

Base de données « pressions sur les lagunes méditerranéennes »

Analyse des liens état – pression



Etang de Vic, crédit photo SIEL

Base de données « pressions sur les lagunes méditerranéennes »

Analyse des liens état – pression

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST.ODE/LER-PAC/13-11		date de publication : juin 13
Diffusion : libre : <input type="checkbox"/> restreinte : <input checked="" type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		nombre de pages : 71
Validé par : Bruno Andral, LER/PAC Adresse électronique : bruno.andral@ifremer.fr		bibliographie : Oui
		illustration(s) : Oui
		langue du rapport : F
Titre de l'article Base de données « pressions sur les lagunes méditerranéennes »		
Contrat n° 2012-0284 Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteurs principaux : Coralie Meinesz Valérie Derolez Marc Bouchoucha	Organisme / Direction / Service, laboratoire	
Destinataire : Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse		
Résumé <p>Les objectifs de résultats, en termes de préservation ou de restauration des milieux aquatiques, que fixent la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE), nécessitent de connaître les liens entre l'état des masses d'eau et les pressions auxquelles elles sont soumises.</p> <p>L'évaluation de l'état des lagunes méditerranéennes est notamment basée sur différents éléments de qualité biologique (phytoplancton, macrophytes, macrofaune benthique de substrat meuble).</p> <p>La présente étude s'applique à recenser les pressions anthropiques sur les lagunes méditerranéennes, les bancariser et analyser les liens entre les indicateurs de qualité biologique de la DCE et des indicateurs de pressions pertinentes issus de ce recensement.</p> <p>Le travail d'identification des pressions et de métriques associées s'est basé sur une étude Onema-Ifremer de 2010, qui avait permis la construction d'une base de données des pressions sur 25 masses d'eau de transition. Les métriques identifiées au cours de ce travail ont été reprises, certaines modifiées, d'autres abandonnées afin d'obtenir une base de données d'indicateurs représentatifs des pressions, aisément renseignables, et ciblés sur les éléments de qualité biologique de la DCE. Une révision des limites des bassins versants des lagunes ainsi qu'une collecte de données auprès de l'Agence de l'eau, ont permis de mettre à jour ces métriques.</p> <p>A partir de cette base de données, des analyses statistiques simples entre certaines métriques de pressions et les indicateurs de qualité biologique de la DCE (campagnes 2006 et 2009) ont été réalisées.</p>		
Mots-clés Pressions, lagunes méditerranéennes, lien état-pression, DCE		

sommaire

1. Introduction	9
2. Base de données d'indicateurs des pressions aux lagunes	11
2.1. <i>Base de travail</i>	11
2.2. <i>Reprise de la base de données initiale.....</i>	11
2.3. <i>Actualisation</i>	14
3. Bilan des apports en nutriments et comparaison au « Défi eutrophisation » de 2006	19
3.1. <i>Estimations des apports en azote et phosphore</i>	19
3.2. <i>Comparaison avec le « Défi eutrophisation des lagunes littorales » de 2006.....</i>	22
4. Relations entre apports estimés et état de la colonne d'eau.....	27
4.1. <i>Azote</i>	27
4.2. <i>Phosphore</i>	28
5. Relations état - pression	31
5.1. <i>Elément de qualité phytoplancton.....</i>	31
5.2. <i>Elément de qualité macrophyte</i>	33
6. Conclusion et perspectives.....	37
7. Références bibliographiques	39
8. Annexes.....	41

1. Introduction

L'analyse des pressions que subissent les masses d'eau est prévue par la Directive Cadre sur l'Eau¹ (DCE). Cette analyse représente une étape importante dans la définition des plans de gestion des territoires hydrographiques concernés par cette directive. L'évaluation de ces pressions doit en particulier permettre d'identifier les activités humaines susceptibles de mettre en échec les objectifs envisagés.

De plus, alors que sur les masses d'eau de transition (MET) les indicateurs de qualité DCE ont quasiment tous été développés, les relations entre ces derniers et les pressions anthropiques n'ont pas toujours été mises en évidence. Pour mieux appréhender les programmes de mesures à réaliser sur les lagunes (MET), il semble également nécessaire d'améliorer la compréhension des liens entre pressions et indicateurs écologiques.

L'objectif de cette étude est, tout d'abord, de créer et renseigner une base de données des principales pressions anthropiques auxquelles sont soumises les lagunes françaises méditerranéennes, et qui ont en particulier un impact sur les indicateurs biologiques de la DCE. D'autre part, à partir de ces données, cette étude s'applique à analyser les relations entre certaines de ces pressions et les éléments de qualité biologiques de la DCE.

Ce travail a été réalisé sur 25 des 31 masses d'eau de transition répertoriées dans les districts Rhône-Méditerranée et Corse (Figure 1).

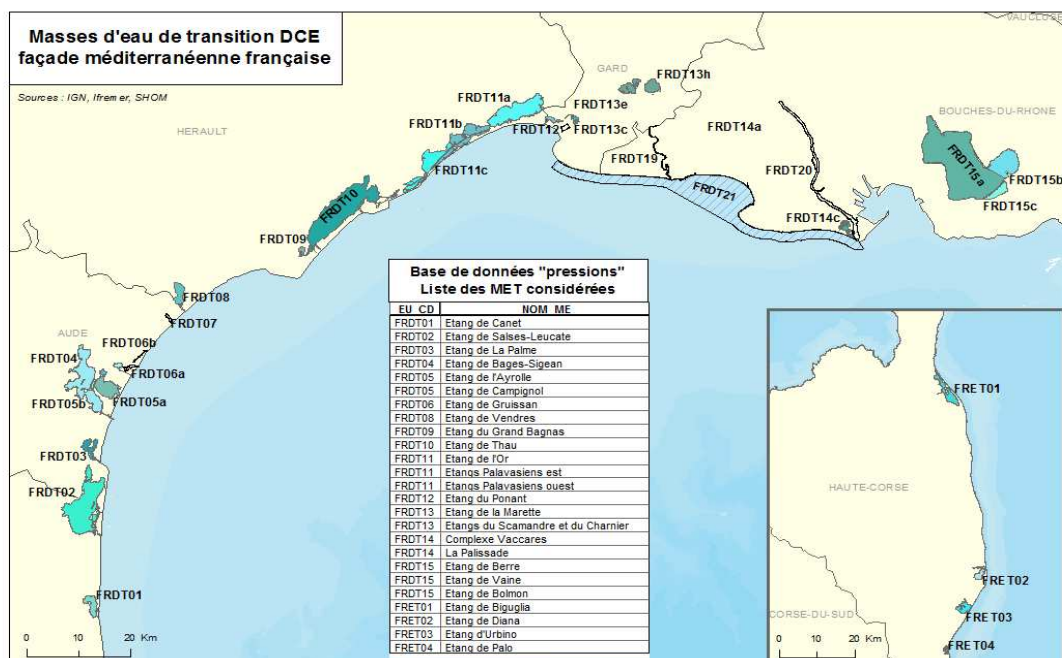


Figure 1 : Localisation des masses d'eau de transition de l'étude

¹ Directive 2000/60/CE, du 23 octobre 2000

2. Base de données d'indicateurs des pressions aux lagunes

2.1. Base de travail

Le présent travail se base sur une étude Onema/Ifremer (Bouchoucha *et al.*, 2010) visant à consolider, pour les lagunes méditerranéennes, l'indicateur poisson en cours de développement par l'IRSTEA (projet LITEAU II).

Cette étude, basée sur une bibliographie approfondie et des enquêtes, a permis la construction d'une base de données d'indicateurs de pressions sur 25 masses d'eau de transition méditerranéennes françaises (Battut, 2010 ; Bouchoucha *et al.*, 2010).

En utilisant le modèle DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impact, Responses), trois grandes catégories de pressions ont d'abord été identifiées : polluantes, hydromorphologiques et directes sur le vivant. Les différentes sources de pressions ont été ciblées, et pour chacune d'entre elles, des métriques permettant d'évaluer et de quantifier ces pressions ont été retenues. Le choix a été fait de considérer un éventail de pressions le plus large possible, et pas simplement basé sur l'impact potentiel sur le compartiment ichtyologique.

La base de données créée lors de cette étude regroupe donc, de manière la plus exhaustive possible, l'ensemble des pressions s'appliquant aux lagunes méditerranéennes. Pour les décrire, 72 métriques (45 de pressions polluantes, 15 hydromorphologiques et 12 de pressions directes) ont pu être identifiées.

Parmi ces métriques, 48 d'entre elles ont été renseignées grâce à l'existence de données, représentatives de la pression, et homogènes sur l'ensemble des MET (données de l'Agence de l'eau RM&C, d'occupation des sols, données issues d'une enquête auprès des structures de gestion des lagunes, ou d'avis d'experts).

Le présent travail s'est tout d'abord appliqué à consolider et simplifier cette base.

Dans le cadre de l'analyse des pressions prévue par la DCE, il s'agit en effet de cibler plus particulièrement les pressions ayant le plus d'influence sur les éléments de qualité biologiques des lagunes méditerranéennes (phytoplancton, macrophytes, macrofaune benthique et poissons).

De plus, dans l'objectif de pérenniser une base de données des pressions sur les lagunes méditerranéennes, il est également nécessaire de réduire le nombre de métriques en visant l'homogénéité et la facilité de collecte des données.

2.2. Reprise de la base de données initiale

A partir de la base de données de 2010, certaines métriques de pressions ont été conservées, d'autres agrégées ou abandonnées lorsque leur renseignement s'est avéré impossible.

Ce travail a été réalisé selon trois critères :

- l'existence de données homogènes et aisément disponibles, à l'échelle de la zone d'étude, pour renseigner les métriques.
- la représentativité des métriques retenues pour décrire une pression (par exemple : le nombre d'industries n'est pas un bon indicateur de pression, car il ne donne pas de renseignement sur la taille, l'activité et donc la charge polluante des établissements),
- l'impact *a priori* des pressions sur les éléments de qualité biologique DCE (à dire d'experts).

Du fait de ces critères, l'exhaustivité dans le recensement des pressions n'est pas visée.

2.2.1. Pressions polluantes

Pour les pressions polluantes, les sources de pressions identifiées et conservées sont : les stations d'épuration urbaines (STEP), les industries, l'agriculture et les surfaces imperméabilisées.

Les sources plus anecdotiques ou aux métriques difficilement quantifiables, tels que les phénomènes de cabanisation ou les rejets acidifiant les lagunes, n'ont pas été retenues.

La pression de l'assainissement non collectif n'a pas non plus été conservée. Sur l'ensemble des bassins Rhône Méditerranée et Corse seule 15% de la population est concernée par ce type d'assainissement, et sur les communes des bassins versants des lagunes les taux de raccordement aux stations d'épuration sont encore plus importants (chiffres AERMC 2010). L'assainissement non collectif représente donc, sur les lagunes, une pression faible par rapport aux STEP.

Les métriques identifiées pour évaluer les rejets de micropolluants ont également été abandonnées. Ces métriques, nombreuses, identifiées pour palier le manque de données directes sur les flux de contaminants chimiques issus des bassins versants, sont difficilement évaluables sur l'ensemble de la zone d'étude. Il a donc été choisi de décrire la pression « contamination chimique » par l'approche milieu, avec les données d'état de chimie de l'eau.

Deux sources de pressions polluantes, l'élevage et les apports hors bassin versant, ont à l'inverse été ajoutées, du fait de leur impact potentiel et de l'identification de métriques quantifiables.

De 45 métriques de pressions polluantes, la base de données a donc été réduite à 21 métriques renseignables (Tableau 1).

Certaines d'entre elles ont été regroupées en métriques de pressions composites, afin d'analyser plus globalement l'effet des pressions polluantes anthropiques (flux totaux estimés) sur les éléments de qualité.

Tableau 1 : Métriques des pressions polluantes sur les lagunes méditerranéennes françaises

Pressions polluantes par sources ou type							
	Assainissement collectif (STEP*)	Industries	Apports hors BV	Agriculture	Elevage	Ruissellement urbain	Contamination chimique
Métriques retenues	Capacité totale du BV*			Surface agricole totale du BV	Cheptel total du BV (nombre d'UGB*)	Surfaces imperméabilisées	Données capteurs passifs (DGT, POCIS...)
	Rejets annuels N*	Rejets annuels N	Apports annuels N	Estimation du flux annuel d'N		Estimation du flux annuel d'N	
	Rejets annuels P*	Rejets annuels P	Apports annuels P	Estimation du flux annuel de P		Estimation du flux annuel de P	
	Rejets annuels MES*	Rejets annuels MES	Apports annuels MES				
	Rejets annuels MO*	Rejets annuels MO	Apports annuels MO				

* STEP : Station d'épuration, BV : bassin versant, N : azote, P : phosphore, MES : matières en suspension, MO : matière organique UGB : Unité Gros Bovin.

Dans cette catégorie des pressions polluantes, les stocks sédimentaires des lagunes en nutriments et contaminants chimiques pourraient également être considérés. Ces stocks sont la résultante des pressions anthropiques passées. Les données actuellement développées par le Réseau de Suivi Lagunaire (RSL), sur cette thématique, pourront être ajoutées directement en tant que pression (métriques du type concentration dans les sédiments), ou bien intégrées dans un indice de vulnérabilité des lagunes permettant de pondérer les données de pressions ou de différencier les lagunes par typologie.

2.2.2. Pressions hydromorphologiques

Pour les pressions hydromorphologiques, les métriques relevant des caractéristiques propres des lagunes (même contrôlées par les installations humaines), telles que la nature des graus ou le renouvellement des eaux n'ont pas été conservées. De tels indicateurs semblent en effet plus rattachables à la typologie des lagunes, à leur vulnérabilité, qu'aux pressions potentielles.

Différentes études récentes se sont intéressées à l'identification d'indicateurs de pressions hydromorphologiques et à l'évaluation de l'état hydromorphologique des masses d'eau de transition (ASCONIT, 2009, Brivois et *al.*, 2011). Cependant ces travaux n'ont pas permis l'évaluation quantitative de métriques de pressions sur l'ensemble des lagunes méditerranéennes, ils n'ont donc pas été repris et utilisés ici.

Ainsi de 15 métriques de pressions, la base de données a été réduite à 5 métriques (Tableau 2).

Tableau 2 : Métriques des pressions hydromorphologiques sur les lagunes méditerranéennes françaises

Pressions hydromorphologiques par types					
	Apports artificiels d'eau douce modifiant la salinité	Perte zones humides	Artificialisation des berges	Chenalisation	Canalisation
Métriques retenues	Qualitatif : 0 = absence, 1= apports périodique, 2= continu	Surfaces asséchées entre 1990 et 2006 (ha)	Proportion de berges artificialisées par rapport à la longueur totale de berge	Qualitatif : 0 = nulle, 1= faible, 2 = moyenne, 3 = forte	Qualitatif : 0 = nulle, 1= faible, 2 = moyenne, 3 = forte

2.2.3. Pressions directes sur le vivant

Enfin, pour les pressions directes sur le vivant, les sources de pressions anecdotiques ou les métriques difficilement évaluables sur la zone d'étude, tels que l'empoisonnement par la pisciculture ou le nombre de captures par la pêche professionnelle, ont été retirées.

Ainsi, de 12 métriques de pressions directes sur le vivant, la base de données a pu être réduite à 8 métriques (Tableau 3).

Tableau 3 : Métriques des pressions directes sur le vivant sur les lagunes méditerranéennes françaises

Pressions directes sur le vivant par sources ou types					
	Turbidité	Pêche professionnelle	Conchyliculture	Espèces invasives	Activités récréatives
Métriques retenues	Approche par la turbidité, P90 de la turbidité estivale sur 6 années consécutives	Nombre de pêcheurs professionnels (vivant du métier) sur la MET	Production moyenne par an, sur six ans (T/an)	Approche qualitative, 0=présence nulle, 1= faible, 2 = moyenne, 3 =forte	Nombre d'anneaux total sur la masse d'eau
			Proportion de la surface de MET utilisée (%)		Degré de pression de l'activité de Glisse 0= fréquentation nulle, 1= faible, 2= moyenne, 3= forte
					Nombre de plages officielles

2.3. Actualisation

Sur la base de ces nouvelles métriques, certaines données ont été actualisées, principalement les métriques de pressions polluantes (voir tableau récapitulatif de la Base de Données – Annexe 3).

Celles des autres catégories de pressions ont, pour la plupart été évaluées dans le cadre de l'étude de 2010 (Battut J., 2010), grâce à une enquête réalisée auprès des gestionnaires de lagunes. Il ne nous est pas paru nécessaire d'actualiser ces données.

2.3.1. Délimitation des bassins versants des lagunes

L'affectation des pressions polluantes de types rejets ou occupation du sol, aux masses d'eau de transition dépend de la délimitation de leur bassin versant. Via les écoulements de surface et souterrains, les charges polluantes atteignent les lagunes, récepteur final des eaux du bassin versant (BV). Pour renseigner les métriques de ces pressions, il a donc été nécessaire, au préalable, de définir leurs limites.

Dans le cadre de l'étude de 2010, des délimitations avaient été utilisées, cependant il nous est apparu utile de les retravailler pour en connaître l'origine et si nécessaire les préciser. Ce travail a été réalisé avec les gestionnaires de lagunes (voir fiche « Délimitation des bassins versants des lagunes », Annexe 3). Pour certaines lagunes, les BV ainsi délimités sont très restreints du fait de la présence de canaux ou d'endiguements, isolant les lagunes de l'écoulement naturel des eaux.

2.3.2. Apports ponctuels et diffus

Les données relatives aux stations d'épuration et aux établissements industriels pour l'année 2010, ont été collectées auprès de l'AERM&C (base de données pour le calcul des primes et redevances). Ces données sont ainsi homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude. La localisation des rejets (coordonnées géographiques ou commune de rejet) a permis l'affectation des établissements et de leurs charges polluantes aux MET (voir fiches « Rejets de STEP » et « Rejets industriels », Annexe 3).

Pour la pollution diffuse, agricole ou urbaine, les surfaces d'occupation du sol des bassins versants ont été obtenues à partir de la base de données Corine Land Cover (CLC) de 2006. Les données du Recensement Général Agricole (RGA) de 2010, n'ont pas été utilisées car elles sont disponibles à l'échelle communale, ce qui pose des problèmes d'affectation des surfaces à l'échelle de bassins versants dont les limites ne suivent pas les limites communales.

Afin d'estimer les apports diffus, la méthode des ratios d'exportation a été utilisée (Voir fiche « Pollutions diffuses », Annexe 3). Cette méthode utilise le principe selon lequel, pour une année aux conditions climatiques normales, à chaque type d'occupation du sol correspond une charge relativement constante de nutriments exportés par unité de surface (Cépralmar, 2006).

Bien que l'exportation de polluants dépende de nombreux facteurs (propres aux pratiques sur les surfaces et aux processus de transport), cette méthode permet d'obtenir une estimation grossière des pollutions diffuses issues des bassins versants. L'utilisation de modèles hydrologiques plus fins, intégrant plus de variables ne paraît pas adaptée dans le cadre de ce travail, du fait de l'étendue de la zone d'étude.

Les ratios d'exportation utilisés sont issus de la littérature (Tableau 4). Les références datent de plusieurs années, cependant les recherches bibliographiques n'ont pas permis d'en obtenir de plus récents. De plus ces ratios ont été repris de l'étude de 2010, et avaient également été utilisés dans différents travaux de l'AERM&C pour l'estimation des flux polluants à la Méditerranée (rapport AERM&C 2011, et SIEE, 2003).

Occupation du sol	Ratio d'exportation Azote (kg/ha/an)	Moyenne retenue	Ratio d'exportation Phosphore (kg/ha/an)	Moyenne retenue	Référence bibliographique	Code CLC correspondant
Ruissellement urbain	5 à 15	10	0,5 à 5	2,75	AQUASCOP, 2001	111, 112, 121, 122
Vignes	2 à 8	5	0,25 à 1	0,625	Albigès et al., 1991	221
Vergers	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et al., 1991	222, 223
Céréales	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et al., 1991	211, 212, 213, 241, 242, 243
Légumes et cultures industrielles	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et al., 1991	
Surfaces enherbées	2 à 8	5	0,1 à 0,3	0,2	Albigès et al., 1991	231

Tableau 4 : Ratios d'exportation en azote et phosphore

Seuls les apports diffus en azote et phosphore ont donc pu être estimés. Les flux de matières en suspension et de matières organiques aux lagunes ne regroupent donc que les apports ponctuels.

Que ce soit pour les rejets ponctuels des bassins versants ou les pollutions diffuses, il y a un phénomène d'autoépuration le long des hydrosystèmes qui diminue les charges polluantes de la source à la lagune. Ce phénomène est très spécifique à un milieu donné. Pour considérer l'autoépuration, il faut pouvoir estimer un coefficient d'abattement de la pollution à partir d'acquisition de données de terrain ou de modèles à échelles spatiales fines. Là encore sur la zone d'étude, il serait difficile d'obtenir de tels coefficients pour chaque hydrosystème, et appliquer un seul coefficient d'abattement à l'ensemble des bassins versants serait erroné. Nous avons fait le choix de considérer l'hypothèse la plus défavorable : la totalité de la charge polluante issue du bassin versant aboutit à la lagune (Dupré, 2003).

A noter qu'un autre moyen de mieux estimer l'ensemble des charges polluantes issues des bassins versants serait de mettre en place des mesures aux exutoires des cours d'eau, et de considérer une simple zone tampon pour le ruissellement direct. La question de l'autoépuration ne se poserait alors pas et l'estimation des apports serait plus précise. Une telle surveillance n'existe pas à l'heure actuelle. De plus elle ne permettrait pas de connaître la part relative des différentes sources de pollution, information importante pour mettre en place des mesures de gestion.

Effectuer ces mesures sur quelques BV pourrait toutefois permettre d'évaluer la précision de l'estimation des flux polluants réalisée dans le cadre de cette étude.

En dehors des apports directs et issus du bassin versant, certaines lagunes sont soumises à des apports provenant de l'extérieur du bassin versant qui peuvent, dans certains cas, être très importants en termes de volumes et de flux de polluants (voir également fiche « Délimitation des bassins versants des lagunes », Annexe 3).

Par avis d'experts, les lagunes soumises à de tels apports ont été identifiées :

- l'étang de Bages-Sigean par le canal de la Robine,
- Campagnol par le canal de la Réunion et par des prises d'eau dans le canal de la Robine,
- Gruissan par une dérivation du canal de la Réunion,

- Vendres par des prises d'eau sur l'Aude,
- Grand Bagnas par le Canal du Midi,
- Thau par le Canal du Rhône à Sète et le Canal du Midi,
- les étangs Palavasiens par le Canal du Rhône à Sète,
- l'étang de l'Or par le chenal maritime,
- Murette par le chenal maritime,
- Scamandre-Charnier par le canal du Rhône à Sète, et le canal de la Capette faisant la liaison avec le Petit Rhône,
- le complexe de Vaccarès par le Rhône et le petit Rhône,
- la Palissade par le Rhône,
- Berre par le canal EDF de Saint Chamas.

Les métriques de cette pression polluante ont donc été ajoutées à la base de données afin de prendre en compte ces apports. Cependant, pour renseigner quantitativement ces métriques, il faut disposer de résultats de mesures (concentrations et débits sur une année) aux exutoires. Après contact des structures de gestion, seul le Gipreb de l'étang de Berre a pu nous fournir de telles données (suivi EDF en 2009). Les métriques de ces pressions devront donc être complétées.

L'importance d'une telle pression a toutefois été évaluée qualitativement (à dire d'experts).

Par la suite, dans l'analyse des relations entre pressions polluantes et éléments de qualité, il est nécessaire, pour ne pas biaiser les résultats, de travailler avec des lagunes pour lesquelles les flux estimés sont représentatifs des flux réels.

Ainsi parmi ces 11 masses d'eau, **il a été considéré, pour 5 d'entre elles (Campagnol, Vendres, Grand Bagnas, Scamandre-Charnier et Berre), que ces apports hors bassin versant pouvaient être supérieurs à ceux issus du BV délimité, et constituer ainsi une source d'apport polluant non négligeable.**

Hormis l'étang de Berre pour lequel ces apports ont pu être quantifiés, ces lagunes n'ont pas été prises en compte dans l'analyse des relations pressions-éléments de qualité.

2.3.3. Contamination chimique

Pour la pression contamination chimique, les données du projet PEPS – Pré-étude : Echantillonnage Passif pour la Surveillance de la contamination chimique - en lagunes ont été ciblées (publication à venir). Ce projet a permis de tester l'utilisation d'échantillonneurs passifs (POCIS et DGT) sur les masses d'eau de transition. Cependant les données issues de ce travail n'étant pas disponible au moment de cette étude, nous n'avons pas pu les inclure dans la base de données.

Les données du réseau RINBIO (Andral et *al.*, 2010c), surveillance de la contamination chimique sur support vivant, permettent également d'analyser la contamination chimique du milieu. Cependant le nombre lagunes méditerranéennes évaluées étant très restreints (8 MET en 2009, problèmes de dessalures), ces données n'ont pas été ciblées. Ainsi aucune donnée de contamination chimique sur les lagunes n'a pu être intégrée à la base de données. Cette pression n'a donc pas pu être intégrée dans l'analyse des liens état-pressions.

3. Bilan des apports en nutriments et comparaison au « Défi eutrophisation » de 2006

Les milieux lagunaires, caractérisés par un faible renouvellement des eaux, sont particulièrement sensibles à l'eutrophisation. Les apports en nutriments constituent ainsi la principale pression sur ces masses d'eau (voir avis d'experts, Annexe 2).

Nous présentons ci-dessous le bilan des apports estimés en azote et phosphore, et leur comparaison aux estimations réalisées dans le cadre du Défi eutrophisation des lagunes littorales de Languedoc-Roussillon en 2006.

3.1. Estimations des apports en azote et phosphore

Les apports en azote et phosphore impactent notamment le phytoplancton et les macrophytes, éléments de qualité biologique de la DCE. L'analyse des relations entre les pressions et les éléments de qualité s'est donc focalisée sur ces deux métriques.

Il est important de souligner que les résultats présentés ici ne peuvent être considérés qu'en tant qu'estimations d'apports. Comme on l'a vu précédemment, ces estimations demandent à être précisées notamment par une meilleure quantification des apports diffus et par la prise en compte de l'abattement de charge polluante le long des hydrosystèmes et des bassins versants.

Compte tenu de l'étendue de la zone d'étude ainsi que de l'état actuel des connaissances, ces estimations permettent de caractériser les sources de pressions polluantes dominantes auxquelles sont potentiellement soumises les lagunes.

On peut ainsi constater une grande variabilité inter lagunaire des flux estimés en azote (Figure 2) ainsi que des répartitions de sources (Figure 3).

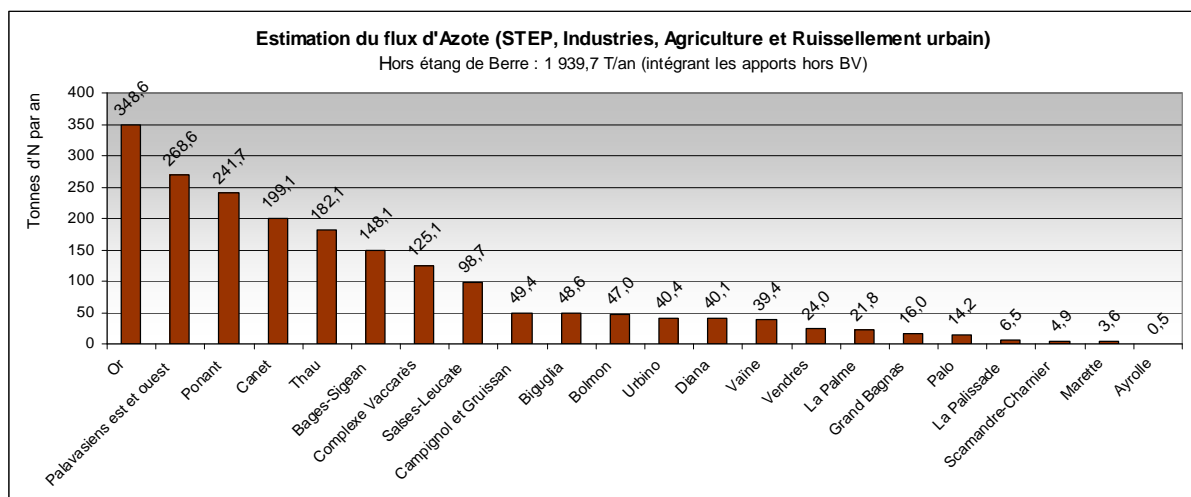


Figure 2 : Flux d'azote estimés (rejets directs et bassins versants) aux lagunes de la zone d'étude

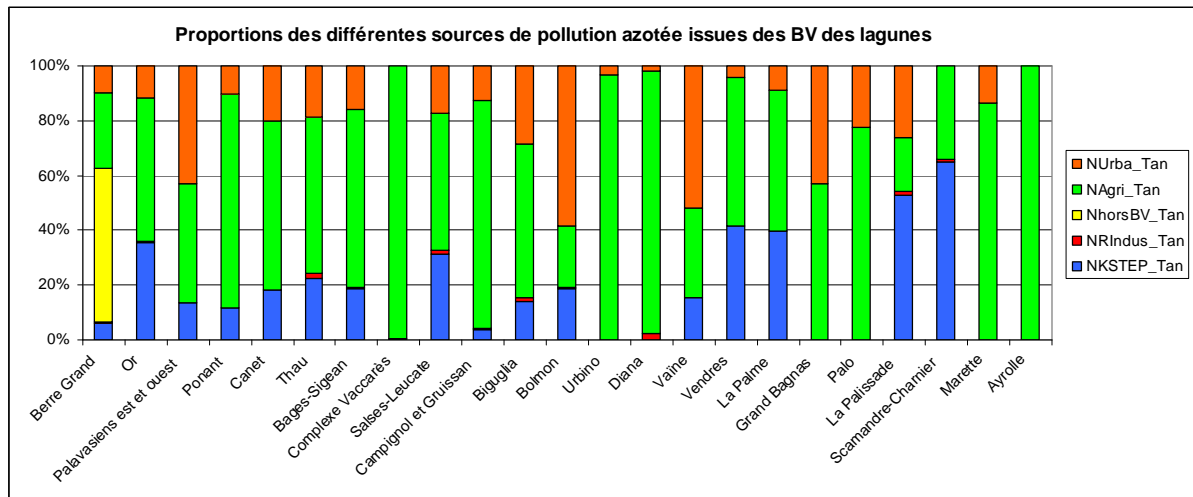


Figure 3 : Part des différentes sources d'azote (l'apport hors BV n'est quantifié que pour Berre)

La charge reçue par l'étang de Berre est de loin la plus importante du fait de l'apport majeur du canal EDF (1083,5 T/an), elle a ainsi été retiré du diagramme (Figure 2) pour plus de lisibilité.

L'étang de l'Or est ensuite la lagune la plus soumise au flux d'azote issu de son bassin versant, en lien avec plusieurs rejets de STEP.

Les Palavasiens sont également soumis à un apport important de leur bassin versant (un seul BV pour les 2 MET), mais la principale source est le ruissellement urbain, expliqué par la présence de plusieurs grosses communes (en particulier l'agglomération de Montpellier).

Le flux important issu du grand bassin versant du Ponant est quant à lui essentiellement dû aux surfaces agricoles.

On peut également constater que pour les masses d'eau présentant un apport hors BV conséquent, qui n'a pas pu être quantifié (en particulier Vendres, Grand Bagnas, Scamandre-Charnier), les apports estimés d'azote sont faibles. Pour ces lagunes, l'apport hors bassins versants pourrait constituer la principale source de polluants. Il est donc nécessaire de quantifier ces flux pour une bonne évaluation de cette pression.

Du fait de son bassin versant restreint (correspondant à l'effet tampon de la lagune de Campagnol), l'étang d'Ayrolle est le moins soumis aux apports d'azote.

Comme pour l'azote, les flux de phosphore estimés et la répartition des sources présentent une grande variabilité selon les lagunes (Figure 4 et Figure 5).

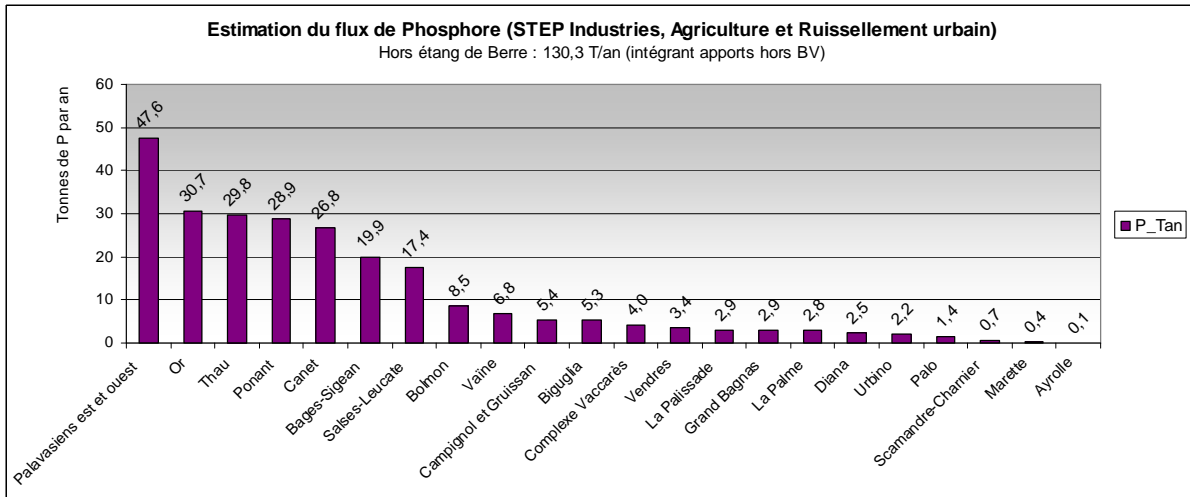


Figure 4 : Flux de phosphore estimés issus des bassins versants et des rejets directs

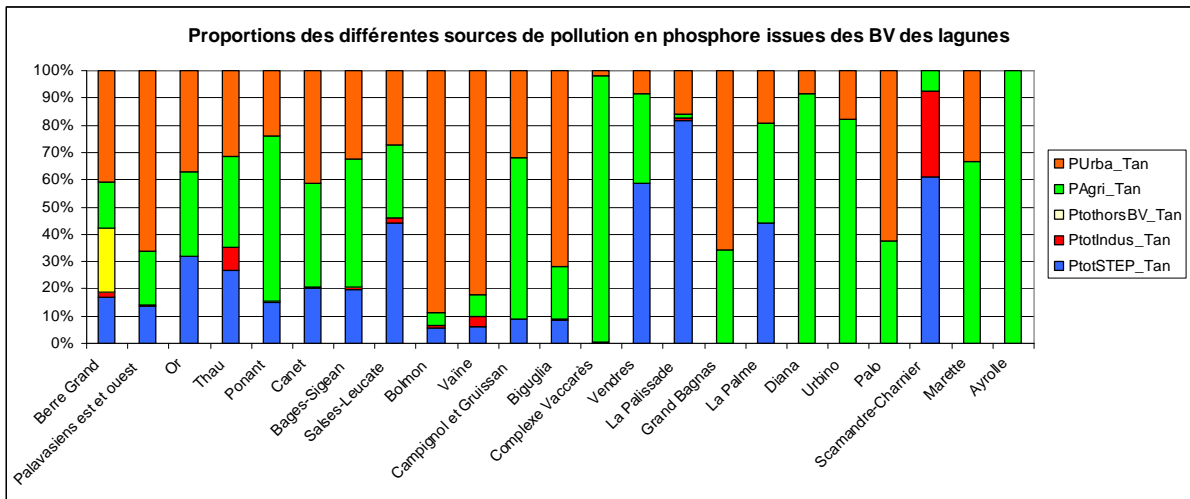


Figure 5 : Part des différentes sources de phosphore (l'apport hors BV n'est quantifié que pour Berre)

3.2. Comparaison avec le « Défi eutrophisation des lagunes littorales » de 2006

En 2006, dans le cadre du « Défi eutrophisation des lagunes littorales du Languedoc-Roussillon » 8^{ème} programme de l'AERM&C (Dupré, 2002 ; Cépralmar, 2006), une estimation des apports en azote et phosphore issus des bassins versants a été réalisée sur cinq lagunes (Canet, Bages-Sigean, Or, Thau et le complexe des palavasiens).

Ces apports et la part des différentes sources ont donc pu être comparés à ceux du présent travail.

Quelques différences de méthodologies sont à noter. Pour l'occupation du sol ce n'est pas la base de données CLC qui a été utilisée dans le cadre du « Défi eutrophisation », mais les données du recensement général agricole de 2000 pour les surfaces agricoles, et une base de données propre au Languedoc-Roussillon (« Géozoum » de la DIREN en 2001) pour les surfaces urbanisées.

Les rejets polluants de STEP proviennent d'estimations en fonction des caractéristiques des établissements et de campagnes de mesures sur certaines d'entre elles, alors que les données de l'autosurveillance de 2010 ont été utilisées dans le cadre de cette étude.

D'autre part, les apports atmosphériques n'ont pas été pris en compte dans le cadre de notre étude.

3.2.1. Etang de Thau

Sur l'étang de Thau, on peut constater que la part des rejets des stations d'épuration a fortement diminué, alors que les charges polluantes des autres types d'apports sont du même ordre de grandeur.

Ainsi en presque dix ans, les usages sur le territoire ne semblent pas avoir radicalement changé, mais les dispositifs de traitement des eaux usées ont été améliorés ou dérivés vers l'extérieur de l'étang et de son bassin versant.

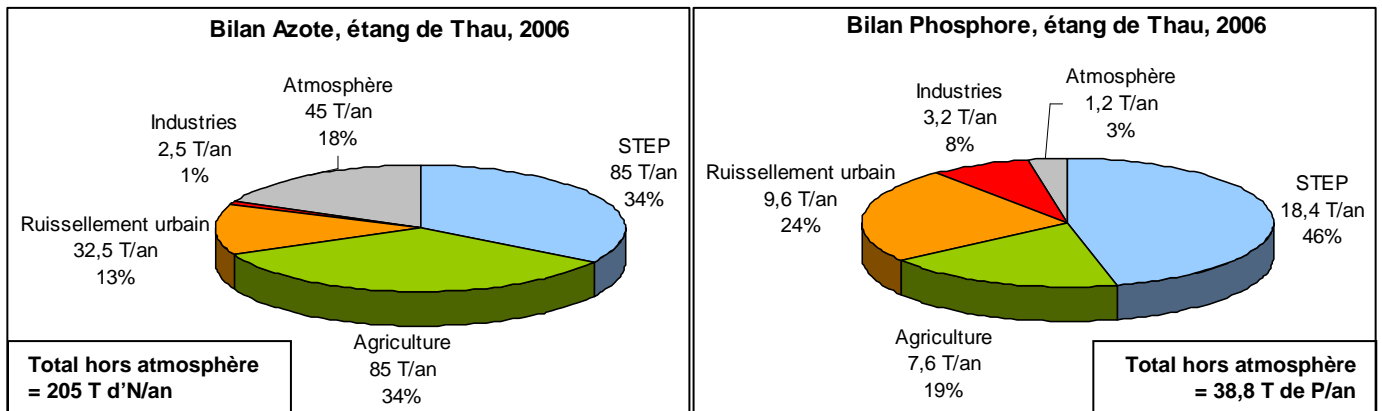


Figure 6 : Bilan des estimations des apports en azote et phosphore du BV de Thau, repris du Défi eutrophisation des lagunes littorales du Languedoc-Roussillon, Cépralmar, 2006

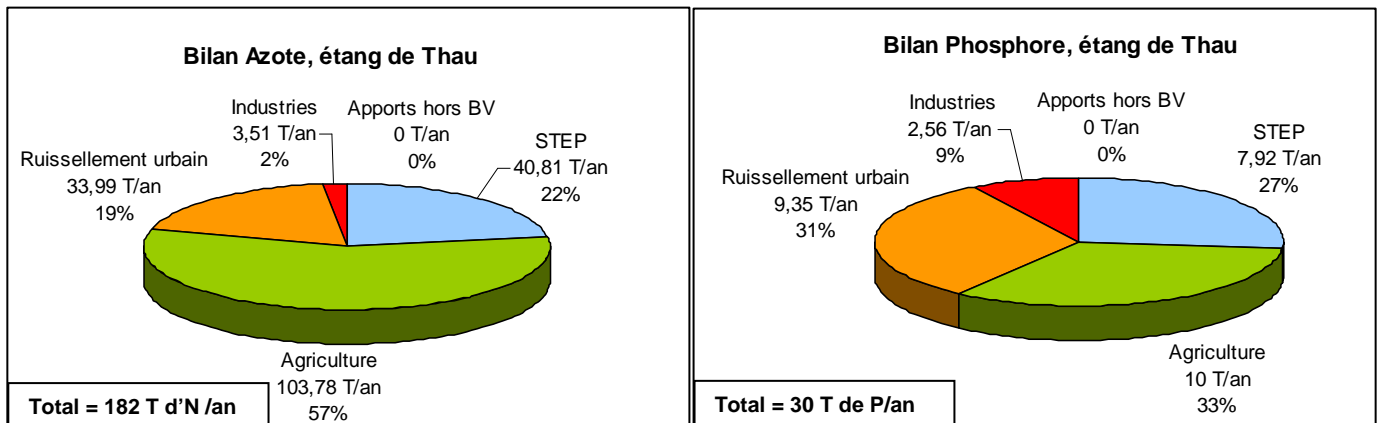


Figure 7 : Bilan des estimations des apports en azote et phosphore du BV de Thau, dans le cadre de l'étude

3.2.2. Etang de l'Or

De la même façon sur l'étang de l'Or, les rejets de STEP et leur part dans les apports totaux ont diminué, tandis que les autres types d'apports sont restés relativement constants.

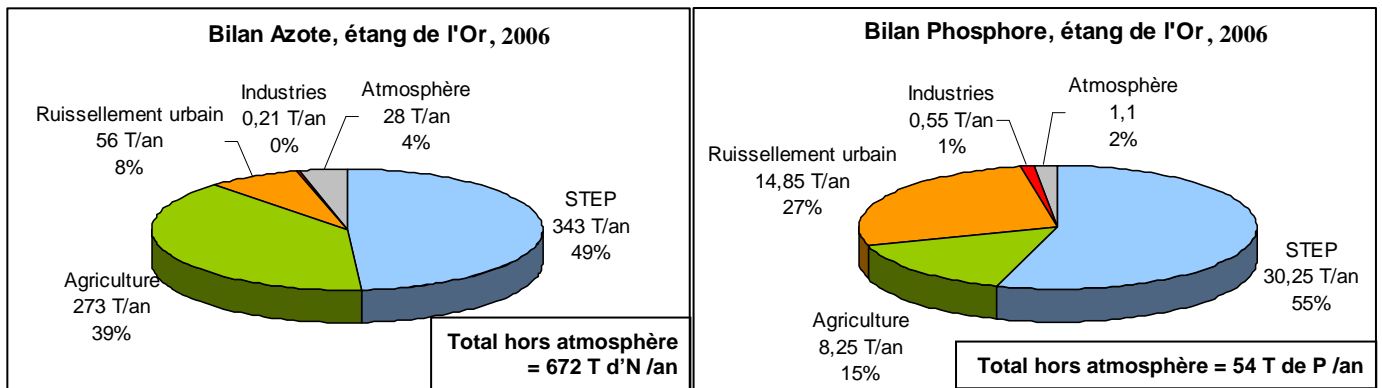


Figure 8 : Bilan des estimations des apports en azote et phosphore du BV de l'Or, repris du Défi eutrophisation des lagunes littorales du Languedoc-Roussillon, Cépralmar, 2006

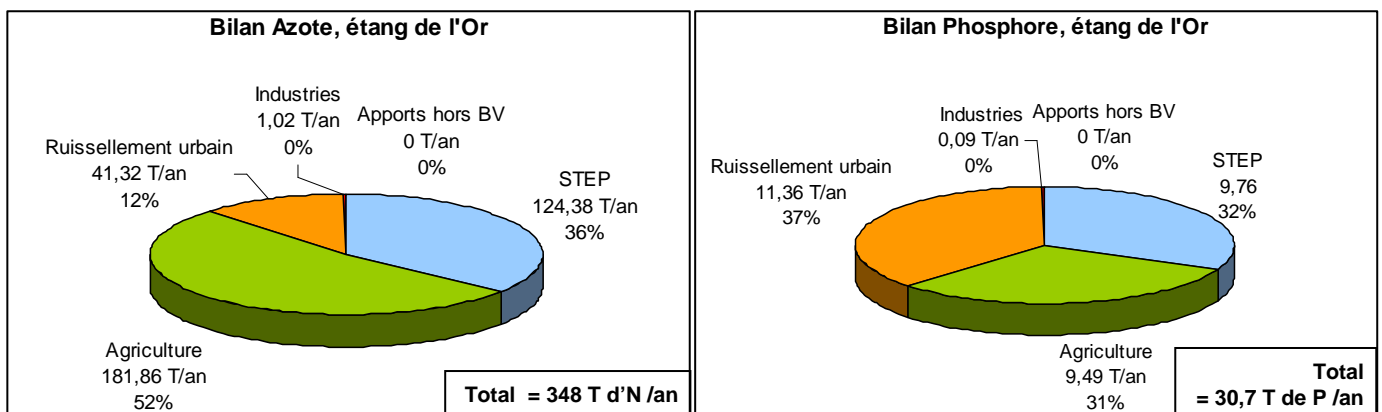


Figure 9 : Bilan des estimations des apports en azote et phosphore du BV de l'Or, dans le cadre de l'étude

3.2.3. Complexe des palavasiens

Sur les étangs palavasiens, la réduction des apports issus des STEP est encore plus importante. On constate ici l'impact de la mise en service en 2005 de la station d'épuration MAERA, acheminant vers la mer les rejets de nombreuses communes, raccordées progressivement.

On peut également constater une augmentation de la charge polluante issue du ruissellement urbain. Ce qui peut s'expliquer par le développement de l'agglomération de Montpellier.

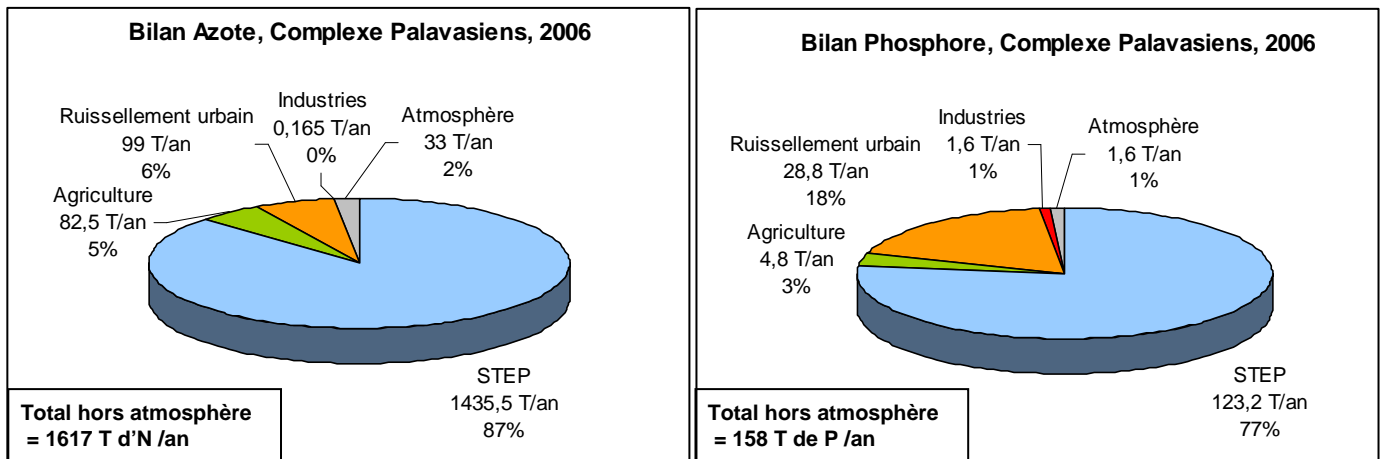


Figure 10 : Bilan des estimations des apports en azote et phosphore du BV du Complexe Palavasiens, repris du Défi eutrophisation des lagunes littorales du Languedoc-Roussillon, Cépralmar, 2006

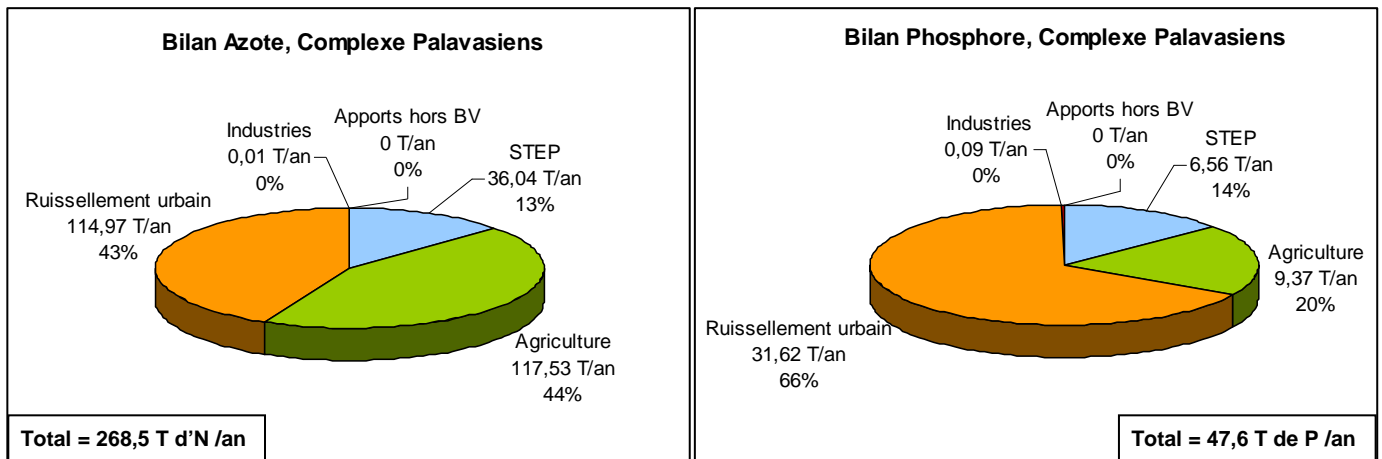


Figure 11 : des estimations des apports en azote et phosphore du BV du Complexe Palavasiens, dans le cadre de l'étude

4. Relations entre apports estimés et état de la colonne d'eau

Afin d'évaluer l'impact des flux en azote et phosphore, nous avons mis en relation ces apports avec les données d'état du Réseau de Suivi Lagunaire (RSL). Dans le cadre de ce réseau, différents paramètres sont mesurés régulièrement, notamment les concentrations estivales en azote et phosphore dans la colonne d'eau.

Les formes totales d'azote (NT) et de phosphore (PT) ont été utilisées, pour s'affranchir de la répartition des éléments nutritifs (sels nutritifs, plancton, matières détritiques) dans les compartiments de la colonne d'eau (Dérolez V., *comm. pers.*).

La moyenne des mesures estivales de l'année 2010 (ou à défaut de l'année la plus récente) a été choisie pour correspondre à l'année des données de rejets des STEP et industries collectées.

Pour les étangs diagnostiqués sur plusieurs stations (Bages-Sigean, Thau, Palavasiens, Or, Berre...), les mesures de concentrations estivales ont été moyennées à l'échelle de chaque masse d'eau pour homogénéiser le traitement de la donnée.

Les lagunes soumises à des apports hors bassin versant conséquents et non quantifiés n'ont pas été conservées (Campagnol, Vendres, Grand Bagnas, Scamandre-Charnier).

Les flux d'azote et de phosphore estimés ont été préalablement pondérés par le volume des lagunes afin d'intégrer la dilution relative des nutriments dans les lagunes.

4.1. Azote

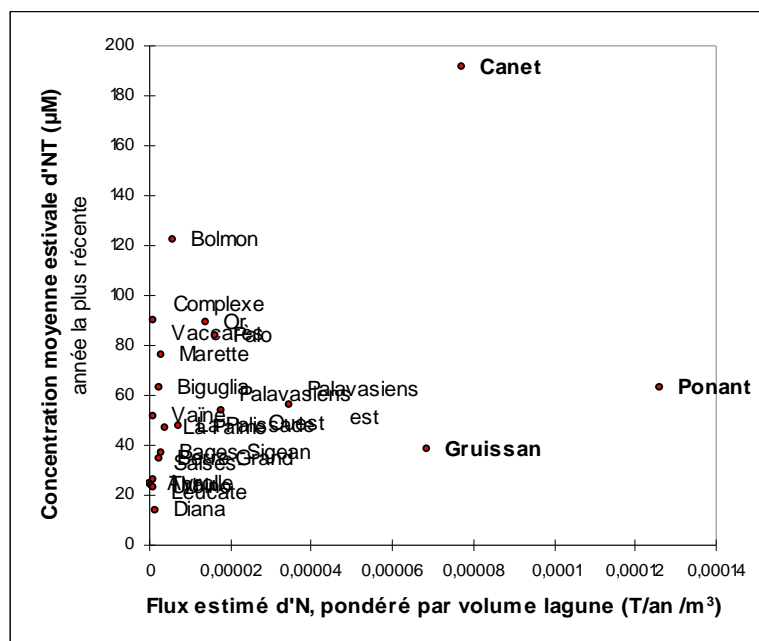


Figure 12 : Concentrations moyennes estivales 2010 (ou année la plus récente) d'azote total en μM , en fonction des estimations des apports en azote aux lagunes méditerranéennes (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés) pondérées par le volume des lagunes

Sur la Figure 12, on constate que 3 lagunes se distinguent nettement des autres : Canet, Gruissan et Ponant.

Le bassin versant délimité de l'étang du Ponant, lagune de petite taille (volume peu élevé), est très étendu (voir carte de la fiche « Construction des bassins versant », Annexe 3). Aucun coefficient d'abattement n'ayant été pris en compte, il est possible que les apports pour cette lagune soient sur-évalués.

L'étang de Gruissan ne serait quant à lui soumis qu'à une partie des apports du bassin versant délimité dans cette étude, du fait d'un effet tampon de la lagune de Campagnol. Ainsi là aussi les apports déterminés pourraient être sur-évalués.

Dans le cas de la lagune de Canet, cette position dans le graphique peut également être due à une mauvaise estimation des apports (sous-évalués).

Ces anomalies très discriminantes, nous ont amenés à retirer ces trois lagunes de l'analyse.

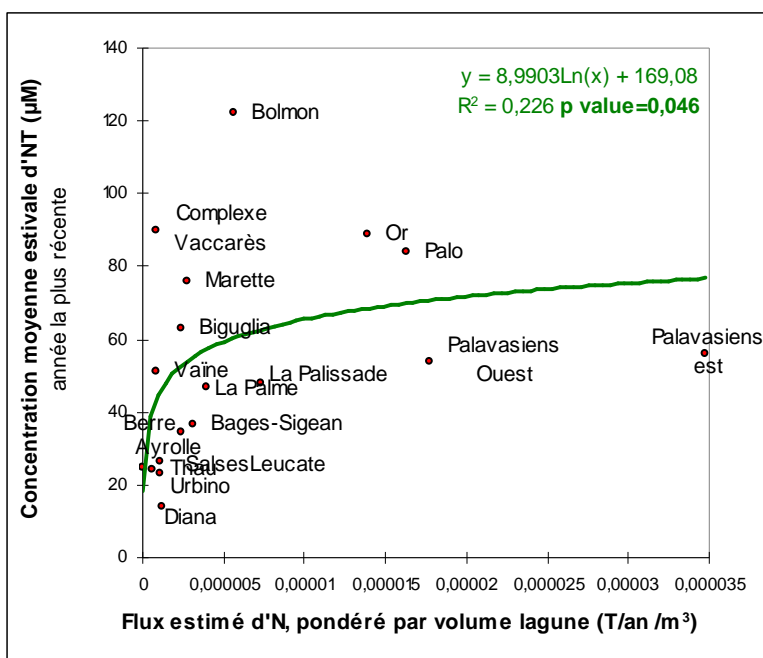


Figure 13 : Concentrations moyennes estivales 2010 (ou années la plus récente) d'azote total en μM , en fonction des estimations des apports d'azote aux lagunes méditerranéennes pondérées par le volume des lagunes (hors MET soumises à des apports hors BV conséquents et Canet, Guissan et Ponant exclues)

Une fois ces lagunes retirées, il apparaît (Figure 13) une relation significative ($p < 0,05$), qui explique 22% de la distribution des lagunes sur le graphe.

4.2. Phosphore

Nous avons également mis en relation les concentrations moyennes estivales en phosphore total avec les flux de phosphore issus des bassins versants, sur les mêmes lagunes.

Comme pour l'azote, on constate tout d'abord, sur la Figure 14 que Canet, Gruissan et Ponant se distinguent par leur position anormale par rapport aux autres lagunes. Pour les mêmes raisons que précédemment, elles ont été retirées de l'analyse.

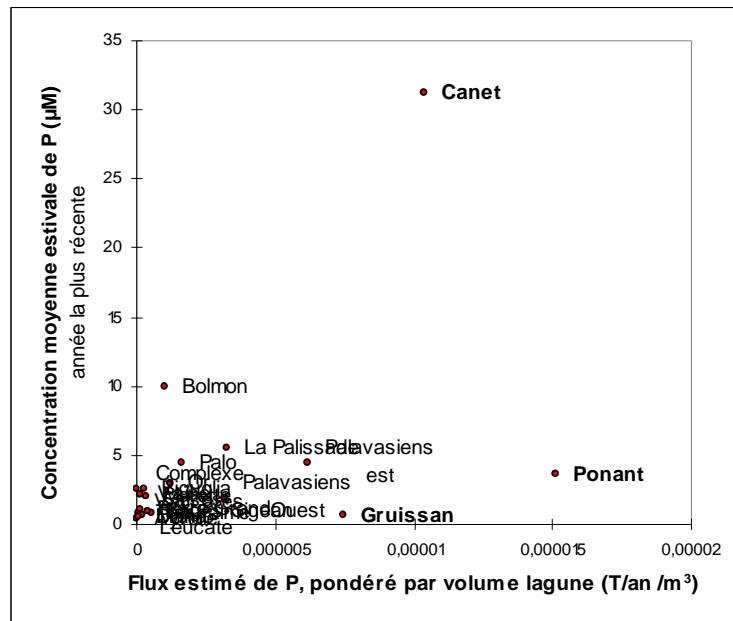


Figure 14 : Concentrations moyennes estivales 2010 (ou années la plus récente) de phosphore total en μM , en fonction des estimations des apports en phosphore aux lagunes méditerranéennes pondérées par le volume des lagunes (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés)

On obtient (Figure 15) alors une relation significative (p value < 0.05) mais là encore faiblement représentative (30%) de la distribution des masses d'eau.

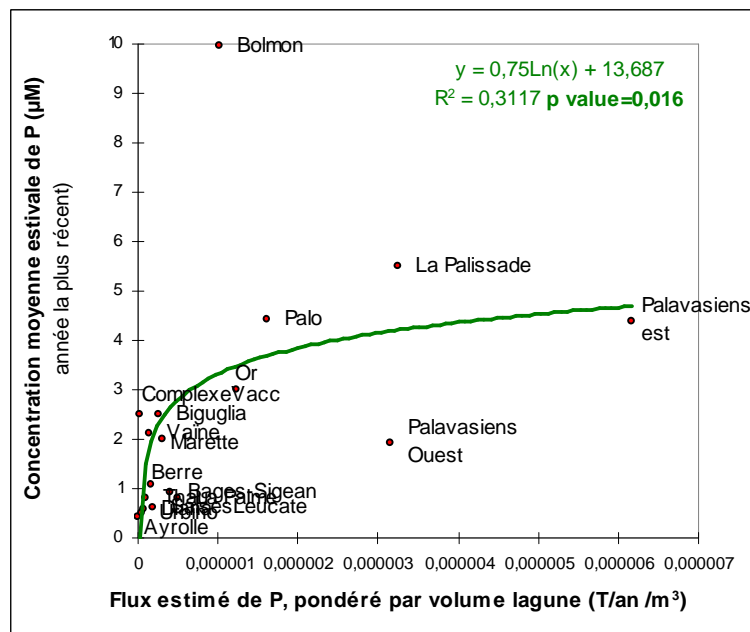


Figure 15 : Concentrations moyennes estivales 2010 (ou années la plus récente) en phosphore total en μM , en fonction des estimations des apports en phosphore aux lagunes méditerranéennes pondérées par le volume des lagunes (hors MET soumises à des apports hors BV conséquents et Canet, Gruissan et Ponant exclues)

Les estimations des apports en azote et phosphore issus des bassins versants, sont donc bien, dans les lagunes conservées, en relation avec les concentrations moyennes estivales des mêmes composés dans l'eau (relations significatives).

Ces relations ne sont pas très représentatives. Les flux estimés n'expliquent pas pleinement les concentrations retrouvées dans le milieu. D'autres paramètres influencent les concentrations dans l'eau et ne sont pas pris en compte dans cette analyse. L'ouverture des lagunes sur la mer participe en particulier du brassage et de la dilution des nutriments apportés. A l'inverse les stocks sédimentaires constituent un apport supplémentaire au milieu. Les macrophytes en consommant les nutriments modifient également la relation apport-concentration dans l'eau.

L'estimation des flux en azote et phosphore étant réalisée à l'échelle de la façade méditerranéenne, avec les données disponibles, elle peut être imprécise et induire un biais dans l'analyse des relations avec les données d'état. L'utilisation de ratios d'exportation sur les surfaces pour estimer la pollution diffuse, et la non prise en compte de l'abattement le long des hydrosystèmes, constituent en particulier des approximations importantes.

Cependant l'observation de relations significatives nous confirme que les flux estimés reprennent tout de même la hiérarchisation des lagunes vis-à-vis de cette pression.

5. Relations état - pression

Afin d'étudier les relations entre certaines pressions polluantes et les éléments de qualité biologique de la DCE, nous avons utilisé les indicateurs servant à définir l'état des lagunes pour le rapportage DCE.

Les indicateurs actuellement stabilisés pour les lagunes méditerranéennes sont les ratios de qualité écologique (EQR) du phytoplancton, et des macrophytes.

Un indice de qualité pour les invertébrés benthiques de substrat meuble existe également (M-AMBI, basé sur l'abondance de certains groupes écologiques, la richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon-Weaver). Les relations entre cet indice et les pressions ne sont cependant pas présentées dans le cadre de cette étude, car elles sont moins évidentes pour les échelons supérieurs de la chaîne trophique.

L'indice de qualité pour les poissons est quant à lui en cours de développement.

Les pressions impactant le plus ces éléments de qualité ont été identifiées à dire d'experts (Annexe 2). Nous avons ainsi analysé les relations entre l'azote, le phosphore et le phytoplancton, de même qu'entre l'azote, le phosphore ou les matières en suspension et l'indice de qualité macrophyte.

Pour étudier ces relations, comme précédemment, les lagunes soumises à des apports hors bassin versant conséquents et non quantifiés (Campagnol, Vendres, Grand Bagnas, Scamandre-Charnier) n'ont pas été considérées.

Les trois lagunes aux comportements particuliers dans les précédents graphiques (Canet, Gruissan et Ponant) ont également été retirées des analyses et des graphiques.

Les flux d'azote et de phosphore pondérés par le volume des lagunes ont été utilisés, afin d'intégrer le facteur de dilution qui modifie nécessairement l'effet des pressions polluantes.

5.1. Élément de qualité phytoplancton

Dans le cadre de la DCE, le phytoplancton est évalué au niveau de stations de mesures, par prélèvements d'eau en sub-surface. L'évaluation de la qualité, en lagunes, est effectuée au travers de deux paramètres :

- La biomasse, évaluée par la concentration en chlorophylle *a*, précisément par le percentile 90 des valeurs des concentrations mensuelles sur une période de six ans (durée d'un plan de gestion),
- L'abondance, évaluée par le dénombrement des cellules pico- et nano-phytoplanctoniques par cytométrie en flux (CMF), sur une période de six ans (percentile 90 des valeurs).

Aucun indice de composition n'est validé à ce jour, l'indicateur de l'élément phytoplancton (Ratio de Qualité Ecologique, EQR) résulte donc de la combinaison des indices de biomasse et d'abondance (Andral et *al.*, 2010a et 2010b).

Dans un premier temps nous analysons les relations entre flux d'azote estimés et l'indice phytoplancton.

La Figure 16 met en évidence une relation significative ($p < 0.05$) entre l'EQR phytoplancton et l'apport estimé d'azote.

Cette relation logarithmique explique 50% de la distribution des lagunes sur le graphe.

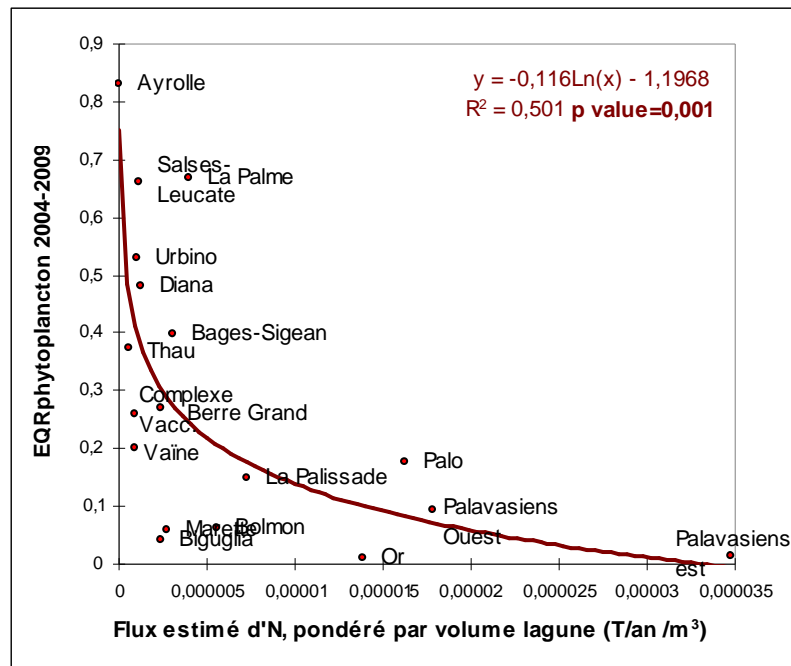


Figure 16 : EQR phytoplancton (2004-2009) en fonction des estimations de l'apport en azote aux lagunes méditerranéennes pondérées par le volume des lagunes (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents non quantifiés), Canet, Gruissan et Ponant exclues.

Avec l'azote, le phosphore est également considéré comme un élément limitant pour le phytoplancton.

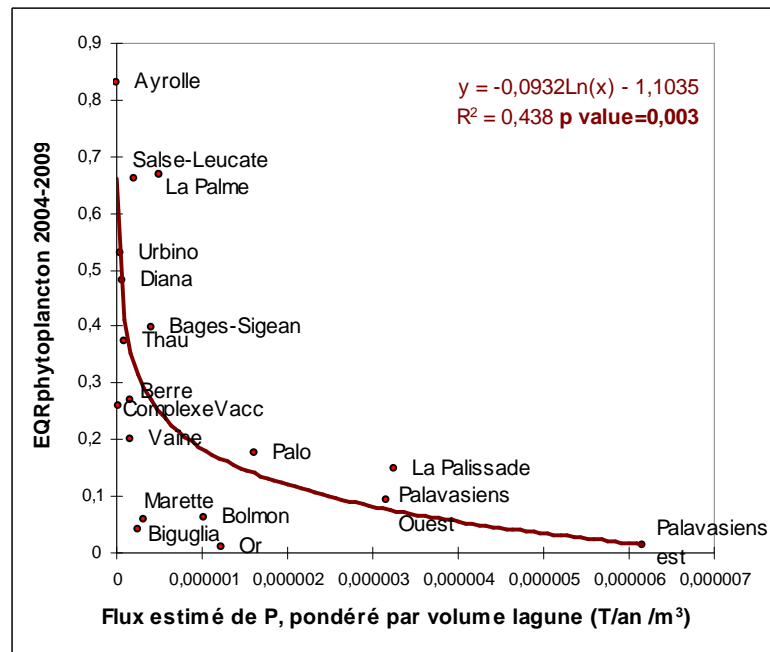


Figure 17 : EQR phytoplancton en fonction des estimations des apports en phosphore aux lagunes pondérées par le volume des lagunes (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés), Canet, Gruissan et Ponant exclues

Le flux de phosphore estimé est également significativement relié à l'EQR phytoplancton (Figure 17).

Cette relation logarithmique permet d'expliquer 44 % de la distribution des lagunes sur le graphe.

Les apports estimés d'azote et de phosphore sont donc bien en relation avec l'indice de qualité DCE du phytoplancton, dans les lagunes considérées. Ces relations sont de plus assez fortes. Le phytoplancton est très sensible aux apports en nutriments, la réponse à de telles pressions est observable rapidement.

La mise en évidence de relations significatives entre flux estimés et EQR phytoplancton semble nous indiquer à la fois, que cet indicateur de qualité répond bien aux pressions pertinentes, et que l'estimation des apports, réalisée dans le cadre de cette étude, est assez représentative de la réalité, ou tout du moins de la hiérarchisation des lagunes vis-à-vis de ces pressions.

Des tests supplémentaires ont été réalisés avec les deux indicateurs qui composent l'indice DCE du phytoplancton : l'EQR de l'abondance et celui de la biomasse. Les relations entre chacun de ces indices et les apports estimés d'azote sont également significatives. Le modèle le plus représentatif est celui entre le flux d'azote et l'abondance de phytoplancton ($R^2 = 56 \%$).

Pour aller plus loin, il s'agirait de prendre en compte l'ensemble des pressions identifiées comme pertinentes sur l'indicateur de qualité phytoplancton (Annexe 2), et de rechercher les effets indépendants de chacune d'entre elles.

5.2. Élément de qualité macrophyte

Dans le cadre de la DCE, les macrophytes sont évalués au niveau de stations de prélèvements. L'évaluation de la qualité est effectuée au travers de trois métriques :

- le pourcentage de recouvrement végétal total,
- le pourcentage de recouvrement relatif par les espèces de références,
- la richesse spécifique.

Le ratio de qualité écologique des macrophytes résulte de la combinaison de l'EQR d'abondance (première métrique) et de l'EQR de composition (deux dernières métriques) (Andral et *al.*, 2010a et 2010b).

Dans le cadre de cette première approche de recherche de liens état-pression, nous avons utilisé l'indice DCE final, l'EQR macrophyte.

On n'observe pas (Figure 18) de relation significative entre l'EQR macrophyte et les apports estimés d'azote ($p \text{ value} > 0.05$).

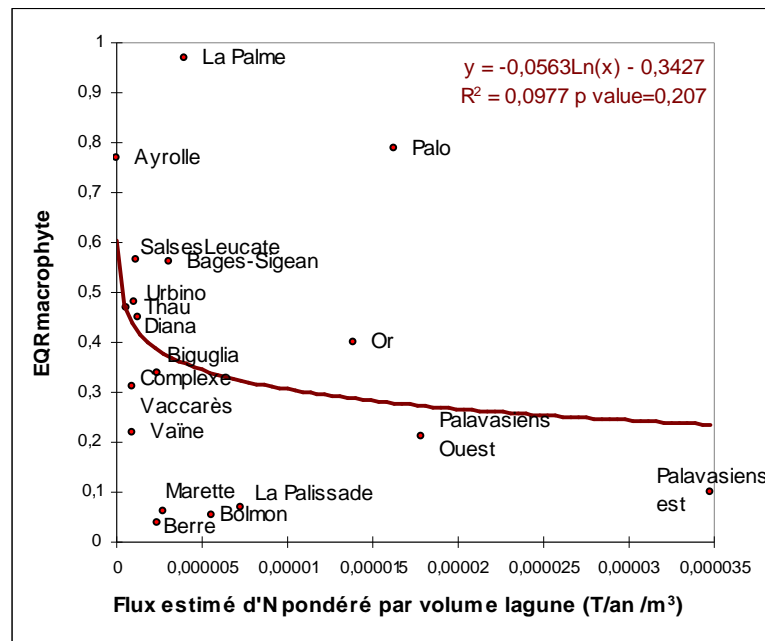


Figure 18 : EQR macrophyte en fonction des estimations des apports en azote aux lagunes méditerranéennes pondérées par le volume des lagunes (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés), Canet, Gruissan et Ponant exclues

De même, aucune relation linéaire simple ne lie les flux estimé de phosphore aux lagunes et l'indice DCE macrophytes (Figure 19).

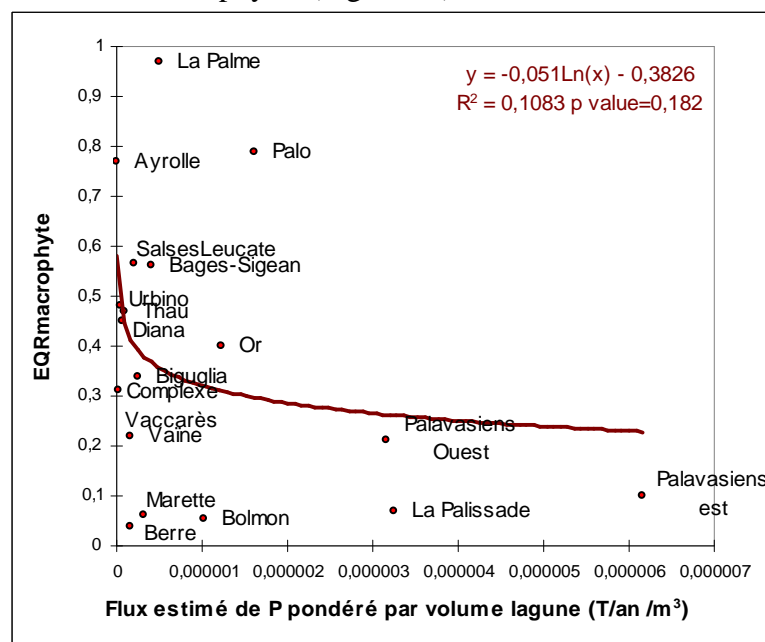


Figure 19 : EQR macrophyte en fonction des estimations d'apports en phosphore aux lagunes pondérées par leur volume (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés), Canet, Gruissan et Ponant exclues

Aucun lien direct entre l'EQR macrophyte et les flux estimés d'azote et de phosphore ne peut donc être mis en évidence.

Les raisons envisageables sont nombreuses. Il y a notamment le fait que les macrophytes sont en compétition pour les nutriments avec le phytoplancton au développement

beaucoup plus rapide, qui, par la turbidité qu'il induit devient une pression relative pour les macrophytes.

De plus le stock sédimentaire, qui a une grande influence sur les macrophytes, n'est pas pris en compte. Une évaluation des stocks en nutriments des lagunes est actuellement en cours, avec les données du RSL. Il sera ainsi intéressant d'ajouter ces données dans l'analyse.

L'état des macrophytes est également influencé par l'éclairement, la pénétration de la lumière dans l'eau et donc les apports en matières en suspension.

Dans le cadre de cette étude l'estimation de ces apports ne regroupe que les sources ponctuelles (pas de ratios d'exportation sur les surfaces agricoles et imperméabilisées). Les flux estimés ne sont donc que partiels, et on n'observe pas de relation significative entre ces apports et l'indice DCE macrophytes (Figure 20).

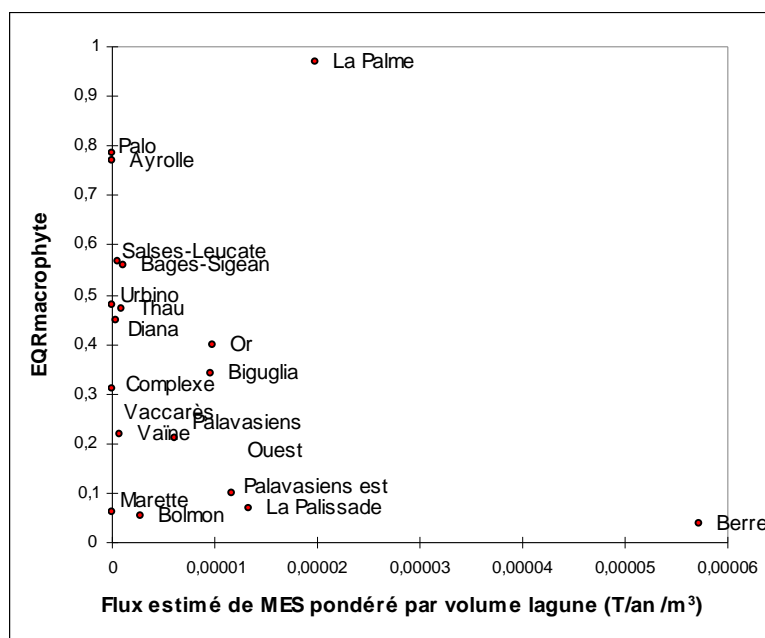


Figure 20 : EQR macrophyte et estimations d'apports en matières en suspension aux lagunes pondérées par leur volume (hors celles soumises à des apports hors BV conséquents et non quantifiés), Canet, Gruissan et Ponant exclues

Nous avons donc utilisé la donnée milieu (turbidité), comme proxy de cette pression (également métrique de pression directe sur le vivant). La donnée d'état étant indépendante de la délimitation du bassin versant, l'ensemble des 25 lagunes de l'étude ont été conservées pour cette analyse. On observe sur la Figure 21 une relation significative entre la turbidité et l'EQR macrophyte.

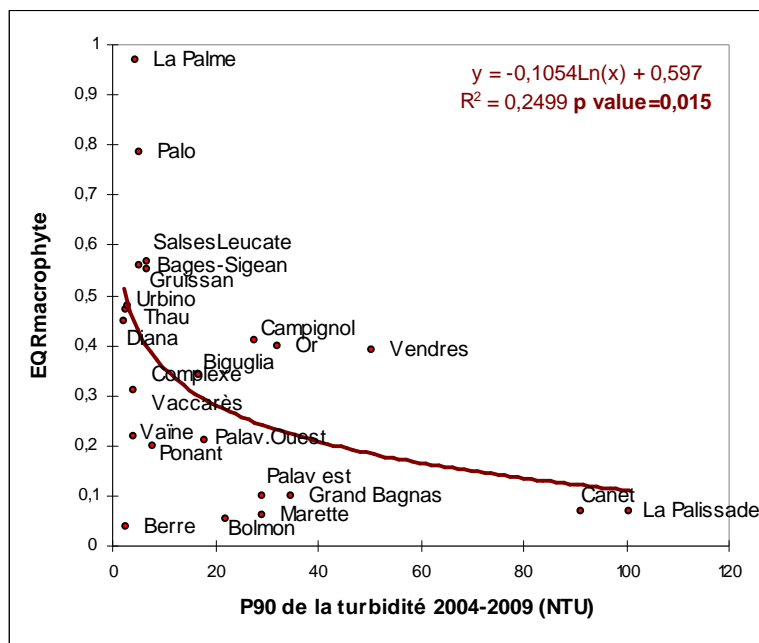


Figure 21 : EQR macrophyte et P90 de la turbidité de six années consécutives, sur les 25 lagunes de l'étude (pas de données disponibles pour Ayrolle et Scamandre-Charnier)

L'indice DCE macrophyte est bien représentatif de cette pression.

Il est toutefois important de noter que la turbidité n'est pas directement un indicateur de pression humaine. La mesure de la turbidité de l'eau intègre en effet le phytoplancton, dont la présence dépend de multiples paramètres anthropiques ou non (apports en nutriments, échanges à la mer...).

Il n'a pas été possible au cours de cette étude d'analyser les relations entre les éléments de qualité biologique et la contamination chimique, les données des échantillonneurs passifs (proxy de la pression) n'étant alors pas disponibles.

Les macrophytes étant sensibles à certaines substances (en particulier les pesticides), il serait intéressant d'analyser les relations avec cette pression afin de déterminer si l'indice de qualité en est représentatif.

6. Conclusion et perspectives

Ce travail a permis la construction d'une base de données regroupant les pressions impactant le plus l'état des milieux lagunaires. Pour décrire ces pressions, les métriques pouvant être facilement renseignées de manière homogène sur la zone d'étude, ont été ciblées.

Dans l'objectif d'une pérennisation de cette base de données, des fiches descriptives ont été réalisées, afin de faciliter sa mise à jour.

L'actualisation des métriques des pressions polluantes a permis d'obtenir une estimation des apports en azote, phosphore, matières en suspension et matières organiques aux lagunes. Cependant certaines métriques n'ont pu être évaluées que sommairement (pollution diffuse). De plus par manque de connaissances et du fait de l'étendue de la zone d'étude, aucun coefficient d'abattement n'a été employé pour traduire le phénomène d'autoépuration. Ainsi ces charges polluantes affectées aux lagunes ne peuvent être considérées qu'en tant qu'estimations de la pollution réelle.

En comparant les estimations des apports en azote et phosphore obtenus par ce travail, à ceux issus du Défi eutrophisation des lagunes littorales (Cemagref, 2006), pour lequel la méthodologie était proche, on a pu constater l'évolution positive des rejets de station d'épuration et de lagunages.

D'autre part, les relations entre les estimations des apports en azote et phosphore aux lagunes (pressions identifiées comme impactant le plus l'état biologique) et les éléments de qualité DCE ont été analysées.

Ces apports estimés sont significativement corrélés aux concentrations moyennes estivales en nutriments et aux EQR phytoplancton, mais les relations obtenues n'expliquent pas la totalité des distributions des lagunes. D'autres paramètres influencent donc l'état des masses d'eau de transition.

Il s'agirait en particulier d'étudier l'influence des caractéristiques propres des lagunes, telles que le confinement, la sinuosité, le rapport entre la surface de la lagune et la surface du BV. Afin d'intégrer l'ensemble de ces paramètres, un indice de vulnérabilité des lagunes pourrait être développé, permettant soit d'analyser les relations sur des types de lagunes similaires, ou de pondérer les lagunes non plus seulement par leur volume mais par cet indice global.

D'autre part, l'influence du stock sédimentaire en azote et phosphore (et en contaminants) devrait également être analysée. Le sédiment des lagunes peut en effet représenter un apport important en nutriments non pris en compte dans les apports estimés et pouvant donc imposer un biais à l'analyse réalisée.

Enfin, dans le cadre de ce travail, seules les relations entre les indicateurs de qualité et une pression, ont été présentées. Il serait intéressant d'aller plus loin en recherchant des relations statistiques multiples entre plusieurs pressions et les indicateurs de qualité.

7. Références bibliographiques

Albigès C., Pierre D., Saggioco M., 1991. Evaluation des apports en azote et phosphore des bassins versants (données statistiques et bibliographiques). Application aux étangs du département de l'Hérault. 35 p + annexes.

Andral B., Sargian P., 2010a. Directive Cadre Eau. District "Rhône et Côtiers méditerranéens". Contrôle de surveillance/opérationnel. Campagne DCE 2009.

Andral B., Sargian P., 2010b. Directive Cadre eau - District "Corse" : Contrôles de surveillance/opérationnel (campagne DCE 2009).

Andral B., Tomasino C., 2010c. RINBIO 2009 - Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée : résultats de la campagne 2009.

AQUASCOP, 2001. Optimisation des outils d'évaluation de la qualité de l'eau en azote, phosphore et pesticides. 5 tomes.

ASCONIT, 2009. Caractérisation et évaluation des paramètres hydromorphologiques des lagunes du bassin Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de la DCE. Phase 3 : Mise en œuvre du protocole d'acquisition. Maîtrise d'ouvrage Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse. 116 p.

Battut J., 2010. Définition d'une base de données « Pressions » sur les lagunes Méditerranéennes et relation avec les indicateurs de qualité de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport de stage de Master 2 BGAE, spécialité EFDD. 65 p.

Bouchoucha M., Battut J., Laugier T., Derolez V., 2010. Définition d'une base de données des pressions sur les lagunes méditerranéennes françaises Convention ONEMA Ifremer 2010 12-3 Dynamique des Biocénoses Aquatiques Surveillance, usage et mise en valeur des zones côtières. 73 p.

Brivois O., Vinchon C., 2011. Résultats du classement de l'Etat hydromorphologique des masses d'eau littorales métropolitaines dans le cadre de la Directive Cadre sur l'eau. Rapport final de l'action 5 2010 BRGM/RP-59556-FR, 274p.

Cepalmar, 2006. Défi eutrophisation des lagunes littorales du Languedoc-Roussillon - Etude réalisée dans le cadre du 8ème programme de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse. 125 p.

CGDD, 2010. [Evaluation économique des services rendus par les zones humides](#). *Etudes & Documents du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable*, n°23 juin 2010.

Dupré N., 2002. Rôle des rejets des stations d'épuration dans l'eutrophisation des lagunes du Languedoc-Roussillon. Exemple du complexe palavasien. Rapport de stage de Diplôme d'Etudes Supérieures de l'Université de Montpellier 2. 203 p.

SIEE, 2003. Evaluation des flux d'apports polluants à la Méditerranée (hors Rhône). 108p. + Annexes.

8. Annexes

Annexe 1	: Tableau récapitulatif des données recueillies	42
Annexe 2	: Impact direct à dire d'experts des pressions sur les éléments de qualité DCE.....	44
Annexe 3	: Fiches pressions	45
	<i>Délimitation des bassins versants des lagunes et apports externes</i>	<i>45</i>
	<i>Rejets de Station d'épuration</i>	<i>51</i>
	<i>Rejets industriels.....</i>	<i>54</i>
	<i>Pollutions diffuses.....</i>	<i>56</i>
	<i>Contamination chimique</i>	<i>59</i>
	<i>Turbidité.....</i>	<i>61</i>
	<i>Pertes de zones humides</i>	<i>63</i>
	<i>Artificialisation des berges</i>	<i>65</i>
	<i>Canalisation et Chenalisation</i>	<i>66</i>
	<i>Pêche professionnelle</i>	<i>67</i>
	<i>Conchyliculture</i>	<i>68</i>
	<i>Espèces invasives</i>	<i>69</i>
	<i>Activités récréatives.....</i>	<i>70</i>

ANNEXE 1 : TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES RECUEILLIES

Catégorie de P	Source ou Type de Pression	Données collectées	Source(s) des données	Travail/calcul de la donnée	Date	Pondération	Métriques (Code) BD complète
Polluantes	STEP	Capacité (éq hab), Rejets annuels DBO5, DCO, N, P, MES (T/an), localisation des points de rejet (coordonnées X et Y)	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, données utilisées pour le calcul des primes versées aux STEP (>200eh), issues d'informations d'autosurveillance, de mesures ponctuelles ou de calcul de forfaits	Sélection des STEP dont le point de rejet est à l'intérieur des BV de chaque lagune (SIG), calcul de la capacité totale par BV et des flux totaux (sans coefficient d'abattement)	2010	Volume	Capacité totale BV (CapSTEP), rejets annuels MO (MOSTEP_Tan), N (NKSTEP_Tan), P (PtotSTEP_Tan) et MES (MESSTEP_Tan)
	Industries	Rejets annuels DBO5, DCO, N, P, MES (T/an), localisation des points de rejet (coordonnées X et Y) des activités industrielles non raccordées au réseau d'assainissement	Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, données utilisées pour le calcul des redevances demandées aux industries, issues d'informations de suivi régulier des rejets, de mesures ponctuelles ou de calculs de forfaits	Sélection des industries (hors activités raccordées au réseau d'assainissement) dont le point de rejet est à l'intérieur des BV de chaque lagune (SIG), calcul des flux totaux (sans coefficient d'abattement)	2010	Volume	Rejets annuels MO (MOIndus_Tan), N (NRIndus_Tan), P (PIndus_Tan) et MES (MESIndus_Tan)
	Agriculture	Surface agricole par BV et ratios d'exportation (N, P)	Corine Land Cover 2006 Codes : 211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 242, 243, 244 et Albigès <i>et al.</i> 1991 pour les ratios d'exportation	Découpage CLC par BV Lagunes (sous SIG), Somme des surfaces agricoles présentes dans chaque BV et multiplication par les ratios d'exportations (sous Excel)	2006 et 1991	Volume	Surface agricole totale BV (S_Agri_ha), apports annuels N (Nagri_Tan) et P (Pagri_Tan)
	Urbanisation	Surface urbanisées (imperméabilisées) par BV et ratios d'exportation (N, P)	Corine Land Cover 2006 Codes : 111, 112, 121, 122 et AQUASCOP 2001 pour les ratios d'exportation	Découpage CLC par BV Lagunes (sous SIG), Somme des surfaces imperméables présentes dans chaque BV et multiplication par les ratios d'exportations (sous Excel)	2006 et 2001	Volume	Surface imperméabilisée totale BV (S_Urba_ha), apports annuels N (NURba_Tan) et P (Purba_Tan)
	Elevages	Nombre d'UGB total des communes par BV	RGA 2010 (DRAAF Lr, PACA et Corse), données par communes	Sélection des communes dont le centroïde est contenu dans les BV (SIG) et somme du nombre d'UGB	2010	Volume	Nombre UGB total BV (Elev)
	Contaminants chimiques	Concentration dans les masses d'eau des contaminants de la DCE	IFREMER, capteurs passifs projet PEPS LAG	Données non disponibles	2010	-	Données non disponibles
	Apports hors BV	Flux annuel d'N, P, MES mesuré à l'exutoire des canaux	Structure de gestion des lagunes (surveillance locale)	Aucun		Volume	Apports annuels N (NhorsBV_Tan), P (PhorsBV_Tan) et MES (MEShorsBV_Tan)

DBO5 = Demande biologique en Oxygène ; DCO = Demande chimique en oxygène

La colonne pondération indique par quoi sont divisées la ou les métriques dans l'analyse du lien état-pression.

Hydromorphologie	Modification de la salinité par apport artificiel eau douce	Estimation qualitative (0 = nul, 1= faible, 2= moyen, 3=fort) du degré de la pression par lagune	Consultation d'experts en 2012 (Ifremer)	Aucun	2012	-	Evaluation qualitative des apports hors BV (AppEau)
	Perte zones humides	Surfaces de zones humides perdues entre 1990 et 2006.	Corine Land Cover 2006 et 1990. Codes : 411, 412, 421, 422,423, 521.	Découpage CLC par BV lagunes (sous SIG), somme des surfaces de zones humides présentes dans chaque BV en 1990 et 2006, et différence entre 2006 et 1990 (sous Excel).	2006	Surface MET	Total surface de zones humides perdues (PerteZH_ha)
	Artificialisation des berges	Pourcentage de berges artificialisées.	Etude CREOCEAN 2008, sur la typologie des lagunes méditerranéennes. Degré d'artificialisation obtenu par photo-interprétation sous SIG	Travail Julien battut 2010, pour les masses d'eau regroupant plusieurs lagunes : moyenne des pourcentages de berges artificialisées.	2008	-	% berges artificialisées (ArtifB_%)
	Chenalisation	Estimation qualitative (note de 0 à 3) du degré de la pression par lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Pour les masses d'eau regroupant plusieurs lagunes : moyenne des notes de chaque étang	2010	-	Degré de chenalisation (Chenal)
	Canalisation	Estimation qualitative (note de 0 à 3) du degré de la pression par lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Pour les masses d'eau regroupant plusieurs lagunes : moyenne des notes de chaque étang	2010	-	Degré de canalisation (Canam)
Directes sur le vivant	Matières en suspension dans la lagune	Percentile 90 de la turbidité calculé au mieux sur la période 2004-2009 (3 à 9 mesures par an), au moins bien sur une seule année.	Plan de gestion DCE n°1	Aucun	2004 - 2009	-	Donnée milieu MES (Turb_P90)
	Pêche Professionnelle	Estimation du nombre de pêcheurs professionnels sur la lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Aucun	2010	Surface MET	Nombre pêcheur pro (PechPro_nb)
	Pêche Récréative	Réglementation appliquée sur la MET (Autorisée=1 / Non autorisée=0)	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Aucun	2010	-	Pêche récréative sur la lagune (PechRecre)
	Conchyliculture	Production moyenne par an de coquillages (T/an)	Section Régionale Conchylicole en Méditerranée (SRCM) interrogée par Julien Battut en 2010	Aucun	2010	Surface MET	Production moyenne par an (ConchProd_Tan)
	Conchyliculture	Proportion de surface utilisée par les tables	Section Régionale Conchylicole en Méditerranée (SRCM) interrogée par Julien Battut en 2010, et référencement SIG des tables (Ifremer)	Travail julien Battut en 2010 : pour les lagunes sans données SRCM, calcul de la donnée sous SIG, avec les couches du LER-LR	2010	-	% surface lagune utilisée (conchSurf_%)
	Espèces invasives	Estimation qualitative (note de 0 à 3) du degré de la pression par lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Pour les masses d'eau regroupant plusieurs lagunes : moyenne des notes de chaque étang	2010	-	Degré de pression espèces invasives (EspInva)
	Nautisme	Nombre d'anneaux total présents sur les ports de la lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires) et comptage des places sur orthophoto SIG	Travail julien Battut en 2010 : pour les lagunes sans données, comptage sur orthophotos (SIG)	2010	Surface MET	Nombre d'anneau total lagune (Naut_nb)
	Glisse	Estimation qualitative (note de 0 à 3) du degré de la pression par lagune	Enquête réalisée par Julien Battut en 2010. (Questionnaire aux gestionnaires)	Pour les masses d'eau regroupant plusieurs lagunes : moyenne des notes de chaque étang	2010	-	Degré activité glisse (Glisse)
	Baignade	Nombre de plages officielles de la lagune	Site internet du ministère de la santé, http://baignades.sante.gouv.fr	Travail Julien Battut 2010 : comptage du nombre de plages contrôlées par la DDASS sur le système cartographique du ministère (qualité des eaux de baignade)	2010	Surface MET	Nombre plages (Baign_nb)

**ANNEXE 2 : IMPACT DIRECT A DIRE D'EXPERTS DES PRESSIONS SUR LES
ELEMENTS DE QUALITE DCE**

Catégorie	Pression	EQR Phytoplancton	EQR Macrophyte	EQR Macrofaune benthique de substrat meuble
Polluantes	Apports potentiels STEP (eq hab)	-	-	-
	Apports d'azote	--	--	-
	Apports de phosphore	--	--	-
	Apports de MES	-	-	-
	Apports de matières organiques	-	-	-- (+ puis -)
	Apports potentiels agriculture (ha)	-	-	-
	Apports potentiels urbanisation (ha)	-	-	-
	Apports potentiels de l'élevage (UGB)	-	-	-
	Contamination chimique	-	-	-
Hydro-morphologique	Apports artificiels d'eau douce	-	-	0
	Perte de zones humides	0	-	0
	Artificialisation des berges	0	-	0
	Chenalisation	0	-	0
	Canalisation	0	0	0
Directe sur le vivant	Turbidité	lié à la présence de phytoplancton	--	-
	Pêche professionnelle	0	- à 0	-
	Pêche récréative	0	- à 0	-
	Conchyliculture	-	-	-
	Espèces invasives	-	-	- (ex : cascaills)
	Nautisme	0	-	0
	Glisse	0	0	0
	Baignade	0	0	0

0 : impact nul ou faible

- : impact négatif

-- : impact très négatif

+ : impact positif

++ : impact très positif

ANNEXE 3 : FICHES PRESSIONS

Délimitation des bassins versants des lagunes et apports externes

Définition :

Un bassin versant (BV) représente l'ensemble d'un territoire dans lequel toutes les eaux alimentent un même exutoire (cours, d'eau, lac, lagune, mer...).

Son contour est délimité par des frontières naturelles (les crêtes des sommets) appelées « ligne de partage des eaux », qui déterminent la direction de l'écoulement des eaux de pluie. Les bassins versants sont ainsi des unités territoriales plus ou moins étendues, pouvant être sub-divisées en sous-bassins versants (bassins élémentaires) correspondant à la surface d'alimentation des affluents se jetant dans l'exutoire principal.

Préalable à l'évaluation de certaines pressions :

L'évaluation de certaines pressions affectées aux lagunes nécessite une détermination précise des contours des bassins versants.

Alors que les pressions hydromorphologiques et les pressions directes identifiées dans cette étude, sont évaluées à l'échelle de la lagune, les pressions polluantes sont quant à elles liées aux activités présentes sur les bassins versants. Les polluants, qu'ils soient issus d'une source ponctuelles (rejets de STEP et d'industries) ou de nature diffuse (agriculture et imperméabilisation des zones urbaines), sont transmis aux milieux lagunaires via l'écoulement des eaux.

Les bassins versants des lagunes représentent donc, pour cette catégorie de pressions, l'unité territoriale impactante. Pour pouvoir évaluer, quantifier les pressions polluantes il faut donc au préalable disposer des limites des bassins versants des lagunes.

Méthode de construction des bassins versants :

A l'échelle de la façade méditerranéenne française, il n'existe pas de délimitation standardisée des bassins versants des masses d'eau de transition (MET). Les milieux lagunaires ne sont pas tous considérés en tant qu'exutoire final de bassin. Différentes délimitations ont donc été utilisées afin de construire pour chaque lagune étudiée, un bassin versant cohérent.

En premier lieu les **sous-bassins versants définis pour les SDAGE Rhône-Méditerranée et Corse**, ont été utilisés. Mais pour certaines lagunes ces sous-bassins versants paraissaient trop étendus (compte tenu des connaissances de terrain), englobant parfois plusieurs MET.

Pour ces lagunes le second type de délimitation homogène alors utilisé, est constitué des **zones hydrographiques de la Base de Données Carthage** (Cartographie thématique des Agences de l'eau et du ministère de l'environnement). Ces unités s'appuient (en tout ou partie) aux limites des bassins versants, et représente une division plus fine.

Là encore pour certaines lagunes ces zones hydrographiques sont trop étendues.

Alors le dernier type de délimitation utilisée comme base pour la construction de leurs bassins versants, est constitué des **zones du Réseau de Suivi Lagunaires de l'Ifremer**, bien que l'origine exact de ces délimitations (base topographiques, connaissances du terrain...) n'a pas pu être précisée. Ces zones du RSL n'étant pas défini pour toutes les lagunes étudiées, et du fait du manque de détail sur leur origine, elles n'ont pas été utilisées comme première base de la construction des BV.

Validation avec les gestionnaires :

Les BV ainsi délimités ont été validés ou modifiés par les gestionnaires contactés directement.

L'objectif de cette délimitation (l'affectation des pressions polluantes) leur a bien été décrit.

Le tableau ci-dessous présente les structures de gestion contactées ainsi que leur réponses concernant la délimitation des BV.

Lagune	Structure de Gestion	Réponse sur le bassin versant envisagé
Canet	Communauté d'agglomération Perpignan Méditerranée (opérateur N2000)	BV OK
Salses-Leucate	RIVAGE Syndicat mixte	BV OK (mais apports hors BV à travers le karst des Corbières)
La Palme	PNR de la Narbonnaise	BV OK
Bages-Sigean	PNR de la Narbonnaise	BV OK
Ayrolle	Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières (SMMAR)	Pas de définition précise du BV, mais nécessité de le différencier de celui de Campagnol et Gruissan (effet tampon)
Campagnol		Pas de définition précise du BV, mais nécessité d'exclure la zone au sud des lagunes, et apports hors BV importants surtout pour Campagnol
Gruissan		
Vendres	Syndicat mixte de la basse vallée de l'Aude (SMBVA)	BV OK mais apports hors BV de l'Aude
Grand Bagnas	ADENA	BV OK mais apports hors BV du canal du Midi/Hérault
Thau	Syndicat mixte du bassin de Thau (SMBT)	Envoi délimitation SAGE, mais zone qui inclut Grand Bagnas et une partie du BV des Palavasiens donc non pris en compte
Palavasiens Ouest et Est	Syndicat mixte des étangs littoraux (SIEL)	pas de réponses
Or	Syndicat mixte du Bassin de l'Or (SYMBO)	BV OK
Scamandre-Charnier	Syndicat mixte Camargue Gardoise (SMCG)	BV OK car isolement par endiguement mais apports hors BV du canal du Rhône à Sète et du Petit Rhône par le canal de Capette
Vaccarès	RN Camargue gérée par la Société Nationale de Protection de la Nature	Envoi BV d'irrigation (présence de systèmes de pompes)
La Palissade	Site du Conservatoire du littoral, géré par un Syndicat mixte : Domaine de la Palissade	BV difficile à délimiter : apports du Rhône
Berre et Vaine	Gipreb Syndicat mixte	Correction BV : à partir des BV de rivières et des BV directs (de ruissellement)
Bolmon	Syndicat Intercommunal SIBOJAI	Correction BV : BV de la Cadière élargi à l'aéroport de Marignane, non prise en compte de la modification au sud
Urbino	Site du Conservatoire du littoral	Correction BV : sous-BV SDAGE trop étendu, choix zone hydrographique
Palo	Site du Conservatoire du littoral	Pas plus de précision, BV OK

Les bassins versants finalisés :

Pour chaque lagune étudiée (d'ouest en est), l'origine du périmètre du bassin versant finalement retenue est détaillée à la suite et les BV sont représentés sur la carte en dernière page.

Canet (FRDT01) : sous-bassin versant SDAGE « Canet » (Code CO_17_06). Ce BV a été validé, mais il faut noter qu'il est très étendu (plus de la lagune à l'extrémité opposé).

En l'absence de coefficients d'abattement cela peut induire une surévaluation des pressions polluantes (rejets de STEP ou d'industries très éloignées, surface agricoles et urbaines importantes).

Salses-leucate (FRDT02) : sous-bassin versant SDAGE « Salses-Leucate (Code CO_17_15)

La Palme (FRDT03) : zone hydrographique Carthage "Côtiers du Rieu de l'étang de Lapalme inclus à la Berre" (Code Y071) remodelée pour coller à la limite du BV de Bages-Sigean (exclusion de la zone de Port La Nouvelle).

Bages-Sigean (FRDT04) : zone RSL remodelée pour coller à la lagune Ayrolle de manière plus naturelle (utilisation d'une zone tampon de 50m).

Ayrolle (FRDT05a) : BV dessiné pour l'étude, à l'ouest contour suivant une zone tampon de 50m basé sur Ayrolle (présence d'un canal), au nord limite « à la main » avec le BV de Campagnol et Gruissan, à l'est contour suivant une zone tampon de 2km basé sur Ayrolle pour inclure les zones humides presque jusqu'à l'étang de Grazeille.

Campagnol et Gruissan (FRDT05b et FRDT06a) : un seul BV pour ces deux lagunes proches, correspondant à la zone RSL, coupée au sud « à la main » pour extraire le sud de Gruissan (hors zone urbaine) et le BV d'Ayrolle. Par manque de connaissance précise sur l'écoulement des eaux vers ces lagunes, les mêmes pressions polluantes (flux) leurs ont été affectées. Il faut noter que ce choix ne traduit pas l'effet tampon, indiqué par la structure de gestion et certains experts, qu'aurait la lagune de Campagnol sur Gruissan. Les flux polluants affectés à Gruissan seraient ainsi surévalués.

Vendres (FRDT08) : zone RSL

Grand Bagnas (FRDT09) : zone RSL

Thau (FRDT10) : sous-bassin versant SDAGE « Thau » (Code CO_17_19) élargi au sud-ouest en intégrant la lagune du Grand Bagnas, et à l'est en englobant la zone de Sète (d'après la zone du RSL). Ce BV chevauche donc le BV de Grand Bagnas.

Palavasiens Est et Ouest (FRDT11b et FRDT11c) : un seul BV pour ces deux complexes lagunaires très liés, correspondant au sous-bassin versant SDAGE « Lez Mosson Etangs Palavasiens » (Code CO_17_09), modifié à l'ouest pour extraire la zone de Sète (rattachée au BV de Thau).

Or (FRDT11a) : sous-bassin versant SDAGE « Or » (code CO_17_11)

Ponant (FRDT12) : petite lagune influencée par le Vidourle, 3 options envisagées (par ordre croissant) :

- zone RSL très restreinte autour de la lagune (remodelée pour délimitation plus naturelle à l'est)
- zone hydrographique Carthage « Le Vidourle de la Bénovie à la mer Méditerranée » (Code Y346)
- sous-bassin versant SDAGE « Vidourle » (code CO_17_20)

La dernière option a été retenue pour les analyses statistiques (relations pressions éléments de qualité). Ce BV a été validé, mais il faut noter qu'il est très étendu, et en l'absence de coefficients d'abattement cela peut induire une surévaluation des pressions polluantes (rejets de STEP ou d'industries très éloignées, surface agricoles et urbaines importantes).

Marette (FRDT13e) : petite lagune influencée par le Vistre, 3 options envisagées (par ordre croissant) :

- zone RSL très restreinte autour de la lagune
- zone hydrographique « Le vieux Vistre de la Cubelle à la mer Méditerranée » (Code Y353)
- quatre zones hydrographiques Carthage (Y350, Y351, Y352, Y353), ce qui correspond presque au sous-BV SDAGE, mais ce dernier n'a pas été utilisé car au sud il n'englobe pas la lagune.

Après avis d'experts (Ifremer, Agence de l'eau), la première option est la plus proche de la réalité.

Scamandre-Charnier (FRDT13h) : petites lagunes isolées par endiguement, 2 options envisagées :

- zone RSL très restreinte autour des lagunes (isolement par des canaux)
- zone hydrographique Carthage « Le Rhône du Gard au canal des Alpines » (Code V720)

Après avis d'experts (Ifremer, Agence de l'eau), la première option, plus proche de la réalité, a été retenue.

Vaccarès (FRDT14a) : grand ensemble des plans d'eau, 2 options envisagées :

- « bassin versant d'irrigation » transmis par la structure de gestion de la réserve naturelle (à l'ouest un système de pompage renvoie les eaux vers le petit Rhône)
- zone hydrographique Carthage « Le Rhône du petit Rhône inclus à la mer Méditerranée » (Code V730) modifiée à l'est pour extraire le BV de La Palissade

La première option a été retenue pour les analyses statistiques.

La Palissade (FRDT14c) : ce petit complexe lagunaire est fortement influencé par le Rhône, il est donc très difficile de délimiter un bassin versant cohérent en termes de pression. Deux options proches envisagées :

- zone tracée à partir d'une image envoyée par la structure de gestion,
- zone RSL

La deuxième option, plus étendue, a été conservée, cependant la petite superficie de ces deux options pose la question de la représentativité des pressions affectées (influence du Rhône non prise en compte) et donc de la conservation de cette lagune dans l'étude.

Berre (FRDT15a) : réunion de 3 sous-BV SDAGE « Touloubre », « Arc provençal » et « Etang de Berre » (Codes LP_16_10, LP_16_01 et LP_16_03), élargis à l'ouest et au sud en ajoutant les BV de ruissellement envoyés par la structure de gestion, et auquel on a extrait les BV de Vaïne et Bolmon.

Vaïne (FRDT15b) : bassin versant de ruissellement envoyé par la structure de gestion, auquel on a soustrait la zone correspondant à la ville de Marignane (jusqu'à la piste d'aéroport), affectée au BV de Bolmon.

Bolmon (FRDT15c) : BV de la Cadière envoyé par la structure de gestion, auquel on a ajouté la zone de la ville de Marignane (jusqu'à la piste d'aéroport, prise comme repère au traçage). La structure de gestion a également précisé que, malgré l'isolement relatif de la lagune au sud par le canal du Rove, la zone englobant Châteauneuf-Martigues jusqu'à La Mède a une influence sur Bolmon. Cette précision n'a toutefois pas été prise en compte, le canal du Rove se jetant dans l'étang de Berre, l'affectation de cette zone au BV de Berre a été conservée.

Biguglia (FRET01) : réunion de 2 zones hydrographiques Carthage correspondant aux côtiers du Bevinco (Codes Y730 et Y731). Le sous-BV SDAGE n'a pas été choisi car il s'étend trop au Nord, sur Bastia.

Diana (FRET02) : sous-bassin versant SDAGE « Bravona » (Code CR_24_07), qui correspond également à la zone hydrographique Carthage « Côtiers de la rivière de Bravona incluse au Tavignano » (Code Y921).

Urbino (FRET03) : zone hydrographique « Côtiers du Tavignano au Fium Orbu » (Code Y940).

Palo (FRET04) : sous-bassin versant SDAGE « Abatesco » (Code CR_25_10), qui correspond également à la zone hydrographique Carthage « Côtiers du Fium Orbu au Travo » (Code Y950).

Discussion :

Ce travail a donc permis de délimiter les bassins versants des lagunes méditerranéennes.

Toutefois l'utilisation de différentes sources de délimitation et la volonté d'intégrer les connaissances de terrain des gestionnaires, font que ces bassins versants ne sont pas véritablement construits selon une méthode homogène à l'échelle de la zone d'étude.

Il serait donc être intéressant d'engager un vrai travail cartographique, utilisant la topologie et ciblant les lagunes comme exutoire final, pour délimiter ces bassins versants. Il faudra également bien prendre en compte la modification de certains bassins par les activités humaines (canaux d'irrigation, endiguement...), qui induisent un isolement des lagunes, ou à l'inverse une ouverture à des apports hors bassin versant.

Apports extérieurs au bassin versant

Les métriques des pressions polluantes ont été actualisées pour l'ensemble des bassins versants précédemment détaillés. Cependant certaines lagunes sont également soumises à des apports provenant de l'extérieur des bassins-versants (exemple du canal EDF dans l'étang de Berre), qui peuvent être très conséquents par rapport aux charges polluantes issue de ces BV (voir tableau à la suite), et d'autant plus lorsque ceux-ci sont peu étendus

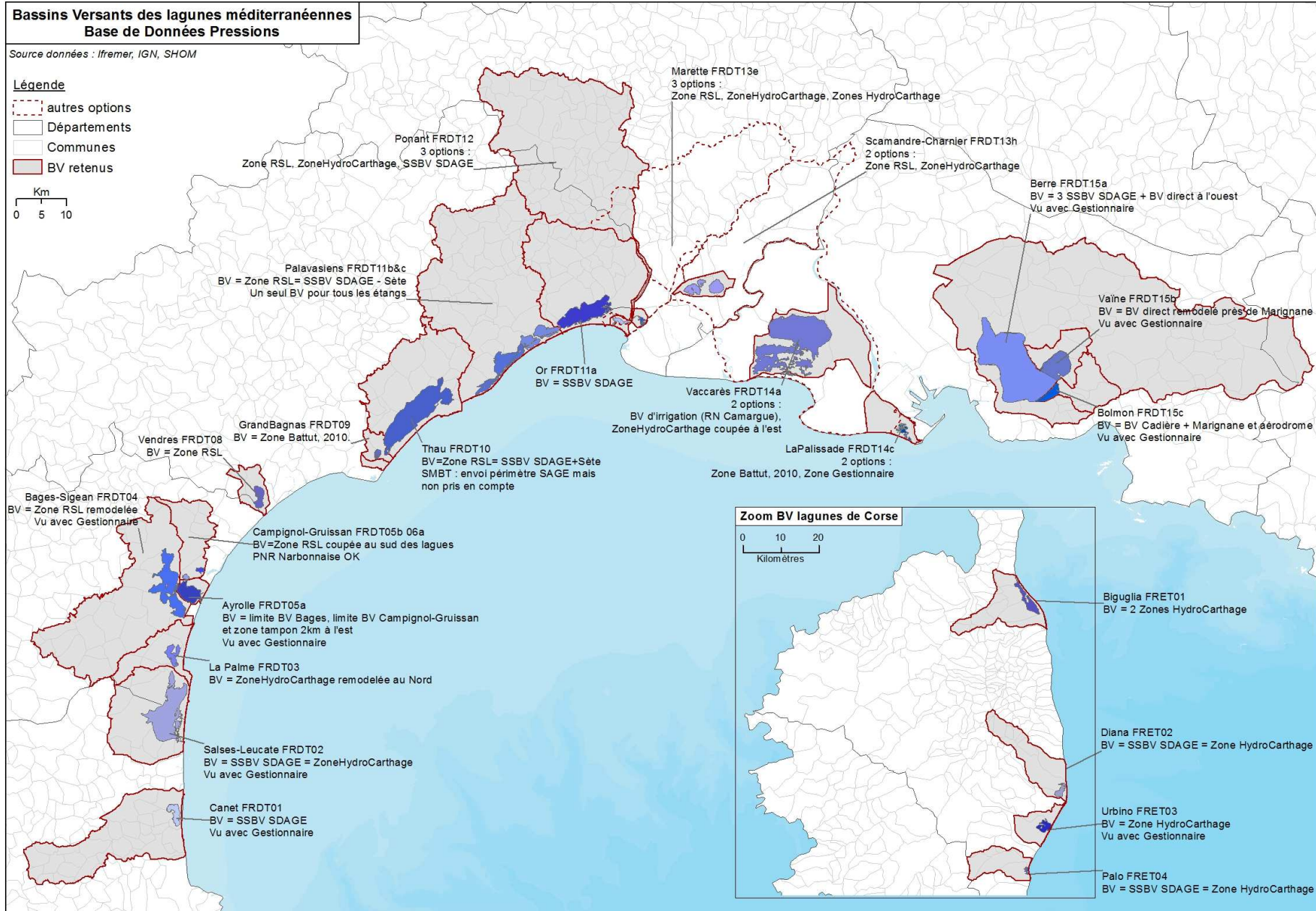
(exemple de l'étang de la Marette). Ce type de pression polluante a donc été ajouté dans la base de données : apports hors BV en matières oxydables, matières en suspension, azote, phosphore.

Toutefois, il n'existe pas de quantification homogène sur l'ensemble des lagunes concernées, de ces apports externes. Les structures de gestion ont ainsi été interrogées afin d'obtenir des estimations, mais de telles données n'ont pu être collectées que pour l'étang de Berre (données du Gipreb de 2009).

Dans l'analyse des relations entre pressions polluantes et éléments de qualité, seules les lagunes pour lesquelles le BV représente a priori (par avis d'experts) la majorité des apports polluants ont été conservées. En effet les lagunes soumises à des apports hors BV importants mais non quantifiés à l'heure actuelle, pourraient représenter un biais dans les analyses statistiques.

Campagnol, Vendres, Grand Bagnas et Scamandre-Charnier n'ont donc pas été incluses dans l'analyse statistique. L'étang de Berre a été conservé car les flux issus du canal EDF de Saint Chamas ont été obtenus auprès du GIPREB (structure de gestion de l'étang).

Code MET	Nom MET	AppEau	Identification des apports hors BV principaux
FRDT01	Canet	0	
FRDT02	Salses-Leucate	1	Résurgences karstiques
FRDT03	La Palme	0	
FRDT04	Bages-Sigean	2	Canal de la Roubine
FRDT05a	Ayrolle	1	Ouverture sur Campagnol
FRDT05b	Campagnol	3	Canal de la Réunion + prises d'eau dans le canal de la Roubine
FRDT06a	Gruissan	1	Dérivation du canal de la Réunion
FRDT08	Vendres	3	Prises d'eau sur l'Aude
FRDT09	Grand Bagnas	3	Canal Midi (Hérault)
FRDT10	Thau	1	Canal du Rhône à Sète et le Canal du Midi
FRDT11a	Etang de l'Or	1	Chenal maritime
FRDT11b	Palavasiens Est	2	Canal du Rhône à Sète (Lez)
FRDT11c	Palavasiens Ouest	2	Canal du Rhône à Sète (Lez)
FRDT12	Ponant	0	Dérivation du Vidourle (déjà compté dans les apports BV)
FRDT13e	Marette	2	Chenal maritime
FRDT13h	Scamandre-Charnier	3	Canal du Rhône à Sète + le canal de la Capette faisant la liaison avec le Petit Rhône
FRDT14a	Complexe de Vaccares	1	Rhône et petit Rhône
FRDT14c	La Palissade	2	Crues du Rhône
FRDT15a	Berre	3	Canal EDF de Saint Chamas
FRDT15b	Vaine	2	Canal EDF de Saint Chamas
FRDT15c	Bolmon	1	Canal du Rove (STEP Marignane et Châteauneuf ~86 000EH)
FRET01	Biguglia	1	Canaux de la plaine de la Marana (rejet via 5 stations de pompage) + canal du Fossone (échanges avec le Golo)
FRET02	Diane	0	
FRET03	Urbino	0	
FRET04	Palo	0	



Rejets de Station d'épuration

Description Pression :

Les rejets de station d'épuration, avec les rejets industriels, constituent une source de pollution ponctuelle, relativement constante dans le temps et dépendant peu des conditions climatiques

En 2008, 82% des logements français sont raccordés à une STEP par un réseau d'assainissement collectif (Commissariat général au développement durable, 2011). Les rejets domestiques sont donc véritablement concentrés vers les STEP publiques. Et du fait de l'accroissement de la population sur le littoral méditerranéen, ces rejets apparaissent comme une source importante de polluants (nutriments, substances chimiques...).

Les stations d'épuration éliminent une partie de la pollution brute entrante (matières oxydables, azote, phosphore, matières en suspension...), mais la charge polluante restante est rejetée dans le milieu naturel (cours d'eau, plan d'eau, mer...). Le rendement épuratoire est propre à chaque STEP, fonction de ses caractéristiques et de son fonctionnement. L'abattement de pollution peut être amélioré notamment par la modernisation des dispositifs de traitement.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Le milieu lagunaire est un des récepteurs finaux des polluants des STEP, reçues directement, lorsque le rejet est situé sur la lagune, ou indirectement, via les cours d'eau. L'importance de ces rejets peut ainsi engendrer des déséquilibres et des dégradations du milieu.

Ces rejets représentent notamment une des sources d'apports en nutriments, qui par excès (en particulier d'azote et de phosphore) peuvent conduire à l'eutrophisation. Un excès de substances nutritives dans les lagunes favorise en effet le développement de la biomasse végétale et particulièrement du phytoplancton, et de macroalgues ou d'animaux opportunistes. Ce phénomène provoque la dégradation du milieu, par la turbidité, l'envasement, et surtout la désoxygénation jusqu'aux crises anoxiques.

Les rejets des stations d'épuration constituent également un apport en matières en suspension et en contaminants chimiques qui participent également à la dégradation de la qualité du milieu (turbidité, toxicité). Les charges en matières en suspension issues des STEP sont regroupées avec celles des industries et les apports hors BV (voir fiche dédiée). Les données existantes sur les rejets de substances chimiques des STEP ne sont pas suffisantes pour une réelle quantification du flux annuel. Ce type de pression ne sera donc pas évalué de cette façon (voir fiche contaminants chimiques).

Source et nature des données :

Les données proviennent de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse (Contact à la délégation de Marseille : Frank Pothier). Leur base de données regroupe les informations fournies par les maîtres d'ouvrages (autosurveillance), utilisées pour le calcul de la prime pour épuration (proportionnelle à la pollution évitée). Seules les STEP ayant une capacité supérieure à 200 équivalent habitant peuvent bénéficier d'une prime et sont donc présentes dans cette base de données. Les petites STEP ne seront pas prises en compte dans cette étude.

Les données de rejets sont soit issues de dispositif d'autosurveillance, de mesures ponctuelles des rejets ou bien d'un calcul forfaitaire (fonction des caractéristiques de la STEP).

Trois points de mesures peuvent être pris en compte : en sortie de station, au déversoir d'orage et/ou au niveau du by-pass. Cependant les données déversoir et by-pass ne semblent pas systématiquement renseignées. Ces deux points n'ont donc pas été conservés. Ces rejets issus d'épisodes pluviaux sont pris en compte dans la pollution diffuse (occupation du sol et ratio d'exportation).

Cette estimation de la pollution rejetée par les STEP représente une source de données homogènes sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée et Corse et donc de notre zone d'étude.

Les champs les plus importants dans ce travail sont :

Code_STEP | Nom_STEP | Capacité_Traitement | CodeOuvrageRejet | CoordonnéeX_Rejet | CoordonnéeY_Rejet | QualitéLocalisation | CodeINSEECommune_Rejet | NomCommune_Rejet | RejetAnnuelMES | RejetAnnuelDBO5 | RejetAnnuelDCO | RejetAnnuelNK | RejetAnnuelPtot.

Le paramètre azote global (NGL), ou azote total, est également présent, mais pour un grand nombre de STEP il n'est pas renseigné (alors que NK l'est). Le choix a donc été fait de conserver l'azote de Kjedahl, bien qu'il ne représente qu'une partie de l'azote rejeté. Dans le cadre d'une prochaine actualisation de ce type d'étude, il sera peut-être intéressant d'utiliser l'azote total, si la donnée existe pour l'ensemble des STEP prises en compte.

Des indicateurs de rejets d'autres types de polluants sont également disponibles (METOX, AOX, MI). Toutefois ces données ne sont pas réellement descriptives, ni suffisamment précises pour évaluer une pression, nous ne les avons donc pas utilisés.

Par contre, pour les STEP en autosurveillance, le nombre de mesures annuelles par paramètre n'a pas pu être obtenu. Une telle information permettrait de connaître la représentativité de la donnée de rejets, il serait donc intéressant de pouvoir l'obtenir.

Du fait de l'application progressive la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (qui a notamment fait évoluer le mode de calcul des primes et incité l'autosurveillance), les données récentes (depuis 2007) de performances des STEP ne sont, pour le moment, pas disponibles directement sur internet.

Date des données :

Année de rejet 2010 (année prime 2011)

Traitement et calculs des données :

Au cours de ce travail, les données STEP (LR-PACA et Corse) ont été transmises sous la forme d'un fichier Excel regroupant 3 feuilles : STEP en autosurveillances, STEP soumises aux mesures ponctuelles (pour tous les paramètres ou seulement certains), STEP soumises au forfait (pour tous les paramètres ou seulement certains). Un travail préalable a donc dû être réalisé sous Access pour regrouper ces données.

Tout d'abord, sous Access, les STEP à la fois soumises aux mesures ponctuelles et au forfait ont été fusionnées. Puis les tables obtenues ont été concaténées pour regrouper l'ensemble des STEP de LR, PACA et Corse (de capacité supérieure à 200eh) dans une seule table, le nombre de lignes étant égal au nombre de STEP (1676 présentes dans cette base).

Les coordonnées géographiques du point de rejet des STEP, nous permettent d'affecter les charges polluantes aux lagunes, sous SIG. Cependant pour de nombreuses STEP ces coordonnées n'étaient pas renseignées dans la table. Toujours sous Access, une mise à jour de ces coordonnées a donc été réalisée en mettant en relation les 8 derniers chiffres du code de ces STEP non localisées (car la majorité d'entre n'avaient pas de code d'ouvrage de rejet) et les 8 derniers chiffres du numéro d'ouvrage de la couche SIG de localisation de tous les ouvrages de rejets (STEP et industries) sur LR-PACA et Corse (fournie en parallèle par l'AERMC). Un champ nommé « origineLOC » a été ajouté et renseigné, afin de connaître l'origine des coordonnées du rejet.

Suite à ce travail 74 STEP ne possédaient toujours pas de coordonnées géographiques de rejets. Elles ont été localisées sous SIG par l'intermédiaire du code INSEE de la commune (lui-même déduit du code STEP, lorsqu'il n'était pas renseigné).

Ensuite sous SIG, par sélection des points de rejets ou des communes contenus dans les bassin versant des lagunes, les STEP et leurs charges polluantes sont affectées aux MET.

Le manque de connaissances et de données sur l'autoépuration le long des hydrosystèmes et l'absence de coefficients d'abattement de la pollution, nous a amené à considérer l'hypothèse la plus défavorable : la totalité de la charge polluante aboutit à la lagune (Dupré, 2002).

Les données de rejets des STEP, par bassin versant, sont donc directement exportées dans un tableur (Excel®) pour cumuler les capacités, les flux rejetés de MES, DBO5, DCO, NK et Ptot par les STEP affectées à la lagune. Le rejet global en matières oxydables est obtenu selon la formule : $MO = 2/3 \text{ DBO5} + 1/3 \text{ DCO}$

Pour l'analyse du lien état - pression, les flux sont pondérés par le volume de la masse d'eau de transition, afin d'intégrer le facteur de dilution.

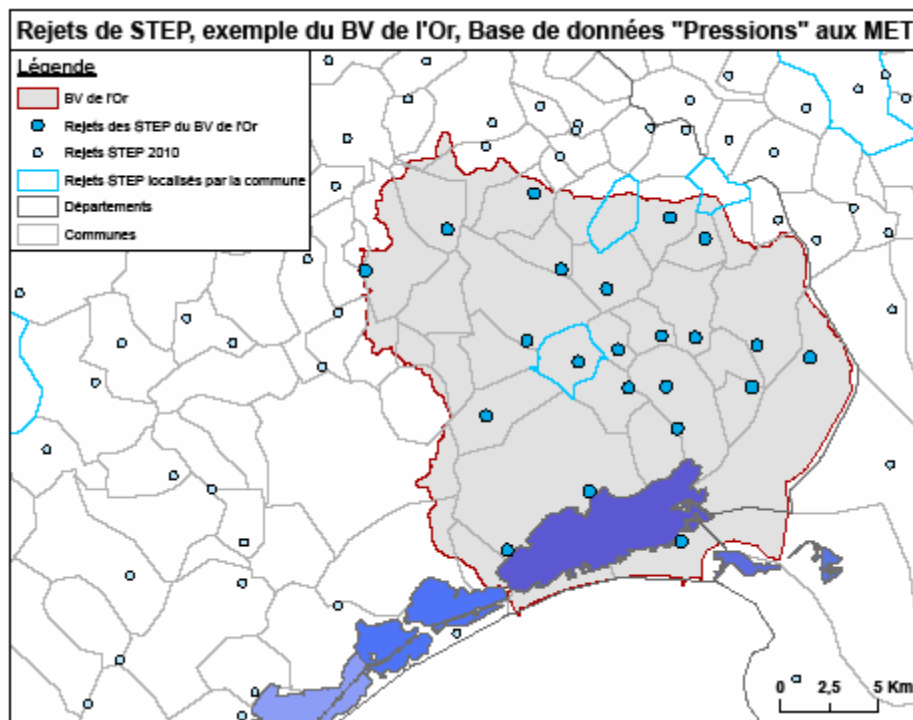


Figure 22 : Représentation cartographique de l'affectation des rejets de STEP au MET, exemple du BV de l'Or
Sources cartographiques : IGN GEOFLA Communes et départements, Sous-bassin versant SANDRE

Rejets industriels

Description Pression :

Les rejets industriels, directs dans les lagunes ou présents sur leurs bassins versants, constituent, comme les rejets de STEP, une source de pollution ponctuelle.

Au niveau national, la majorité des grandes industries est aujourd'hui équipée de stations d'épuration autonomes qui permettent d'abattre une partie de la charge polluante produite (matières oxydables, matières en suspension, azote phosphore, contaminants chimiques...). Les travaux d'aménagements pour l'épuration, ou d'amélioration des dispositifs en places, peuvent être en partie financés par l'Agence de l'Eau, sous forme d'aides de 30 à 60 % (en fonction notamment des travaux prévus et du type de pollution réduite).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Le milieu lagunaire est un des récepteurs finaux des polluants des industries, reçues directement, lorsque le rejet est situé dans la lagune, ou indirectement, via les cours d'eau. L'importance de ces rejets peut ainsi engendrer des déséquilibres et des dégradations du milieu.

Ces rejets représentent notamment une des sources d'apports en nutriments, qui par excès (en particulier d'azote et de phosphore) peuvent conduire à l'eutrophisation. Un excès de substances nutritives dans les lagunes favorise en effet le développement de la biomasse végétale et particulièrement du phytoplancton, et de macroalgues ou d'animaux opportunistes. Ce phénomène provoque la dégradation du milieu, par la turbidité, l'envasement, et surtout la désoxygénation jusqu'aux crises anoxiques.

Les rejets industriels constituent également un apport en matières en suspension et en contaminants chimiques qui participent également à la dégradation de la qualité du milieu (turbidité, toxicité). Les charges en matières en suspension issues des industries sont regroupées avec celles des STEP et les apports hors BV (voir fiche dédiée). Les données existantes sur les rejets de substances chimiques ne sont pas suffisantes pour une quantification du flux annuel. Ce type de pression ne sera donc pas évalué de cette façon (voir fiche contaminants chimiques).

Source et nature des données :

Les données de pollution industrielles proviennent de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse (Contact à la délégation de Montpellier : Benjamin Hercelin) qui perçoit des redevances pour pollution non domestique auprès des établissements générant une pollution annuelle supérieure aux seuils fixés par la loi.

Ces données correspondent, pour chaque paramètre de pollution, à l'assiette utilisée pour le calcul de la redevance, égale à :

$$[(\text{pollution moyenne mensuelle de l'année} + \text{pollution moyenne mensuelle maximale}) / 2] * 12$$

La pollution mensuelle rejetée est, soit issue d'un suivi régulier des rejets (obligatoire au-delà de certains seuils de pollution par paramètres) ; soit estimée à partir de l'activité de l'établissement (déclarations des industriels), des dispositifs de dépollution présents et de campagnes générales de mesures ou de forfaits. Cependant l'outil pour collecter les données issues de l'autosurveillance (GIDAF) est en cours de déploiement. Les données des rejets industriels, collectées à l'Agence de l'eau pour cette étude, sont donc issues des estimations et pas du suivi régulier des rejets. La représentativité physique de ces flux industriels est donc soumise à caution. Ces données de pollution industrielles ne sont d'ailleurs plus disponibles sur le site internet de l'Agence de l'eau depuis 2008 (les modalités de calcul de ces redevances ayant été modifiées avec la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2008). Seules les données de rejets déclarées de certains grands établissements (installations classées soumises à autorisation préfectorale) sont consultables sur le registre français des émissions polluantes.

Lors d'une future actualisation de cette base de données il sera donc intéressant d'obtenir les charges polluantes issues de l'autosurveillance.

Les champs les plus importants dans ce travail sont :

Code_Etablissement | Nom_Etablissement | Activité principale | Activité polluante | CodeOuvrageRejet | CoordonnéeX_Rejet | CoordonnéeY_Rejet | QualitéLocalisation | CodeINSEECommune | NomCommune | RejtAnnuelMES | RejetAnnuelDBO5 | RejetAnnuelDCO | RejetAnnuelNR | RejetAnnuelPtot.

Des indicateurs de rejets d'autres types de polluants sont également disponibles (METOX, AOX, MI). Toutefois ces données ne sont pas réellement descriptives, ni suffisamment précises pour évaluer une pression, nous ne les avons donc pas utilisés.

La table regroupe donc les rejets par activité polluante, par industries et par ouvrage de rejet de destination (plusieurs lignes possible pour un même établissement). Il semble en effet que les rejets de différentes activités d'une même industrie peuvent être envoyés vers différents ouvrages de rejet.

Date des données : Année de rejet 2010 (année prime 2011)

Traitement et calculs des données :

Tout d'abord les activités industrielles dont les rejets sont envoyés vers les réseaux d'assainissement communaux (les STEP publiques), sont extrait sous Access (code ouvrage de destination commençant pas 08), car déjà pris en compte dans les rejets de STEP.

Puis les rejets par établissement envoyés vers un même ouvrage sont sommés pour obtenir finalement une table regroupant les rejets par activités (hors activités raccordées au réseau d'assainissement) et par ouvrage de destination (le nombre de lignes est égal au nombre d'activités industrielles polluantes ; supérieur au nombre d'établissement).

Les coordonnées des points de rejets sont utilisées sous SIG. Lorsqu'elles ne sont pas renseignées, la localisation est réalisée par l'intermédiaire du code INSEE de la commune (jointure avec la couche IGN des communes).

Les rejets d'activités industrielles sont ainsi affectés à une lagune, lorsque le rejet est situé à l'intérieur de son bassin versant (rejets directs dans la lagune compris).

L'absence de connaissances et de données sur des coefficients d'abattement de la pollution, d'autoépuration le long des hydrosystèmes, nous amène à considérer l'hypothèse la plus défavorable, c'est-à-dire que la totalité de la charge polluante aboutit à la lagune (Dupré, 2002).

Les données de rejets par bassin versant, sont ensuite exportées dans un tableur (Excel®) afin de cumuler les flux rejetés de MES, DBO5, DCO, N et Ptot affectés à la lagune. Le rejet global en matières oxydables est enfin obtenu selon la formule : $MO = 2/3 DBO5 + 1/3 DCO$

Pour l'analyse du lien état - pression, les flux sont pondérés par le volume de la masse d'eau de transition, afin d'intégrer le facteur de dilution.

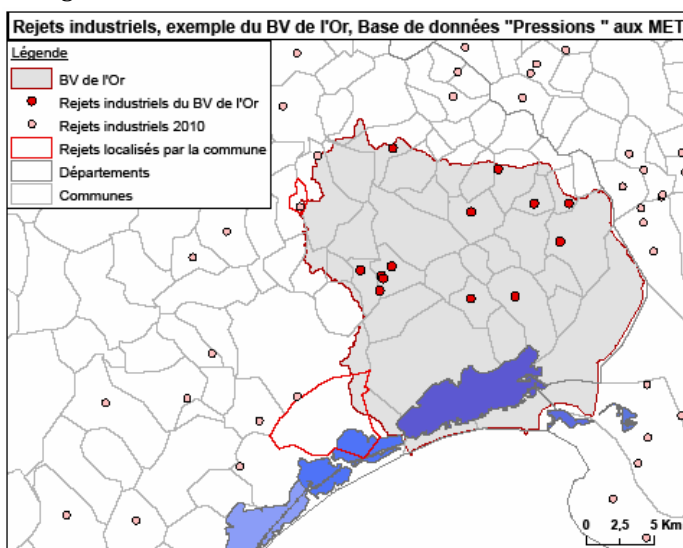


Figure 23 : Représentation cartographique de l'affectation des rejets industriels aux MET, exemple du BV de l'Or

Pollutions diffuses

Description Pression :

Contrairement aux sources de pollution ponctuelles (STEP, industries, cours d'eau), il n'est pas possible de repérer géographiquement les rejets de pollution diffuse dans les milieux aquatiques. Ce type de pollution provient des activités présentes sur la surface d'un territoire, et est transmise aux masses d'eau de façon indirecte par le sol, via l'entraînement des eaux en provenance des précipitations ou de l'irrigation.

L'ensemble des activités anthropiques présentes sur les bassins versants des lagunes, participe donc potentiellement à la pollution *in fine* du milieu lagunaire (directement dans la lagune ou via les cours d'eau).

Les pratiques agricoles sur les surfaces cultivées peuvent en particulier être à l'origine d'apports polluants diffus tels que les nitrates, les phosphates (engrais) et certains contaminants chimiques (pesticides). Une partie des produits employés n'est en effet pas retenue par les cultures, et par lessivage ces résidus percolent ou ruissellent vers les milieux aquatiques.

Les surfaces artificialisées (zones urbaines, réseaux de transports...) sont de la même façon des sources de pollution diffuse (substances chimiques de revêtement, traitements des espaces verts urbains...), et ce d'autant plus que ces surfaces sont imperméabilisées empêchant les phénomènes d'autoépuration et la capacité tampon des milieux naturels et du sol qu'elles recouvrent. Bien qu'il existe des systèmes de traitement par l'assainissement collectif (réseaux unitaires ou réseaux séparatifs) la pollution n'est pas totalement prise en charge (ruissellement en dehors des réseaux de collecte, déversoirs, by-pass, fuites...).

La pollution diffuse est difficilement quantifiable car fonction de multiples paramètres variant à petite échelle spatiale (usages, précipitations, nature du sol...), et nécessitant donc une modélisation fine. Elle peut toutefois être estimée à partir des forces motrices responsables de ce type de pression. L'occupation du sol est ainsi représentative des « structures anthropiques » exerçant cette pression sur les milieux lagunaires.

On distingue donc deux catégories d'indicateurs pour cette pression : les surfaces d'occupation du sol et l'estimation des flux polluant.

Dans le cadre de ce travail, du fait en particulier de l'étendu de la zone d'étude, l'estimation des flux polluants et réalisée par l'utilisation de ratios d'exportation appliqués aux surfaces (voir plus bas).

Deux grands types d'occupation du sol, surfaces agricoles et imperméabilisées, responsables de cette pollution diffuse d'origine anthropique, sont pris en compte pour l'estimation de cette pression. Du fait de leurs modes de gestions différents, ils sont considérés distinctement.

L'importance de l'élevage sur le bassin versant a également été choisi, en tant qu'indicateur complémentaire pour cette pression. Les effluents d'élevage épandus sur les surfaces agricoles, participent en effet à la pollution diffuse. Bien qu'intégrée via les surfaces agricoles, il apparaît intéressant d'isoler cette source particulière de pression, en utilisant une métrique différente.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Le milieu lagunaire est un des récepteurs finaux des polluants diffus, l'importance de cette pression peut ainsi engendrer des déséquilibres et des dégradations du milieu.

La pollution diffuse issue de l'agriculture ou des surfaces imperméabilisées, représentent notamment une des sources d'apports en nutriments, qui par excès (en particulier d'azote et de phosphore) peuvent conduire à l'eutrophisation. Un excès de substances nutritives dans les lagunes favorise en effet le développement de la biomasse végétale et particulièrement du phytoplancton, de macroalgues ou d'animaux opportunistes. Ce phénomène provoque la dégradation du milieu, par la turbidité, l'envasement, et surtout la désoxygénation jusqu'aux crises anoxiques.

Les surfaces agricoles et urbanisées constituent également un apport de matière en suspension et de contaminants chimiques (pesticides en particulier) qui participent également à la dégradation de la qualité du milieu (turbidité, toxicité). Dans le cas des MES seuls les apports ponctuels ont ainsi pu être quantifiés (rejets de station d'épuration, et d'industries, apports hors bassin versant). Cette pression a donc également été évaluée au travers d'une donnée d'état, la turbidité (voir fiche turbidité).

En l'absence de données robustes de flux de substances chimique, la pression de contamination chimique a également été évaluée grâce à des données d'état (voir fiche Contamination chimique).

Source et nature des données :

Les données d'occupation du sol sont issues de la base de données Corine Land Cover de 2006, disponible sur le site du Service de l'Observation et des Statistiques (SOEs) du Commissariat général au développement durable. Le bassin versant des lagunes est choisi comme référence géographique pour l'affectation des surfaces à chaque lagune.

Pour les surfaces agricoles, les données du recensement général agricole 2010, auraient pu être utilisées, mais elles n'étaient pas disponibles, de manière détaillée, lors de la réalisation de cette étude. De plus ces données sont rapportées à la commune du siège de l'exploitation agricole ce qui impose deux imprécisions : les limites des communes ne correspondent pas aux limites des bassins versants, et les surfaces agricoles rattachées à la commune ne sont pas obligatoirement celles présentes sur la commune (les exploitations peuvent utiliser des surfaces sur d'autres communes).

L'estimation des flux polluants issus des surfaces agricoles et imperméabilisées est obtenue par application de ratios d'exportation à ces surfaces. Cette méthode utilise le principe selon lequel, pour une année aux conditions climatiques normales, à chaque type d'occupation du sol correspond une charge relativement constante de polluants exportés par unité de surface (Cépralmar, 2006). Cette méthode n'est donc pas très précise et ne prend pas en compte les processus de transferts depuis le site de production. Cependant la zone d'étude étant étendue, il semble difficile d'envisager l'utilisation de modèles d'exportation plus fins intégrant des paramètres tels que les pratiques agricoles, les précipitations, la nature du sol...

Les coefficients d'exportations utilisés proviennent de la littérature (Albigès et *al.*, 1991 ; AQUASCOP, 2001) :

Occupation du sol	Ratio d'exportation Azote (kg/ha/an)	Moyenne retenue	Ratio d'exportation Phosphore (kg/ha/an)	Moyenne retenue	Référence bibliographique	Code(s) CLC correspondant(s)
Ruissellement urbain	5 à 15	10	0,5 à 5	2,75	AQUASCOP, 2001	111, 112, 121, 122
Vignes	2 à 8	5	0,25 à 1	0,625	Albigès et <i>al.</i> , 1991	221
Vergers	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et <i>al.</i> , 1991	222, 223
Céréales	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et <i>al.</i> , 1991	211, 212, 213
Légumes et cultures industrielles	10 à 30	20	0,25 à 1	0,625	Albigès et <i>al.</i> , 1991	
Surfaces enherbées	2 à 8	5	0,1 à 0,3	0,2	Albigès et <i>al.</i> , 1991	231, 241, 242, 243

Pour la même raison que précédemment et également par manque de connaissances précises, aucun coefficient d'abattement de la pollution diffuse n'a été appliqué. Nous avons donc considéré l'hypothèse la plus défavorable : la totalité de la charge polluante issue du bassin versant aboutit à la lagune (Dupré, 2002).

Concernant l'importance de l'élevage, les données proviennent du recensement général agricole (RGA) 2010. Le nombre d'unité gros bovin (UGB) a été choisi, car il permet d'intégrer tous les types d'élevage. Cette donnée provient pour LR et PACA, des sites Internet des Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF), pour la Corse le service régional de l'information statistique et des services de la DRAAF a directement été contacté. Le nombre d'UGB est donné par commune.

Date des données :

2006 (utilisation de la dernière version de Corine Land Cover).

Traitement et calculs des données :

Sous SIG (ArcGIS 9.3.1.), la couche Corine Land Cover 2006 est d'abord découpée par le contour de chaque bassin versant. Les tables sont ensuite exportées sous Excel.

Puis pour chaque lagune, les superficies des postes numéro 111, 112, 121 et 122 correspondant aux surfaces imperméabilisées (réseaux de transports compris), et des postes numéro 211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 241, 242, et 243 correspondant aux surfaces agricoles (ou essentiellement agricoles) sont sommées.

On obtient ainsi les superficies globales, par bassin versant de lagune, des espaces imperméabilisés et des zones agricoles.

Celles-ci sont ensuite pondérées par le volume des lagunes. Ces surfaces représentent en effet une pression polluante potentielle pour la lagune.

D'autre part, en utilisant les ratios d'exportation (Albigès et *al.*, 1991 ; AQUASCOP, 2001) on obtient une estimation des flux en azote et phosphore issues de ces deux grands types d'occupation du sol.

Pour l'analyse du lien état – pression, les flux sont pondérés par le volume de la masse d'eau de transition, afin d'intégrer le facteur de dilution.

Pour l'indicateur sur l'élevage, les données du RGA sont rapportées à la commune du siège de l'exploitation. Or les limites communales ne suivent pas les limites des bassins versants. Pour affecter un nombre d'UGB par lagune, le choix a donc été fait de sélectionner sous SIG les communes ayant leur centroïde à l'intérieur des bassins versants. Le nombre d'UGB des communes ainsi sélectionnées a donc été sommé pour chaque bassin versant. Le nombre d'UGB total par bassin versant a ensuite été pondéré par le volume des lagunes.

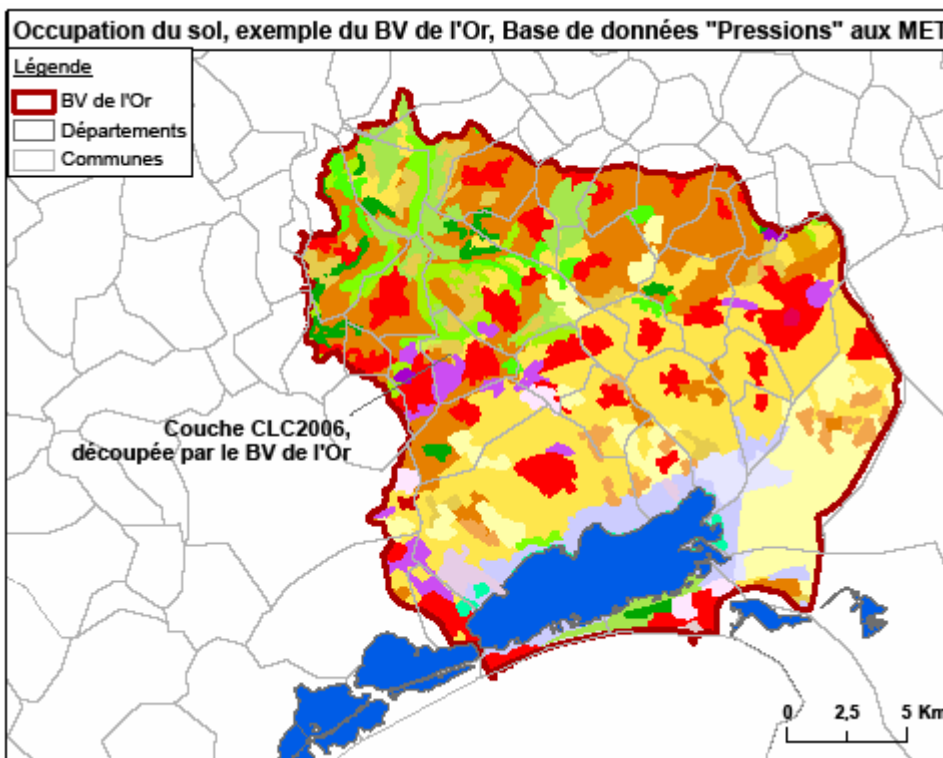


Figure 24 : Représentation cartographique du découpage CLC, exemple du BV de l'Or

Sources cartographiques : iGNNGEOFLA Départements et Communes, CLC2006, sous-bassin versant SANDRE

Contamination chimique

Description Pression :

Si les substances chimiques sont indispensables aux activités anthropiques (agriculture, production de biens, médecine, revêtement des voies de transports...), ils suscitent des préoccupations croissantes quant à leurs effets environnementaux et sanitaires.

Les composés chimiques se retrouvent dans les milieux aquatiques et en particulier le milieu marin via les apports directs (STEP, industries, cours d'eau, bateaux), ou par diffusion depuis les sols. Nombre d'entre elles sont de plus très persistantes et peuvent ainsi parcourir de nombreux kilomètres sans être dégradées.

L'exposition des organismes marins à des concentrations élevées de substances toxiques peut causer de nombreux effets biologiques à différents niveaux d'organisation du vivant (de l'intégrité du génome au fonctionnement de l'écosystème).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

De plus en plus de travaux de recherche s'intéressent actuellement d'une part au devenir des contaminants dans les milieux aquatiques et donc aux niveaux de contamination des organismes, et d'autre part aux effets des substances chimiques sur les êtres vivants (écotoxicologie).

Parmi les substances, dont la toxicité pour l'environnement est reconnue, on trouve en particulier des métaux tels que le cuivre, le cadmium, le plomb, le mercure et le zinc. La famille des polluants organiques persistants (POP) est également très analysée notamment du fait de leur caractère lipophile, les rendant susceptibles de s'accumuler dans les organismes, et peu métabolisables par les organismes. D'autres types de substances, telles que les hormones, et les produits pharmaceutiques, font l'objet d'une attention particulière, en raison de l'utilisation croissante de telles substances.

Le tributylétain est un composé emblématique de ces recherches. Utilisé dans les peintures antisalissures recouvrant les coques des bateaux, l'observation de ces effets toxiques en particulier sur les mollusques (modification des caractères sexuels chez les gastéropodes, ou anomalies dans la calcification des coquilles) a poussé les autorités à réglementer son usage.

Dans l'état actuel des connaissances, il est cependant très difficile, même pour une seule classe de composés chimiques, de caractériser leurs effets en termes de durée d'exposition, de concentration, de variation dans le temps. De plus, les propriétés antagonistes ou synergiques des différentes substances présentes dans le milieu naturel, rendent la caractérisation de leurs effets biologiques encore plus difficile.

Source et nature des données :

Il n'existe pas à ce jour de suivi véritable des flux de contaminants chimiques. Certains indicateurs spécifiques sont développés pour évaluer les rejets de quelques substances particulières (METOX pour les métaux, AOX pour les composés organiques halogénés, MI pour les matières inhibitrices), mais ils ne sont bien souvent pas, ou que partiellement, renseignés (STEP, industries).

Pour palier ce manque de données permettant de quantifier ce type de pression, il a été choisi d'utiliser les données d'état comme proxy de pression (méthodologie DPSIR). Les contaminants chimiques n'étant pas, pour la plupart, en dehors notamment des métaux, produits de manière naturelle, les concentrations retrouvées dans les lagunes reflètent l'importance de cette pression anthropique, toutes sources confondues.

Deux types de supports permettent d'évaluer la contamination chimique des masses d'eau : la matière vivante (les moules, *Mytilus galloprovincialis*), et l'eau (échantillonneurs passifs).

Dans le cadre du réseau RINBIO (Andral et al., 2010c), la contamination chimique de moules (*Mytilus galloprovincialis*) en station artificiel est évaluée. Cependant toutes les lagunes méditerranéennes ne sont pas suivies, et du fait notamment de problèmes de dessalures qui entraîne des taux de mortalité très importants dans les échantillons, les données complètes ne sont pas nombreuses (8 lagunes en 2009). Les données issues de ce réseau n'ont donc pas été ciblées dans le cadre de cette étude.

L'évaluation de la contamination chimique sur support eau a été réalisée, sur la façade méditerranéenne, à l'aide d'échantillonneurs passifs. Deux campagnes, menées par l'Ifremer, ont permis de tester les possibilités d'utilisation de cette technique à grande échelle : projet PEPS Méditerranée de 2008 (Gonzalez et *al.*, 2009) et étude de 2009 (Gonzalez et *al.*, 2011). Dans le cadre de ces travaux seules quelques lagunes ont été prises en compte. Une étude spécifique sur les masse d'eau de transition a été menée en 2010 (Projet PEPS LAG, Munaron, 2012), dont les données pourront être utilisées comme proxy de pression. Les données de ce projet n'étant pas disponibles au moment de l'étude, nous n'avons pas pu les intégrer à la base de données de pressions.

Date des données :

Projet PEPS LAG, campagne de mesure 2010, rapport attendu

Traitement et calculs des données :

Les données n'étant pas disponibles au moment de l'étude, aucun traitement n'a pu être effectué.

On peut noter cependant qu'il s'agira de sélectionner les données de concentration des différents contaminants dans l'eau (concentration équivalent dans le cas des échantillonneurs POCIS), puis de sommer ces concentrations par grande famille de contaminants : pesticides, HAP, PCB, métaux...

Turbidité

Description Pression :

La turbidité des milieux aquatiques est notamment due à la présence de matières en suspension (MES), particules solides inertes (organiques, minérales) ou vivantes (plancton) insolubles, généralement visibles à l'œil nu.

Les milieux aquatiques contiennent naturellement des MES (précipitations, érosion naturelle), mais les rejets de urbains et industriels ainsi que les activités anthropiques favorisant l'érosion des sols (agriculture) augmentent grandement les apports.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

La turbidité pour les milieux lagunaires constitue une pression directe sur l'état biologique. Lorsqu'elle est importante (présence en excès de matières en suspension), elle représente un véritable écran, empêchant une bonne pénétration de la lumière ce qui diminue l'activité photosynthétique, et donc l'oxygénation du milieu.

Cette opacification de l'eau est également une perturbation pour les organismes vivants, et notamment certaines espèces de poissons dont la visibilité est diminuée (obstacle à l'alimentation, aux comportements de fuites). De plus les matières en suspension peuvent colmater les branchies des poissons ainsi que, par déposition sédimentaire, les habitats au fond des lagunes (envasement).

Les matières en suspension contribuent à la dégradation de la qualité chimique des milieux lagunaires en absorbant et transportant des polluants, et en constituant un véritable stock durable de contaminants chimiques dans les sédiments.

Source et nature des données :

Cette pression a été évaluée par deux métriques différentes, représentant schématiquement les deux catégories de pression induites par les matières en suspension (polluante et directe).

Cette pression est d'une part évaluée quantitativement, par le flux annuel de matière en suspension, issues des activités anthropiques, arrivant à la lagune (voir fiches Rejets de Station d'épuration et Rejets industriels). Cependant les apports de MES issus des surfaces agricoles et du ruissellement urbain (pollution diffuse), bien que constituant probablement une part importante des apports, n'ont pas pu être évalués (absence de ratio d'exportation).

Ainsi il a été choisi de compléter cette métrique par la donnée d'état, comme proxy de pression : le percentile 90 de la turbidité, au mieux sur 6 années consécutives (plan de gestion DCE). Cet indicateur n'est donc toutefois approximation de la pression anthropique direct, en particulier parce que le plancton participe à cette turbidité. Le plancton qui est présent naturellement et influencé par d'autres paramètres, constitue, par rapport de la pression à approcher, un bruit de fond. L'abondance du phytoplancton étant favorisée par certaines pressions (apports en substances nutritives), cet indicateur est donc relié à d'autres types de pression.

Les données de turbidité proviennent du Réseau de Suivi Lagunaire.

Le tableau suivant présente plus en détail, pour chaque lagune, l'origine de cette donnée.

Code MET	NomMET	Code Stations	Années	Nb de données
FRDT01	Canet	CNS	2004-2006;2008	12
FRDT02	Salses-Leucate	LEN, LES	2004-2009	36
FRDT03	La Palme	LAP	2004-2009	18
FRDT04	Bages-Sigean	BGM, BGS, BGN	2004-2009	54
FRDT05a	Ayrolle	pas de données		
FRDT05b	Campagnol	CAM	2004-2009	18
FRDT06a	Gruissan	GRU	2004-2009	18
FRDT08	Vendres	VDR	2004-2006;2008-2009	15
FRDT09	Grand Bagnas	BAN	2004-2006;2008	12
FRDT10	Thau	TES, TWS	2004-2009	36
FRDT11a	Or	ORE, ORW	2004-2009	36
FRDT11b	Palavasiens est	PRE, MEW	2004-2009	36
FRDT11c	Palavasiens ouest	PBE, VIC	2004-2009	36
FRDT12	Ponant	PONS	2004-2006;2008	12
FRDT13e	Marette	MARS	2004-2009	18
FRDT13h	Scamandre-Charnier	pas de données		
FRDT14a	Complexe Vaccarès	VCS	2006-2009	12
FRDT14c	La Palissade	PLS	2009	3
FRDT15a	Berre Grand	BRS	2006-2009	12
FRDT15b	Vaine	VAI	2009	3
FRDT15c	Bolmon	BOL	2009	3
FRET01	Biguglia	BIG3	2004;2006-2009	15
FRET02	Diana	DIS	2004;2006-2009	15
FRET03	Urbino	URB	2004;2006-2009	15
FRET04	Palo	PAL	2006-2009	12

On peut ainsi constater que la qualité de cette donnée n'est pas homogène sur l'ensemble de la zone d'étude (années et nombres de mesures prises en comptes).

Date des données :

De 2004 à 2009

Traitement et calculs des données :

Le percentile 90 a déjà été calculé pour le plan de gestion DCE n°1.

Aucun calcul n'a donc été appliqué à cette donnée.

Pertes de zones humides

Description Pression :

Les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire » (Code de l'environnement).

Marais, étangs, tourbières, lagunes tous ces milieux ont en commun la présence temporaire ou permanente d'eau douce, salée ou saumâtre.

Considérées longtemps comme des lieux insalubres et des réservoirs à moustiques, elles ont souvent été comblées et asséchées. Ce n'est qu'à partir des années 90 qu'une prise de conscience s'est opérée sur la valeur de ces milieux et la nécessité d'arrêter leur destruction. Le rapport d'évaluation sur les politiques publiques en matière de zones humides publié par le Préfet Paul Bernard en 1994, a en effet conclu que 50 % des zones humides françaises avaient disparu en 30 ans, en grande partie à cause des politiques publiques.

Qualifiée, depuis ce rapport, d'« infrastructures » naturelles, les zones humides assurent de nombreuses fonctions essentielles :

- elles participent à la force d'atténuation des crues des bassins versants, en stockant et régulant l'écoulement des eaux,
- elles sont de véritables dispositifs d'épuration des eaux, améliorant en particulier la qualité de l'eau des milieux lagunaires en aval,
- elles constituent des habitats favorables offrant à la fois des ressources trophiques diversifiées et des zones de refuges et de nurseries pour de nombreuses espèces,
- elles sont également des zones privilégiées pour le développement d'activités économiques et récréatives (élevage, saliculture, pêche tourisme...).

La perte de zones humides représente donc bien une pression sur la qualité des milieux lagunaires, et même pour les activités anthropiques qui y ont lieu. Une évaluation économique des fonctions et services écologiques rendus par les zones humides a d'ailleurs été menée par le Commissariat Général au Développement Durable en 2010 (CGDD, 2010).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Du fait des fonctions naturelles que les zones humides assurent autour des lagunes, leur disparition participe à la dégradation des milieux lagunaires.

Bien que d'autres facteurs interagissent, la perte des zones humides autour des lagunes et donc de leur capacités épuratrices entraîne en particulier une baisse de la qualité des eaux.

La perte des zones humides autour des lagunes traduit également les changements d'occupation des sols, et l'importance du développement de l'urbanisation et des aménagements correspondant (lotissements, routes, zones d'activités...).

Source et nature des données :

Il n'existe pas à l'heure actuelle, d'inventaire précis et complet des zones humides et de leur évolution sur un pas de temps suffisant pour estimer une perte nette. Nous avons donc utilisé les bases de données d'occupation du sol Corine Land Cover, disponibles sur le site du Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du Commissariat général au développement durable. L'estimation de l'évolution des zones humides est ainsi possible, par différentiel, entre l'année 1990 et 2006. De plus la méthode est homogène sur l'ensemble de la zone d'étude.

Toutefois, dans Corine Land Cover la superficie minimale étant de 25 hectares, seules les évolutions relativement importantes d'occupation du sol peuvent donc être détectées.

Date des données :

2006

Traitement et calculs des données :

Sous SIG (ArcGIS 9.3.1.), les couches Corine Land Cover 1990 et 2006 sont d'abord découpées par le contour de chaque bassin versant.

Les tables sont ensuite exportées sous Excel (une table par année et par bassin versant).

Puis pour chaque bassin versant et pour chacune des années, les superficies des postes numéros 411, 412, 421, 422, 423, 521, correspondants aux zones humides (lagunes comprises), sont sommées (après une vérification préalable sous SIG, que ces zones humides se situent toutes à proximité des lagunes).

Enfin les surfaces totales de zones humides par bassin versant de 1990 sont soustraites à celles de 2006.

On obtient ainsi une surface d'évolution des zones humides : négative s'il y a eu une perte, positive s'il y a eu un gain.

Seule la superficie totale de perte est conservée.

La superficie de perte de zones humides entre 1990 et 2006 obtenue est ensuite pondérée par la superficie de la lagune.

Artificialisation des berges

Description Pression :

La forte pression démographique que subissent les milieux côtiers méditerranéens s'accompagne de l'artificialisation et de la modification du fonctionnement hydraulique des lagunes (ASCONIT, 2009).

L'artificialisation des berges se traduit par la mise en place d'aménagements tels que les digues, les routes, les infrastructures ferroviaires, les infrastructures portuaires, les aménagements de maintien (béton, enrochements, palplanches, etc.).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

L'artificialisation des berges a pour conséquence directe la destruction des zones humides périphériques des lagunes. Ces zones ont un rôle important pour la qualité des milieux lagunaires : zone extension en période de pluie, filtrage des apports polluants, richesse écologique. La réduction ou l'élimination de ces zones tampon peut donc avoir un impact sur les éléments de qualité biologique des lagunes.

Le bétonnage des berges empêche également l'échouage des algues, et donc la minéralisation de cette matière organique a lieu dans le milieu aquatique ce qui peut accentuer les phénomènes d'anoxies (malaigues de bord).

Source et nature des données :

Aucun réseau ne recueille à ce jour des données sur la nature des berges des milieux lagunaires.

Les données utilisées proviennent de l'étude menée par CREOCEAN en 2008, sur la typologie des eaux de transition. Le pourcentage de berges artificialisées a été évalué par photo-interprétation sous SIG.

Date des données :

2008

Traitements et calculs :

Pour les masses d'eau comprenant plusieurs lagunes (ex. : les palavasiens) la moyenne des pourcentages d'artificialisation des berges a été utilisée.

Canalisation et Chenalisation

Description Pression :

Le développement de l'agriculture sur les bassins versants des lagunes a nécessité la mise en place de canaux d'irrigation, dérivant l'écoulement des eaux naturelles. Des systèmes de gestion hydrauliques (pompes, martelières), permettent de moduler la mise en eaux de ces réseaux canaux. Ces aménagements entraînent une modification des apports naturels aux lagunes, temporelle et quantitative. Avec la déprise agricole la gestion de ces ouvrages a souvent été délaissée accentuant l'impact sur les milieux lagunaires. Les gestionnaires des étangs littoraux s'appliquent aujourd'hui à restaurer ces aménagements historiques, dans l'objectif de rétablir l'équilibre sur ces zones humides délaissées.

La chenalisation a depuis très longtemps permis aux hommes de naviguer plus facilement entre deux plans d'eau ou au sein de la même masse d'eau. Ces aménagements autrefois nécessaires aux transports de marchandises, favorisent aujourd'hui la navigation de plaisance, certaines activités récréatives ou encore dans une moindre mesure la pêche professionnelle. Dans les lagunes méditerranéennes ces aménagements sont plutôt bien présents notamment dans les étangs Palavasiens traversés de part en part par le Canal du Rhône à Sète, qui sépare littéralement les étangs Palavasiens en deux.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Les réseaux de canalisation créés autour des lagunes et leur gestion pour l'agriculture modifient le bilan hydrique global de la masse d'eau. En été, en particulier, les besoins des surfaces agricoles en eau et donc le prélèvement par les canaux sur les eaux du bassin versant, peut accentuer le phénomène d'assèchement des zones humides périphériques, et la diminution du taux d'oxygène dans les milieux lagunaires.

La chenalisation modifie quant à elle profondément les échanges hydrodynamiques et la circulation des eaux au sein même d'une lagune. Ces perturbations peuvent entraîner le confinement de certaines zones, ou encore empêcher le renouvellement des eaux par les dérivations de tributaires.

Source et nature des données :

Les données permettant d'évaluer ces deux types de pression (canalisation et chenalisation) proviennent des questionnaires envoyés aux gestionnaires des lagunes en 2010 (Battut, 2010, Bouchouca et *al.* 2010). Il leur avait été demandé d'évaluer sur une échelle de 0 à 3 (0 = nulle, 3 = fort), ces pressions. Canalisation et chenalisation sont donc évaluées de manière qualitative.

Date des données :

2010 (Enquête auprès des gestionnaires, questionnaires Battut, 2010).

Traitements et calculs :

Aucun traitement n'a été effectué sur les notes fournies par les gestionnaires.

Pêche professionnelle

Description Pression :

La pêche de poissons ou de coquillages sur les lagunes méditerranéenne est un usage répandu et très ancien. Avec le développement des technologies sur les bateaux et des techniques de captures, améliorant les conditions et les rendements, la pêche professionnelle s'est grandement développée.

Mais cette prospérité a décliné à la fin des années 80 avec l'appauvrissement des stocks de ressources exploitées (anguilles, palourdes) et la dégradation de la qualité des eaux de certains complexes lagunaires. A l'heure actuelle cette activité est encore soutenue sur certaines lagunes (Thau) mais il est très difficile de quantifier la productivité halieutique des milieux lagunaires aux travers des captures en raison de la multiplicité des points de ventes et de la vente directe pour certaines espèces.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Le principal impact de la pêche professionnelle sur le milieu est l'abaissement de la biomasse de poissons et de coquillages présente dans les lagunes. Les principales espèces pêchées en lagunes sont les anguilles, les athérines, les muges, les loups, les soles et les daurades.

Les mesures de gestion de la ressource et de l'activité sont essentiellement décidées aux niveaux national et local par l'Administration des Affaires Maritimes, le Comité Local des Pêches et les Prud'homies. L'activité sur la façade, méditerranéenne est pratiquée selon un mode artisanal, et de plus les eaux de transition n'entre pas dans le champ de la Politique Commune des pêches (UE). Les principales mesures de gestion concernent la taille minimale des captures pour chaque espèces ou les aspects techniques et matériels de l'activité.

Source et nature des données :

Dans l'objectif de cibler une métrique aisément renseignable et ce de manière homogène sur l'ensemble des masses d'eau, il a été choisi d'évaluer cette pression par le nombre de pêcheurs professionnelles exerçant en lagunes. Bien que cette métrique ne soit pas tout à fait représentative de la pression (moyens et taux de capture variables entre pêcheurs), par manque de données plus précise et complètes elle a été utilisée.

Les données ont été collectées au cours de l'étude de 2010 (Battut, 2010), auprès des organismes de gestion de chaque lagune.

Date des données :

2010 (Enquête auprès des gestionnaires, questionnaires Battut, 2010).

Traitements et calculs :

Le nombre de pêcheurs est pondéré par la superficie de la lagune.

Conchyliculture

Description Pression :

L'activité conchylicole a débuté sur les lagunes méditerranéennes à la fin du XIX^{ème} siècle et plus précisément dans les canaux de Sète. Ce n'est que dans les années 70 que des espaces sont dédiés à cette activité au sein des étangs (Thau, lagunes Corse, Salses-Leucate).

On dénombre aujourd'hui près de 600 exploitants sur la façade méditerranéenne française, à caractère artisanal pour la plupart (Cepralmar, 2011. [Monographie La conchyliculture en Méditerranée](#)).

Pour palier l'absence de marais sur les côtes méditerranéennes l'activité a diversifié les modes de production. La structure d'élevage en lagune, appelée « table », est constituée de rails plantés dans le sédiment ou d'un radeau flottant, soutenant des traverses, celles-ci supportant des perches sur lesquelles sont suspendues les cordes d'élevage. Les tables sont implantées dans des zones profondes (>2m), le rendement de ce type d'élevage étant proportionnel à la longueur des cordes en suspension. Peu de lagunes méditerranéennes sont ainsi concernées par l'activité conchylicole en raison de leur faible profondeur.

On dénombre 3 espèces prédominantes dans ce type d'élevage, les huîtres (*Ostrea edulis*, *Cassostrea gigas*) et les moules (*Mytilus galloprovincialis*).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

Du fait de l'implantation des tables la conchyliculture est une activité consommatrice d'espace, qui plus est dans les zones les plus profondes. Les surfaces conchylicoles impactent donc directement les herbiers implantés aux même endroits, par destruction mécanique ou par la diminution de l'éclairement.

D'autre part l'accumulation de bio-dépôts riches en matières organiques sous les tables pourrait accentuer les risques de malaïgues.

Cependant cette activité permet également d'améliorer l'état physico-chimique des lagunes. La filtration des coquillages diminue en effet la présence de phytoplancton et de matières en suspension, améliorant la pénétration de la lumière sur l'ensemble de la lagune. Les élevages permettent également d'exporter de la matière organique assainissant d'autant les lagunes.

La conchyliculture peut également être à l'origine de l'introduction d'espèces dans les lagunes, qui peuvent parfois poser problème pour les cultures et pour l'ensemble du milieu (crépîdules, bigorneaux perceurs, sargasses, mais aussi microorganismes pathogènes).

Source et nature des données :

Les métriques pertinentes pour évaluer cette pression sur l'ensemble des lagunes concernées sont : le taux d'occupation sur la lagune (surface des tables) et la production annuelle.

Ces données ont été obtenues auprès de la Section Régionale Conchylicole en Méditerranée (SRCM), au cours de l'étude de 2010 (Battut, 2010). Certaines surfaces d'occupation n'étaient pas disponibles et avaient alors été mesurées sous SIG, à partir de données de référencement des tables du Laboratoire Environnement-Ressources Languedoc-Roussillon (Ifremer).

Date des données :

2009 pour les productions set 2010 pour les surfaces.

Traitements et calculs :

Les données de surfaces dédiées à la conchyliculture et de production annuelle ont été pondérées par la superficie lagunaire lors de l'étude de 2010 (Battut, 2010).

Espèces invasives

Description Pression :

Les lagunes n'échappent pas aux conséquences de la mondialisation. Les échanges internationaux notamment commerciaux entraînent l'introduction et l'installation d'espèces exotiques, provenant parfois du bout du monde. Les transferts de coquillages sont notamment un vecteur important d'introduction d'espèces dans les lagunes, espèces algales en particulier (*Sargassum muticum*, *Laminaria japonic* par exemple en provenance du Japon). Certaines espèces peuvent également être introduites volontairement dans un but commercial (*Undaria pinnatifida*).

En 2001 on recensait dans la lagune de Thau 45 espèces d'algues introduites, soit près d'un quart des espèces identifiées (Verlaque 2001).

Lorsque ces espèces introduites présentent un caractère envahissant et ont un impact écologique sérieux sur les communautés autochtones, elles sont considérées comme invasives.

A l'échelle mondiale et tous milieux confondus, les espèces introduites envahissantes (invasives), représentent l'une des premières causes de disparition d'espèces.

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

En entrant en concurrence avec les espèces indigènes, les espèces invasives peuvent entraîner des changements difficilement prévisibles sur les écosystèmes des milieux. L'introduction d'une espèce exotique peut ainsi modifier rapidement les habitats et avoir des impacts trophiques sur de nombreuses espèces.

De plus divers impacts économiques ou sur la santé humaine peuvent également être induits. En lagune, le cascaïl, construction calcaire d'un ver tubulaire (*Ficopomatus enigmaticus*), gêne ainsi considérablement la navigation et la pratique de la pêche professionnelle. Les efflorescences algales toxiques sont quant à elles très surveillées en particulier dans les lagunes conchylicoles.

L'importance de l'impact de cette pression, dépend de l'espèce introduite, et bien que les conséquences soient difficiles à estimer, elles sont, contrairement à d'autres pressions, irréversibles. En milieu marin il est en effet très difficile, voire impossible d'éradiquer une espèce invasive.

Source et nature des données :

Il n'existe pas de base de données sur les espèces envahissantes et leur nombre dans les lagunes méditerranéennes. Cette pression a donc été estimée de manière qualitative, en interrogeant les structures de gestion des lagunes. Dans l'enquête réalisée en 2010, il leur a été demandé de noter sur une échelle de 0 à 3 le degré de cette pression.

Date des données :

2010 (Enquête auprès des gestionnaires, questionnaires Battut, 2010)

Traitement et calculs des données :

Données traitées par J. Battut : si la masse d'eau regroupe plusieurs lagunes évaluées individuellement, le degré de pression global correspond à la moyenne des notes.

Aucun autre calcul n'est effectué sur les notes données par les gestionnaires.

Activités récréatives

Description Pression :

Le littoral méditerranéen est particulièrement connu pour son attractivité touristique, qui repose à la fois sur le climat, la qualité des paysages, le nombre d'infrastructures d'accueil et la multiplicité des activités récréatives proposées. Une population permanente en constante évolution, profite également de ces activités tout au long de l'année.

Le Languedoc-Roussillon et PACA ont particulièrement basés leur développement sur l'accueil d'un tourisme de masse (stations balnéaires la Grande Motte, Cap d'Agde, toute la côte d'azur...).

Les milieux lagunaires sont propices au développement de nombreuses activités récréatives. La pêche de loisir tient ainsi une part importante de l'exploitation des lagunes, la baignade, le nautisme et les diverses activités de glisse sont également très répandus sur les lagunes méditerranéennes. Ces activités récréatives sont parfois le principal atout des politiques de développement de certaines communes littorales (Leucate, Gruissan).

Choix de la pressions = impact potentiel sur le milieu :

L'importance et la disponibilité des activités récréatives sur les lagunes participent à la surfréquentation. Bien que la capacité de charge des milieux naturels soit encore une notion difficile à évaluer, les impacts d'une surfréquentation sont visibles.

Sur les milieux lagunaires, le piétinement des marges et le stationnement près des berges (parfois illégal) sont notamment à l'origine de dégradation de la végétation et des zones humides en général, et de phénomènes d'érosion détruisant les écosystèmes. La surfréquentation représente également une source importante de perturbation pour toutes les espèces présentes (avifaune en particulier).

La pratique et le développement de chaque activité récréative ont des impacts directs sur les milieux lagunaires. Les prélèvements de la pêche récréative participent, et de manière difficilement contrôlable, à la pression globale liée à la pêche.

La navigation, est notamment source de pollution, par les eaux usées rejetées, les hydrocarbures produits, et autres contaminants chimiques rejetés (dans les eaux usées ou avec les hydrocarbures) ou diffusant sur la coque (peinture antifouling par exemple). Les ancrages et le dragage lié au nautisme détruisent les herbiers. Cette activité peut également être à l'origine de la dissémination d'espèces exotiques et potentiellement invasives (sur la coque, l'ancre ou même dans les eaux de ballast). Elle est de plus source de pollution sonore, pouvant perturber certaines espèces des milieux lagunaires.

Les activités de glisse et le développement d'espaces de baignade, sont des sources de dérangements des espèces des milieux lagunaires mais également de pollution associées (contaminants chimiques, déchets)

Sur la façade méditerranéenne, les activités récréatives représentent d'autant plus une source de pression aux milieux lagunaires, qu'elles sont fortement concentrées en été.

Cette surfréquentation périodique est de plus à l'origine de problèmes d'assainissement des eaux usées domestiques due à affluence non prévue lors de la conception des stations d'épuration.

Source et nature des données :

Pêche récréative : La quantification de cette activité (nombre de pratiquant par an, fréquentation) nécessite la réalisation d'une enquête auprès des pratiquants. Cette quantification est donc difficile à l'échelle d'une lagune et *a fortiori* à l'échelle de la façade méditerranéenne. Cette pression a donc été estimée par l'intermédiaire de la réglementation en vigueur pour cette activité sur les lagunes (1 si elle est autorisée, 0 sinon, informations récoltées par J. Battut, 2010). Cet indicateur est beaucoup plus facile à renseigner mais il est également bien moins représentatif de la pression réelle.

Nautisme : cette pression a été estimée par le nombre d'anneaux (bateaux et structures de plaisances) présents sur les ports des lagunes. Cette donnée a été collectée auprès des structures de gestion et par comptage sur orthophotographies (enquête et travail J. Battut, 2010).

Glisse : cette activité étant également difficilement quantifiable, son importance a été estimée par un degré de pression. Les structures de gestion ont évalué cette activité sur une échelle de 0 à 3 (faible à fort, travail d'enquête réalisé par J. Battut, 2010).

Baignade : cette pression a été évaluée par le nombre de plages officielles présentes sur la masse d'eau. Ces plages sont répertoriées pour le contrôle de la qualité des eaux de baignade par la DDASS (baignades.sante.gouv.fr). Elles ont donc été comptées sur le système cartographique correspondant (travail J. Battut, 2010).

Date des données :

2010

Traitement et calculs des données :

Les indicateurs de pression pour le nautisme et la baignade (indicateurs quantitatifs) sont pondérés par la surface de la masse d'eau.

Aucun calcul n'a été effectué sur les deux autres indicateurs.