physico-chimiques actuelles	<ul style="list-style-type: none"> -Eau de qualité médiocre à mauvaise -Sédiments fortement chargés en nutriments 	<ul style="list-style-type: none"> -qualité de l'eau et des sédiments très variable (de bonne à mauvaise) 	<ul style="list-style-type: none"> -Eau de qualité moyenne à bonne -Sédiments plus faiblement chargés en nutriments que les autres groupes
Préconisations	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction des apports polluants notamment via la gestion des apports d'eau douce par les canaux -Préserver voire accroître la proportion importante de zones humides périphériques -Préserver la naturalité des berges et des habitats de bordure 	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction des apports polluants via le traitement voire le déplacement des rejets, la gestion des eaux pluviales et de l'ANC -Restauration morphologique des cours d'eau affluents (ripisylve, bras morts, ...) -Préserver les zones naturelles des lidos et la fonctionnalité des graus -Préserver les zones humides périphériques et en restaurer dans les zones à enjeu (débouchés des tributaires, aval des rejets/activités situés en bordure de lagune) 	<ul style="list-style-type: none"> -Restaurer les zones humides périphériques notamment aux débouchés des tributaires ou en aval des rejets/activités situés en bordure de lagune -Restaurer les berges artificialisées sur les zones à enjeu (rejets, apports diffus) pour favoriser un substrat végétal de bordure biogène
Lagunes	Campagnol, Vendres, Grand Bagnas, Scamandre-Charnier, Marette, La Palissade, Bolmon	Canet, Salses-Leucate, Bages-Sigean, Ayrolle, Gruissan, Palavasiens, Or, Vaccarès, Biguglia, Palo	Berre, Vaïne, Thau, Diane, Urbino,

Annexe 8 : Pour aller plus loin ... sur le niveau de pression hydromorphologique

Sans qu'il soit question de lien avec la biologie ou d'indicateur de l'hydromorphologie, il est possible de situer les lagunes les unes par rapport aux autres grâce à un système de score.

Ce score vise à caractériser un **niveau de pression global sur l'hydromorphologie des lagunes** (Annexe 7). Il intègre les descripteurs qui reflètent une pression humaine pour nous amener à considérer la notion de «leviers d'action» possibles :

- pourcentage de berges naturelles (% du linéaire de berge)
- pourcentage d'artificialisation de la bande des 500 m autour de la lagune (hors espace agricole)
- ratio surface (marais + zones humides) /surface lagune
- degré d'artificialisation du lido
- efficacité des échanges avec la mer pondérée compte tenu de la part naturelle dans ces échanges
- caractère biogène du substrat minéral et végétal de bordure et de pleine eau pondéré compte tenu de la part naturelle de ce substrat d'origine
- gestion artificielle des niveaux d'eau

Les descripteurs hydromorphologiques principalement naturels (profondeur, forme de la cuvette, taille du bassin versant, ...) ne sont pas considérés ici.

Les descripteurs sont notés pour chaque masse d'eau sur une échelle de 1 à 3⁷ (à l'exception de la gestion des niveaux d'eau).

Les notes données pour chaque descripteur sont additionnées. On peut noter que les descripteurs « échanges avec la mer » et « substrat » sont pondérés (divisés par 2) dans le calcul du score car ils sont également conditionnés par des caractéristiques naturelles. Néanmoins sans pondération, les résultats obtenus et le classement des masses d'eau restent cohérents.

Enfin le score hydromorphologique de la lagune (S_{HM}) est obtenu par le calcul suivant :

$$S_{HM} = (\text{Score obtenu par la masse d'eau} / \text{score max possible pour la masse d'eau}) \times 10$$

Ainsi, il est important de noter que plus le score est élevé plus il traduit une pression hydromorphologique importante. Le score minimum possible n'est pas zéro (les scores allant de 1 à 3 pour chaque descripteur) mais 2,9 ou 3,6 selon les lagunes.

Ce score est une interprétation empirique des différentes données hydromorphologiques recueillies sur chaque masse d'eau. Il permet d'agréger les différents descripteurs et d'en avoir une lecture transversale. Par convention, il est important de noter que plus le score est élevé plus il traduit une pression hydromorphologique importante :

code masse d'eau	nom	S_{HM}	Ecart à la valeur la plus faible
FRET04	Palu	4,47	0%
FRDT14c	La Palissade	4,89	10%
FRDT05b	Campagnol	5,00	12%
FRDT03	La Palme	5,32	19%
FRET01	Biguglia	5,32	19%
FRET03	Urbino	5,53	24%
FRDT01	Canet	5,74	29%
FRDT09	Grand Bagnas	5,79	30%
FRDT13h	Scamandre- Charnier	5,79	30%
FRDT14a	Vaccarès	5,96	33%
FRET02	Diana	5,96	33%

⁷ Seuils retenus dans Aquascop 2014.

FRDT04	Bages - Sigean	6,10	36%
FRDT06a	Gruissan	6,34	42%
FRDT13e	Marette	6,59	47%
FRDT02	Salses-Leucate	7,02	57%
FRDT11c	Palavasiens Ouest	7,02	57%
FRDT08	Vendres	7,07	58%
FRDT10	Thau	7,23	62%
FRDT11a	Or	7,23	62%
FRDT12	Ponant	7,23	62%
FRDT15c	Bolmon	7,56	69%
FRDT11b	Palavasiens Est	7,66	71%
FRDT15b	Vaine	7,80	75%
FRDT15a	Berre	8,05	80%

Pour permettre une interprétation du score plus relative aux situations rencontrées les moins anthropisées, on peut également retraduire ce score sur une plage de valeur plus large en s'ancrant sur la valeur minimum et en examinant la variation par rapport à cette dernière (colonne de droite). Le pourcentage obtenu traduit un écart par rapport à la référence qui ici est la lagune la moins impactée du jeu de donnée (Palu).

Ces résultats sont cohérents avec la connaissance à « dire d'expert » de l'artificialisation des lagunes. Ils confortent globalement l'idée que les lagunes dégradées en termes de qualité écologique vont le plus souvent de pair avec de mauvais scores « hydromorphologiques ». On peut considérer qu'au-dessus du score de 6, les lagunes présentent signaux sensibles d'artificialisation.

Ainsi, les préconisations proposées au chapitre 3, s'appliquent à plus forte raison sur les lagunes présentant les scores les plus élevés.

Le tableau ci-dessous présente la proportion des lagunes les plus impactées par type d'altérations physiques.

	Forte artificialisation des berges	Forte artificialisation de la périphérie (bande 500 m)	Faible ratio surface zones humides / surface lagune	Lido fortement artificialisé	Faible efficacité des échanges avec la mer⁸	Substrat minéral et/ou végétal peu biogène⁹	Gestion artificielle des niveaux d'eau
% de masses d'eau concernées	29 %	25 %	62 %	28 %	66 %	33 %	25 %

⁸ Descripteur pondéré dans le calcul du score car l'efficacité des échanges avec la mer est également conditionnée par des caractéristiques naturelles

⁹ Descripteur pondéré dans le calcul du score car la nature du substrat est également conditionnée par des caractéristiques naturelles

Tableau des scores

code masse d'eau	nom	berges naturelles (% du linéaire de berge)	Classe berges (fort =1)	% artif bande des 500 m (hors espace agricole)	Score artif bande 500 m	ratio (surf marais +zh) /surf lagune	Classes ratio ZH (fort =1)	Artificialisation du lido	Classes lido	efficacité des échanges avec la mer	Score échange mer (fort=1)	pleine eau - substrat minéral dur biogène	Score (biogène = 1)	pleine eau - substrat minéral meuble biogène	Score (biogène = 1)	pleine eau - substrat végétal biogène	Score (biogène = 1)	bordure - substrat minéral dur biogène	Score (biogène = 1)	bordure - substrat minéral meuble biogène	Score (biogène = 1)	bordure - substrat végétal biogène	Score (biogène = 1)	Score (biogène = 1)	Gestion Artificielle des niveaux d'eau	Score gestion artificielle (1 si artificiel)	Score max par lagune	S _{MI}
FRDT01	Canet	100%	1	9,197392789	1	0,59	2	artificialisé	2	moyen	2	60,0%	2	0,0%	3	50,0%	2	62,5%	2	37,5%	2	50,0%	2	Non	0	23,5	5,74	
FRDT02	Salses-Leucate	76%	2	26,13196731	3	0,10	3	artificialisé	3	moyen	2	83,3%	1	33,3%	2	73,3%	2	70,0%	2	60,0%	1	80,0%	1	Non	0	23,5	7,02	
FRDT03	La Palme	86%	2	10,15172827	2	1,12	1	artificialisé = sableux	1	moyen	2	50,0%	2	90,0%	1	70,0%	2	70,0%	2	80,0%	1	30,0%	3	Non	0	23,5	5,32	
FRDT04	Bages - Sigean	86%	2	8,247877926	1	0,28	3	Absence de lido	SO	faible	3	80,0%	1	15,0%	2	70,0%	2	80,0%	1	60,0%	1	40,0%	3	Non	0	20,5	6,10	
FRDT05b	Campagnol	100%	1	1,074690601	1	2,17	1	Absence de lido	SO	nul	SO	40,0%	3	0,0%	3	30,0%	3	90,0%	1	30,0%	2	100,0%	1	Non	0	19	5,00	
FRDT06a	Gruissan	69%	2	27,27350452	3	0,33	3	Absence de lido	SO	moyen	2	90,0%	1	40,0%	2	100,0%	1	100,0%	1	50,0%	1	60,0%	2	Non	0	20,5	6,34	
FRDT08	Vendres	100%	1	6,001828258	1	0,11	3	Absence de lido	SO	faible	3	10,0%	3	0,0%	3	100,0%	1	20,0%	3	0,0%	3	90,0%	1	Oui	1	20,5	7,07	
FRDT09	Grand Bagnas	100%	1	9,331268027	1	0,70	1	Absence de lido	SO	nul	SO	10,0%	3	0,0%	3	100,0%	1	30,0%	3	0,0%	3	90,0%	1	Oui	1	19	5,79	
FRDT10	Thau	41%	3	36,81091094	3	0,08	3	artificialisé	2	faible	3	80,0%	1	50,0%	1	40,0%	3	100,0%	1	100,0%	1	60,0%	2	Non	0	23,5	7,23	
FRDT11a	Or	95%	1	15,19213962	2	0,32	3	artificialisé	3	faible	3	70,0%	2	5,0%	3	0,0%	3	80,0%	1	30,0%	2	50,0%	2	Non	0	23,5	7,23	
FRDT11b	Palavasiens Est	48%	3	24,20223642	3	0,11	3	artificialisé	3	important	1	100,0%	1	20,0%	2	0,0%	3	90,0%	1	90,0%	1	0,0%	3	Non	0	23,5	7,66	
FRDT11c	Palavasiens Ouest	63%	3	12,32717775	2	0,18	3	artificialisé	2	moyen	2	100,0%	1	35,0%	2	0,0%	3	100,0%	1	100,0%	1	0,0%	3	Non	0	23,5	7,02	
FRDT12	Ponant	60%	3	17,64558359	2	0,66	2	artificialisé	3	moyen	2	30,0%	3	30,0%	2	0,0%	3	90,0%	1	70,0%	1	60,0%	2	Non	0	23,5	7,23	
FRDT13e	Marette	52%	3	12,500854	2	1,63	1	Absence de lido	SO	faible	3	60,0%	2	0,0%	3	50,0%	2	80,0%	1	60,0%	1	100,0%	1	Oui	1	20,5	6,59	
FRDT13h	Charnier	95%	1	1,705090768	1	1,02	1	Absence de lido	SO	nul	SO	50,0%	2	0,0%	3	70,0%	2	20,0%	3	0,0%	3	90,0%	1	Oui	1	19	5,79	
FRDT14a	Vaccarès	98%	1	0,719711548	1	0,39	3	artificialisé = sableux	1	faible	3	73,9%	2	32,6%	2	47,8%	2	60,0%	2	50,0%	1	50,0%	2	Oui	1	23,5	5,96	
FRDT14c	La Palissade	100%	1	0,630224465	1	1,53	1	artificialisé = sableux	1	faible	3	30,0%	3	60,0%	1	90,0%	1	40,0%	3	50,0%	1	100,0%	1	Oui	1	23,5	4,89	
FRDT15a	Berre	68%	2	23,32330074	3	0,04	3	Absence de lido	SO	faible	3	38,0%	3	8,0%	3	0,0%	3	100,0%	1	100,0%	1	20,0%	3	Non	0	20,5	8,05	
FRDT15b	Vaine	15%	3	41,31323622	3	0,08	3	Absence de lido	SO	faible	3	100,0%	1	20,0%	2	0,0%	3	100,0%	1	100,0%	1	0,0%	3	Non	0	20,5	7,80	
FRDT15c	Bolmon	63%	3	15,635413	2	0,29	3	Absence de lido	SO	faible	3	60,0%	2	0,0%	3	20,0%	3	90,0%	1	80,0%	1	60,0%	2	Non	0	20,5	7,56	
FRET01	Biguglia	100%	1	8,584139626	1	0,21	3	artificialisé	2	faible	3	90,0%	1	5,0%	3	90,0%	1	80,0%	1	70,0%	1	100,0%	1	Non	0	23,5	5,32	
FRET02	Diana	98%	1	1,627785059	1	0,37	3	artificialisé = sableux	1	faible	3	30,0%	3	10,0%	3	20,0%	3	70,0%	2	80,0%	1	80,0%	1	Non	0	23,5	5,96	
FRET03	Urbino	98%	1	0,393895884	1	0,16	3	artificialisé = sableux	1	faible	3	50,0%	2	0,0%	3	40,0%	3	80,0%	1	70,0%	1	100,0%	1	Non	0	23,5	5,53	
FRET04	Palu	100%	1	2,946039731	1	0,88	1	artificialisé = sableux	1	faible	3	90,0%	1	0,0%	3	70,0%	2	80,0%	1	40,0%	2	100,0%	1	Non	0	23,5	4,47	

**Responsable de la rédaction et de la publication :
Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse**

Le secrétariat technique du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée est animé par l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et la délégation de bassin de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. Il associe également des représentants des directions régionales de l'environnement de l'aménagement et du logement du bassin, des délégations régionales de l'agence de l'eau ainsi que les représentants de l'ONEMA, de la direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt Auvergne-Rhône-Alpes et de l'agence régionale de santé Auvergne-Rhône-Alpes.

Note du secrétariat technique
du SDAGE

L'HYDROMORPHOLOGIE DES LAGUNES

DANS LE CONTEXTE DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

Les notes du secrétariat technique du SDAGE contiennent des informations techniques essentiellement destinées aux services de l'État et ses établissements publics en appui à la mise en œuvre du SDAGE Rhône-Méditerranée.

Cette note intitulée "L'hydromorphologie des lagunes dans le contexte de la Directive cadre sur l'eau" vise à rassembler, interpréter et valoriser les études et réflexions conduites sur la typologie et l'hydromorphologie des lagunes méditerranéennes.

Quels sont les liens entre les descripteurs physiques et la biologie des lagunes ? Faut-il restaurer les habitats lagunaires pour atteindre le bon état ? Quels sont les descripteurs physiques les plus structurants ? Les masses d'eau sont-elles toutes soumises aux mêmes pressions hydromorphologiques ?

Autant de questions pour lesquelles ce guide propose des éléments de réponse.