Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral
Laboratoire Environnement - Ressources du Languedoc-Roussillon

RST/LER/LR/09.007

mars 2009

Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon

Bilan des résultats 2008

Etang de Thau (Jocelyne Oheix, Ifremer LER/LR)

Rapport RSL-09/2009

Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon

Bilan des résultats 2008

En cas d'utilisation de données ou d'éléments de ce rapport, il doit être cité sous la forme suivante :

Ifremer, 2009. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2008. Rapport RSL-09/2009, 349 p.

Ifremer

mars 2009

A Nicolas Dupré,

Préambule

Ce rapport présente le bilan des résultats des actions programmées dans le cadre du Réseau de Suivi Lagunaire en 2008. Ce rapport est le second pour la nouvelle période du RSL (2007-2013). Les optimisations du suivi de l'eutrophisation y sont effectives avec notamment les lagunes qui ne feront l'objet d'un suivi de la colonne d'eau et du phytoplancton que tous les trois ans (Canet St Nazaire, Vendres, Grand Bagnas, Ponant, Médard), l'arrêt du suivi de l'étang du Rhône de ST Romans, la suppression et l'ajout de quelques stations et enfin l'arrêt de l'examen de la macrofaune invertébrée benthique pour le diagnostic complet de l'eutrophisation.

Les actions menées en 2008 et rapportées dans le présent document sont :

- *Les diagnostics de l'eau et du phytoplancton ont été réalisés sur les 22 lagunes du Languedoc-Roussillon et le Canal du Rhône à Sète suivis dans le cadre du réseau,*
- *Des diagnostics complets ont été effectués sur la lagunes de Thau et des diagnostics simplifiés par les macrophytes sur les lagunes palavasiennes ouest (Ingril sud et nord, Vic, Pierre Blanche).*
- *Le suivi annuel de la colonne d'eau et du phytoplancton s'est poursuivi sur une sélection de stations des lagunes du complexe palavasien et du Canal du Rhône à Sète pour examiner l'évolution des ces milieux suite à la mise en route de l'émissaire en mer des eaux résiduaires de l'agglomération de Montpellier.*
- *Comme les années précédentes sont restitués les résultats des autres réseaux de surveillance opérés par l'Ifremer sur tout ou partie de ces écosystèmes (REMI, REPHY, ROCCH, REMORA, REPAMO).*
- *Egalement cette année, sont présentées dans ce rapport les données annuelles du suivi hydrologique mené par les gestionnaires des lagunes dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes (RIGL) animé par le Pôle Relais Lagunes.*
- *Des actions ont été menées dans la cadre du travail de valorisation grâce à l'élaboration de notes et guides techniques : la note technique sur le suivi des stations d'épuration et leur impact, le guide de diagnostic de l'eutrophisation et le guide d'identification des macrophytes lagunaires.*
- *Responsables des secteurs géographiques à Ifremer:*
- *Nathalie Malet : Canet-St Nazaire, Salses-Leucate, Or et Petite Camargue gardoise*
- *Annie FIANDRINO : Bages-Sigean, le complexe Campignol, Ayrolle, Gruissan et La Palme*
- *Valérie DEROLEZ : Vendres, Grand Bagnas et Thau*
- *Dominique MUNARON : Palavasiens (Canal du Rhône à Sète)*

Liste des personnes ayant collaboré au programme RSL 2008 et à l'élaboration du présent rapport

NOMS		ORGANISMES
ABADIE Eric CARRERAS Antoni CHIANTELLA Claude DEROLEZ Valérie FIANDRINO Annie FORTUNE Martine GEOFFROY Thibaut GUILLOU Jean-Louis GUILLOUET Geneviève LAGARDE Franck LAUGIER Thierry	LAURENT Christian LE GALL Patrick MALET Nathalie MARTIN Danièle MESSIAEN Gregory MUNARON Dominique OHEIX Jocelyne PICHOT Yves PASTOUREAUD Annie SERAIS Ophélie BEREST Pierre	IFREMER – LER-LR/Sète
LAURET Michel VAQUER Yvonne		LEUCTREAU
LAUTIER Jacques VAQUER André		Université Montpellier II - CNRS Laboratoire « Ecosystèmes lagunaires ».
BENAU Laurent DUSSERRE Karine FORTUNE-SANS Kattalin		Syndicat Mixte de Gestion du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise
RODRIGUEZ Thibaut MAZOUNI Nabila		Cépralmar
CASES Ludovic		Syndicat Mixte pour la Gestion de l'Etang de l'Or
CAZIN Franck CRESPO Boris		Syndicat Mixte de la Basse Vallée de l'Aude
DAVID Mahuziés DUBOST Jérôme		Perpignan Méditerranée Communauté d'Agglomération
BROCHIER CLARISSE		Syndicat Mixte de Camargue Gardoise
TRIADOU Laurent		SAGE Basse Vallée de l'Aude
FONBONNE Laurence		RIVAGE
GIRARDIN Stéphane		Syndicat Intercommunal des Etangs Palavasiens
ROMANI Marie		CENLR/ POLE RELAIS LAGUNE
DINDELEUX Alain		CPIE Pays Narbonnais

Sommaire général

mars 2009

1. Panorama régional du suivi

1. Introduction..... ...**5**
2. Conditions hydroclimatiques.....**5**
3. Suivi global de l'eutrophisation.....**11**
3.1. Diagnostic de l'eau..... 11
3.2 Diagnostic du phytoplancton.....11
4. La surveillance des eaux côtières et des lagunes dans le cadre de la DCE.....**18**

2. L'étang de Canet Saint-Nazaire

1. Introduction.....**23**
2. Conditions hydroclimatiques.....**26**
2.1. Conditions climatiques.....26
2.2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL.....26
3. Diagnostic de l'eutrophisation.....**29**
3.1. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton.....29
3.2. Evolution pluriannuelle.....31
4. Références bibliographiques.....**33**

3. La lagune de Salses-Leucate

1. Introduction.....**39**
2. Conditions hydrologiques : suivi du REPHY.....**42**
3. Diagnostic de l'eutrophisation.....**45**
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton.....45
3.2. Evolution pluriannuelle.....47
4. Autres réseaux de surveillance.....**48**
4.1. Réseau Microbiologique (REMI).....48
4.2. Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH).....59
4.3. Réseau Pathologie Mollusques (REPAMO).....61
5. Conclusions.....**62**
6. Références bibliographiques.....**62**

4. L'étang de La Palme

1. Introduction 69
2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL 72
2.1. Température de l'eau 72
2.2. Salinité 72
2.3. Oxygène dissous 74
3. Diagnostic de l'eutrophisation 74
3.1. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton 74
3.2. Evolution pluriannuelle 75
4. Conclusions 77
5. Références bibliographiques 77

5. L'étang de Bages-Sigean

1. Introduction 83
2. Conditions hydroclimatiques 86
2.1. Conditions climatiques 86
2.2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL 86
3. Diagnostic de l'eutrophisation 88
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton 88
3.2. Evolution pluriannuelle 90
4. Autres réseaux de surveillance 94
4.1. Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH) 94
5. Conclusion 96
6. Références bibliographiques 97

6. Les étangs de Campignol–Ayrolle et Gruissan

1. Introduction 103
2. Conditions hydroclimatiques 106
3. Diagnostic de l'eutrophisation 108
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton 108
3.2. Evolution pluriannuelle 110
4. Autres réseaux de surveillance 116
4.1. Réseau de contrôle microbiologique 116
5. Conclusion 123
6. Références bibliographiques 124

7. L'étang de Vendres

1. Introduction 131
2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL 134
2.1. Température de l'eau 134
2.2. Salinité 134
2.3. Oxygène dissous 136
3. Diagnostic de l'eutrophisation 136
3.1. Diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton 136
3.2. Evolution pluriannuelle 137
4. Conclusions 139
5. Références bibliographiques 139

8. L'étang du Grand Bagnas

1. Introduction 145
2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL 148
2.1. Température de l'eau 148
2.2. Salinité 148
2.3. Oxygène 148
3. Diagnostic de l'eutrophisation 150
3.1. Diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton 150
3.2. Evolution pluriannuelle 151
4. Conclusions 153
5. Références bibliographiques 153

9. L'étang de Thau

1. Introduction 159
2. Conditions hydroclimatiques 164
2.1. Conditions climatiques 164
2.2. Conditions hydrologiques : Suivi du REPHY 164
2.3. Suivi estival des niveaux d'oxygène 167
3. Diagnostic de l'eutrophisation 169
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton 169
3.2. Evolution pluriannuelle 170
4. Diagnostic complet de l'eutrophisation 174
4.1. Diagnostic des sédiments 174
4.2. Diagnostic simplifié par les macrophytes 181
4.3. Etat global vis-à-vis de l'eutrophisation 185
5. Autres réseaux de surveillance 187
5.1. Réseaux de surveillance des mollusques 187
5.2. Qualité microbiologique (REMI) 192
5.3. Contamination chimique - Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH) 200
6. Conclusions 103
7. Références bibliographiques 204

10. Le Canal du Rhône à Sète

1. Introduction 211
2. Conditions hydrologiques et climatiques 214
3. Suivi mensuel de la colonne d'eau 214
3.1. Salinité 214
3.2. Indicateurs de l'eutrophisation 215
4. Diagnostic estival 2008 217
4.1. Grilles estivales de l'eau et du phytoplancton 217
4.2. Tableaux et évolutions pluriannuelles 219
5. Conclusions 222
6. Références Bibliographiques 223

11. Les étangs palavasiens

1. Introduction 229
1.1. Historique et localisation 229
1.2. Résultats antérieurs 229
1.3. Suivis réalisés en 2008 230
2. Conditions hydroclimatiques 234
2.1. Conditions cmimatiques 234
2.2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL 236
3. Suivi mensuel RSL de la colonne d'eau 241
3.1. Salinité & oxygène dissous 245
3.2. Nutriments 246
3.3. Chlorophylle *a* et formes totales de l'azote et du phosphore 246
4. Diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton 247
5. Diagnostic pluriannuel 249
6. Diagnostic simplifié par les macrophytes 254
6.1. Distribution des macrophytes 255
6.2. Phanérogames et espèces de référence 257
6.3. Richesse spécifique 258
6.4. Etat des macrophytes en 2008 259
6.5. Etats antérieurs et évolution pluriannuelle 260
7. Autres réseaux 261
7.1. Réseau de contrôle microbiologique : REMI 261
7.2. Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH) 268
8. Conclusion générale 271
9. Références bibliographiques 272

12. L'étang de l'Or

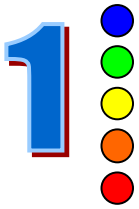
1. Introduction 279
2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL 283
2.1. La température 283
2.2. La salinité 285
2.3. L'oxygène dissous 285
3. Diagnostic de l'eutrophisation 286
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton 286
3.2. Evolution pluriannuelle 287
4. Conclusions 289
5. Références bibliographiques 289

13. Les étangs de la Camargue gardoise

1. Introduction 295
2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL 298
2.1. Etang du Ponant 298
2.2. Etang du Médard 298
2.3. Etang de la Marette 299
3. Diagnostic de l'eutrophisation 301
3.1. Introduction 301
3.2. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton 303
3.3. Evolution pluriannuelle 307
4. Conclusion 311
5. Références bibliographiques 311

14. Annexes

1. REMI 317
1.1. Principes techniques du REMI 317
1.2. Evaluation de la qualité d'une zone 319
2. Le Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du milieu marin (ROCCH) 321
2.1. ROCCH matière vivante 321
2.2. ROCCH Sédiment 321
2.3. Toxicité et provenance 322
3. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires 327
3.1. Introduction 327
3.2. Le phytoplancton 328
3.3. Les macrophytes 328
3.4. Les sédiments 329
3.5. Etat général issu du diagnostic de l'eutrophisation 330
3.6. Grille de qualité de l'eau 331
3.7. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels de l'eau et du phytoplancton 332
Erreur ! Signet non défini.
4. Analyses de données 348
4.1. Paramètres de krigeage 348
4.2. Analyse statistique des tendances à 8 ans 349



Panorama régional

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 5

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES 5

3. SUIVI GLOBAL DE L'EUTROPHISATION 11

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU 11
3.1.1. De la lagune de Salses-Leucate à celle de Gruissan.....11
3.1.2. De l'étang de Thau à la celui de la Marette.....13
3.2. DIAGNOSTIC DU PHYTOPLANCTON 14
3.2.1. De la lagune de Sales-Leucate à cellle de Gruissan. 14
3.2.2. De l'étang de Thau à celui de la Marette.....15

4. LA SURVEILLANCE DES EAUX COTIERES ET DES LAGUNES DANS LE CADRE DE LA DCE.....18

1.Introduction

Conformément à la nouvelle programmation du Réseau de Suivi Lagunaire, le suivi de l'eutrophisation 2008 pour l'état de la colonne d'eau et du phytoplancton a consisté à établir des grilles de lecture de l'eau et du phytoplancton sur 35 stations lagunaires et 7 stations du canal du Rhône-à-Sète. C'est le panorama des diagnostics estivaux pour l'ensemble de ces stations qui est présenté dans ce chapitre.

Au préalable, sont tout d'abord présentés les éléments des conditions météorologiques pour l'année précédant ce diagnostic afin d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats. Ces données couvrent la période d'octobre 2007 à septembre 2008 et sont présentées juxtaposées aux conditions médianes des sept années précédentes, c'est-à-dire depuis la mise en route du Réseau de Suivi Lagunaire. Ces données sont fournies de la Figure 1. 1 à la Figure 1. 5 pour 5 stations météorologiques de Perpignan, Narbonne, Sète, Mauguio-Fréjorgues et Aigues-Mortes.

2.Conditions hydroclimatiques

L'année hydrologique précédent les diagnostics estivaux se caractérise en général pour l'ensemble de la région par un automne 2007, un hiver, une fin d'été et un début d'automne 2008 sec (Figure 1. 1 à la Figure 1. 5). L'année hydrologique 2007-2008 a enregistré un déficit hydrique marqué telles que les précipitations mensuelles cumulées sont quasiment toujours inférieures aux moyennes 2000-2008 (excepté pour les mois de mai, juin et/ou juillet selon les stations). A noter en effet, de fortes précipitations en mai pour la station de Narbonne et en mai et juin pour les stations de Maugio-Fréjorgues et Aigues-Mortes. La station d'Aigues-Mortes enregistre également de fortes pluies en juillet. Ces fortes pluies juste pendant le suivi estival de l'eutrophisation ont été de nature à influencer la colonne d'eau des lagunes de cette zone géographique.

Du point de vue de la température de l'air, l'année a été caractérisée par un automne 2007 frais, et une fin d'hiver relativement doux en comparaison des 7 années précédentes. La température de l'air est demeurée en moyenne légèrement fraîche de mars à septembre 2008. Les moyennes mensuelles n'ont toutefois pas atteint les records de l'été 2007 avec les valeurs les plus basses enregistrées au cours de ces dernières années. A noter que la station de Sète a enregistré des températures de l'air printanières et estivales correspondantes aux moyennes mensuelles de ces 7 dernières années.

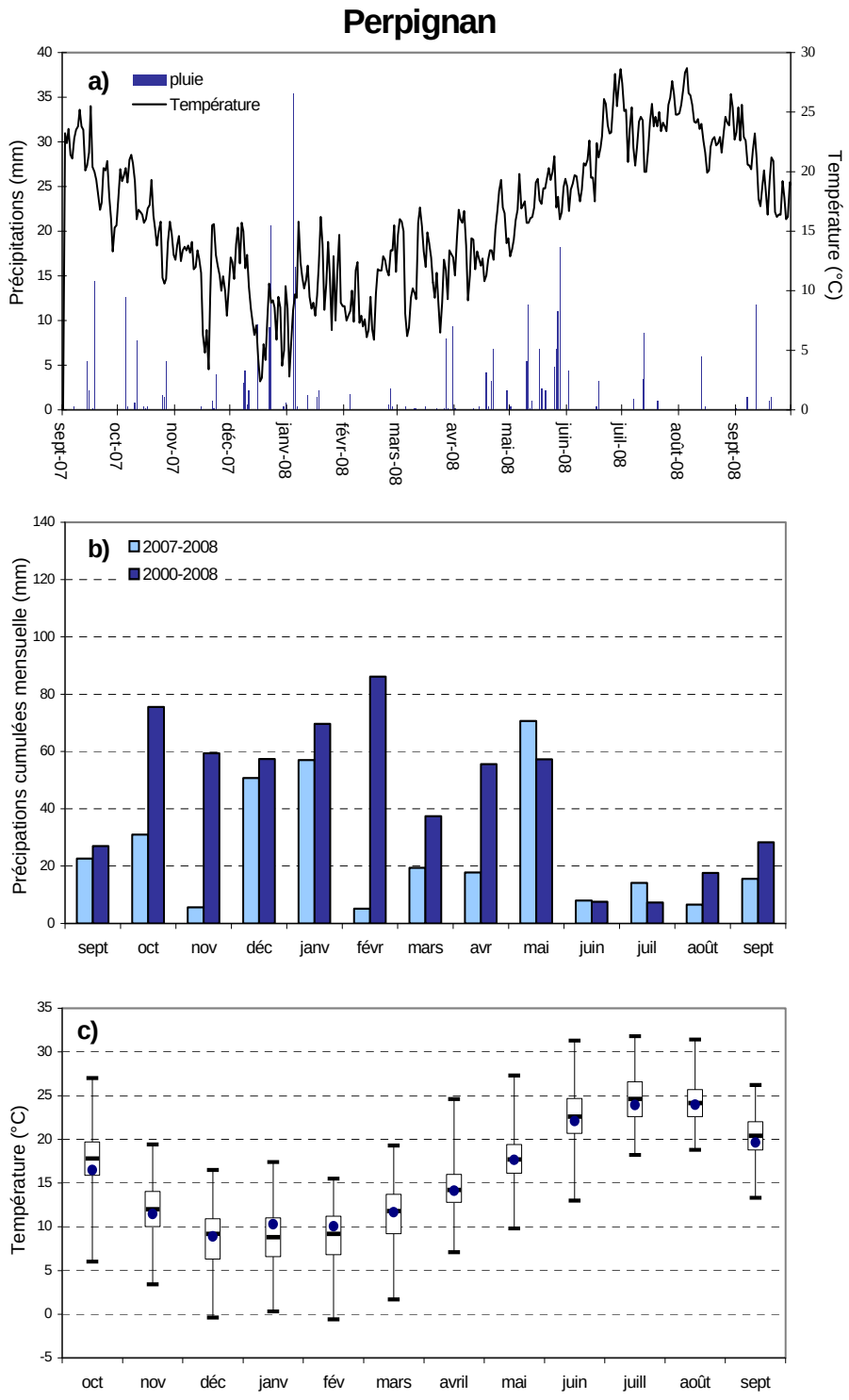


Figure 1. 1 : *Conditions météorologiques mesurées à la station de Perpignan d'octobre 2007 à septembre 2008 (données Météo France) : évolutions (a) de la température moyenne et des précipitations journalières, (b) des précipitations cumulées mensuelles (avec comparaison moyenne 2000-2008) et (c) des températures moyennes mensuelles (comparaison avec distribution journalière par mois de 2000 à 2008).*

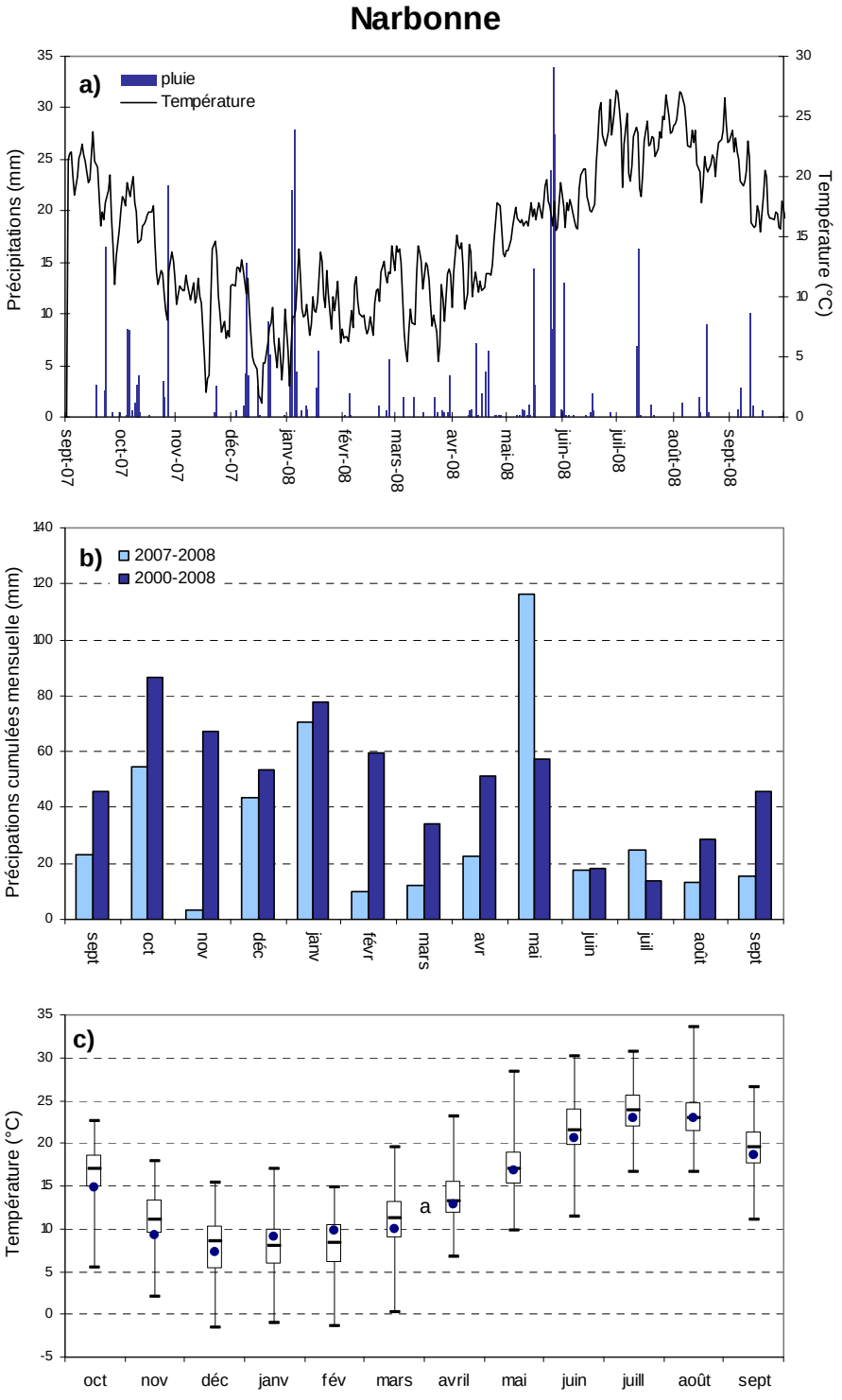


Figure 1. 2 : *Conditions météorologiques mesurées à la station de Narbonne d'octobre 2007 à septembre 2008 (données Météo France) : évolutions (a) de la température moyenne et des précipitations journalières, (b) des précipitations cumulées mensuelles (avec comparaison moyenne 2000-2008) et (c) des températures moyennes mensuelles (comparaison avec distribution journalière par mois de 2000 à 2008).*

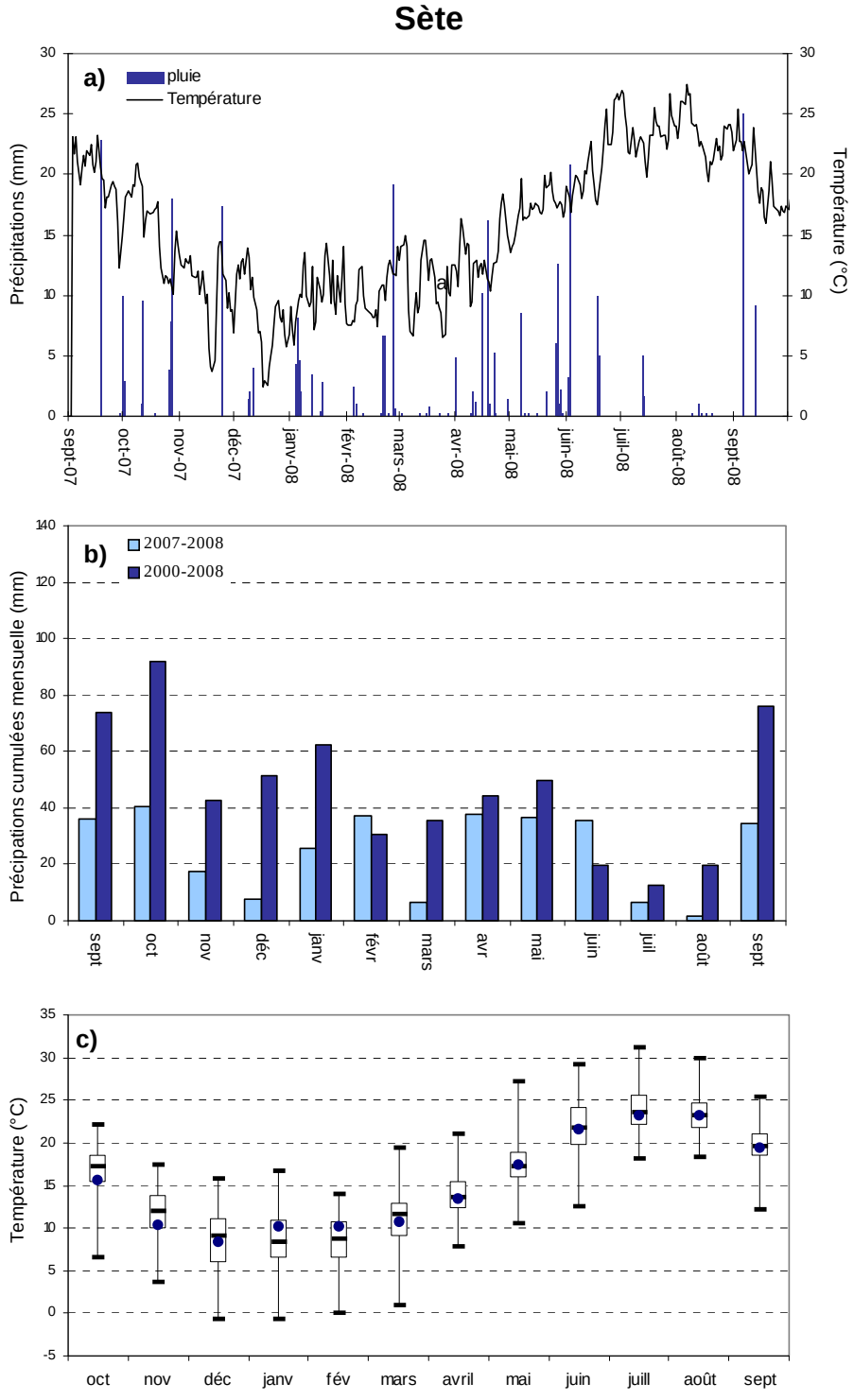


Figure 1. 3 : *Conditions météorologiques mesurées à la station de Sète d'octobre 2007 à septembre 2008 (données Météo France) : évolutions (a) de la température moyenne et des précipitations journalières, (b) des précipitations cumulées mensuelles (avec comparaison moyenne 2000-2008) et (c) des températures moyennes mensuelles (comparaison avec distribution journalière par mois de 2000 à 2008).*

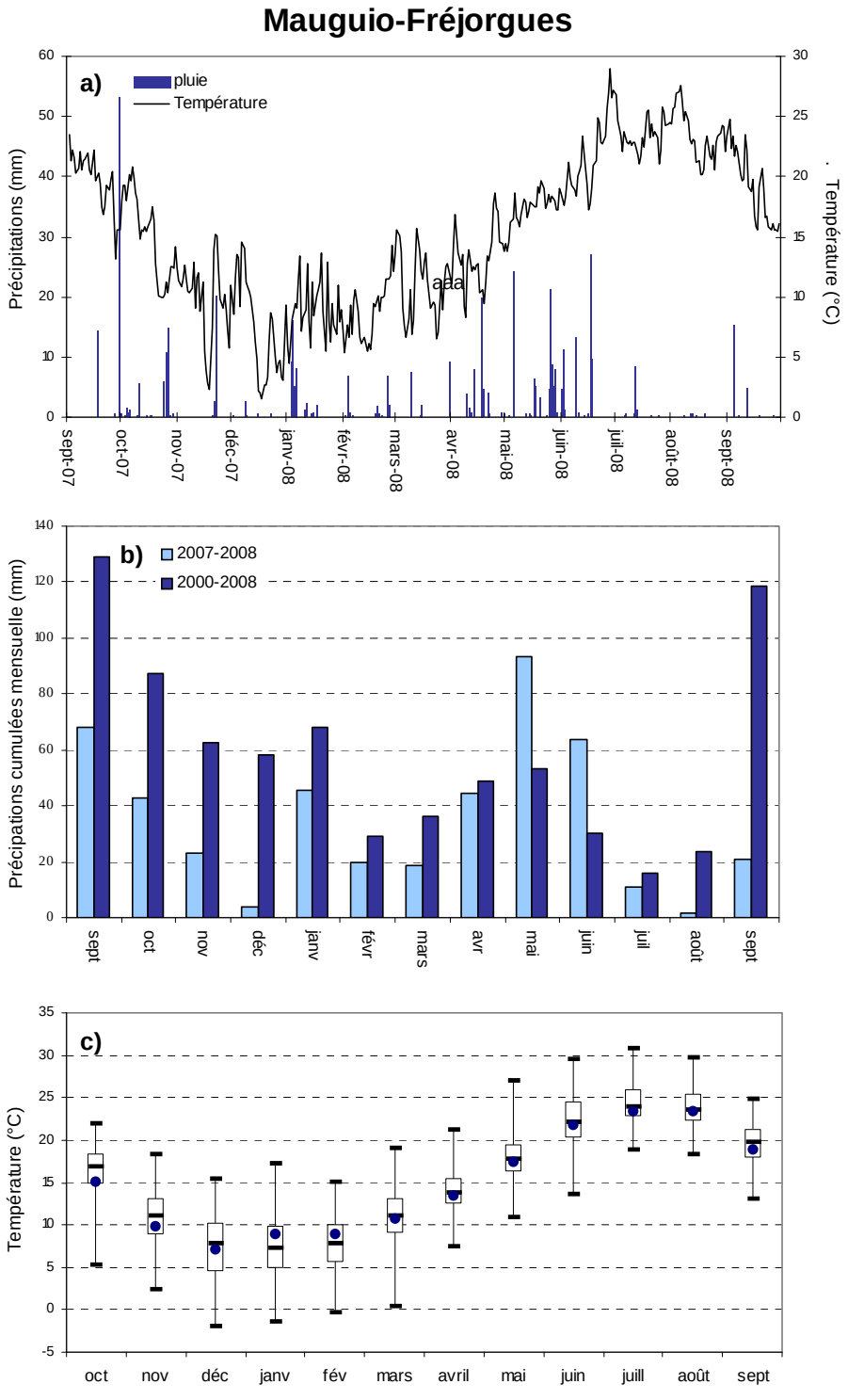


Figure 1. 4 : *Conditions météorologiques mesurées à la station de Mauguio-Fréjorgues d'octobre 2007 à septembre 2008 (données Météo France) : évolutions (a) de la température moyenne et des précipitations journalières, (b) des précipitations cumulées mensuelles (avec comparaison moyenne 2000-2008) et (c) des températures moyennes mensuelles (comparaison avec distribution journalière par mois de 2000 à 2008).*

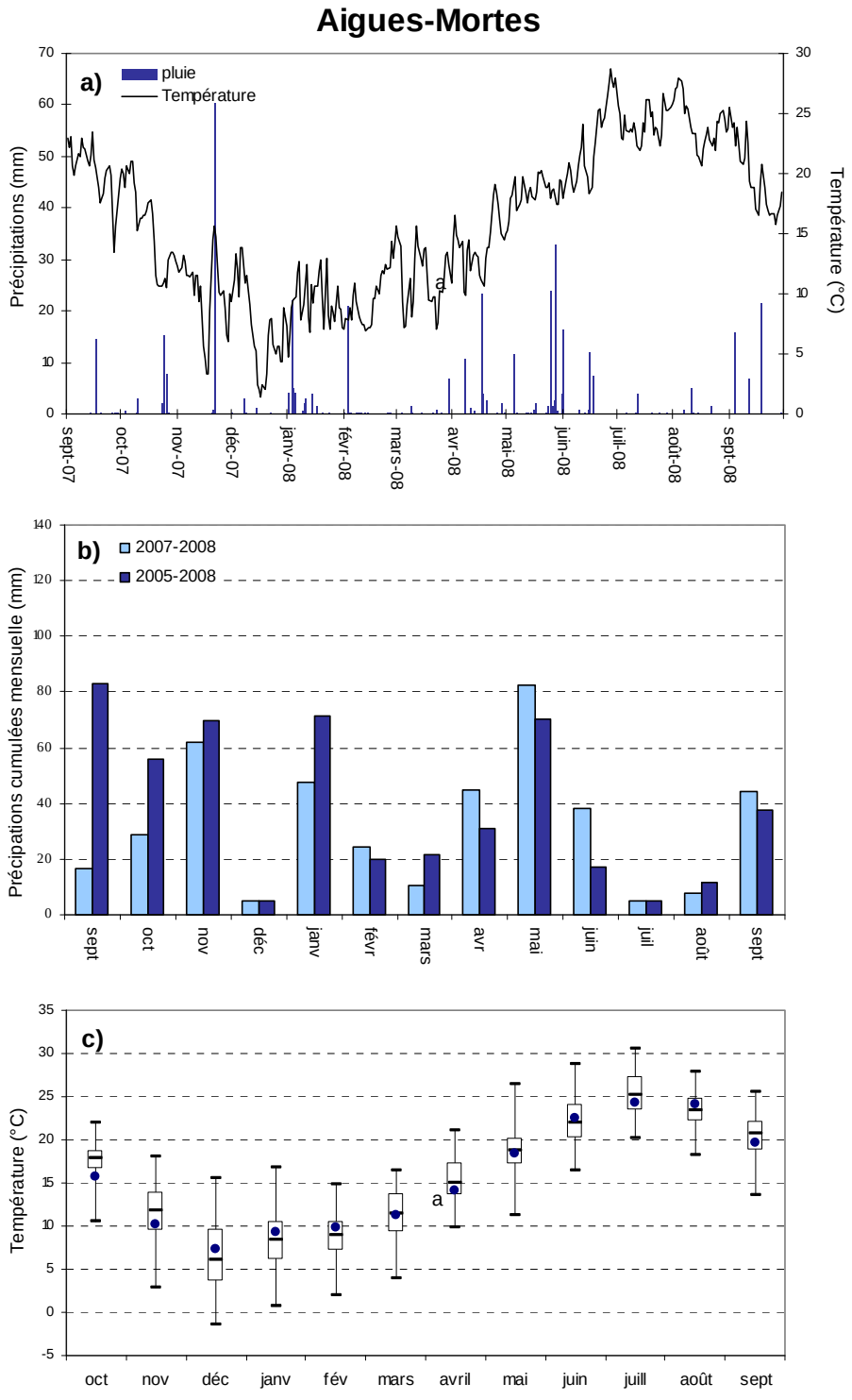


Figure 1. 5 : *Conditions météorologiques mesurées à la station d'Aigues-Mortes d'octobre 2007 à septembre 2008 (données Météo France) : évolutions (a) de la température moyenne et des précipitations journalières, (b) des précipitations cumulées mensuelles (avec comparaison moyenne 2005-2008) et (c) des températures moyennes mensuelles (comparaison avec distribution journalière par mois de 2005 à 2008).*

3.Suivi global de l'eutrophisation

3.1.Diagnostic de l'eau

Les diagnostics de l'eau vis-à-vis de l'eutrophisation issus des grilles de lecture pour l'ensemble de la période estivale sont reportés à la Figure 1. 6 pour la zone géographique allant de l'étang de Salses-Leucate à l'étang de Gruissan et à la Figure 1. 7 pour la zone géographique allant de l'étang de l'étang de Thau à celui de la Marette. Les panoramas régionaux par mois pour chacune des zones géographiques sont fournis en annexe 3.

3.1.1.De la lagune de Salses-Leucate à celle de Gruissan

- Dans la lagune de Salses-Leucate, les stations de deux bassins centraux présentent des états bon et médiocre, traduisant une dégradation du bassin sud. La nouvelle station située dans l'anse de la Roquette présente un état bon.
- La lagune de La Palme conserve un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation.
- La lagune de Bages-Sigean conserve des états bons pour les stations sud et médianes. Cependant, cette lagune demeure fortement sensible au moindre apport comme en témoigne l'état moyen de la partie nord.
- Concernant les autres étangs du complexe narbonnais, ceux de Campignol et de l'Ayrolle confirment leurs états respectivement mauvais et bons observés les années précédentes. La nouvelle station de l'étang de l'Ayrolle affiche un bon état indiquant une influence réduite des eaux de Campignol. Les eaux de l'étang de Gruissan affichent un bon état en 2008.
- Les lagunes de Vendres et Canet confirment les états mauvais de ces dernières années.

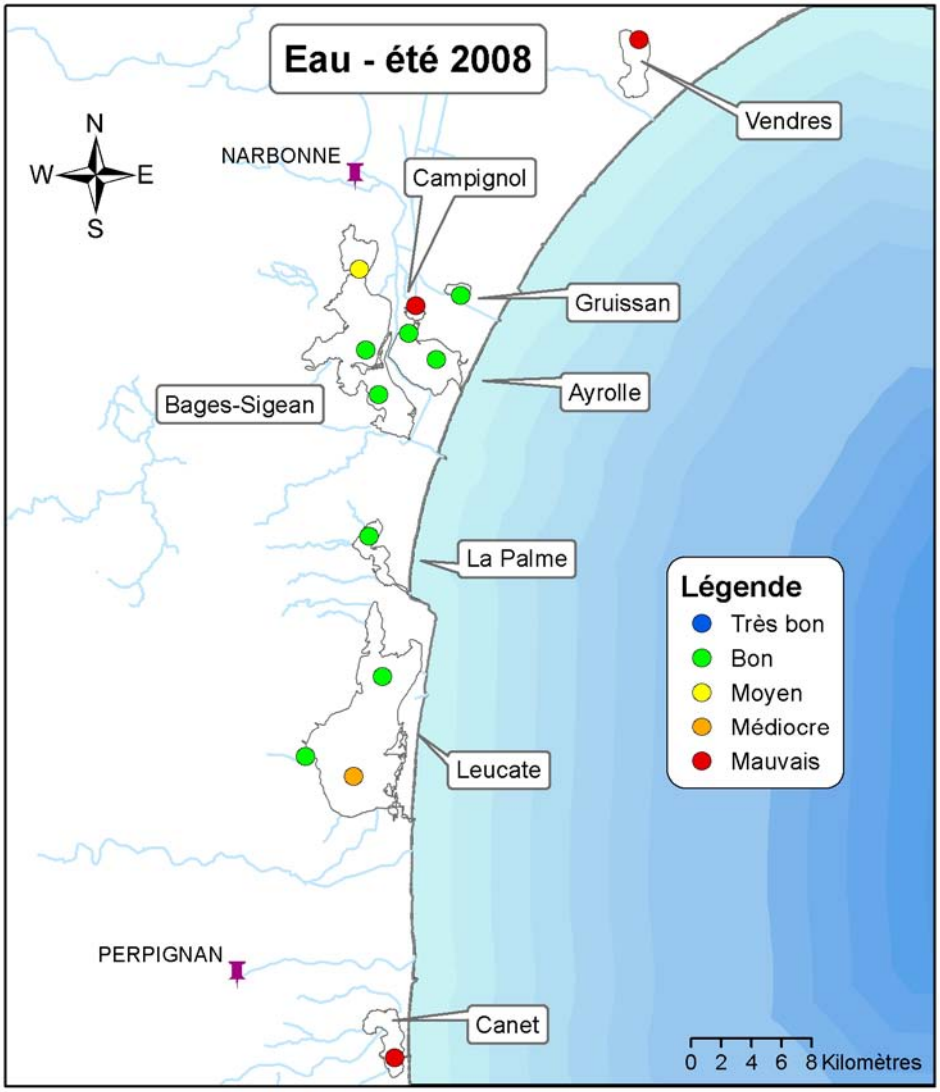


Figure 1. 6 : *Distribution des états de la colonne d'eau vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'été 2008, de l'étang de Canet St-Nazaire à l'étang de Vendres.*

3.1.2. De l'étang de Thau à la celui de la Marette

- L'étang du Grand Bagnas affiche un état médiocre.
- Les stations de surface et de fond de l'étang de Thau affichent de bons états vis-à-vis de l'eutrophisation. Les stations de fond sont indicatrices de l'état réel de la lagune et montrent ainsi une légère amélioration par rapport à l'été 2007. Seule la station de la Crique de l'Angle présente un état moyen.
- Malgré une forte diminution des concentrations en azote et en phosphore, les stations du Canal du Rhône affichent des états mauvais à médiocres vis-à-vis de l'eutrophisation. La nouvelle station située au niveau d'Aigues-Mortes présente toujours un mauvais état sous l'influence directe des apports du Vistre, très dégradé.
- Les états de l'eau demeurent mauvais pour le Méjean et le Grec. La forte diminution des concentrations en azote et en phosphore semble toutefois porter leurs fruits pour la majorité des lagunes avec le Prévost qui affiche un état bon, l'Arnel avec un état moyen, Vic avec un état bon, et Ingril avec un état bon à très bon. Les lagunes Palavasiennes ont ainsi gagné 1 à 2 classes de qualité. La lagune de Pierre Blanche n'enregistre pas d'amélioration de son état.
- Aux deux stations de l'étang de l'Or, le diagnostic estival aboutit à un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation
- Les étangs de la Marette, du Médard et du Ponant présentent un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation.

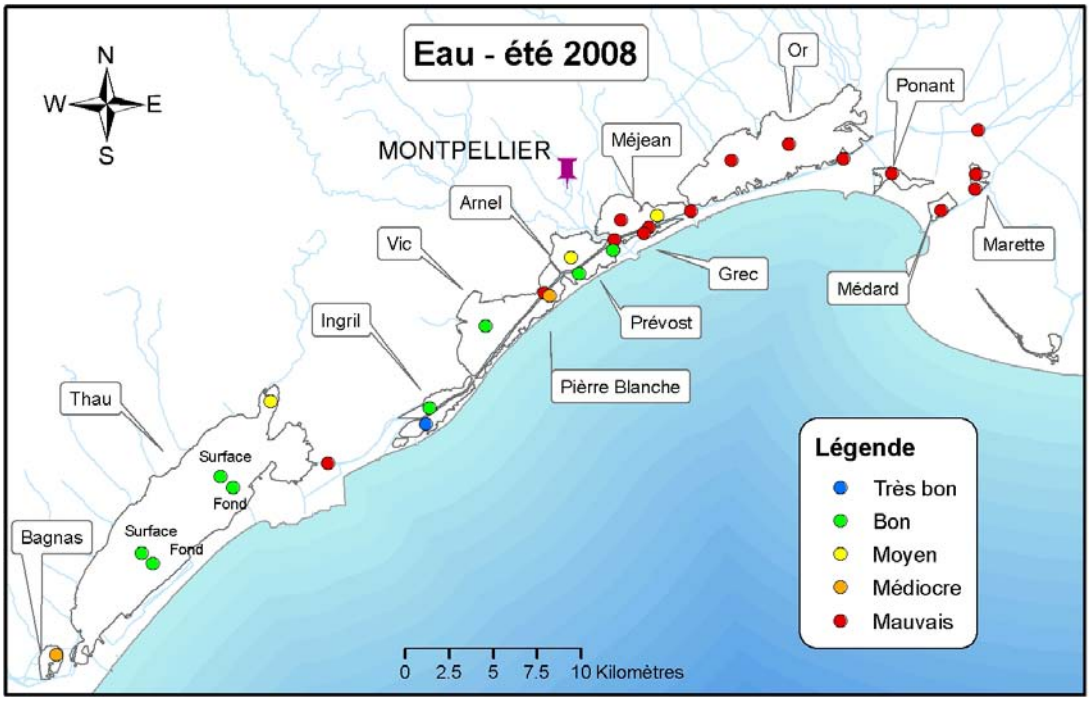


Figure 1. 7 : *Distribution des états de la colonne d'eau vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'été 2008, de l'étang de Thau à celui la Marette.*

3.2.Diagnostic du phytoplancton

Les diagnostics estivaux du phytoplancton vis-à-vis de l'eutrophisation sont reportés à la Figure 1. 8 pour la zone géographique allant de l'étang de Salses-Leucate à l'étang de Gruissan et à la Figure 1. 9 pour la zone géographique allant de l'étang de Thau à celui du la Marette.

3.2.1.De la lagune de Sales-Leucate à cellle de Gruissan.

- A Salses-Leucate, le phytoplancton présente des états moyens à mauvais pour les trois stations qui témoignent d'une dégradation de la qualité de la lagune vis-à-vis de l'eutrophisation.
- Le phytoplancton affiche un état bon vis-à-vis de l'eutrophisation dans la lagune de La Palme,
- Dans l'étang de Bages-Sigean, les états du phytoplancton sont bons à moyens en allant du sud au nord.

- Pour les petits étangs du Narbonnais, les états du phytoplancton sont bons à très bon pour les deux stations de la lagune de l'Ayrolle et de Gruissan. A Campignol, le phytoplancton affiche un état moyen.
- Les lagunes de Vendres et Canet affichent un état mauvais.

3.2.2.De l'étang de Thau à celui de la Marette

- Le phytoplancton de l'étang du Grand Bagnas affiche un état médiocre.
- Dans l'étang de Thau, les états du phytoplancton pour l'ensemble de la période estivale présentent des états moyens et un état bon pour la Crique de l'Angle.
- La qualité du phytoplancton des eaux du canal du Rhône à Sète demeure très proche de celle des années précédentes, avec toujours des états médiocres à mauvais. Les stations CLEZ, CGRC et CAIG ont gagné une classe de qualité.
- Pour les étangs palavasiens, le phytoplancton affiche un état médiocre à mauvais excepté pour l'Ingril avec des états moyen et bon et le Prévost Est avec un état moyen.
- Comme les années précédentes, le phytoplancton présente de mauvais états dans l'étang de l'Or,
- Dans la lagune de la Marette, du Ponant et du Médard, le phytoplancton varie d'un état moyen à médiocre à mauvais.

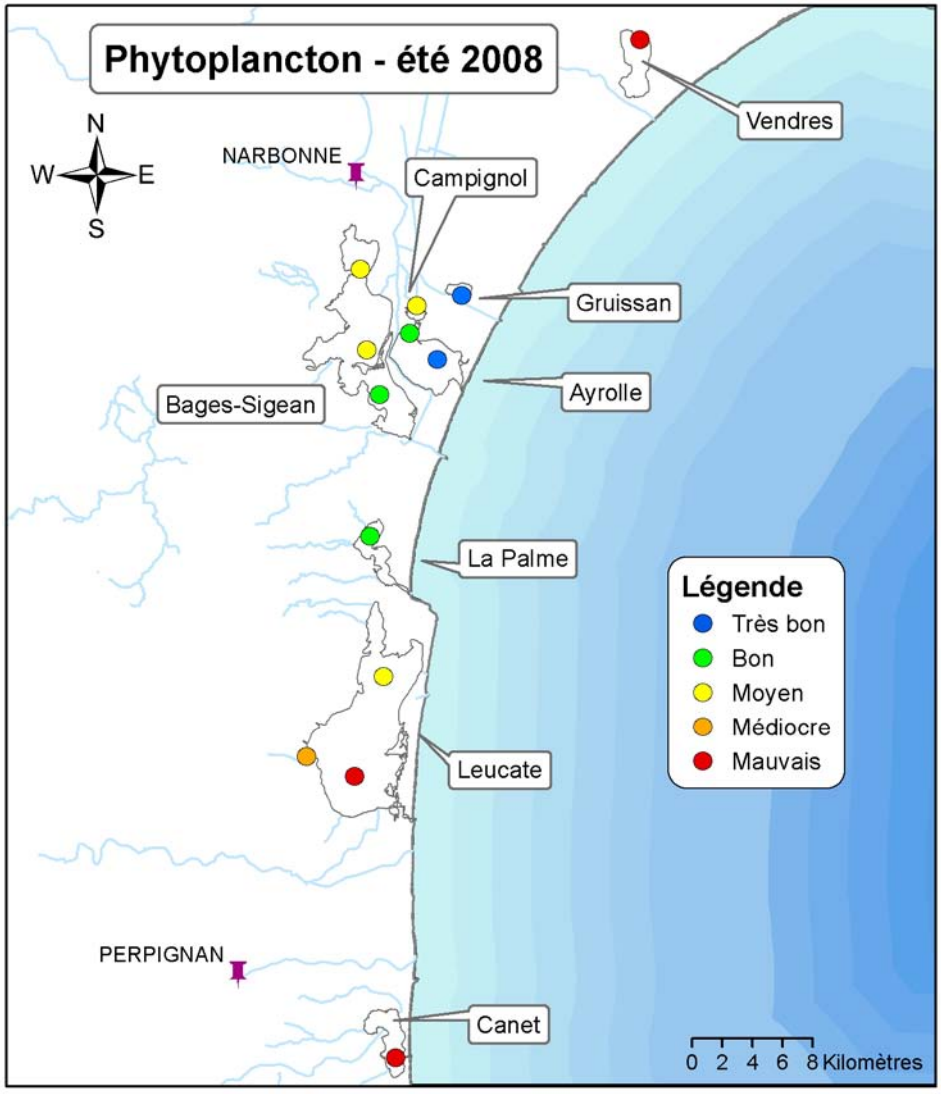


Figure 1. 8 : *Distribution des états du phytoplancton vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'été 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

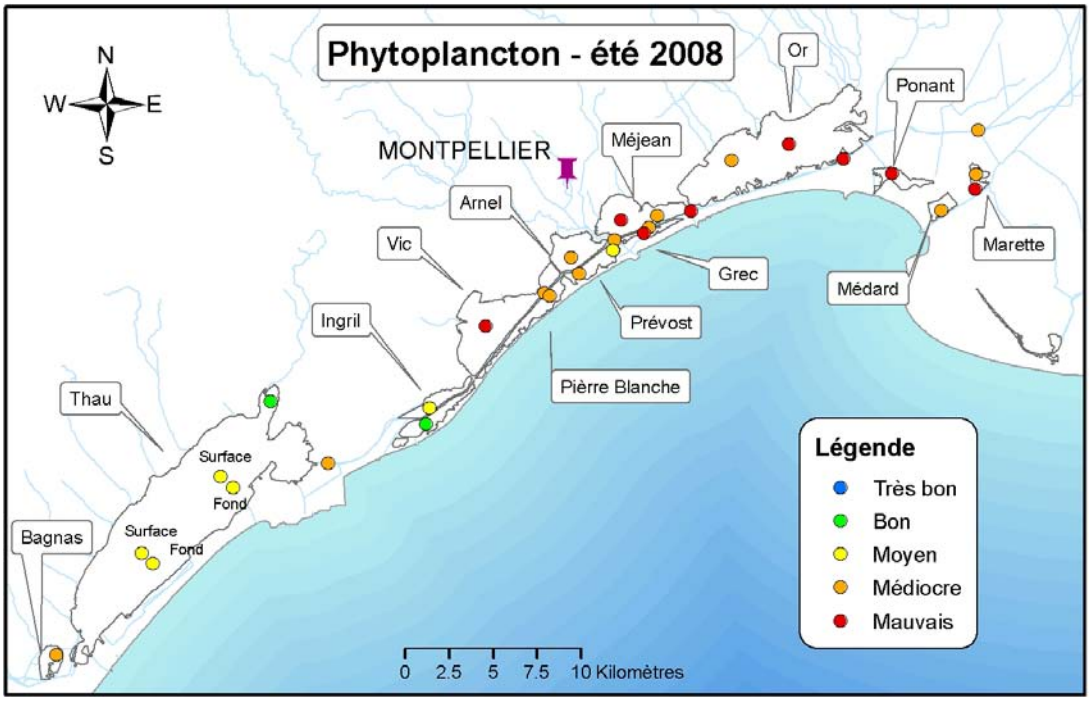


Figure 1. 9 : *Distribution des états du phytoplancton vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'été 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

4.La surveillance des eaux côtières et des lagunes dans le cadre de la DCE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2000/60/CE, du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000, établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau et la gestion des écosystèmes. L'objectif de la DCE est d'atteindre un bon état écologique et chimique des eaux souterraines, des eaux douces de surface et des eaux côtières et de transition en 2015, sauf dérogation. On dénombre dans le bassin Rhône Méditerranée et Corse 53 masses d'eau côtières. **Les lagunes quant à elles représentent 33 masses d'eau de transition en Languedoc-Roussillon** et Provence-Alpes-Côte d'Azur et 4 masses d'eau en Corse.

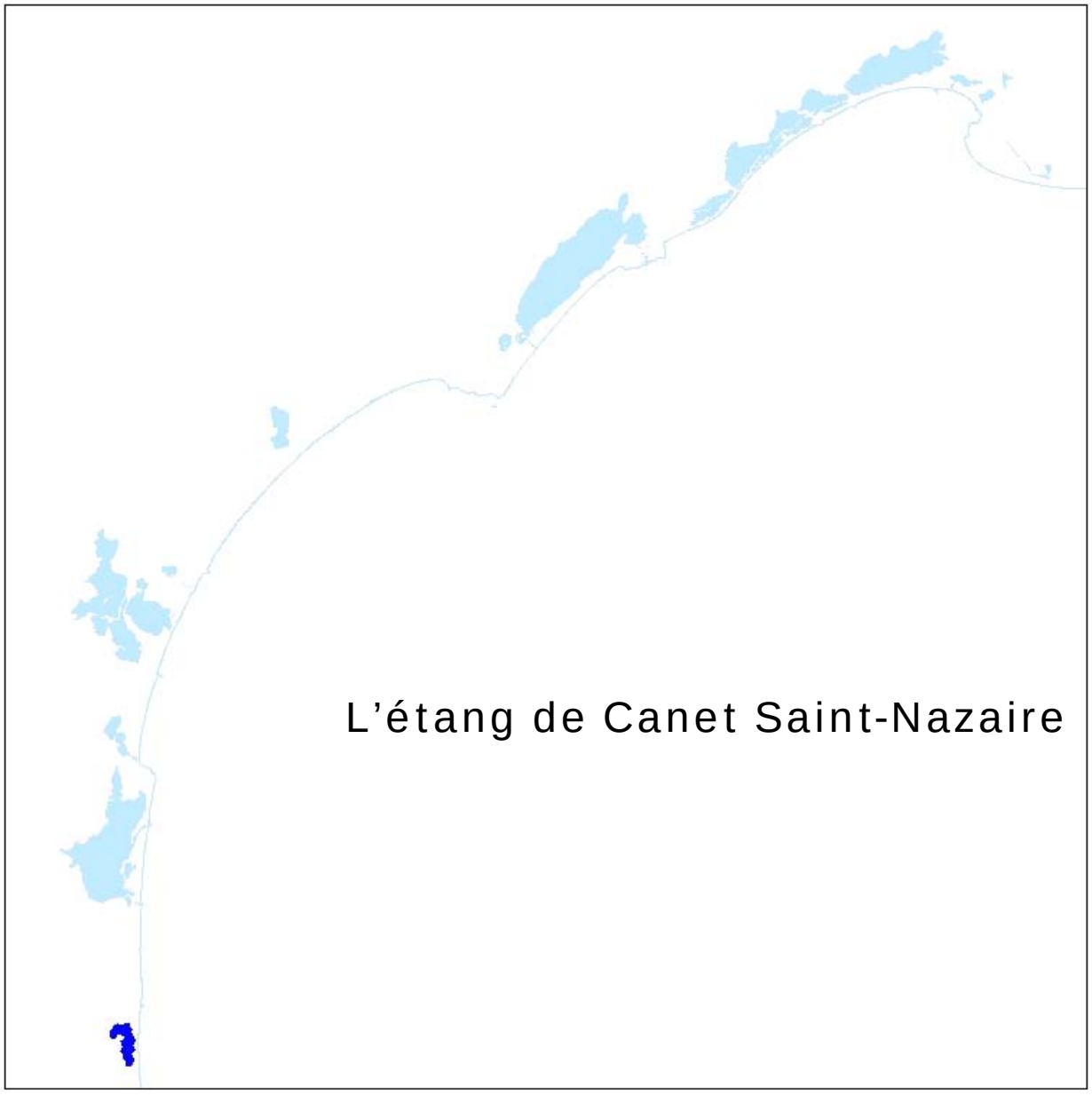
Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) révisé pour le bassin Rhône Méditerranée, qui sera adopté fin 2009 et couvrira la période 2010-2015, constituera le plan de gestion répondant aux objectifs de la DCE. Il définit les Orientations Fondamentales de la politique du bassin et définit les objectifs pour chaque masse d'eau. Le SDAGE est accompagné du Programme de mesures qui précise les actions à engager pour atteindre les objectifs. Ces documents sont le fruit d'une co-construction avec l'ensemble des acteurs de l'eau et ont été soumis à la consultation du public en 2008 et à la consultation institutionnelle en 2009.

L'article 8 de la DCE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance pour suivre l'état écologique et l'état chimique des différents types de masses d'eau. Le contrôle de surveillance suit une sélection de masses d'eau représentatives de chaque type, afin de dresser un état général de l'état des eaux du bassin et suivre leur évolution à long terme. Dans le Bassin Rhône Méditerranée et Corse, ce contrôle de surveillance a été mis en place dès 2006 sur les masses d'eau côtières et de transition. Les résultats de cette campagne de mesures font l'objet d'un rapport[1].

Cette première campagne a permis de dresser un premier panorama de l'état des masses d'eau littorales du bassin. Suite à cette campagne, des travaux techniques, encore en cours, ont été engagés, pour préciser les méthodes, les outils et les grilles d'interprétation de l'ensemble des éléments de qualité demandés par la DCE. **Pour les lagunes, la plupart des outils et grilles de suivi sont adaptées à partir de outils mis au point dans le cadre du RSL.**

La deuxième campagne de contrôle surveillance est prévue en 2009 et 2010 et sera complétée par le premier contrôle opérationnel, ciblé sur les masses d'eau risquant de ne pas atteindre le bon état en 2015. Cette deuxième campagne couplée permettra de suivre plus de ¾ des masses d'eau de transition lagunaires et près de $^2/_3$ des masses d'eau côtières du bassin.

[1] Andral B., Derolez V., 2007. Directive Cadre Eau. Mise en œuvre du Contrôle de surveillance. Résultats de la campagne 2006. District Rhône et côtiers méditerranéens. RST. DOP/LER-PAC/07-28. 193 p. Rapport téléchargeable sur le site http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/



L'étang de Canet Saint-Nazaire

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION....23

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES....26

2.1. CONDITIONS CLIMATIQUES....26
2.1.1. Températures....26
2.1.2. Précipitations....26
2.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL....26
2.2.1. Température de l'eau....27
2.2.2. Salinité....27
2.2.3. Oxygène dissous....29

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION....29

3.1. DIAGNOSTIC DE LA COLONNE D'EAU ET DU PHYTOPLANCTON....29
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE....31

4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES....33

1. Introduction

La lagune de Canet St Nazaire continue de se dégrader vis-à-vis de l'eutrophisation au fil des diagnostics estivaux (Ifremer 2002-2008). Cette lagune fait partie des lagunes les plus dégradées du Languedoc-Roussillon au même titre que les lagunes de Méjean ou de Vendres. Les macrophytes (herbiers et macroalgues) ont totalement disparu ; le milieu fonctionnant comme un réacteur biologique à phytoplancton.

Etant donné le niveau de perturbation atteint, on peut être quelque peu réservé quant aux effets immédiats de mesures mêmes drastiques de gestion. En effet, il y a de fortes présomptions pour que les milieux très fortement eutrophisés, totalement dominés par le phytoplancton, présentent une inertie à la restauration. Cependant, le faible volume d'eau de cet étang pourrait être un atout pour une moindre inertie à la restauration. La lagune de Canet St-Nazaire est le réceptacle des eaux drainées par un bassin versant de 260 km^2, soit 53 fois sa propre surface. L'amélioration de l'état de cette lagune vis-à-vis de l'eutrophisation nécessitera donc de raisonner à l'échelle du bassin versant afin de réduire les apports en azote et en phosphore.

Conformément au nouveau calendrier du Réseau de Suivi Lagunaire, l'étang de Canet St-Nazaire ne fait l'objet d'un diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton que tous les 3 ans. Le suivi a donc était effectué en 2008 et le prochain aura lieu en 2011. En 2008 une seule station a été retenue au sud de la lagune (CNS).

Dans le cadre de la valorisation des données du Réseau des Gestionnaires des Lagunes (RIGL), les résultats du suivi des paramètres hydrologiques réalisé entre septembre 2007 et septembre 2008 sont présentés dans ce chapitre. Ce suivi a été repris en 2006 par Perpignan Méditerranée Communauté d'Agglomération, l'organisme gestionnaire du complexe lagunaire de Canet – Saint Nazaire.

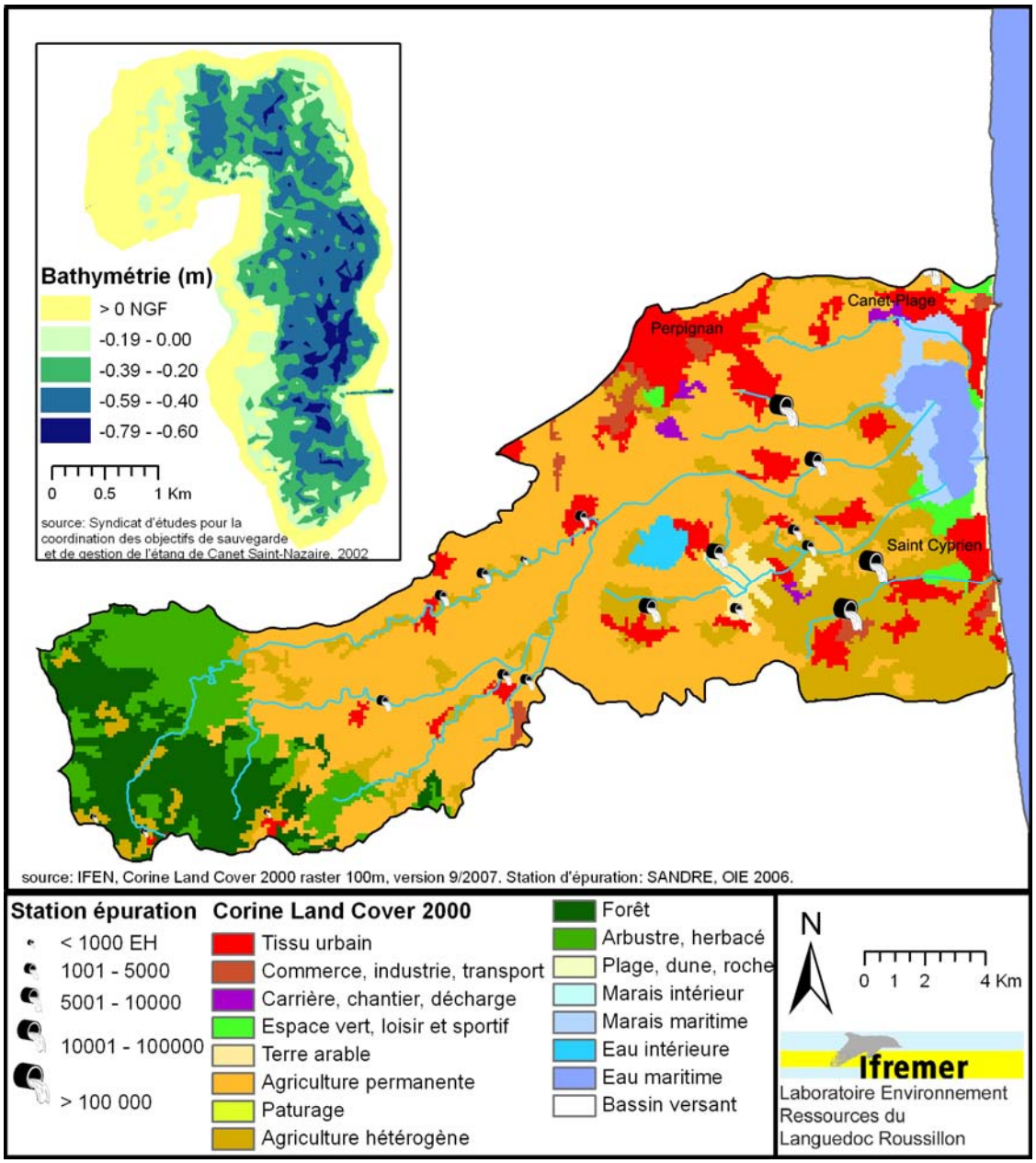


Figure 2. 1: *Présentation de la lagune de Canet-St-Nazaire et de son bassin versant.*

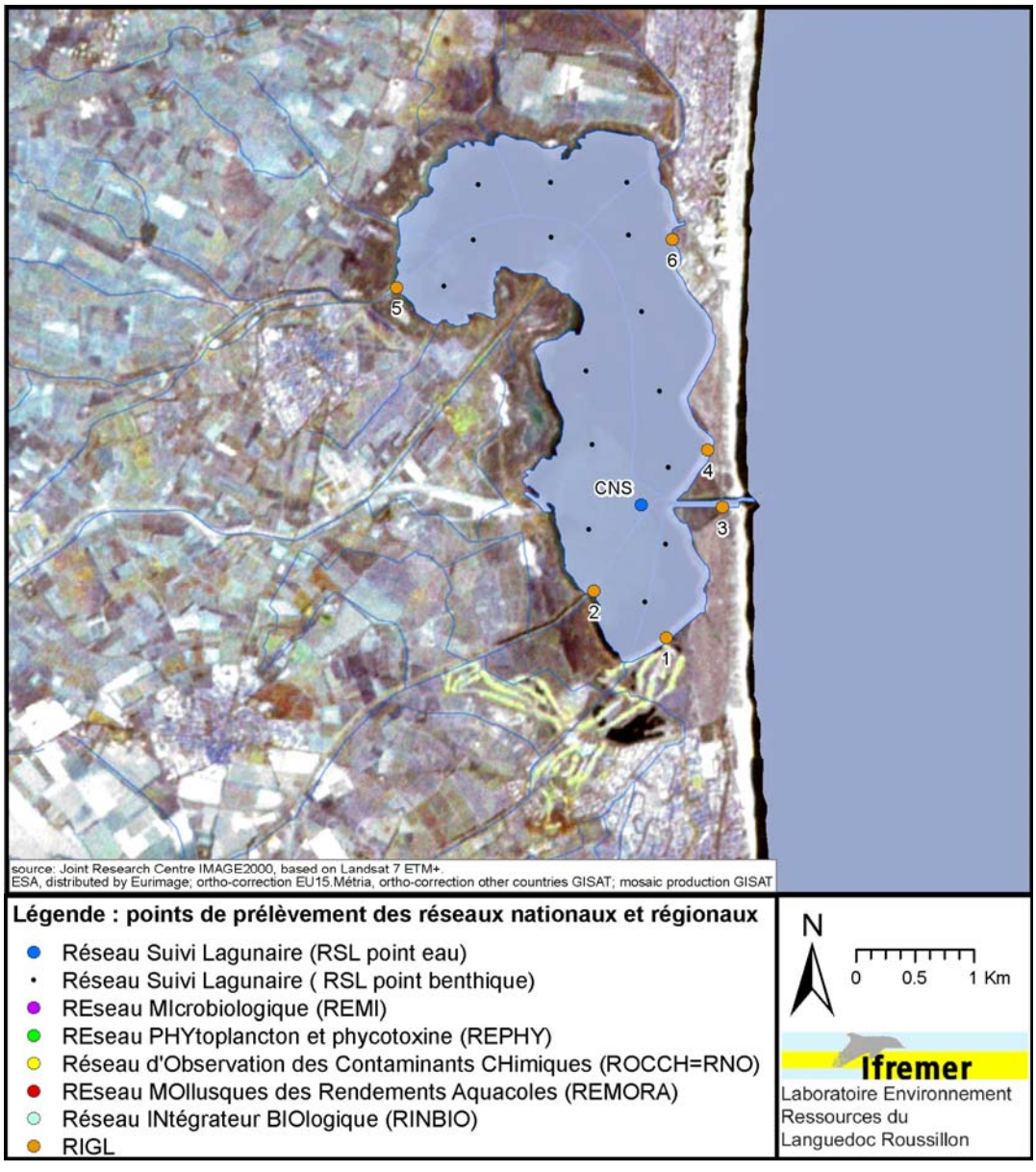


Figure 2. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de Canet-St-Nazaire.*

2. Conditions hydroclimatiques

2.1. Conditions climatiques

2.1.1. Températures

L'année 2008 est caractérisée par des températures en général très proches de celles enregistrées en 2007. Le mois d'avril enregistre toutefois des températures beaucoup plus fraîches quand 2007 ; avril 2007 avait, en effet, été marqué par des températures particulièrement douces avec une température moyenne mensuelle de 15°C correspondant à la valeur maximale enregistrée par Météo France. La moyenne annuelle des températures minimales et maximales est similaire à celle enregistrée ces 30 dernières années à Perpignan (Météo-France 2008).

2.1.2. Précipitations

L'année hydrologique est marquée par un fort déficit hydrique par rapport à 2007 où seuls les mois de janvier et mai 2008 enregistrent de plus importantes précipitations, supérieures à celles de 2007. Les mois de juin et août enregistrent un déficit de 30 mm par rapport à la moyenne des 30 dernières années. A la fin du mois de septembre 2008, le cumul des précipitations affiche un déficit de 100 mm par rapport à 2007. L'année 2008 est une année sèche avec un cumul de précipitation inférieur à celui enregistré ces 30 dernières années.

2.2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL

Lors de la reprise du suivi en 2006, les stations ont été choisies sur la base d'une concertation avec Mickael Wilke. Il s'agissait d'assurer un comparatif dans la continuité des relevés effectués depuis 1998 par le FOGEM. Le choix des stations était déjà très pertinent. Toutes ont donc été gardées sauf 2 : le pont de la Fosseille (déjà une station à l'embouchure de la Fosseille) et El Cagarell (contrainte d'accessibilité importante) (Figure 2. 2). Cette répartition s'avère pertinente pour restituer globalement le profil physico-chimique des différents secteurs l'étang. 3 stations sont situées coté ouest de l'étang. Le Réart le plus souvent ne permet pas de mesure de débit. Les autres stations se trouvent à l'embouchure de deux cours d'eau du bassin versant de manière à pouvoir mesurer l'incidence de ce dernier sur l'évolution des paramètres. La plupart des stations se trouvent donc à l'est de la lagune. Le grau Des Basses est muni de vannes qui permettent de maintenir l'étang en eau tout en régulant les échanges avec la mer. Les mesures faites à l'embouchure du grau sur la mer concernent exclusivement les niveaux. Les autres stations réparties au nord et au sud du grau

permettent de suivre l'évolution principalement liée à la proximité de la mer. Les relevés sont effectués à fréquence hebdomadaire.

2.2.1. Température de l'eau

L'amplitude sur l'année se situe entre 3,2°C au mois de décembre et 28.8 °C en août pour la station 3 (Figure 2. 3). Dès le mois de septembre, la température diminue progressivement jusqu'au mois de décembre pour atteindre les températures les plus basses de l'année durant tout le mois de décembre. Les mois de janvier et février ont été marqués par un léger et soudain réchauffement des températures extérieures. Leur influence sur les températures de l'étang s'en ressent. Cet épisode est suivi d'une chute soudaine des températures de 10°C fin février. Dés le mois de mars, les températures augmentent progressivement jusqu'au mois d'août qui enregistre les températures maximales. L'année 2008 n'est pas marquée comme l'année précédente par le réchauffement des mois d'avril et mai. Au contraire, au 4 juin, l'ensemble des stations enregistrait des températures entre 16 et 19 °C. La période estivale est ensuite marquée par 3 oscillations des températures entre 20 et 24 °C mais les températures restent toutefois stables ; elles ne commencent réellement à chuter qu'à la mi-septembre.

2.2.2. Salinité

Les salinités sont très élevées en comparaison de l'année 2006-2007 et s'expliquent par les très faibles précipitations. L'amplitude sur l'année se situe entre 6,6 et 49,2. L'écart de salinité est important : les valeurs les plus basses correspondent aux stations 5 et 2 situées côté ouest de l'étang qui affichent des salinités très variables. Les valeurs les plus hautes sont relevées sur la station du pont (3) dans le grau jusqu'en juin 2008. Pour cette station, on ne note toutefois pas les écarts importants de salinité de l'été 2007 en raison probablement de la fermeture des vannes. En effet, le coup de mer de novembre a déposé beaucoup de sable devant le système des vannes ce qui rend leur manipulation impossible. En juillet, août et septembre, les stations 1, 4 et 6 affichent les salinités les plus élevées. L'augmentation de la salinité est progressive et précoce cette année, dès le début du printemps, en raison d'un fort déficit hydrique.

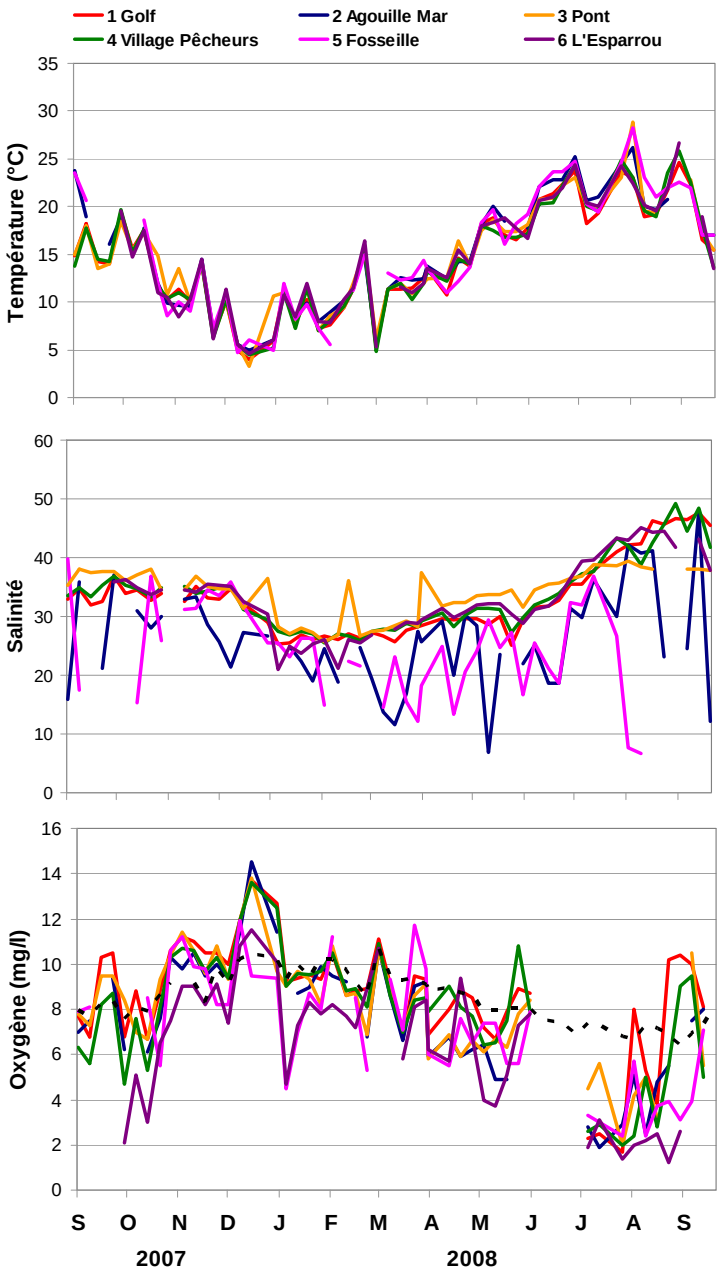


Figure 2. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang de Canet St Nazaire dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

2.2.3. Oxygène dissous

L'amplitude sur l'année se situe entre 1,2 mg/l au mois d'août sur la station de l'Esparou (6) et 14,5 mg/l en décembre sur la station de l'Agouille del Mar (2). A la fin du mois de septembre 2007, une période ventée ainsi que le refroidissement de l'eau permet de maintenir l'oxygène à un niveau satisfaisant. Au mois de novembre, un gros coup de mer fait remonter le niveau de l'eau dans l'étang de façon importante. L'oxygénation de la colonne d'eau est également due à la tramontane qui a soufflé régulièrement tout le printemps ; la communication mer-étang étant alors fortement perturbée dès le mois de mars en raison de l'ensablement des vannes. La chute progressive de l'oxygène est précoce dès le mois de janvier 2007. En raison de leur ensablement, les vannes ne peuvent être manœuvrées ; le renouvellement des eaux par la mer n'est alors plus assuré. La situation s'aggrave avec l'arrivée des premières chaleurs et l'absence de pluie. Une crise d'hypoxie est apparue en août. Le vent de la fin du mois d'août permet toutefois de brasser l'eau à nouveau et de faire remonter le niveau d'oxygène dans l'étang.

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton

La station suivie dans la partie sud de la lagune est sous l'influence des apports permanents de l'Agouille del Mar et intermittents du Réart (CNS).

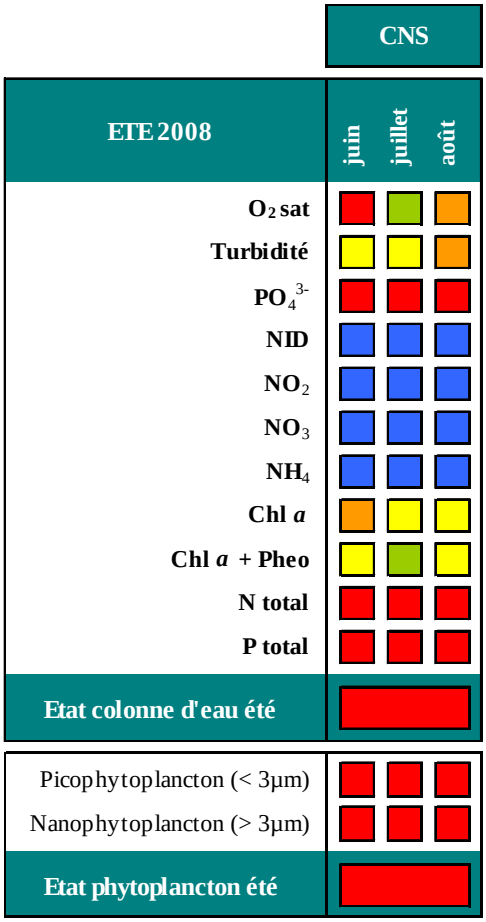
La salinité des eaux a fortement augmenté de 32 en juin à près de 49 en août. La température de l'eau est restée stable tout l'été.

Le diagnostic estival de la colonne d'eau indique un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 2. 1). Les paramètres qui confèrent cet état sont ceux relatifs à la biomasse phytoplanctonique. De manière directe il s'agit de la concentration en chlorophylle *a* et phéopigments, sans pour autant atteindre les concentrations de 2006, puis indirectement de leur répercussion sur les concentrations des formes totales de l'azote et du phosphore et enfin des conséquences en terme de turbidité. Les biomasses phytoplanctoniques restent très élevées et similaires à celles enregistrées en 2006. Le nombre de cellules picophytoplanctoniques a été multiplié par 7 au cours de l'été. Les concentrations en orthophosphates sont toujours déclassantes, avec les plus fortes concentrations en fin d'été suggérant, non pas une conséquence d'apports issus du bassin versant, mais un processus de relargage des sédiments. La biomasse phytoplanctonique consomme rapidement les formes d'azote dissous expliquant les états bon à très bon des nitrite, nitrate, azote inorganique dissous et ammonium. Cette situation est caractéristique des lagunes les plus eutrophisées

où les apports vraisemblablement conséquents supportent en permanence une forte production phytoplanctonique.

Les grilles du phytoplancton affichent un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation pour les deux classes de phytoplancton. L'abondance de nanophytoplancton est 10 fois plus faible qu'en 2006, se rapprochant des valeurs enregistrées en 2004.

Tableau 2. 1 : *Grille estivale de la qualité de l'eau et du phytoplancton de l'étang de Canet.*



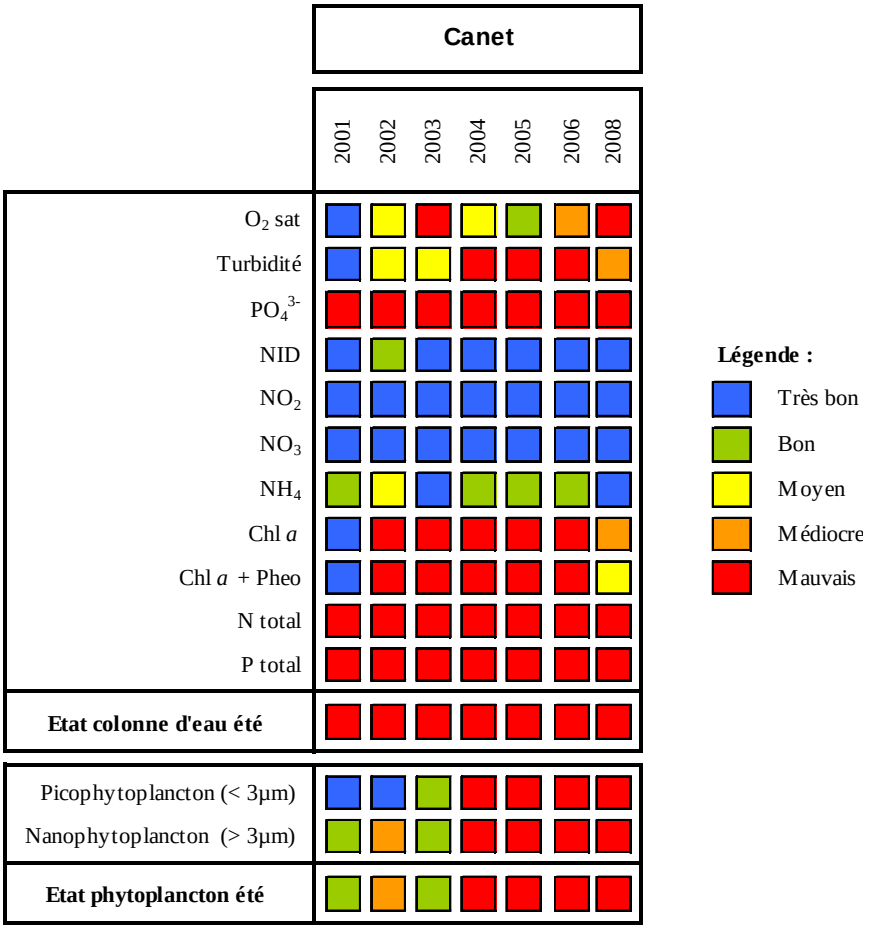
3.2. Evolution pluriannuelle

Le tableau pluriannuel montre une similarité des diagnostics depuis 2004 à l'exception du paramètre « écart à la saturation en oxygène dissous » (Tableau 2. 2). La légère amélioration de l'état des paramètres chlorophylle *a* et phéopigments est probablement imputable aux plus faibles apports en sels nutritifs du bassin versant en raison du fort déficit hydrique de 2008. La lagune de Canet montre, après une dégradation spectaculaire de la colonne, un état stable eutrophisé à l'instar d'autres lagunes très eutrophisées comme l'étang de l'Or ou de certaines lagunes palavasiennes.

Le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des données sur la période 2001-2008 (annexe 4) n'a pas permis d'identifier d'évolution significative ce qui confirme statistiquement l'état dégradé stable de cette lagune.

Lors des prélèvements de la colonne d'eau de 2008, il n'a pas été constaté de reprise de la végétation macrophytique. Depuis 2005 et le dernier diagnostic simplifié par les macrophytes, il est constaté une disparition quasi complète des macrophytes et notamment des herbiers à Ruppia.

Tableau 2. 2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics estivaux de la colonne d'eau et du phytoplancton de l'étang de Canet. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (cf Annexe 4).*



4. Références bibliographiques

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

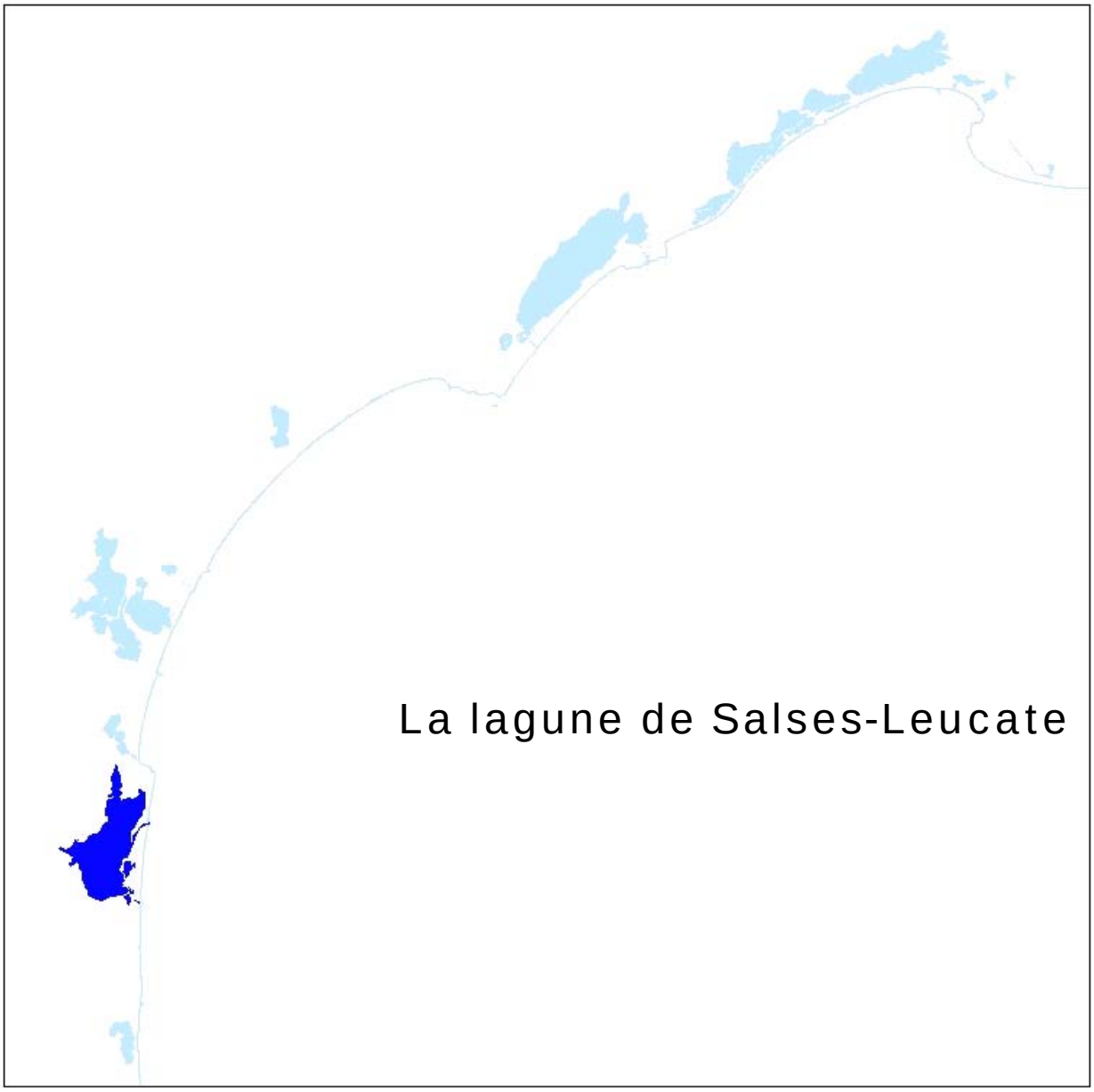
Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-03/2003, 495 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 523 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 424 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.



La lagune de Salses-Leucate

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 39

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU REPHY 42

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 45

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 45
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 47

4. AUTRES RESEAUX DE SURVEILLANCE 48

4.1. RESEAU MICROBIOLOGIQUE (REMI) 48
4.2. RESEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE (ROCCH) 59
4.3. RESEAU PATHOLOGIE MOLLUSQUES (REPAMO) 61

5. CONCLUSIONS 62

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 62

1. Introduction

La lagune de Salses-Leucate, au fil des diagnostics effectués dans le cadre du Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon (Ifremer 2000-2008), a toujours globalement affiché un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. La qualité microbiologique de ses zones de productions conchylicoles (pêche ou élevage) est stable depuis plusieurs années et les niveaux de contamination chimique sont faibles, stables voir décroissants.

Si cette qualité écologique de la lagune est certes à mettre en relation directe avec des caractéristiques géomorphologiques du bassin versant favorables et une pression anthropique relativement faible (comparé aux autres complexes lagunaires de la Région), elle est aussi la conséquence des actions de gestion et de concertation mise en place sur ce site (élaboration d'un SAGE, mis en oeuvre de deux contrats d'étangs).

En terme d'eutrophisation, depuis quelques années, différents indices ont suggéré que le bassin sud pouvait être affecté par un accroissement du son niveau d'eutrophisation sans pour autant que des perturbations écologiques importantes soient observées. Depuis 2006, une attention particulière a été portée sur quelques sources potentielles de nutriments de ce bassin versant et leur impact. En particulier, a été réalisé un suivi de l'impact des rejets des piscicultures sur la qualité des aguilles alimentant ce bassin et un point de suivi a été positionné en 2007 dans l'Anse de la Roquette, réceptacle de plusieurs sources d'apports.

Donc, le calendrier 2008 du Réseau de Suivi Lagunaire prévoyait le diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton. Ces résultats sont présentés dans ce chapitre, accompagnés de ceux issus des autres réseaux de surveillance de l'Ifremer opérés sur cet étang : le REMI et le ROCCH ; un point est également fait en terme de REPAMO (Réseau Pathologie Mollusques) suite aux surmortalités estivales de jeunes huîtres survenues eau cours de l'été 2008.

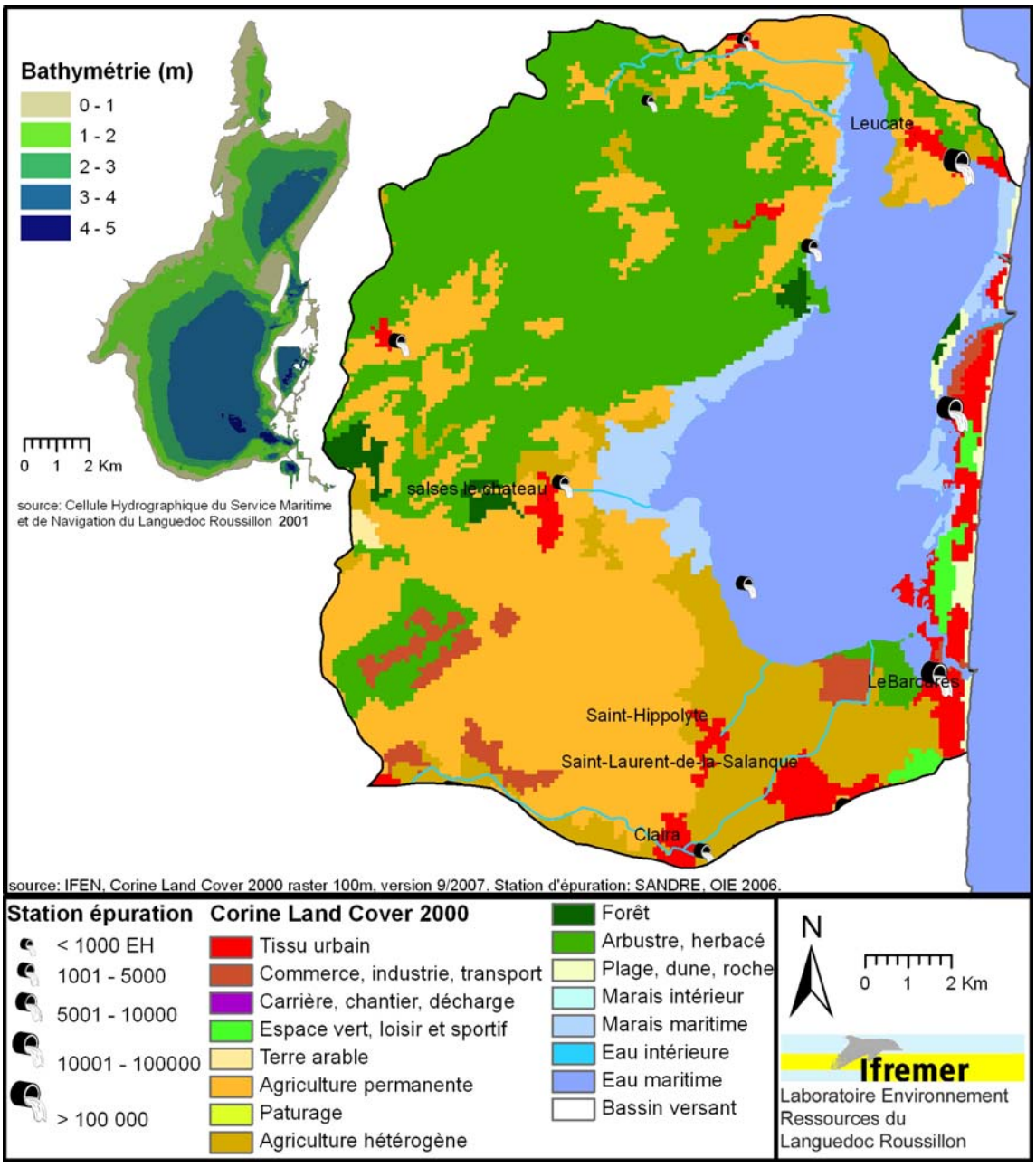


Figure 3. 1 : *Présentation de la lagune de Salses-Leucate et son bassin versant.*

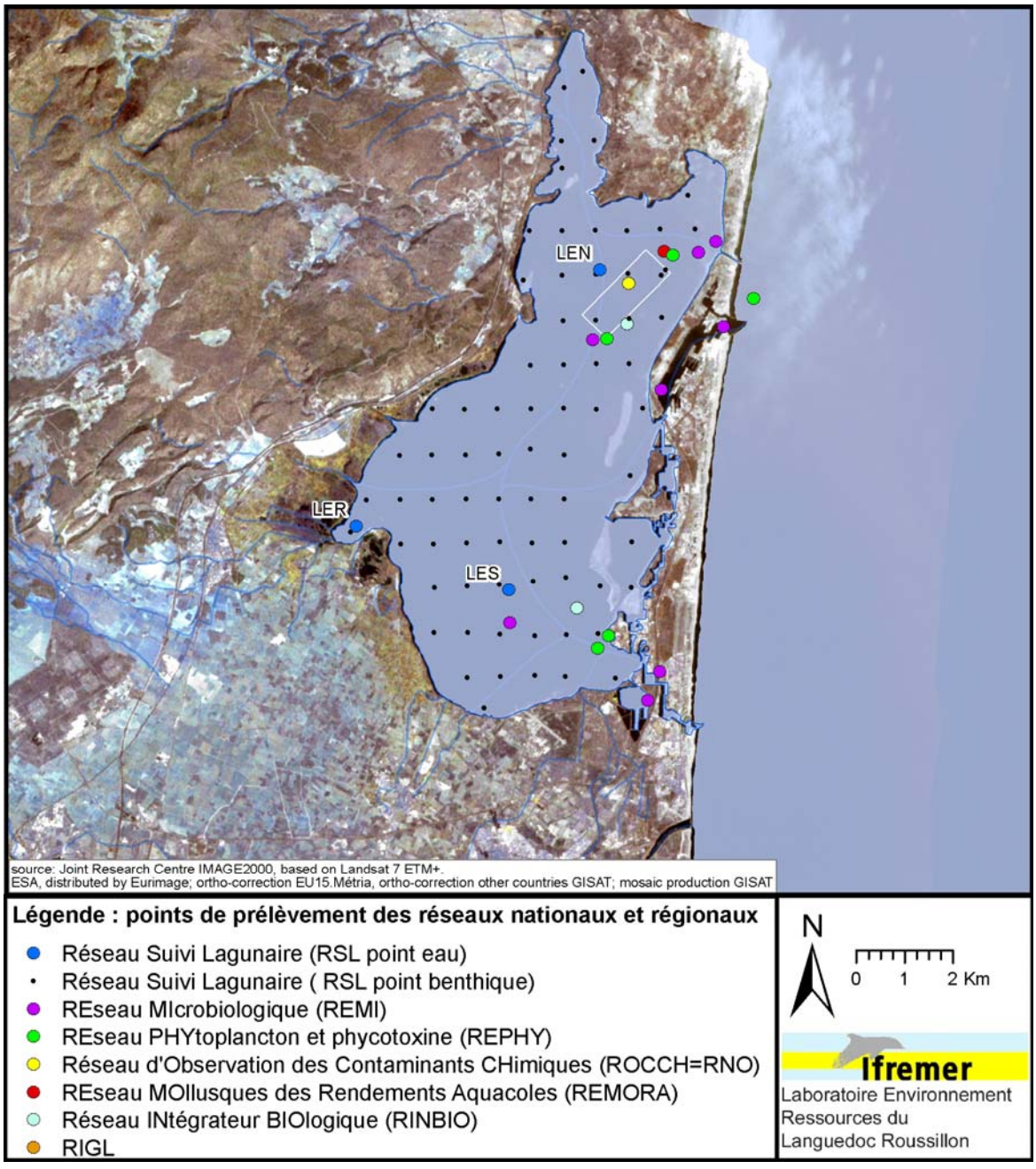


Figure 3. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de Salses-Leucate.*

2. Conditions hydrologiques : suivi du REPHY

Les Figure 3. 3 et Figure 3. 4 présentent l'évolution saisonnière et pluriannuelle (10 ans) de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité mesurée de manière hebdomadaire lors des prélèvements du REPHY aux stations nommées Parc Leucate 2 et Salses, situées respectivement au sud des parcs conchylicoles et dans le bassin sud (Figure 3. 2).

Concernant la température de l'eau, l'année 2007 se singularise par un hiver relativement doux avec des températures de l'eau au-dessus des normales décennales aux deux stations aux mois de janvier et février. Une seconde caractéristique de cette année est des températures de l'eau qui sont demeurées basses (par rapport aux normales décennales) au mois de juin avec une brusque montée des températures de l'eau en fin de mois.

La salinité des eaux aux deux stations est demeurée élevée tout au long de l'année, conséquence directe du déficit global des précipitations encore observé cette année. A noter, qu'en moyenne, les salinités observées cette année aux deux points de mesure sont globalement plus élevées qu'en 2007. Dans le bassin nord (point Parc Leucate), la salinité est demeurée supérieure à 40 presque la moitié de l'année. En terme de variation saisonnière, l'amplitude de salinité a été très réduite, en particulier dans la station de la partie sud de la lagune, avec une absence de dessalure en période hivernale et des maximums estivaux parmi les plus élevés des dix dernières années.

Aux deux stations, les turbidités ont montré des valeurs conformes aux normales tout au long de l'année.

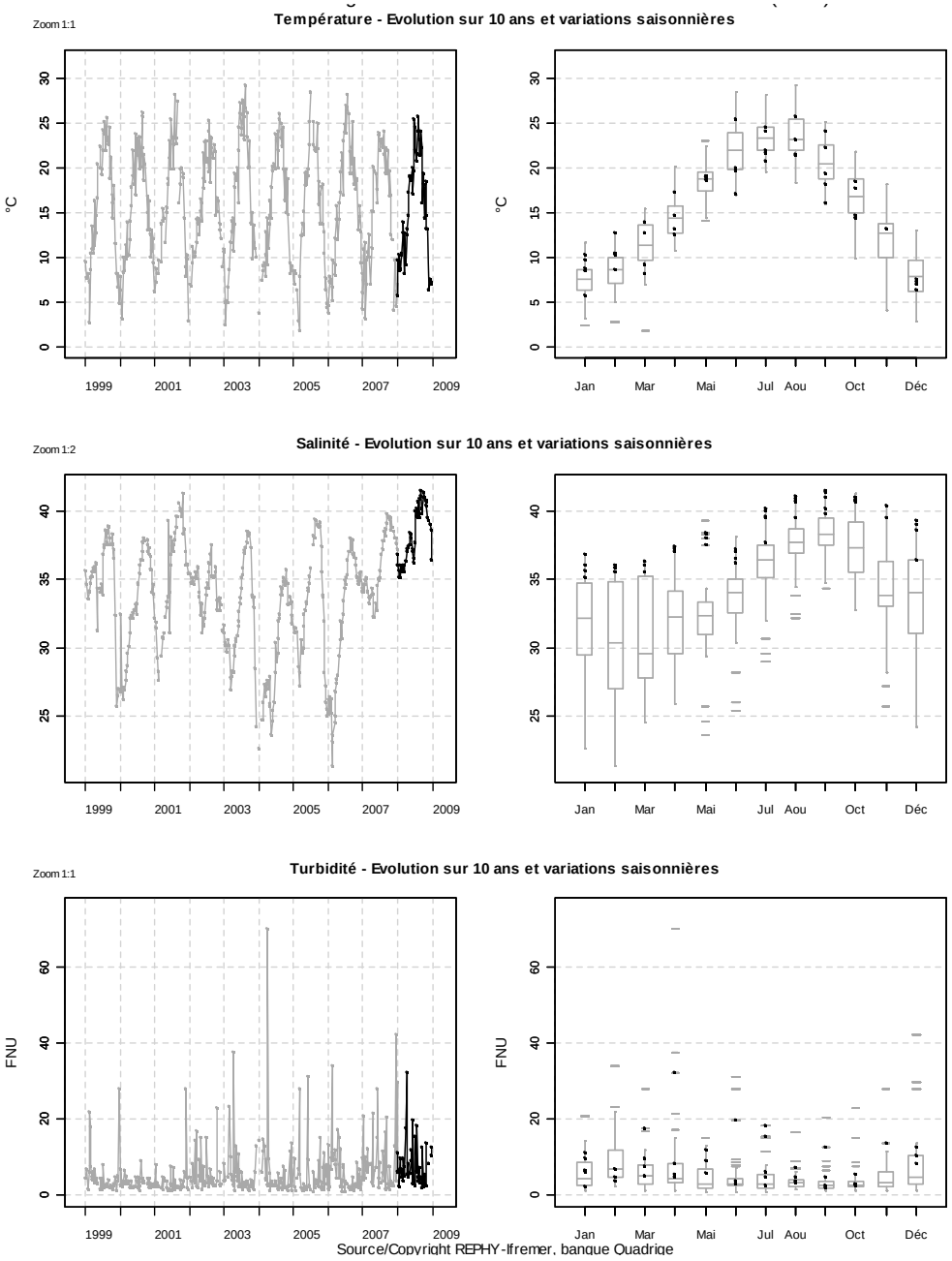


Figure 3. 3 : *Variations saisonnières et pluriannuelles de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité à la station REPHY Parc Leucate 2 dans la lagune de Salses-Leucate. L'année 2008 est représentée en noir. Les graphiques de droite (boîte à moustaches) présentent la distribution statistique de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité sur les dix dernières années*

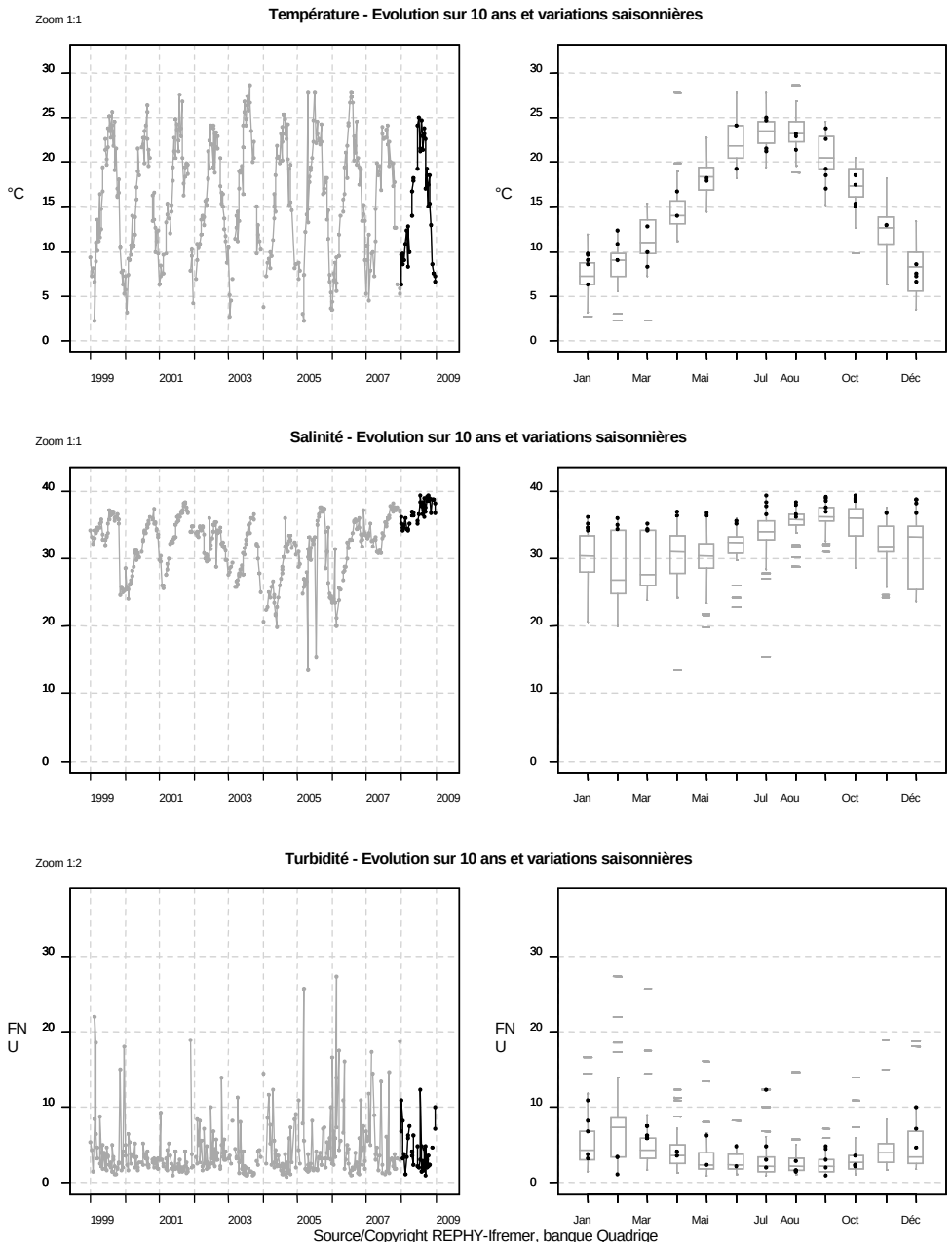


Figure 3. 4 : *Variations saisonnières et pluriannuelles de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité à la station REPHY Salses dans la lagune de Salses-Leucate. L'année 2008 est représentée en noir. Les graphiques de droite (boîte à moustaches) présentent la distribution statistique de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité sur les dix dernières années.*

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton

Trois stations ont été suivies pour la colonne d'eau dans la lagune de Salses-Leucate (Figure 3. 2), une située dans le bassin nord, une dans le bassin sud et une station dans l'anse de la Roquette (depuis 2007). Les prélèvements et mesures ont eu lieu aux mois de juin, juillet et août (pas de mesure en oxygène dissous au mois d'août pour raison de panne de la sonde).

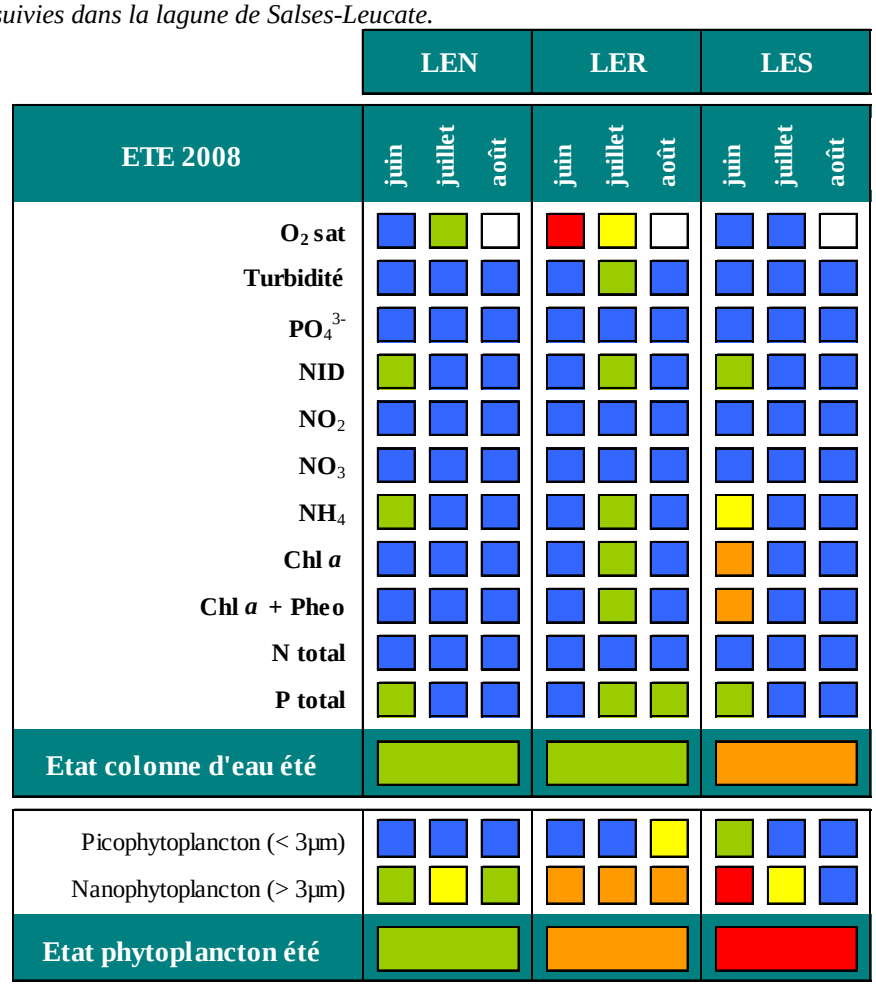
D'un point de vue hydrologique, ces trois stations se distinguent par leur salinité qui est demeuré, tout au long de l'été plus faible à la station de la Roquette (32,3 - 34,7) et toujours plus élevée à la station Nord (37,3 – 40,5). Aux trois stations les salinités les plus basses ont été mesurées au mois de juin et sont la conséquence des fortes précipitations enregistrées à la fin du mois de mai (cf. 1. Panorama régional).

Les stations des bassins sud et nord affichent respectivement des états de l'eau médiocre et bon vis-à-vis de l'eutrophisation (***Tableau 3. 1***).

Pour la station Nord, il a été observé une très légère accumulation d'ammonium au mois de juin, déterminant l'état pour l'ensemble de l'été. La grille du mois d'août affiche un très bon état pour l'ensemble des paramètres mesurés. La grille du phytoplancton est conforme à la grille de l'eau.

L'état médiocre affiché par le station sud a été déterminé par un bloom phytoplanctonique observé au mois de juin avec des teneurs en chlorophylle *a* élevée (13 µg/l). Cette situation se retrouve dans la grille du phytoplancton où de très fortes abondances en nanophytoplancton ont été observées au mois de juin pour ensuite diminuer progressivement au cours de l'été. Ce bloom est la conséquence d'apports nutritifs importants lors des pluies enregistrées à la fin du mois de mai. Une fois cette perturbation passée, on observe que la qualité de l'eau retrouve très rapidement un très bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. La valeur moyennement élevée de la concentration en ammonium du mois de juin indique clairement des apports d'eaux résiduaires urbaines vraisemblablement liés à des dysfonctionnements de réseau ou d'ouvrage d'assainissement (eaux parasites) lors des évènements pluvieux.

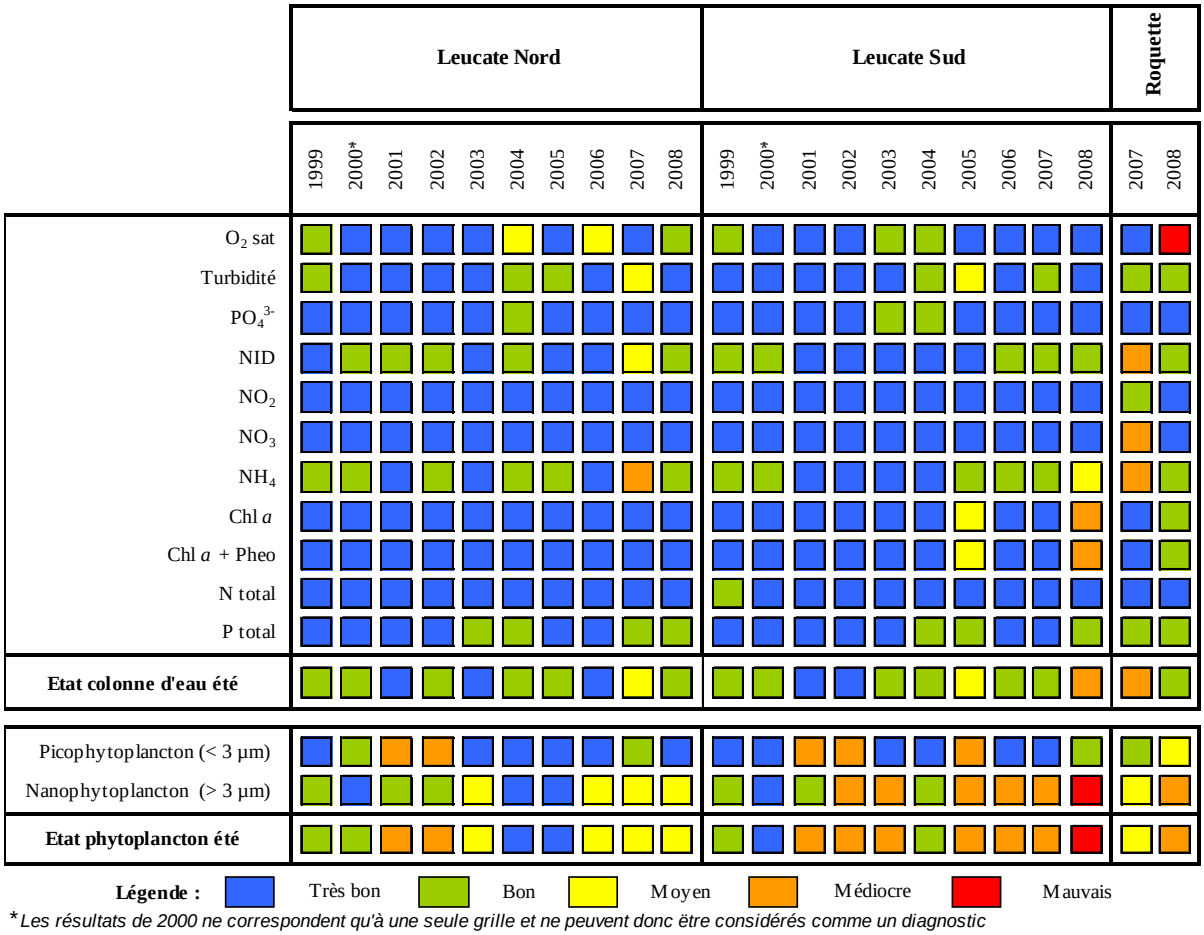
Tableau 3. 1 : *Grille estivale (2008) de l'eau et du phytoplancton pour les trois stations suivies dans la lagune de Salses-Leucate.*



La station située dans l'anse de la Roquette affiche respectivement pour la période estivale un bon état pour la colonne d'eau et un état médiocre pour le phytoplancton. Les abondances relativement élevées et constantes tout au long de l'été en terme de nanophytoplancton révèlent des apports continus en nutriments dans cette zone. A noter pour la colonne d'eau des valeurs déclassantes sur le paramètre saturation en oxygène dissous se matérialisant par d'importantes sous-saturations au mois de juin et une sursaturation au mois de juillet. A ce point, de fortes abondances d'algues vertes opportunistes, partiellement en décomposition, ont été observées lors du prélèvement (chaetomorphes, entéromorphes).

3.2. Evolution pluriannuelle

Tableau 3. 2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton pour les trois stations suivies dans la lagune de Salses-Leucate. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pas être décelée (cf. Annexe 4).*



** Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic*

La synthèse de l'ensemble des diagnostics de l'eau et du phytoplancton depuis 1999 (Tableau 3. 2) indique, pour la colonne d'eau, une certaine stabilité de la qualité vis-à-vis de l'eutrophisation pour les deux bassins centraux de l'étang de Salses-Leucate. La dégradation de cette qualité observée en 2008 dans le bassin sud est ponctuelle et liée à d'importantes précipitations précédant le prélèvement du mois de juin. Le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des

données sur la période 2001-2008 n'a pas permis d'identifier d'évolution significative, confirmant statistiquement cette stabilité.

Concernant le phytoplancton, on observe une tendance récurrente à une abondance élevée en nanophytoplancton dans le bassin sud témoignant d'apports continus soutenant cette production. Le bassin sud est nettement plus soumis à des apports de nutriments (STEPs de Salses-le-Château, Saint- Hippolyte, sources karstiques, pisciculture, cultures intensives sur la plaine de la Salanque, ruissellement urbains) que le bassin Nord.

4. Autres réseaux de surveillance

4.1. Réseau Microbiologique (REMI)

Le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, a pour objet d'effectuer la surveillance sanitaire des zones classées A[1], B[2] et C[3] dans les conditions prévues par la réglementation; la finalité étant de vérifier la conformité des classements aux estimations de la qualité des zones (Annexe 1). Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des bactéries *Escherichia coli*, le REMI s'articule en deux volets :

- la surveillance régulière, elle a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions. La fréquence de prélèvement en surveillance régulière est mensuelle dans les zones de pêche de la lagune de Salses-Leucate, et bimestrielle dans la zone d'élevage des parcs ostréicoles,
- la surveillance en alerte, elle permet de détecter les épisodes inhabituels de contamination ou à risque de contamination, et le suivi de ces épisodes.

La lagune de Salses-Leucate est découpée en plusieurs zones de pêche et d'élevage dont les classements sanitaires et les points de suivis REMI sont présentés sur la Figure 3. 5 pour le groupe 1 des gastéropodes, échinodermes et tuniciers, sur la Figure 3. 6 pour le groupe 2 des filtreurs fouisseurs et sur la Figure 3. 11 pour le groupe 3 des filtreurs non-fouisseurs.

Le groupe 1 ne fait pas l'objet d'une surveillance microbiologique en Languedoc-Roussillon. La surveillance des zones de pêche est exercée sur la palourde pour le groupe 2, et sur la moule pour le groupe 3. Depuis mars 2008, les prélèvements de coquillages dans les zones de pêche du Languedoc-

[1] Consommation humaine directe des mollusques bivalves vivants autorisée.
[2] Mise sur le marché autorisée qu'après traitement dans un centre de purification.
[3] Mise sur le marché autorisée qu'après un traitement thermique approprié.

Roussillon sont sous-traités par Ifremer à un bureau d'étude, ce qui permet la collecte régulière des échantillons dans ces zones. Dans la zone d'élevage des parcs ostréicoles, le coquillage suivi est l'huître.

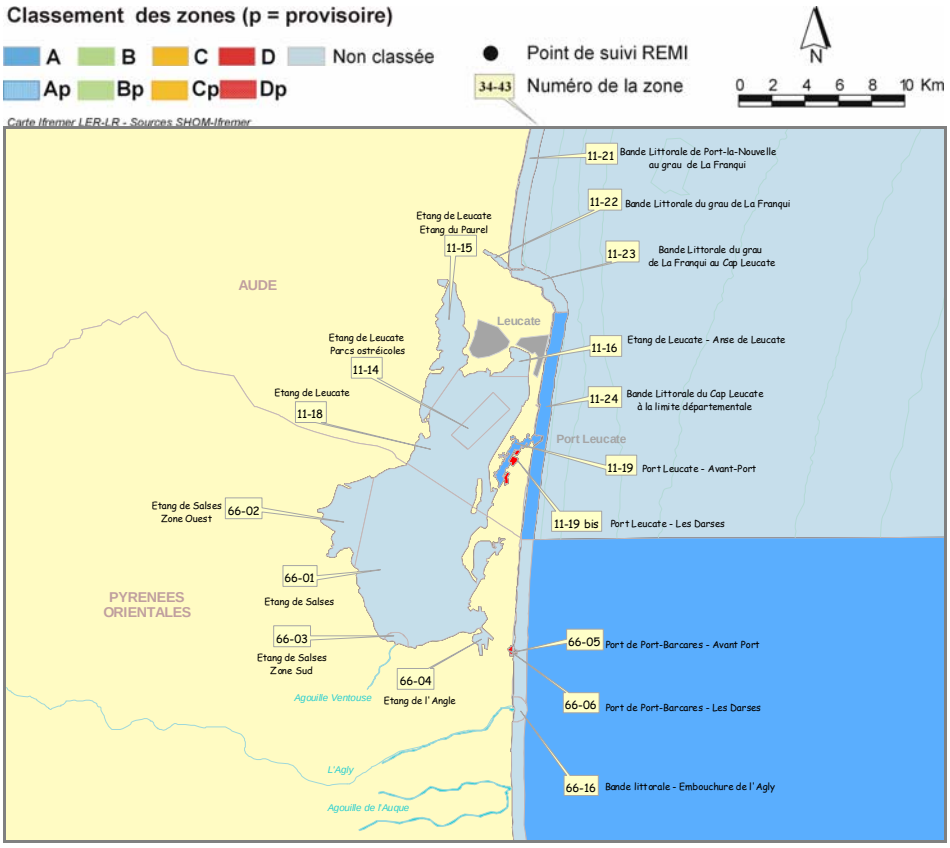


Figure 3. 5 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 1 dans les Pyrénées-Orientales et l'Aude, de l'embouchure de l'Agouille de l'Auque au grau de La Franqui.*

Les résultats acquis au cours de la période 2006-2007-2008 dans les différentes zones de pêche et d'élevage de la lagune de Salses Leucate sont présentés sur la Figure 3. 12, et Figure 3. 7 à Figure 3. 10.

Les données obtenues dans le cadre de la surveillance régulière sont représentées par un symbole rond, et les données liées à des prélèvements supplémentaires (dispositif d'alerte) par un symbole en étoile. Les symboles qui apparaissent encerclés permettent de visualiser les dates pour lesquelles la concentration en *E. coli* est concomitante à de fortes précipitations (cumul sur les deux jours précédant le prélèvement). Le terme "fortes précipitations" est utilisé lorsque les

précipitations, cumulées sur les deux jours précédant le prélèvement au niveau de la station de Leucate, sont supérieures au quantile 90[4], estimé sur l'ensemble des données de pluviométrie de la période étudiée.

La deuxième partie du graphe résume sous forme d'un tableau la répartition des résultats bactériologiques obtenus sur les trois dernières années par tranche de valeurs en nombre et en pourcentage. La valeur maximale de contamination sur cette période est indiquée, ainsi que la moyenne géométrique[5] des données de surveillance régulière (Annexe 1).

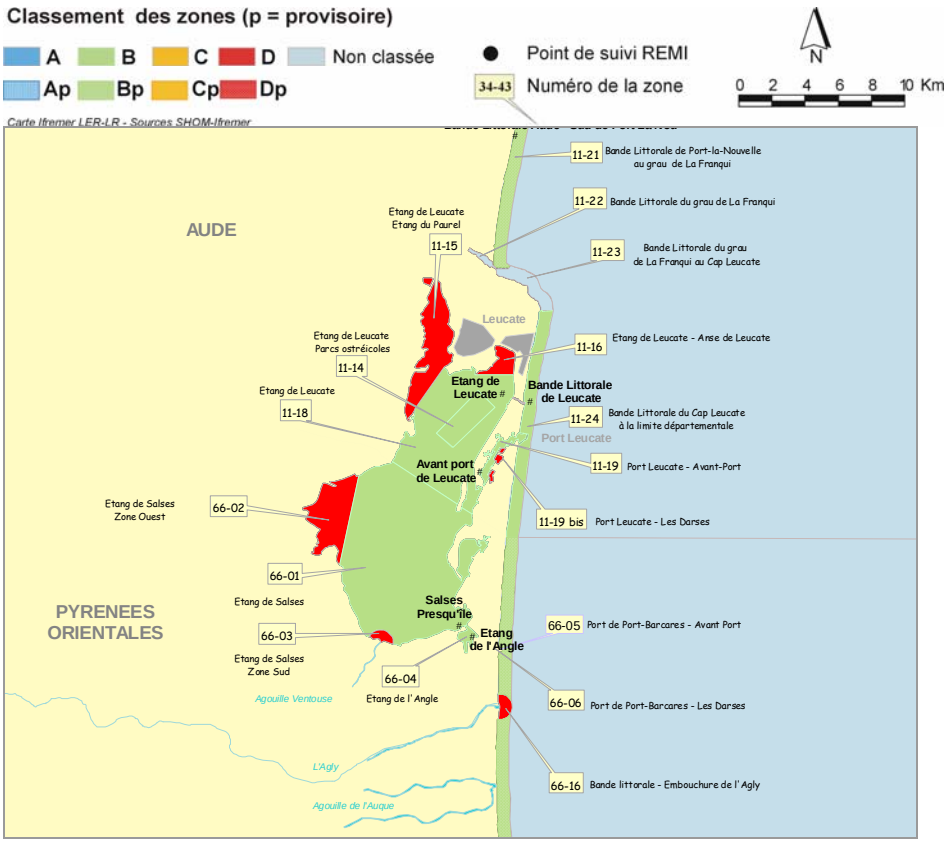


Figure 3. 6 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 2 dans les Pyrénées-Orientales et l'Aude, de l'embouchure de l'Agouille de l'Auque au grau de La Franqui et localisation des points de suivi REMI.*

En 2008, les profils de contamination microbiologique d'origine fécale des coquillages prélevés sur les gisements naturels des 4 zones de pêche de la lagune,

[4] Le quantile 90 est la valeur pour laquelle 90% des données lui sont inférieures.

[5] La valeur d'un résultat inférieur au seuil de détection est fixée à 10.

n°66.01 « Etang de Salses » (Figure 3. 7) et n°66.04 « Etang de l'Angle » (Figure 3. 8) dans le Sud et n°11.18 « Etang de Leucate » (Figure 3. 9) et n°11.19 « Port de Leucate – avant Port » (Figure 3. 9) dans le Nord, sont globalement comparables. Les moules présentent une bonne qualité microbiologique, plus de 90% des résultats sont inférieurs au seuil de 230 *E.Coli* / 100 g de CLI[6]. Les quatre dépassements de ce seuil enregistrés en 2008 sont de faible amplitude, la valeur maximale de contamination des moules atteint 350 *E.Coli* / 100 g de CLI au point « Salses Presqu'île » en avril. Les profils de contamination des palourdes prélevées simultanément aux moules dans les mêmes secteurs sont significativement plus dégradés. Ces résultats corroborent ceux des années précédentes, et témoignent des différences physiologiques de ces espèces dans les processus de contamination et décontamination, vis-à-vis de pollutions microbiologiques. Comme les années précédentes, des pics de pollution des coquillages fouisseurs, caractérisés par un dépassement du seuil de 1 000 *E.Coli* / 100 g de CLI, sont ponctuellement mis en évidence. En 2008, ils sont enregistrés en janvier et mai au point « Avant Port de Leucate», en juin au point « Etang de l'Angle » et en mai, juin et décembre au point « Salses – Presqu'île ». L'impact des sources de contamination microbiologique d'origine fécale, auxquelles sont assujetties ces zones de pêche, reste limité en 2008 et compatible avec leur classement sanitaire, car aucun dépassement du seuil d'alerte d'une zone B de 4 600 *E.Coli* / 100 g de CLI n'est mesuré. Contrairement à l'année 2007, l'Administration n'a pris aucune mesure de restriction ou d'interdiction temporaire de commercialisation des coquillages issus des zones de pêche de la lagune consécutivement à des contaminations microbiologiques.

Dans le Sud de la lagune, le nombre de résultat acquis au cours des trois dernières années, par groupe de coquillage et par zone, est insuffisant (<24) pour permettre une évaluation de la qualité microbiologique des zones de pêche n°66.01 « Etang de Salses » pour le groupe 2 et n°66.04 « Etang de l'Angle » pour les groupes 2 et 3.

[6] Chair et liquide intervalvaire

La qualité microbiologique estimée sur la période 2006-2007-2008 est :

- B pour le groupe 2 pour les zones n°11.18 « Etang de Leucate » et n°11.19 «Port de Leucate – avant Port», selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et du règlement européen (CE) n°854/2004 en prenant en compte la tolérance de 10% admise au-delà de 4600 *E .coli*/100g CLI pour la classe B, définie de façon transitoire par le règlement CE n°1666/2006 (jusqu'à fin décembre 2009),
- B pour le groupe 3 pour la zone n°11.19 « Port de Leucate – avant Port » selon les critères microbiologiques du règlement européen (CE) n°854/2004, et A selon l'arrêté du 21 mai 1999,
- B le groupe 3 pour la zone n°66.01 « Etang de Salses » quelque soit les seuils réglementaires retenus.

Ces estimations de la qualité microbiologique sont conformes au classement actuel en B de ces zones de pêche.

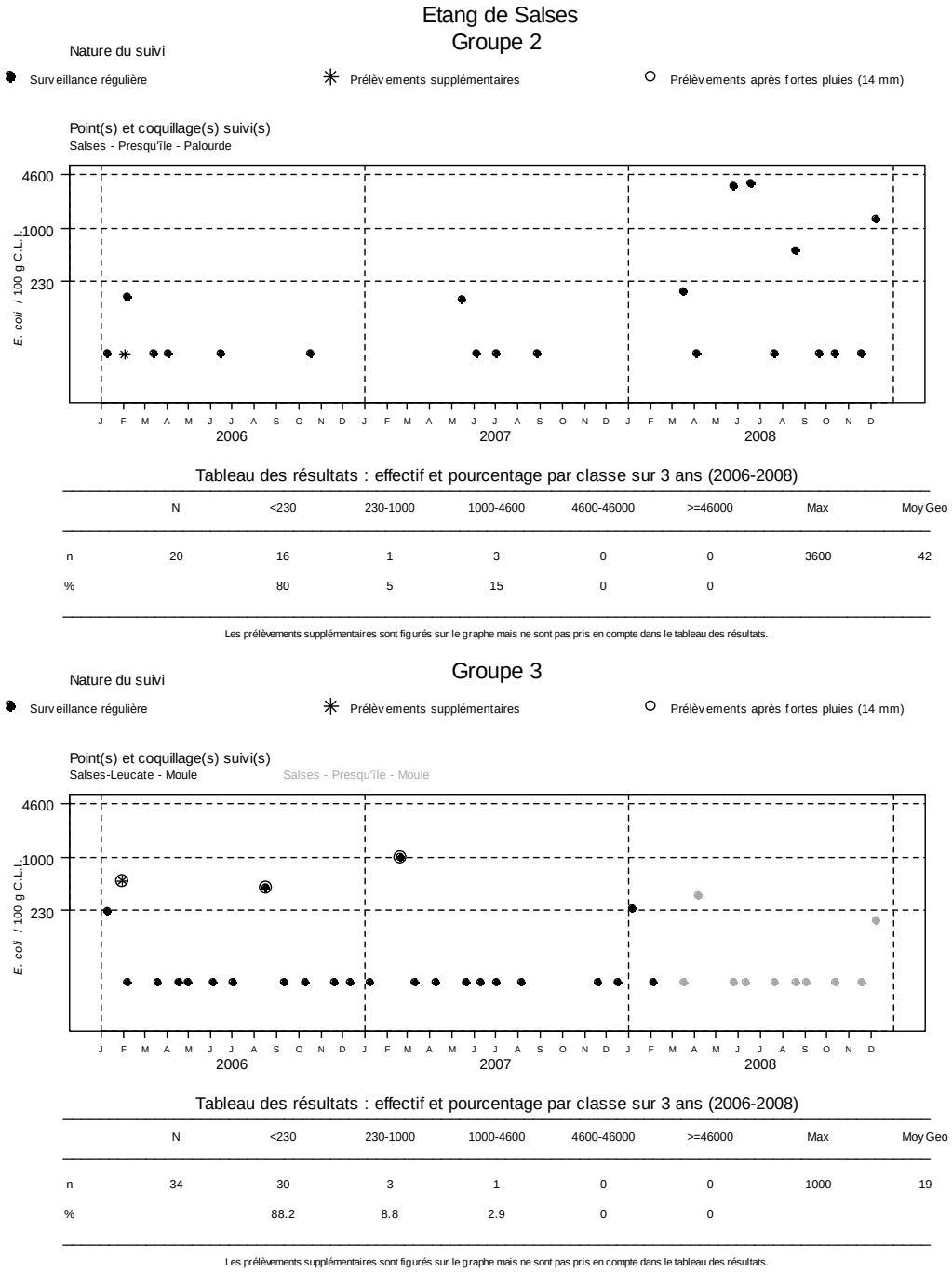


***Figure 3. 7** : Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche de l'étang de Salses n°66.01 pour les groupes 2 et 3 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

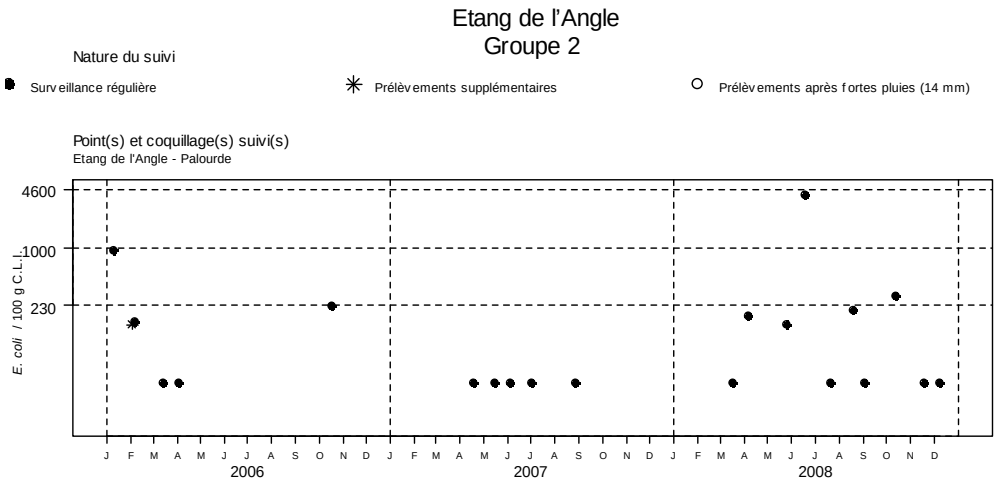


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	20	17	2	1	0	0	4000	41
%		85	10	5	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

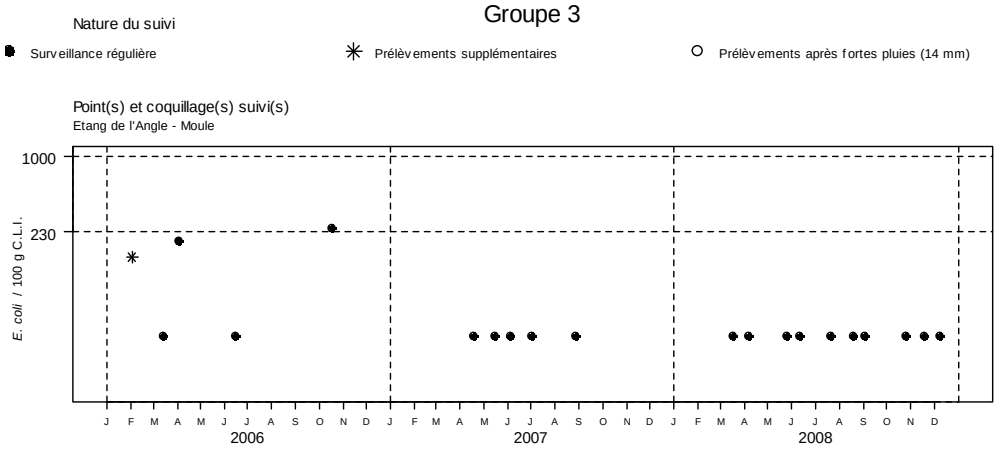


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	19	18	1	0	0	0	240	14
%		94.7	5.3	0	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 3. 8 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche de l'étang de l'Angle n°66.04 pour les groupes 2 et 3 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

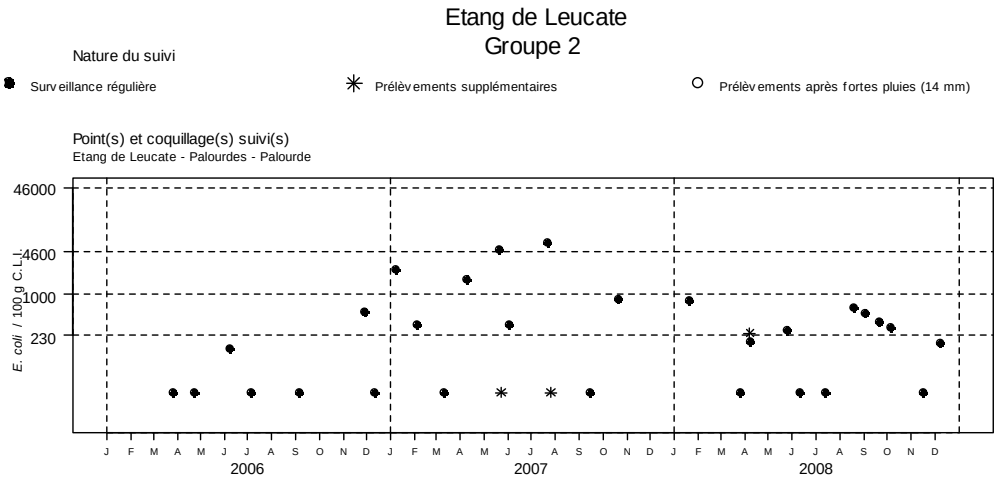


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Géo
n	28	14	10	2	2	0	6500	121
%		50	35.7	7.1	7.1	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 3. 9 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche de l'étang de Leucate n°11.18 pour le groupe 2 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

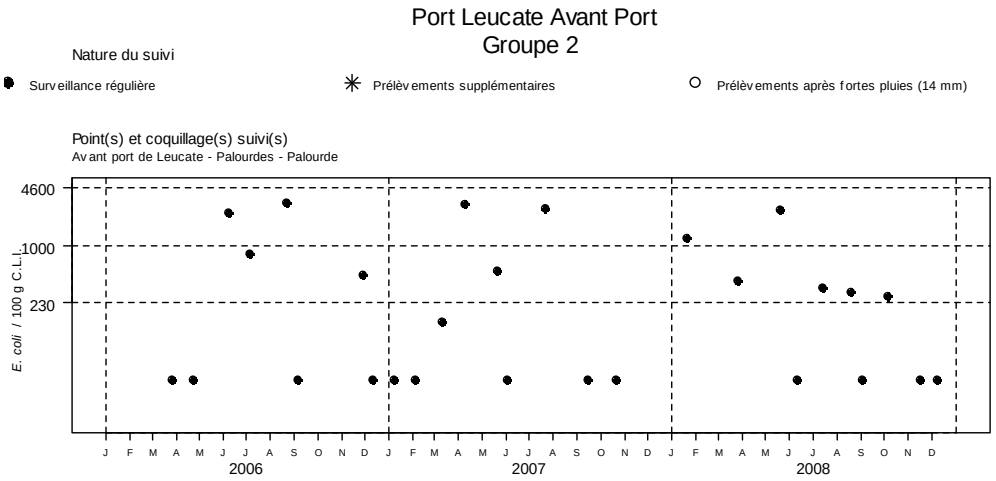


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	27	14	7	6	0	0	3100	98
%		51.9	25.9	22.2	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

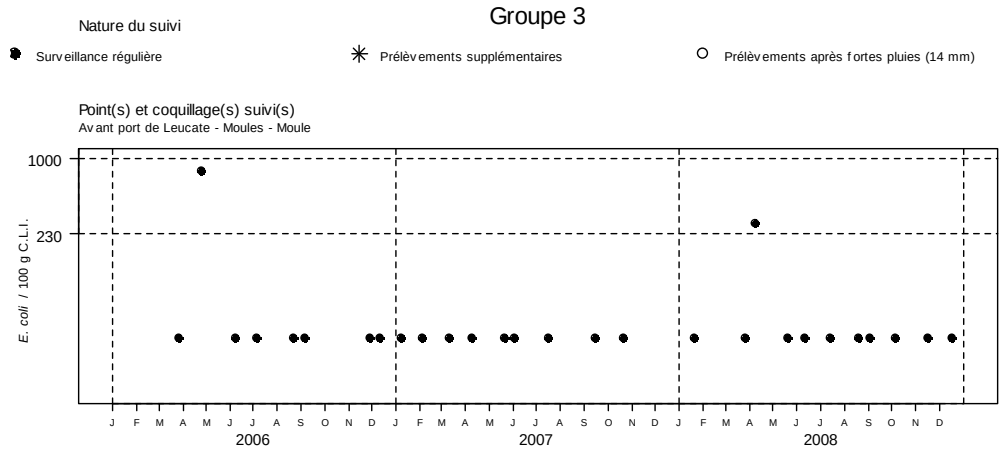


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	28	26	2	0	0	0	770	13
%		92.9	7.1	0	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 3. 10 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche du Port Leucate – Avant Port n°11.19 pour les groupes 2 et 3 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

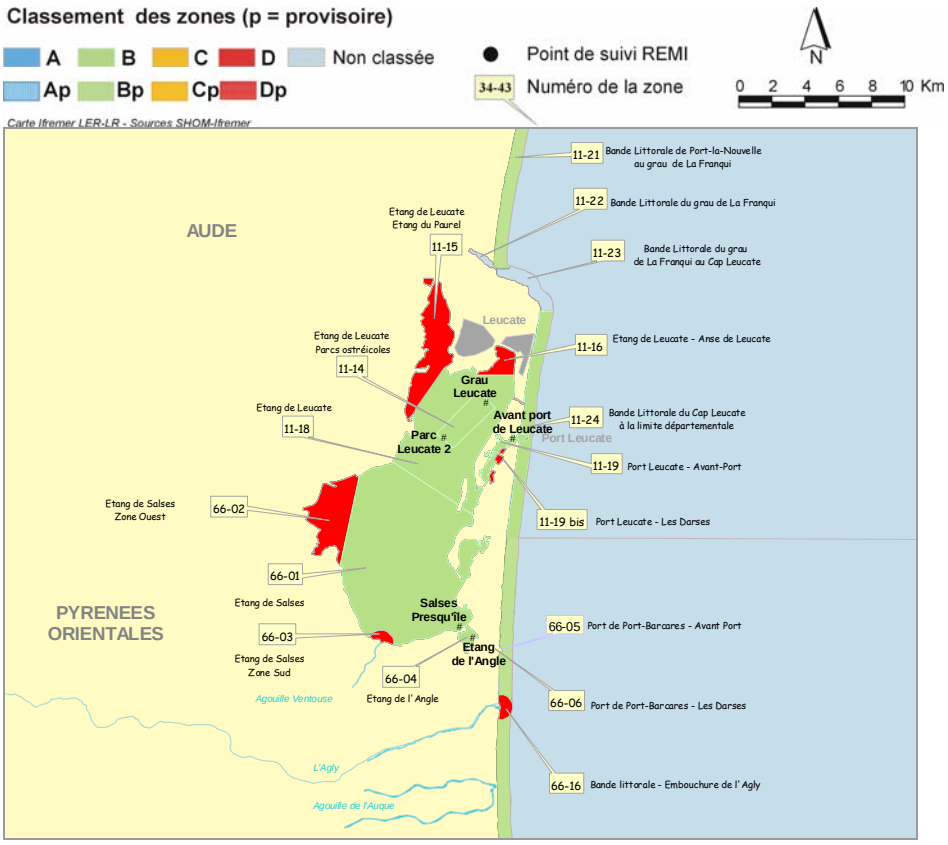


Figure 3. 11 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 3 dans les Pyrénées-Orientales et l'Aude, de l'embouchure de l'Agouille de l'Auque au Grau de La Franqui et localisation des points de suivi REMI.*

Les niveaux de contamination microbiologique d'origine fécale de la zone d'élevage n°11.14 « Etang de Leucate – Parcs ostréicoles » mesurés en 2008, sont comparables à ceux des années précédentes (Ifremer RSL 2007). La zone présente des niveaux moyens de contamination, se maintenant dans la majorité des cas en dessous du seuil de mise en alerte de 4 600 *E.Coli* / 100 g de CLI pour une zone classée B. Au cours des dix dernières années, 5 dépassements du seuil d'alerte ont été détectés dans le cadre du REMI, tous à l'automne, en 1999, 2002 et 2004 au point Grau Leucate, localisé au Nord de la zone d'élevage, et en 1999 et 2008 au point « Parc Leucate 2 » localisé au Sud de la zone d'élevage. En 2008, un pic de pollution de 7 900 *E.Coli* / 100 g de CLI est mis en évidence le 12/11 par temps sec, 7 jours après la fin d'un épisode pluvieux d'un cumul d'environ 50 mm (station Météo France de Leucate). Le résultat acquis simultanément au point « Grau Leucate », est également élevé (2 500 *E.Coli* / 100

g de CLI) (Figure 3. 12). En raison des conditions de vents défavorables, la seconde série de prélèvement n'a pu être réalisée que le 01/12/2009, elle signe un retour à la normale. Aucune mesure de gestion de la zone conchylicole n'a été prise par l'Administration suite à cette dégradation ponctuelle de la qualité sanitaire des coquillages.

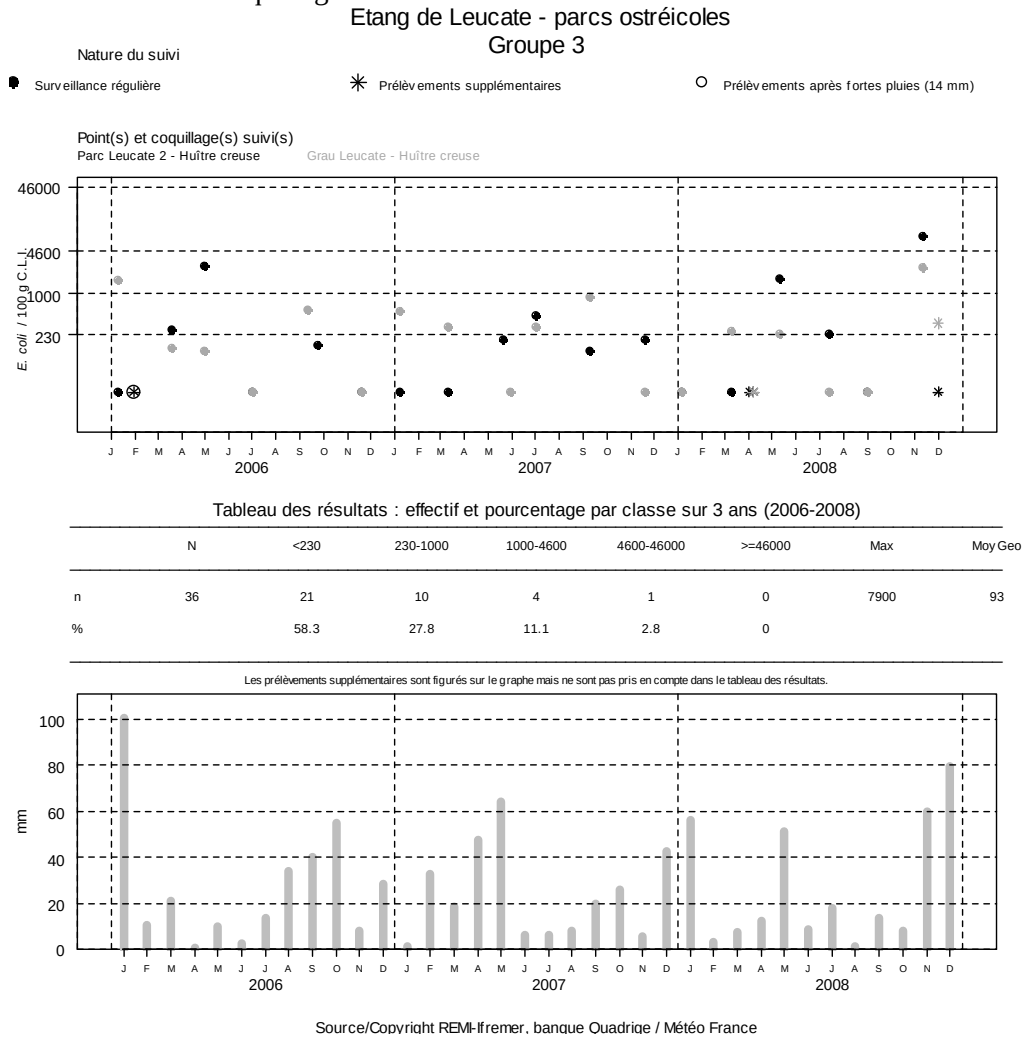


Figure 3. 12. *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone conchylicole n°11.14 de l'étang de Leucate pour le groupe 3, synthèse des résultats acquis en surveillance régulière et distribution mensuelle de la pluviométrie à la station de Leucate (données Météo France).*

Sur la période 2006-2007-2008, la qualité microbiologique estimée de la zone des parcs ostréicoles est B pour le groupe 3, selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et du règlement européen (CE) n°854/2004 en prenant en compte la tolérance de 10% admise au-delà de 4600 *E .coli*/100g CLI pour la classe B, définie de façon transitoire par le règlement CE n°1666/2006 (jusqu'à fin décembre 2009). Cette estimation est conforme au classement actuel en B de la zone d'élevage.

L'analyse de tendance[7] sur les données obtenues pour la stratégie de surveillance régulière (hors alerte) au niveau des deux points de suivi « huître » de la zone d'élevage ne met pas en évidence de tendance générale significative sur la période 1999-2008.

4.2. Réseau d'Observation de la Contamination CHimique (ROCCH)

Le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH anciennement RNO) est un programme national mis en place par le ministère chargé de l'environnement et coordonné par l'Ifremer. Son objectif premier est l'évaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques.

Ce suivi a démarré depuis 1981 sur la lagune de Salses-Leucate, à la fois sur les sédiments à raison d'une campagne tous les dix ans et sur les organismes filtreurs (moules) à raison de deux campagnes par an (février et novembre). Depuis 2002, de nouveaux contaminants sont recherchés pour la matière vivante, il s'agit de l'argent, du chrome, du nickel et du vanadium.

Dans le cas d'échantillonnages réalisés en zone d'élevage de mollusques, les résultats ROCCH peuvent être comparés aux seuils fixés pour la protection du consommateur. Les niveaux des différents contaminants mesurés dans les lagunes du Languedoc Roussillon et leurs comparaisons aux médianes nationales sont fournis dans l'annexe 2. La provenance et la toxicité des différents contaminants sont également fournies dans l'annexe 2.

Les résultats du ROCCH (Figure 3. 13) font apparaître pour l'ensemble des contaminants présentés une tendance à la diminution ou à la stabilisation des niveaux de contamination. Pour les contaminants concernés par un seuil réglementaire à leur consommation (Pb, Hg, et Cd), les valeurs observées sont très inférieurs à ces normes.

En ce qui concerne les nouveaux contaminants recherchés, il n'y a pas suffisamment de recul pour évaluer leur tendance d'évolution dans le milieu. Seules les comparaisons par rapport aux médianes nationales sont disponibles (Annexe 2) : la teneur en nickel est supérieure à la médiane nationale alors que

[7] Test non paramétrique de Mann-Kendall

pour l'argent, le chrome et le vanadium, les teneurs sont inférieures à la médiane nationale

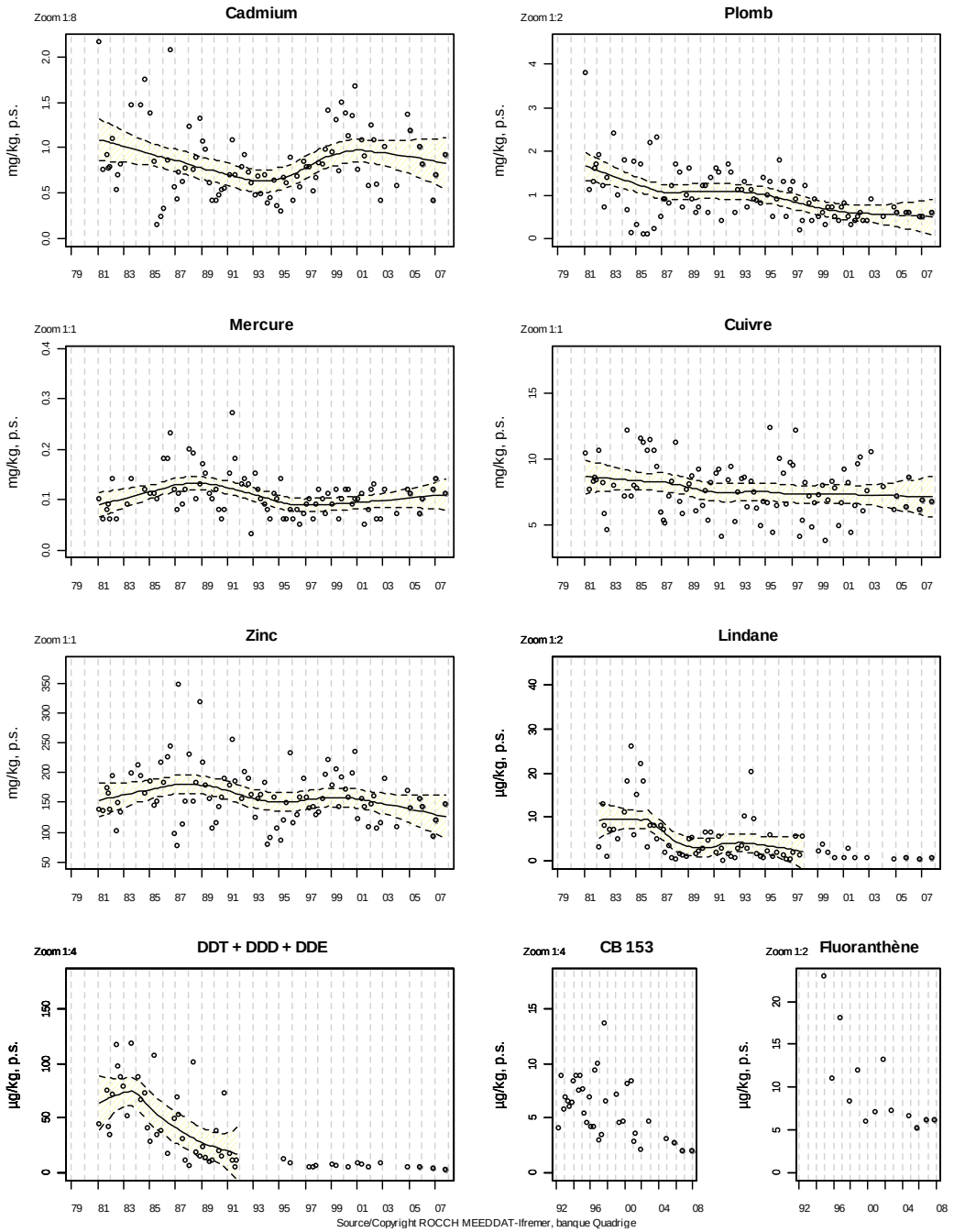


Figure 3. 13 : *Niveaux et tendances d'évaluation de la contamination chimique dans les moules de la lagune de Leucate au point ROCCH (Parc Leucate).*

4.3. Réseau Pathologie Mollusques (REPAMO)

Comme une majorité des bassins ostréicoles français, des mortalités anormales d'huîtres creuses *Crassostrea gigas,* en élevage sur le lotissement conchylicole de l'étang de Leucate, ont été signalées en mai 2008 par la Prud'homie de Leucate et la Direction Départementale des Services Vétérinaires de l'Aude (DDSV). Sur saisine de la Direction Interdépartementale des Affaires Maritimes des Pyrénées-Orientales et de l'Aude (DIDAM 66-11), le laboratoire s'est rendu sur le site pour y effectuer une visite et réaliser des prélèvements pour analyse zoo-sanitaires dans le cadre du Réseau de Pathologie des Mollusques (REPAMO).

Des fiches de "renseignements" ont été remises au Prud'homme de Leucate (pour diffusion aux professionnels et retour au LER-LR via la SRCM) pour recenser les lots affectés.

Les déclarations émises entre le 20 avril et le 6 août 2008 (fiches retournées) par 23 professionnels ont été exploitées. Des mortalités parfois importantes ont été observées sur des individus arrivés sur site entre août et décembre 2007, mis en pré grossissement en lanterne ou panier et prêts à être collés. Plus précisément :

- des mortalités ont été observées d'avril à juillet,
- 43 lots ont subis des mortalités dont 26 de naissains et 17 d'huîtres collées avec des taux variant de 60 à 100% pour le naissain et de 20 à 100% pour les collées,
- 4 lots étaient de captage naturel, 29 d'écloseries et 10 d'origine non définie.

Les résultats des examens zoo-sanitaires réalisés par le Laboratoire de Génétique et de Pathologie de l'IFREMER (La Tremblade) n'ont pas identifié la présence d'herpès virus OsHV-1 ni de souche bactérienne sur les lots analysés.

Le suivi de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous réalisé dans le cadre du REPHY, entre le 7 avril et le 18 août 2008 sur 2 points du lotissement conchylicole de l'étang a montré des augmentations successives et relativement brutales de la température de l'eau à partir du 21 avril et une baisse de la teneur en oxygène entre le 20 juillet et le 11 août. Ces variations brutales peuvent avoir été un facteur favorisant les mortalités de naissain. Toutefois cet épisode dans l'étang de Salses-Leucate est vraisemblablement à rapprocher de celui observé sur l'ensemble du littoral français (implication du virus de l'huître OsHV-1 et de la bactérie *Vibrio splendidus*, hiver doux, printemps chaud et pluvieux,…).

5. Conclusions

Les résultats 2008 confirment le bon état de la lagune vis-à-vis de l'eutrophisation. Néanmoins des signes récurrents depuis plusieurs années d'abondances phytoplanctoniques relativement élevées dans le bassin sud indiquent que cet état pourrait être menacé si une maîtrise, voire une réduction des apports en nutriments dans cette partie de la lagune n'est pas engagée. Les résultats sur le point Anse de la Roquette corrobore cet état de fait avec un production phytoplanctonique soutenue tout au long de l'été.

La qualité microbiologique de la lagune se maintient depuis plusieurs années et est bien conforme au classement sanitaire des différentes zones de production conchylicoles de la lagune. Il en va de même pour la contamination chimique dont les niveaux, suivant les contaminants concernés, sont stables voire en diminution.

Le fait marquant de l'année est constitué par les surmortalités subies par les jeunes huîtres creuses en élevage. Néanmoins, ce phénomène observé sur la majorité des bassins conchylicoles français est totalement indépendant de l'état environnemental de la lagune.

Le bilan à mi-parcours du second contrat d'étang (2008) illustre bien les efforts menés ; malgré les difficultés de mise en œuvre évoquées dans ce bilan pour la préservation de cet écosystème, les résultats sont là pour en évaluer l'efficacité. Il apparaît cependant nécessaire d'essayer de mener à terme ou de lancer certaines actions primordiales en terme de maîtrise des flux de nutriments, en particulier sur le bassin sud de la lagune, au titre desquelles peuvent être citées : « poursuivre la mise à niveau des systèmes d'assainissement », « limiter l'impact des eaux pluviales », « réduire les rejets provenant des pisciculture s », « réduire les rejets des serres hors sol », etc…

6. Références bibliographiques

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-03/2003, 495 p.

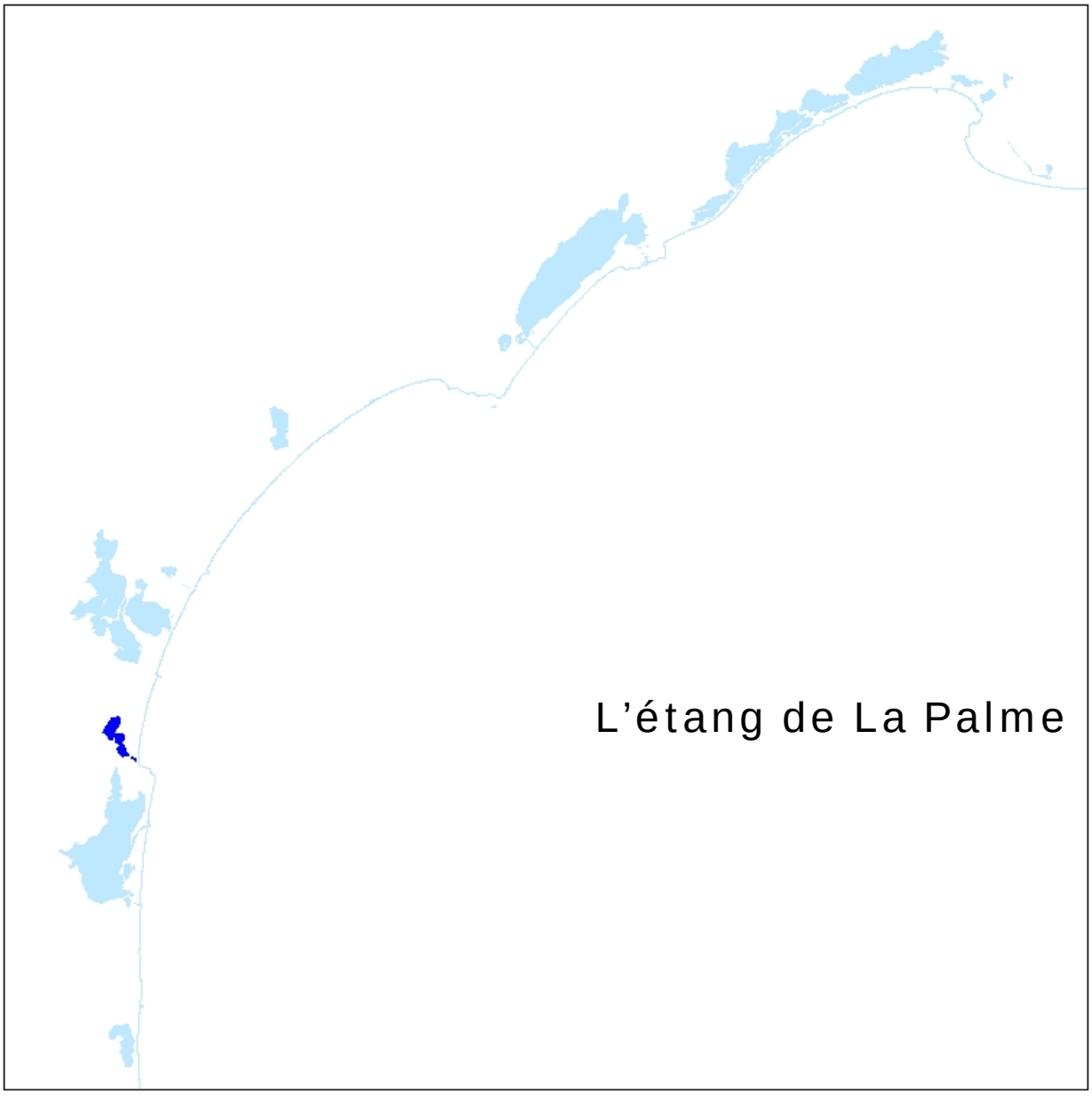
Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 523 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 424 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-06/2006, 450 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.



L'étang de La Palme

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 69

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 72

2.1. TEMPERATURE DE L'EAU 72
2.2. SALINITE 72
2.3. OXYGENE DISSOUS 74

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 74

3.1. DIAGNOSTIC DE LA COLONNE D'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 74
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 75

4. CONCLUSIONS 77

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 77

1. Introduction

La lagune de La Palme, située sur le territoire du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise, est l'une des mieux préservées à la fois de l'eutrophisation et de la contamination chimique. Depuis février 2006, l'étang de La Palme est, avec Bages-Sigean et les lagunes du Gruissanais (Campignol, Ayrolle et Gruissan) inscrite à la convention RAMSAR, sur la liste des zones humides d'importance internationale. Cette lagune est en outre au cœur d'un site Natura 2000 dont la richesse écologique en fait un habitat d'intérêt communautaire prioritaire au titre de la Directive Européenne « Habitats ».

Cette lagune constitue un site de référence pour les masses d'eau de transition de type lagunaire au titre de la Directive Cadre sur l'Eau. La préservation du « bon état écologique » de l'ensemble des compartiments de cette lagune, qui conditionne l'état de conservation des habitats naturels et des habitats d'oiseaux environnants, constitue donc un enjeu majeur sur ce site.

Or depuis 2003, les diagnostics successifs de la colonne d'eau ont mis à jour des excès d'ammonium dans l'eau dont l'origine est sans aucun doute urbaine. Si en 2007 le diagnostic des sédiments, qui affichent un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation, n'a pas mis en évidence d'évolution significative de ce compartiment, la sensibilité des compartiments micro et macroalgues à ces pollutions récurrentes a été révélée avec l'apparition de tapis d'algues vertes opportunistes dans la partie nord-est de la lagune.

Dans ce chapitre sont présentés :

- les résultats du suivi des paramètres hydrologiques réalisé entre septembre 2007 et septembre 2008 par le PNR dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL)[1].
- les résultats du suivi de la colonne d'eau et du phytoplancton réalisés durant l'été 2008.

[1] www.pole-lagunes.org ; bilan des données 2000-2005 : http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/loadPge.php?file=eau/fogem/bilan_2000_2005/bilan.file

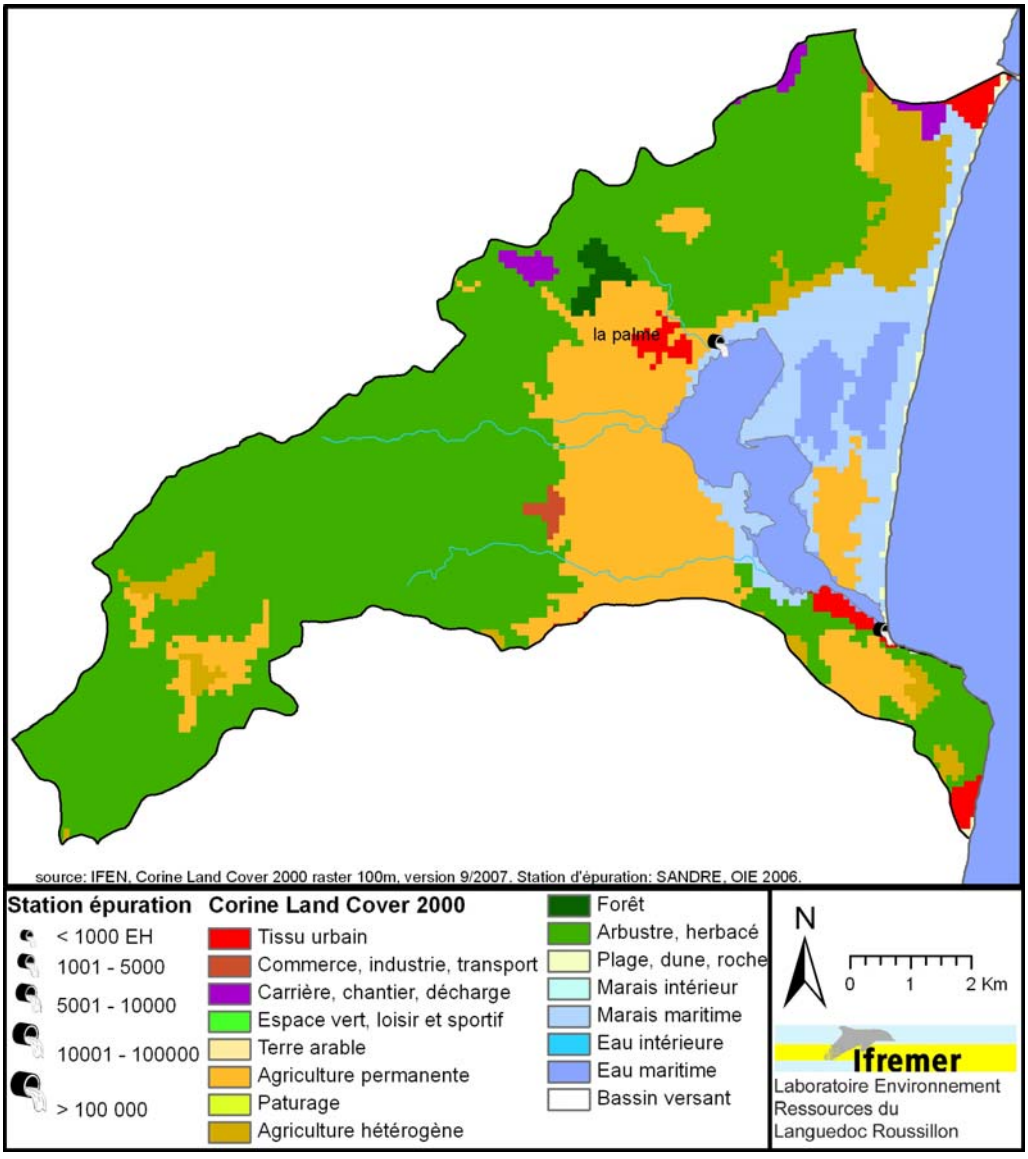


Figure 4.1: *Présentation de la lagune de La Palme et de son bassin versant.*

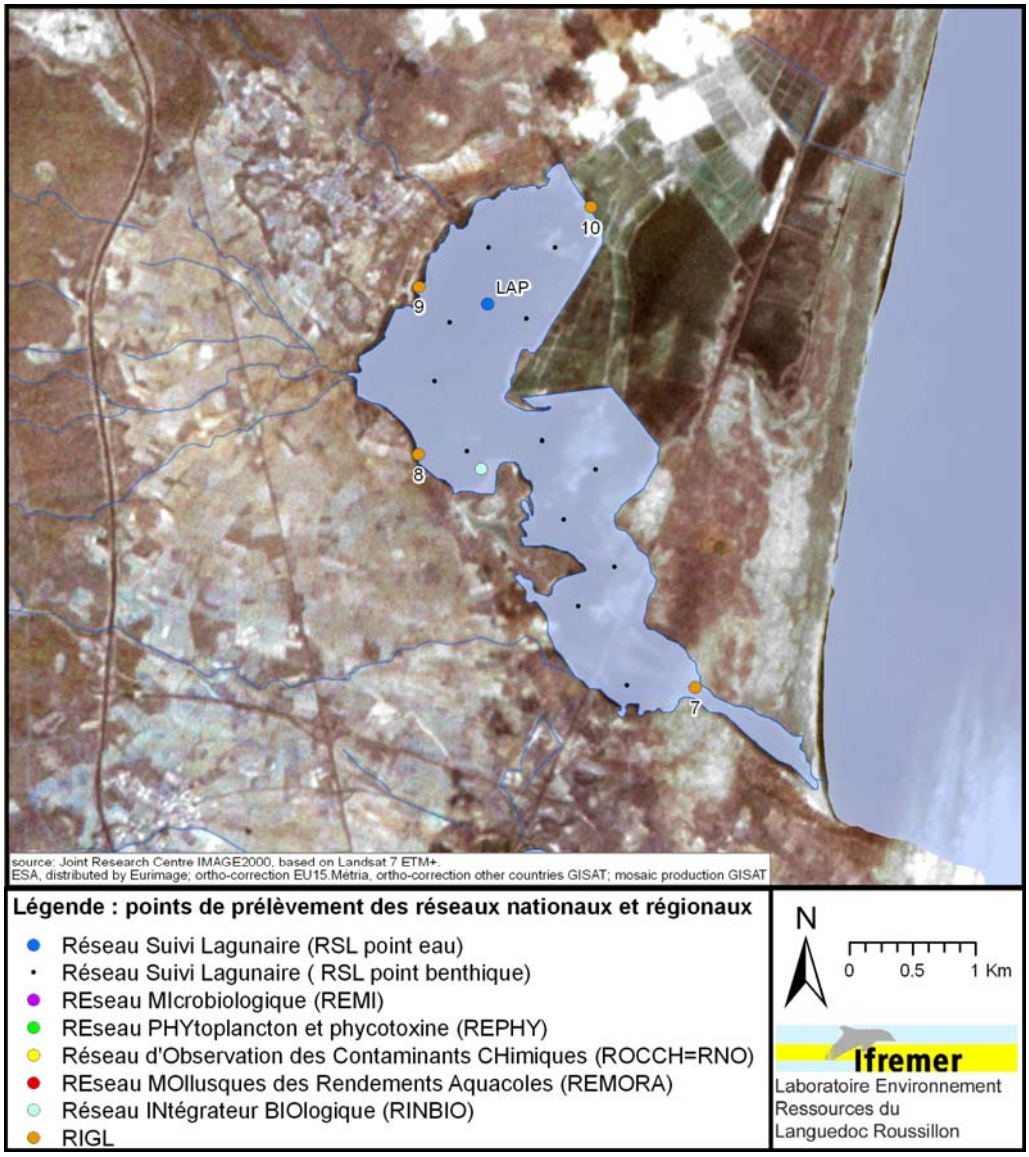


Figure 4.2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de La Palme.*

2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL

Un suivi annuel des paramètres physico-chimiques a été réalisé par le Parc Naturel Régional de la Narbonnaise en Méditerranée dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes[2]. Ce suivi est fait sur 4 stations à un pas de temps mensuel. Les données acquises entre septembre 2007 et septembre 2008 viennent compléter celles du RSL et sont présentées sur la Figure 4.3.

2.1. Température de l'eau

La courbe des températures aquatiques de 2008 suit logiquement celle des températures atmosphériques sur la même période. Les valeurs sont assez homogènes malgré les différences topographiques et géographiques des différents points de suivi (écart toujours inférieur à 5°C entre les points à une même date).

2.2. Salinité

La moyenne de salinité sur 2008 est largement supérieure à celle des années précédentes (1994-2004). La salinité est effectivement restée globalement assez élevée toute l'année, en raison, principalement, du déficit de précipitations accumulé en 2007, et qui se confirme en 2008. Les minimales observées durant toute l'année sont nettement supérieures à la normale (S < 20). On atteint même des valeurs 2 fois supérieures à la salinité de la mer au sud de l'étang (80 : valeur déjà observée en sept. 2001). On observe toujours une variation saisonnière de la salinité (bien que peu marquée), avec en permanence des valeurs supérieures à la normale saisonnière. Cette année encore, les valeurs enregistrées au nord de l'étang sont souvent plus faibles que dans le reste de l'étang, ce qui permet de mettre en évidence l'influence des apports par les résurgences karstiques du Rec des bains.

[2] www.pole-lagunes.org ; bilan des données 2000-2005 : http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/loadPge.php?file=eau/fogem/bilan_2000_2005/bilan.file

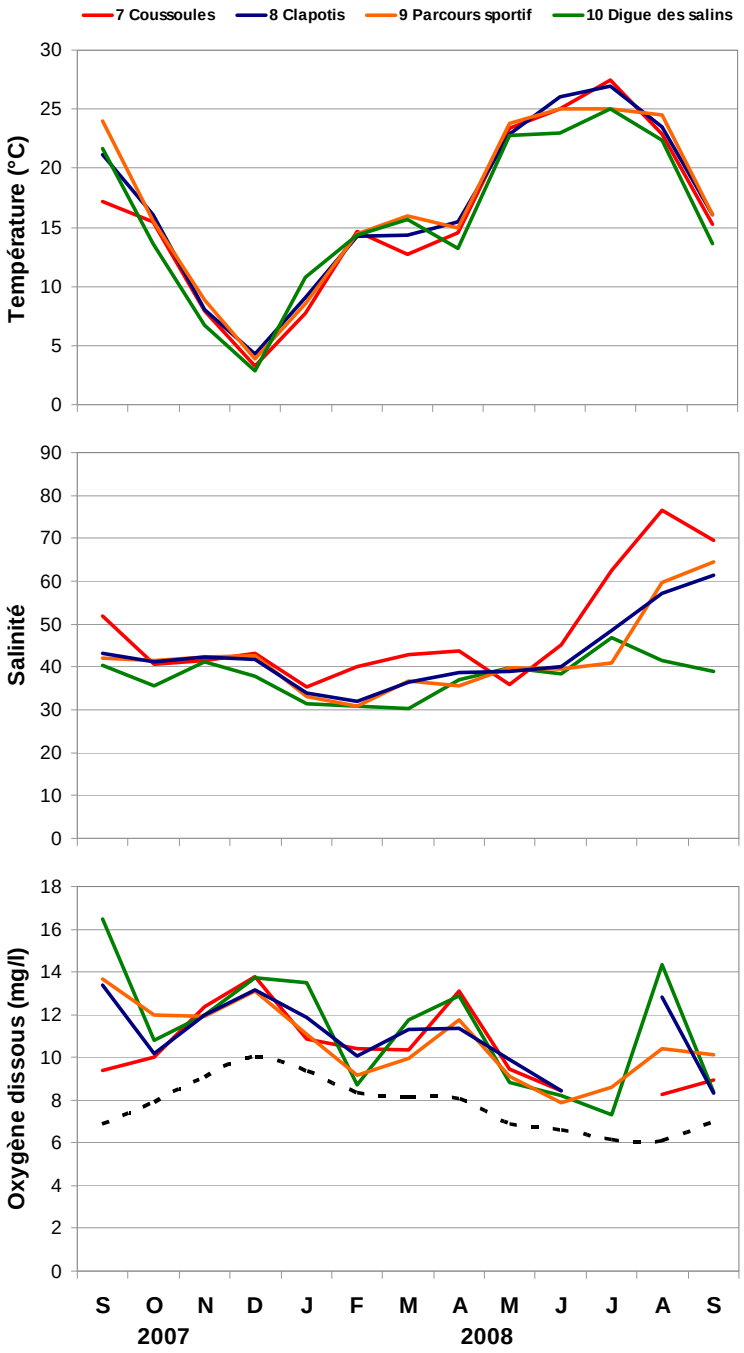


Figure 4.3 : *Evolution saisonnière (sept 2006 - sept 20007) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang de La Palme dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

2.3. Oxygène dissous

Remarque : Des problèmes de sonde sont survenus en fin d'été : l'oxymètre est tombé en panne en juillet. Par ailleurs, les concentrations en oxygène dissous mesurées au mois d'août avec l'appareil du PNR n'ont pas été prises en compte car elles sont supérieures à celles mesurées avec le matériel de l'Ifremer.

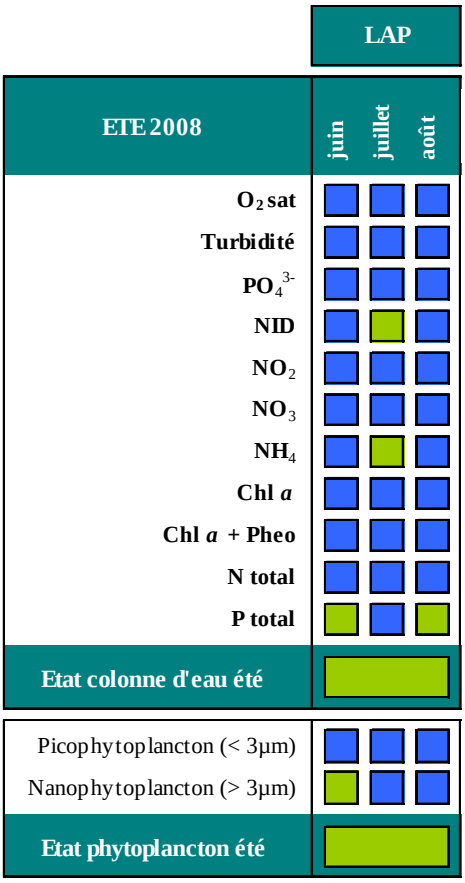
Les moyennes du paramètre oxygène (O_2 dissous) de 2008 sont supérieures à celles mesurées entre 1994 et 2004 (et ce, même si on ne considère pas les valeurs du mois d'août 2008). Cette constatation met potentiellement en évidence une activité biologique plus importante cette année.

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton

Une seule station est suivie dans l'étang de La Palme (Figure 4.2). De même qu'en 2007, la grille de l'eau affiche, pour cette lagune, un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. De légères accumulations dans la colonne d'eau d'ammonium en juillet, sans commune mesure avec les pollutions enregistrées depuis 2003, et de phosphore total en juin et août déterminent cet état.

Tableau 4.1 : *Grille estivale (été 2008) de l'eau et du phytoplancton pour la lagune de La Palme (LAP)*



Durant les trois mois de l'été 2008, la production primaire est restée limitée, si l'on excepte un léger excès de cellules de nanophytoplancton au mois de juin. Comme la colonne d'eau, le compartiment phytoplancton affiche un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation.

3.2. Evolution pluriannuelle

Le Tableau 4.2 regroupe l'ensemble des diagnostics de l'eau et du phytoplancton réalisés sur la lagune de La Palme depuis 1998.

Tableau 4.2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans l'étang de La Palme. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*

(1) Souchu et al., 2000

(2) Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc ëtre considérés comme un diagnostic

Depuis 2003, de fortes contaminations à l'ammonium ont été observées de façon récurrente dans cette lagune. Durant les étés 2007 et 2008, les concentrations en ammonium ont affiché des valeurs supérieures au seuil « Très Bon/ Bon » mais sont restées bien inférieures aux valeurs enregistrées les années précédentes. En outre, contrairement à l'année passée, la production primaire est restée limitée durant tout l'été.

Un traitement statistique[3] des données des grilles de l'eau de 2001 à 2008 a été réalisé afin de mettre en évidence une éventuelle évolution de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation **de la colonne d'eau sur les huit dernières années** : sur cette échelle de temps, aucune tendance n'est mise à jour dans la lagune de La Palme.

Rappelons toutefois que le diagnostic des macrophytes réalisé en 2007 (Ifremer, 2008) à montré une dégradation de certaines stations au nord-est de l'étang et les observations terrain réalisées par le PNR lors des suivis RIGL ont mis en évidence, cette année encore, des proliférations d'algues vertes opportunistes dans différents secteurs de la lagune.

4. Conclusions

Les pollutions récurrentes à l'ammonium depuis 2003 sur l'étang de La Palme sont de nature à alimenter des proliférations d'algues vertes opportunistes dans la partie nord-est de la lagune. Les travaux, qui devraient être engagés sur la station d'épuration de La Palme dans le courant du premier semestre 2009, devraient contribuer à limiter les sources d'ammonium sur cette lagune.

En outre, trois actions prévues dans le DOCOB de Natura 2000 ont pour objectifs d'améliorer le fonctionnement hydraulique de la lagune, de limiter au maximum les causes de comblement et d'élaborer un « règlement de gestion du grau » afin de respecter au mieux son fonctionnement naturel (ouverture hivernale, fermeture estivale). L'ensemble de ces démarches devrait participer à la préservation de cet écosystème considéré comme un habitat prioritaire au titre de la Directive Habitat et comme une masse d'eau de référence pour la DCE.

5. Références bibliographiques

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

[3] L'explication du test statistique utilisé est détaillée en Annexe 4.

L'Etang de Bages-Sigean

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 83

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES 86

2.1. CONDITIONS CLIMATIQUES 86
2.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 86
2.2.1. Température de l'eau 86
2.2.2. Salinité 88
2.2.3. Oxygène dissous 88

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 88

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 88
3.1.1. Bages Nord 88
3.1.2. Bages Milieu 89
3.1.3. Bages Sud 90
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 90
3.2.1. Bages Nord 91
3.2.2. Bages Milieu et Bages Sud 92

4. AUTRES RESEAUX DE SURVEILLANCE 94

4.1. RESEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE (ROCCH) 94

5. CONCLUSION 96

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 97

1. Introduction

La lagune de Bages-Sigean se situe dans le Parc Naturel Régional de la Narbonnaise, créé en 2003 et est également sur le périmètre du SAGE de la Basse Vallée de l'Aude.

Le Contrat d'étang, signé en avril 2005, a pour principaux objectifs : d'améliorer la qualité du milieu vis-à-vis de l'eutrophisation, des contaminations chimiques et biologiques et d'optimiser le fonctionnement hydraulique.

Il est un fait maintenant établi que la colonne d'eau des bassins situés au nord de l'île de l'Aute est en voie de restauration. Toutefois, les résultats des suivis de la colonne d'eau et du phytoplancton réalisés durant les étés 2007 et 2008 complétés par une analyse de tendance de l'évolution de la colonne d'eau sur les huit dernières années confirment le caractère exceptionnel des classements « Bon » et « Très Bon » de ces mêmes zones en 2006.

Dans ce chapitre sont également présentés les résultats du suivi des paramètres hydrologiques réalisé entre septembre 2007 et septembre 2008 par le PNR dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL)[1].

Concernant le classement de la zone n°11.12S « Etang de Bages Sigean Sud » pour la pêche de palourdes, rappelons qu'une étude de zone a été menée entre juillet 2006 et septembre 2007 (Ifremer, 2009). Cette étude n'a pas permis une estimation de la qualité microbiologique des coquillages du fait d'un échantillonnage insuffisant. Toutefois, les niveaux et la fréquence de dépassement des seuils définis par la nouvelle réglementation orientent le classement de cette zone, pour les palourdes, vers la catégorie C.

[1] www.pole-lagunes.org ; bilan des données 2000-2005 : http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/loadPge.php?file=eau/fogem/bilan_2000_2005/bilan.file

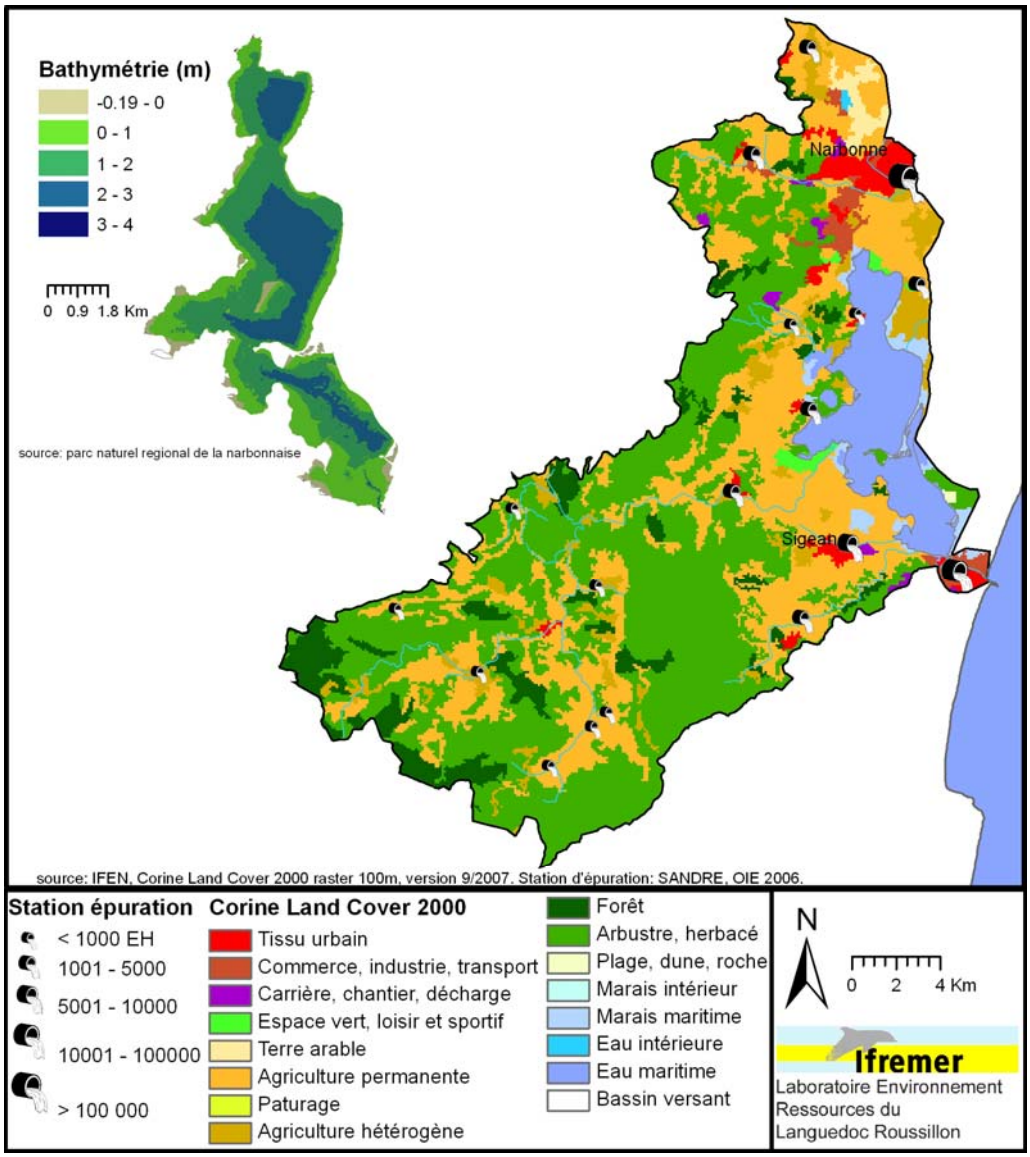


Figure 5. 1 : *Présentation de la lagune de Bages-Sigean et de son bassin versant.*

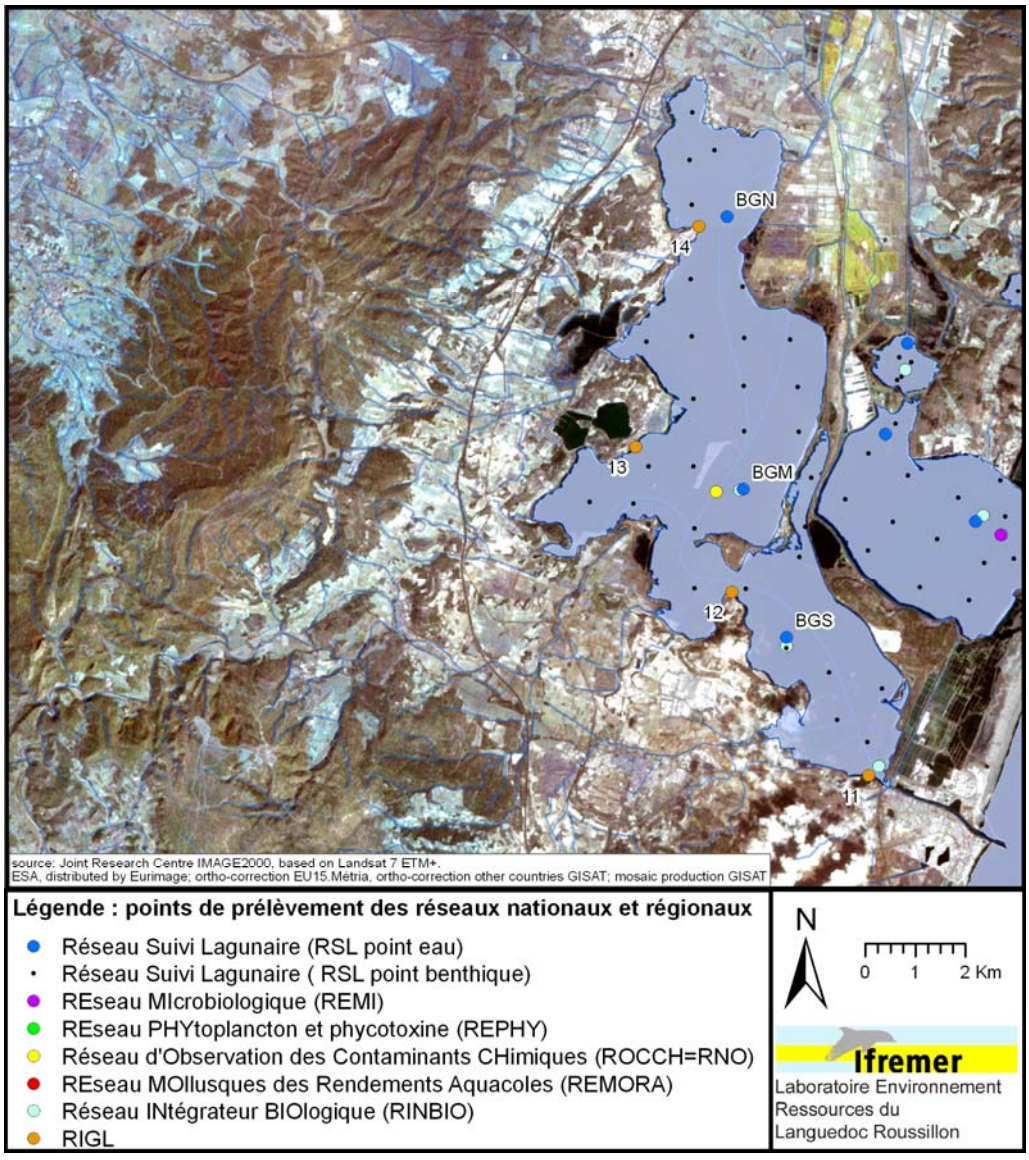


Figure 5. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de Bages-Sigean.*

2. Conditions hydroclimatiques

2.1. Conditions climatiques

Le cumul de pluie enregistré à la station Météo France de Narbonne sur l'année hydrologique 2007-2008 est le plus bas depuis 2000 avec seulement 411 mm de pluie contre 594 mm en moyenne sur les 9 dernières années(Figure 1.2 b). Le déficit hydrique a donc été encore plus important que l'année précédente qui était déjà une année particulièrement sèche (461 mm annuel). L'automne 2007 et l'hiver 2007-2008 ont été particulièrement secs, avec des mois de novembre 2007 et février 2008 où il n'a quasiment pas plu. Le mois de mai 2008 en revanche a été particulièrement pluvieux : 116 mm sur le mois dont 94 mm en quatre jours entre les 24 et 27 mai. Ces cumuls représentent le double de la pluviométrie moyenne calculée sur les mois de mai de 2000-2008. Les cumuls mensuels des mois de juin et juillet sont proches des moyennes sur les neufs dernières années, le mois d'août 2008 affichant quant à lui un léger déficit pluviométrique.

2.2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL

2.2.1. Température de l'eau

En automne 2007, les températures ont nettement baissé à partir de début octobre. On a observé une vague de froid mi-novembre (avec de la glace sur canal de la Robine) et les températures minimales <5°C ont été enregistrées en décembre. Au contraire les mois de janvier et février 2008 ont été particulièrement doux. Mais un refroidissement s'est fait sentir à partir d'avril, puis le réchauffement des eaux a été tardif (mauvais temps en mai juin). On a observé des montées en températures modérées en été (pas de valeur >25°C).

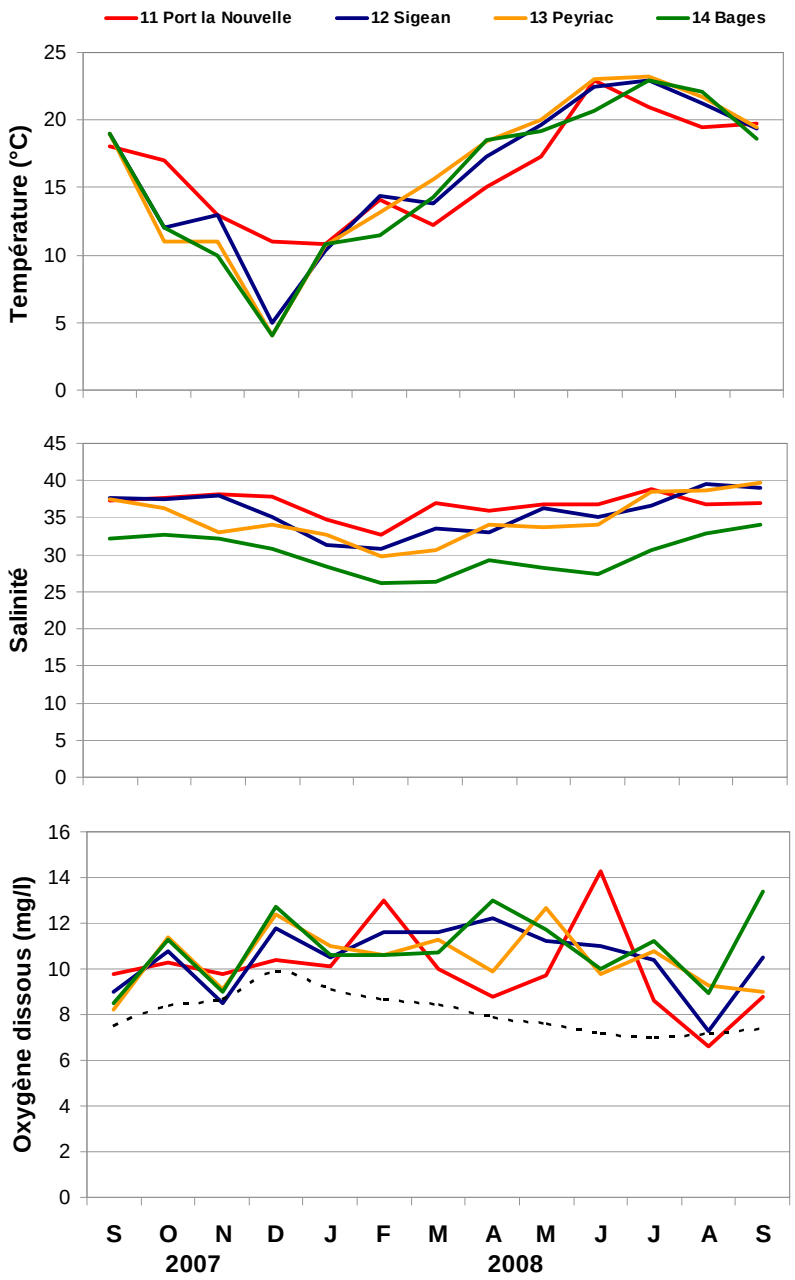


Figure 5. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2006 - sept 20007) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang de Bages-Sigean dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

2.2.2. Salinité

Les salinités restent très élevées sur toute la période en raison d'une sécheresse assez exceptionnelle (valeur record de presque 40 à Sigean fin août). L'écart avec les moyennes sur les 10 dernières années (à Bages comme à Sigean) est de 5 à 10 sur toute la période. Les deux seuls mois où des précipitations sensibles ont été enregistrées sont janvier et mai 2008 entraînant des dessalures modérées dans l'étang. Les pluies de mai 2008 ont eu un fort impact sur la végétation du nord de l'étang, et ont entraîné des proliférations d'algues vertes filamenteuses. Ces fortes salinités semblent avoir convenu aux méduses : d'importants développements d'*Aurélia* ont été observés au printemps 2008 puis de *Mnemiopsis* en été 2008.

2.2.3. Oxygène dissous

On enregistre des fluctuations importantes des concentrations en oxygène dissous au cours de l'année sur toutes les stations. Les valeurs basses du mois d'août 2008 s'expliquent par des mesures réalisées plus tôt que d'habitude le matin. Pas d'anoxie observée au cours de la période.

3. Diagnostic de l'eutrophisation

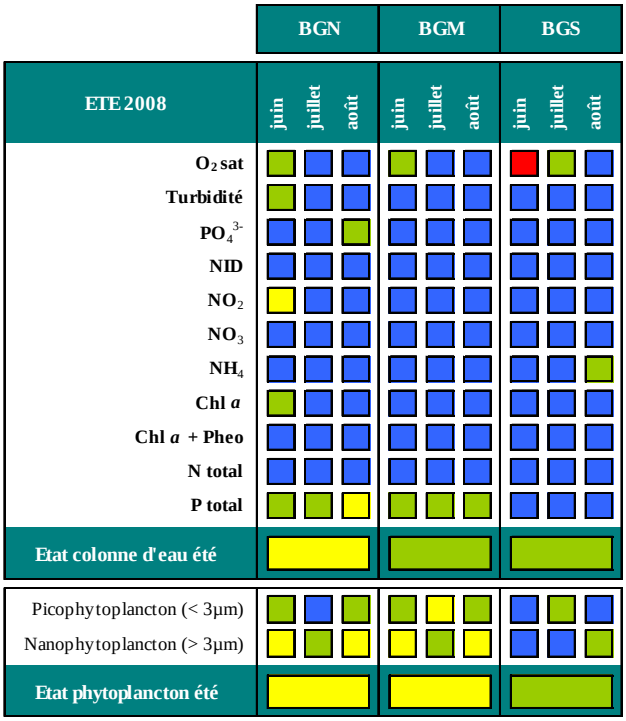
3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton

3.1.1. Bages Nord

La station nord de la lagune de Bages-Sigean (point BGN) affiche en 2008 un état moyen vis-à-vis de l'eutrophisation à la fois pour la colonne d'eau et le compartiment « phytoplancton » (Tableau 5.1). Les paramètres déclassants dans la colonne d'eau sont des concentrations excessives :

- en nitrites au mois de juin. Une origine probable de cette pollution peut être un dysfonctionnement d'une station d'épuration au niveau des processus de dégradation des matières azotées.
- en phosphore total au mois d'août.

Tableau 5.1 *: Grille de l'eau et du phytoplancton des trois secteurs de l'étang de Bages-Sigean pour les trois mois d'été et synthèse estivale.*



Concernant le compartiment « phytoplancton », les pluies du mois de mai sont vraisemblablement responsables des fortes abondances en nanophytoplancton au mois de juin, associées à une sursaturation en oxygène dissous ainsi qu'à une augmentation de la turbidité et des concentrations en chlorophylle *a*.

Les abondances en nanophytoplancton au mois d'août sont plus probablement d'origine endogène (alimentées par le relargage d'orthophosphates par les sédiments). Notons que ces abondances relativement élevées n'ont pas de répercussion sur la chlorophylle *a*.

3.1.2. Bages Milieu

La colonne d'eau de la partie centrale de la lagune de Bages-Sigean affiche cette année encore un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. La majeure partie des paramètres sont restés en deçà des seuils « Très Bon-Bon » durant tout l'été,

excepté le phosphore total (Tableau 5.1) responsable du relatif déclassement de la colonne d'eau.

Le compartiment phytoplanctonique en revanche affiche un état moyen vis-à-vis de l'eutrophisation et ce pour les trois mois d'été. La production primaire est restée élevée durant tout l'été avec des successions d'espèces de nano et picophytoplancton sans que celles-ci n'aient de répercussions sur la chlorophylle *a* mesurée dans la colonne d'eau.

3.1.3. Bages Sud

Les diagnostics de la colonne d'eau et du phytoplancton confèrent au secteur sud de la lagune de Bages-Sigean un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation pour l'été 2008 (Tableau 5.1).

Le relatif excès d'ammonium dans la colonne d'eau enregistré cette année au mois d'août est maintenant un phénomène récurrent dans ce secteur de la lagune. La mise en service de la nouvelle station d'épuration de Sigean au printemps 2009 devrait mettre un terme à ces contaminations répétées.

Les sur-saturations en oxygène dissous constituent également un paramètre qui, sur les deux dernières années, déclasse la colonne d'eau vers un « Bon état » vis-à-vis de l'eutrophisation. Notons que depuis 2007, ces sur-saturations sont liées à la présence simultanée d'ulves et d'herbiers à la station d'échantillonnage.

3.2. Evolution pluriannuelle

Les résultats de 1999 à 2008 sont complétés par les données acquises entre 1996 et 1998 dans le cadre de l'étude Ifremer-AME (Ifremer/AME, 2001). Les diagnostics du phytoplancton réalisés annuellement depuis 1999 permettent d'étudier l'évolution du compartiment « phytoplancton » en complément de la colonne d'eau pour les trois secteurs de la lagune.

Un traitement statistique[2] des données des grilles de l'eau de 2001 à 2008 a été réalisé, pour chacun des trois secteurs de la lagune, afin de mettre en évidence une éventuelle évolution de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau sur les huit dernières années. Cette analyse n'a permis de déceler aucune tendance d'évolution significative de la colonne d'eau de chacun des trois secteurs de la lagune de Bages-Sigean **sur les huit dernières années**.

[2] L'explication du test statistique utilisé est détaillée en Annexe 4.

3.2.1. Bages Nord

Entre 2001 et 2005 l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la partie nord de la lagune de Bages-Sigean a oscillé autour d'un état médiocre, sans réelle tendance à la dégradation. Depuis 2006, les grilles de l'eau mettent en évidence une amélioration de la qualité de la colonne d'eau avec le gain d'une classe de qualité. Or cette tendance n'est pas décelée par le test statistique utilisé.

Ces résultats nécessitent quelques précisions :

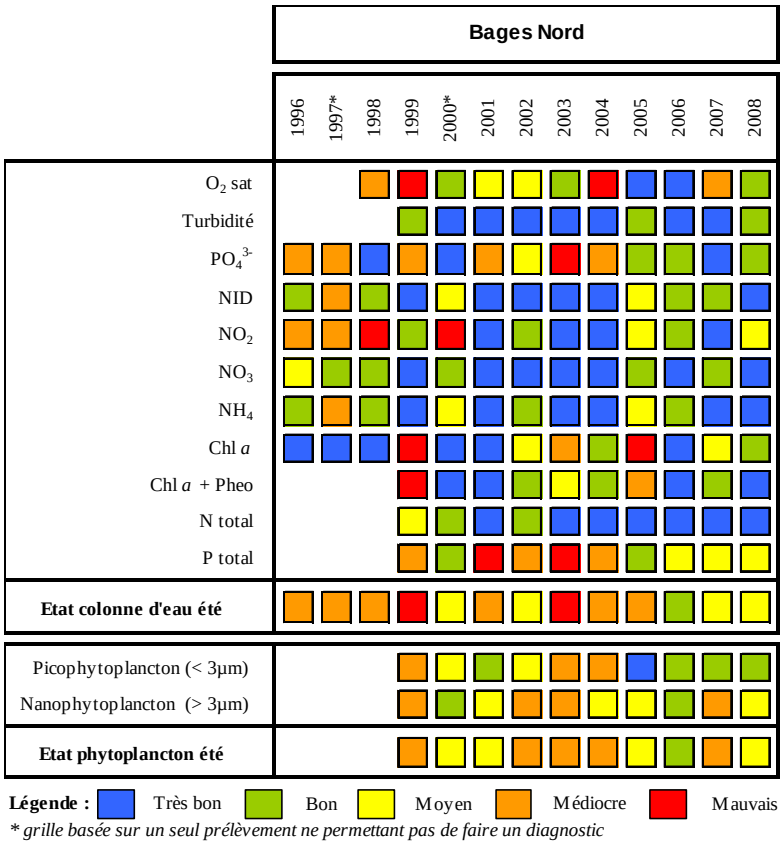
- le test statistique utilise l'ensemble des paramètres de la grille de l'eau, sans pondération. Or cette grille a été construite pour diagnostiquer l'état vis-à-vis de l'eutrophisation et identifier les origines de pollutions éventuelles. De ce fait, avec la prise en compte, dans la définition de la grille de l'eau, des différentes formes d'azote inorganique dissous, le paramètre NID (NID, NO2, NO3, NH4) prend un poids beaucoup important que les autres dans le test statistique.
- le test statistique est basé sur les différences des valeurs des paramètres. Une tendance significative à l'amélioration (respectivement dégradation) nécessite une diminution (respectivement une augmentation) des valeurs de la majorité des paramètres de la grille de l'eau.
- Une augmentation, entre deux années, de la valeur d'un paramètre au sein d'une même classe de qualité (même si celle-ci est la classe « Très bon ») va être considérée, par le test statistique, comme un signe de dégradation. Cette analyse « quantitative » est totalement absente de l'interprétation faite des grilles de l'eau qui s'appuie uniquement sur des changements de classe de qualité.

Jusqu'en 2004, dans le secteur nord de la lagune de Bages-Sigean, les apports en azote et phosphore soutenaient une production primaire excessive qui consommait la totalité des sels d'azote et laissait des phosphates en excès dans la colonne d'eau : les quatre formes de l'azote inorganique dissous affichaient donc un « Très Bon » état. Avec la diminution des apports, l'assimilation des sels nutritifs par la matière vivante a été modifiée. La production primaire, bien qu'encore importante, a fortement diminué (comme en témoignent les concentrations en chlorophylle *a*). De l'azote et du phosphore sont alors présents dans la colonne d'eau sous forme minérale (NID et phosphate) à des niveaux faibles.

Bien que faibles, ces concentrations des formes inorganiques dissoutes de l'azote se traduisent, dans le test statistique, par une augmentation des valeurs du NID (NID, NO2, NO3 et NH4) au cours des deux dernières années. Ainsi les diminutions observées, pendant la même période, sur les paramètres clef de la restauration (phosphate, chlorophylle *a*, azote et phosphore total) sont exactement compensées dans le test statistique et aucune tendance significative à

l'amélioration n'est mise à jour dans le secteur nord de la lagune de Bages-Sigean. Nous touchons ici à une limite d'utilisation du test statistique dans sa forme actuelle.

Tableau 5.2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau «et du phytoplancton dans la partie nord de la lagune de Bages-sigean. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*

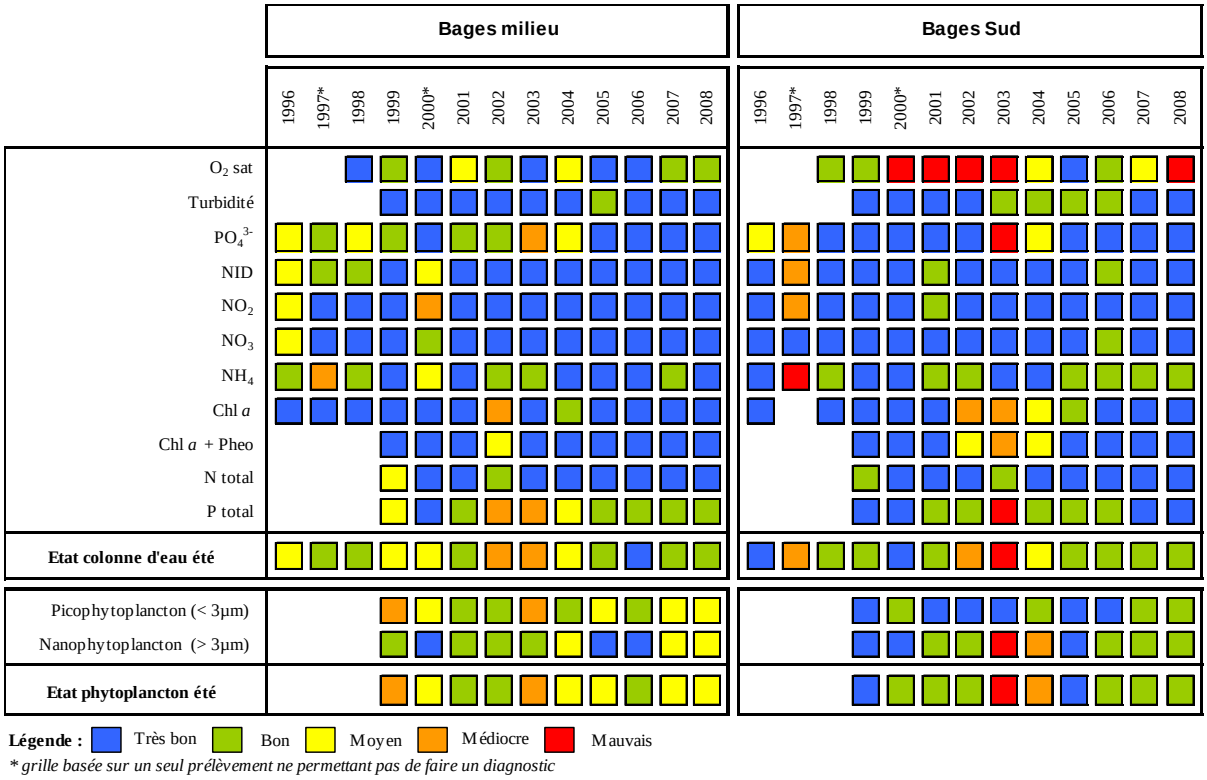


** grille basée sur un seul prélèvement ne permettant pas de faire un diagnostic*

3.2.2. Bages Milieu et Bages Sud

Sur ces huit dernières années, le suivi de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation a mis en évidence une dégradation, entre 2001 et 2004, des parties médiane et sud de la lagune de Bages-Sigean. Les travaux de mise aux normes de plusieurs stations d'épuration du tour d'étang ont permis, à partir de 2005, d'inverser cette tendance.

Tableau 5.3 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans les parties médiane et sud de la lagune de Bages-sigean. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*



A l'heure actuelle, après une année 2006 « hors norme »[3], la colonne d'eau de ces deux secteurs d'étang a retrouvé un état proche de celui qu'elle avait en 2001. L'absence d'une tendance unique (dégradation ou amélioration) significative depuis 2001 est, de ce point de vue, tout à fait conforme à la réalité de ces huit dernières années, à savoir : une restauration de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau suite à une dégradation.

L'évolution du phytoplancton dans le secteur médian de la lagune de Bages-Sigean est beaucoup plus difficile à appréhender. Depuis 2004, si l'on excepte

[3] La notion de « normalité » fait référence ici i) : au fonctionnement habituel de la prise d'eau du Canélou sur la Robine. Rappelons que durant le premier semestre 2006, les apports par le Canélou dans la partie nord de la lagune ont été interrompus pendant 2 mois en hiver suite à un incident sur le site de la Comurhex ; ii) : au condition météorologique, car le printemps 2006 a été particulièrement sec.

l'année 2006, ce compartiment affiche un état moyen vis-à-vis de l'eutrophisation qu'il est difficile de mettre en relation avec l'évolution de la chlorophylle *a* dans la colonne d'eau.

4. Autres réseaux de surveillance

4.1. Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH)

Le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH anciennement RNO) est un programme national mis en place par le ministère chargé de l'environnement et coordonné par l'Ifremer. Son objectif premier est l'évaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques et des paramètres généraux de la qualité du milieu.

Ce suivi qui a commencé en 1982 pour l'étang de Bages-Sigean se fait à la fois sur des sédiments littoraux à raison d'une campagne tous les dix ans, et sur des organismes filtreurs (moules) à raison de deux campagnes par an (février et novembre).

Il n'y a pas eu de prélèvement sur la matière vivante en 2003, faute de disponibilité de coquillages adaptés au suivi (les structures métalliques sur lesquelles les gisements naturels de moule se développent étant de nature à modifier les résultats). Afin de répondre aux exigences du suivi, des cordes de captage de moules sont en place depuis 2004 au point BGM. Les prélèvements de moules des deux semestres 2007 ont été faits et viennent compléter la dernière analyse de tendance datant de novembre 2006. La dernière campagne sédiment a eu lieu en avril 2006.

Dans le cas d'échantillonnages réalisés en zone d'élevage de mollusques, les résultats ROCCH peuvent être comparés aux seuils fixés pour la protection du consommateur. Les niveaux des différents contaminants mesurés dans les lagunes du Languedoc-Roussillon et leurs comparaisons aux médianes nationales sont fournis en annexe 2. De nouveaux contaminants sont recherchés : argent, chrome, nickel et vanadium. Les sources potentielles et la toxicité des différents contaminants sont fournies dans l'annexe 2.

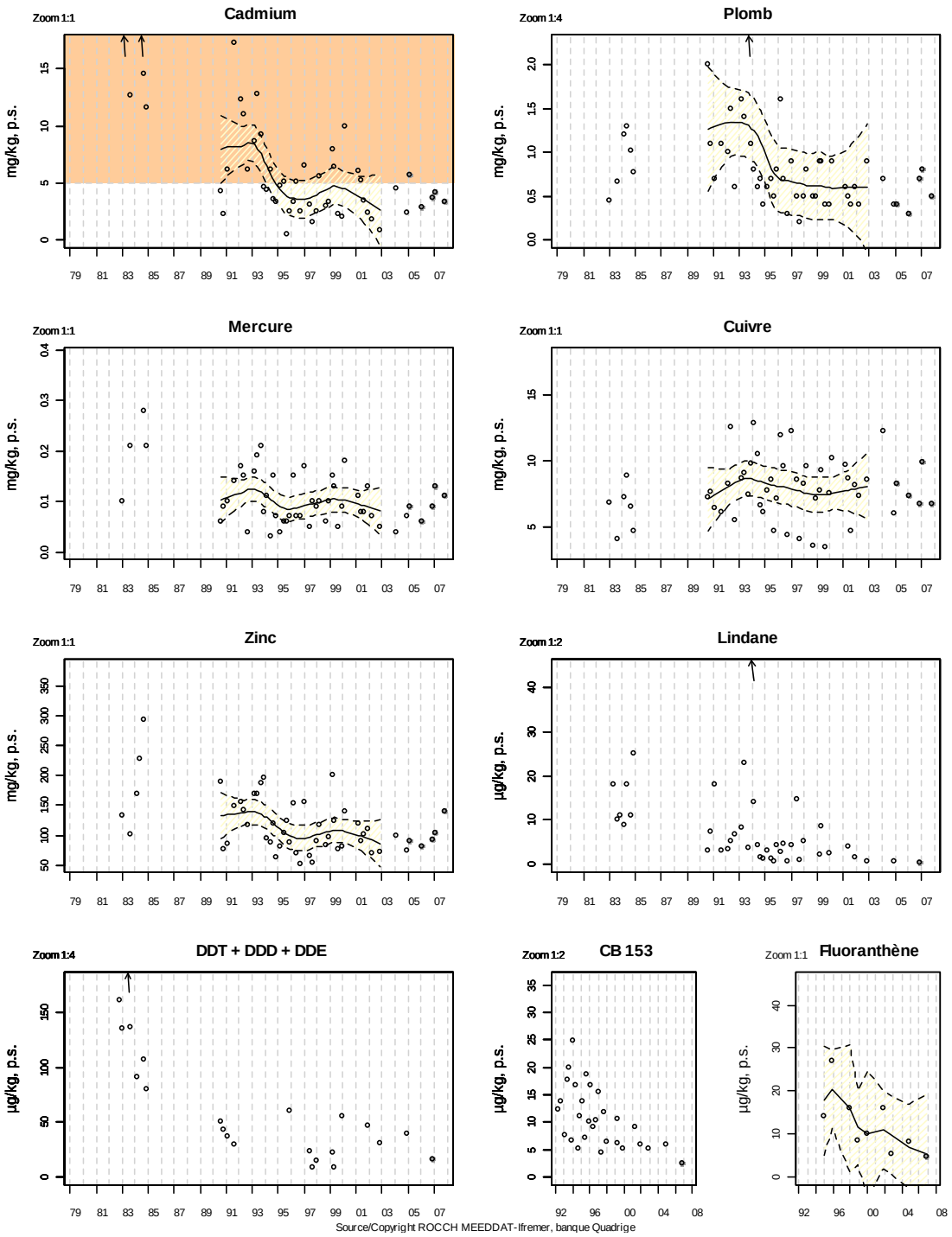


Figure 5. 4 : *Niveaux et tendances d'évaluation de la contamination dans les moules de la lagune de Bages-Sigean au point BGM.*

La problématique majeure sur cette lagune reste la pollution par le cadmium issue des rejets d'une usine de pigment de peinture située dans la zone industrielle de Malvezy au nord de Narbonne. Depuis 1991, une diminution lente mais continue des teneurs en cadmium était enregistrée dans les coquillages. Entre août 2001 et novembre 2003, ces teneurs sont même restées en dessous du seuil réglementaire, mais depuis février 2004, la décontamination marquée, initiée en 2001, semble être remise en cause. Les deux prélèvements de 2007 affichent encore des concentrations proches du seuil réglementaire. Les investigations menées par les agents du PNR tendent à montrer que l'origine de cette contamination pourrait être la remise en suspension du Cadmium stocké dans les sédiments de la Robine lors d'événements particuliers (météorologiques, travaux sur la Robine, navigation…).

5. Conclusion

Les efforts importants réalisés ces dernières années sur le bassin versant de la lagune de Bages-Sigean, en matière de réduction des rejets de stations d'épuration, ont porté leur fruit. Depuis maintenant deux ans, la colonne d'eau des bassins nord affiche un état « moyen » vis-à-vis de l'eutrophisation ; les eaux des bassins médian et sud présentent quant à elles un « bon » état. La mise en service de la nouvelle station d'épuration de la commune de Sigean avant l'été 2009 et le futur raccordement de la station d'épuration de Bages à celle de Narbonne devraient encore améliorer cette situation. Par ailleurs, il est probable que les conditions climatiques particulières de ces quatre dernières années, avec des printemps particulièrement secs et par conséquent des apports d'eau douce (et de nutriments) moins importants, ont modifié le fonctionnement de l'écosystème. Une salinité plus élevée qu'à l'accoutumée au moment de la germination des herbiers a pu favoriser leur pousse, en particulier dans le bassin médian où les herbiers à zostères occupent de larges étendues le long de la rive ouest (Ifremer, 2008). Cette compétition pour la ressource entre microalgues et macrovégétaux a vraisemblablement contribué à réduire la production primaire dans les bassins nord et médian. Cette reprise de la production benthique au détriment de la production pélagique est encourageante. Toutefois on peut s'interroger sur ce qu'il adviendra de cette dynamique lorsque des pluviométries printanières plus proches des conditions climatiques normales se reproduiront.

Par ailleurs, même dans les conditions particulières de ces quatre dernières années, la production primaire est encore excédentaire dans les bassins situés au nord de l'île de l'Aute. En outre, l'évolution du compartiment « macrophytes », observée entre 2002 et 2007 lors des diagnostics complets, montre une tendance à l'homogénéisation de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de l'ensemble de la

lagune autour d'un état moyen du fait des proliférations d'algues vertes opportunistes dans les bassins nord et sud.

Ainsi, bien qu'en nette diminution, les apports en sels nutritifs par le bassin versant sont encore trop importants pour permettre une restauration de l'ensemble des compartiments de l'écosystème. L'année 2006 est cependant là pour nous rappeler que cette restauration globale passe peut être par une gestion optimisée des apports par le Canélou.

Concernant la contamination par le Cadmium, la diminution marquée des teneurs dans les coquillages initiée en 2001 semble être remise en cause depuis 2004 puisque les concentrations dans les moules sont à nouveau proches du seuil réglementaire. Le Cadmium stocké au cours du temps dans les sédiments des cours d'eau qui reçoivent le rejet industriel constituent encore actuellement une source potentielle de contamination. Le Cadmium adsorbé sur les particules peut en effet être remis en suspension et donc à disposition dans la colonne d'eau lors d'événements particuliers.

6. Références bibliographiques

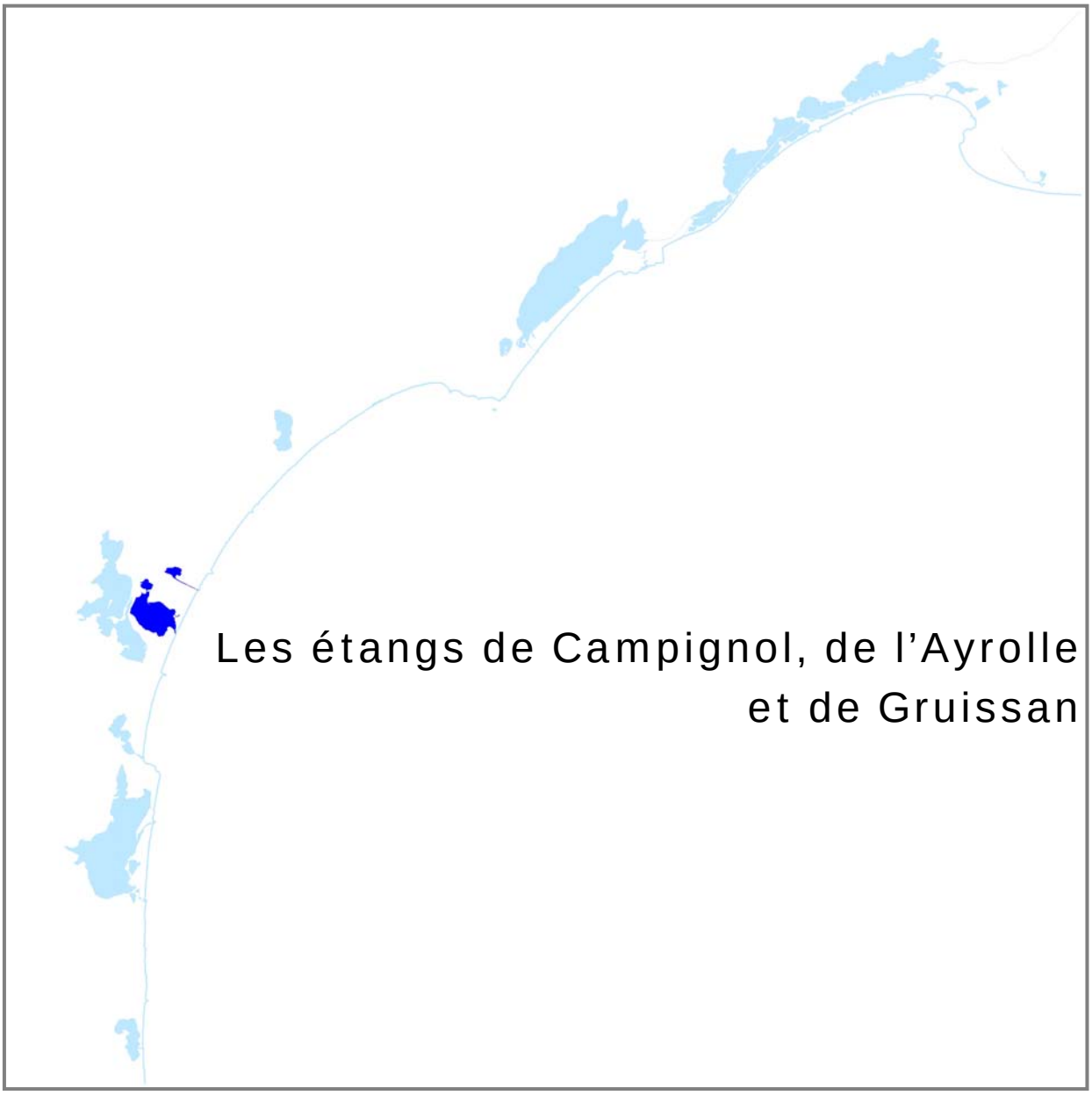
Ifremer/AME, 2001. P. Souchu, T. Laugier, K. Dusserre, D. Marobin. Suivi des paramètres trophiques dans les eaux de la Narbonnaise. Ifremer/AME, 2001. 41 p. + annexes.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 488 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-06/2006, 424 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

Ifremer, 2009. Etude de la qualité microbiologique et chimique des zones de production n°11.21 et 11.12 Sud. Zone n°11.21 « Bande Littorale de Port La Nouvelle à la Franqui » et n°11.12S « Etang de Bages Sigean Sud ». RST/DOP/LER/LERLR/09-06. 37 p.



Les étangs de Campignol, de l'Ayrolle et de Gruissan

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 103

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES 106

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 108

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 108
3.1.1. Campignol 108
3.1.2. Ayrolle 110
3.1.3. Gruissan 110
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 111
3.2.1. Campignol 111
3.2.2. Ayrolle 113
3.2.3. Gruissan 115

4. AUTRES RESEAUX DE SURVEILLANCE 117

4.1. RESEAU DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE 117

5. CONCLUSION 124

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 125

1. Introduction

Les lagunes de Campignol, Ayrolle et Gruissan, de même que les étangs de Bages-Sigean et de Vendres se situent sur le périmètre du SAGE de la Basse Vallée de l'Aude. En outre, bien que ne faisant pas partie du Parc Naturel Régional de la Narbonnaise, ces trois étangs Gruissanais sont inclus dans le Contrat des étangs du Narbonnais.

L'amélioration de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de l'étang de Campignol est une des priorités du Contrat. Par ailleurs, Le « Plan de gestion de l'étang de Campignol et de ses marais périphériques », porté par le Syndicat Mixte du Delta de l'Aude, est en cours de réalisation. La phase de diagnostic est maintenant terminée et a abouti à la définition de travaux à réaliser sur les ouvrages hydrauliques afin d'améliorer les échanges entre les différentes entités qui constituent le système « étang de Campignol et ses marais périphériques ». Le suivi qui permettra d'estimer l'impact des travaux sur la restauration des milieux a débuté au printemps 2008 par la caractérisation de l'état zéro avec un suivi bi-mensuel des paramètres hydrologiques en différents points de la lagune de Campignol.

Sur la lagune de l'Ayrolle, le point de suivi supplémentaire positionné en 2007 au nord de l'étang n'a pas mis en évidence de gradient d'eutrophisation entre les parties nord et centrale de l'étang. En revanche, ce nouveau point a mis un jour un fonctionnement hydraulique particulier puisque la salinité est généralement plus faible dans le secteur central que dans le secteur nord. Deux campagnes d'acquisition de mesures haute fréquence de salinité et température, le long de transecs géoréférencés, ont été réalisées durant l'été 2008 afin de mieux décrire ce phénomène. Les résultats de ces campagnes terrain sont présentés dans le présent chapitre.

Sont également détaillés dans ce chapitre, les diagnostics de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau et du phytoplancton réalisés sur les trois étangs Gruissanais durant l'été 2008, complétés par une analyse de tendance de l'évolution de la colonne d'eau sur les huit dernières années.

Enfin, une estimation de la qualité microbiologique des moules et palourdes des étangs de l'Ayrolle et Gruissan a pu être réalisée à partir des résultats du suivi REMI des trois dernières années. Ces résultats sont présentés à la fin de chapitre.

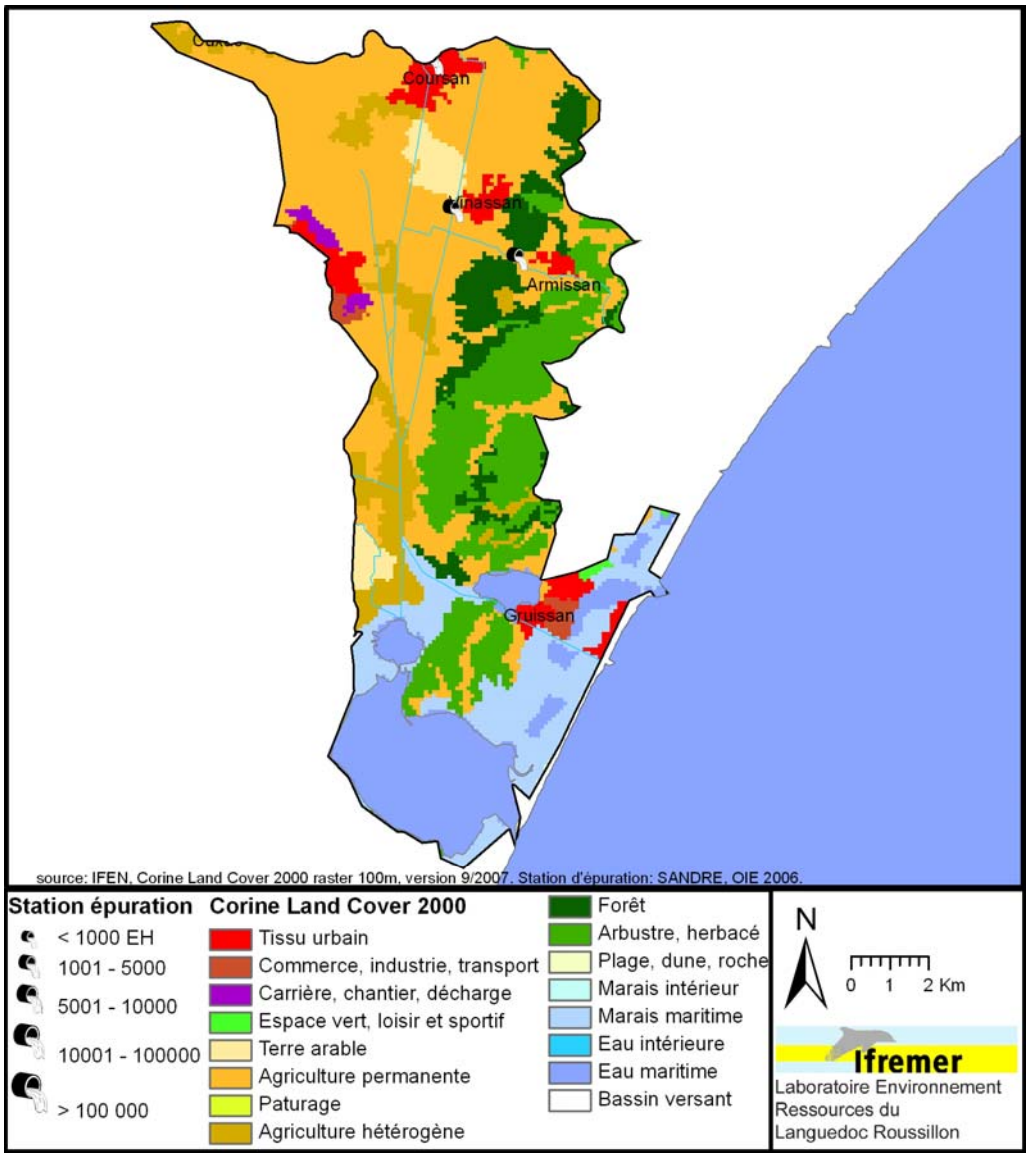


Figure 6. 1 : *Présentation des étangs de Campignol, Ayrolle, Gruissan et de leur bassin versant.*

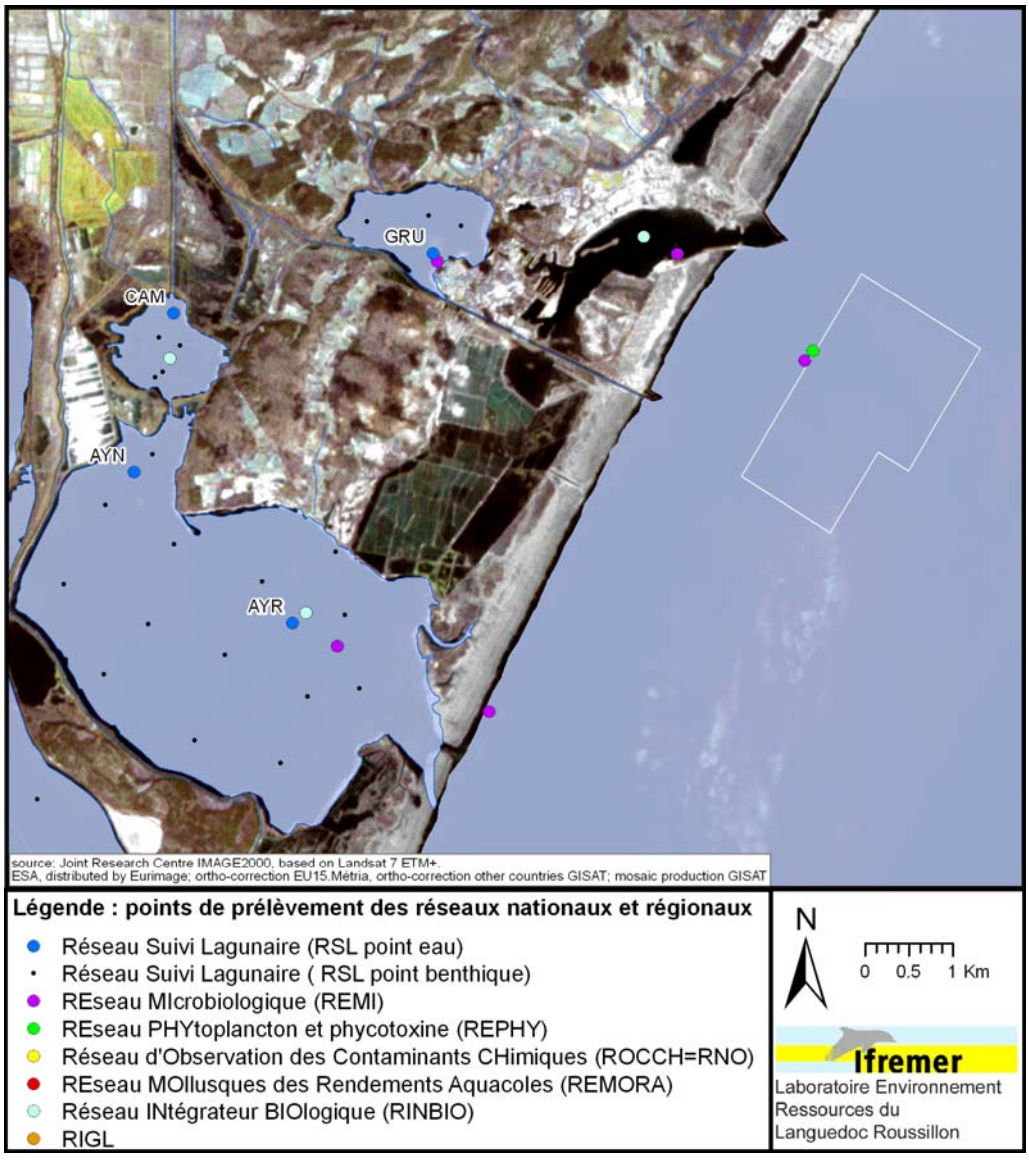


Figure 6. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur les étangs de Campignol, Ayrolle, Gruissan.*

2. Conditions hydroclimatiques

Les mesures ponctuelles de salinité réalisées en 2007 aux stations Ayrolle Nord (AYN) et Ayrolle centre (AYR) ont mis en évidence un gradient de salinité entre ces deux stations avec des dessalures généralement plus marquées au point central (AYR) qu'au point situé à proximité de la connexion avec l'étang de Campignol (AYN). Une situation similaire a été observée durant l'été 2008 (Figure 6. 3).

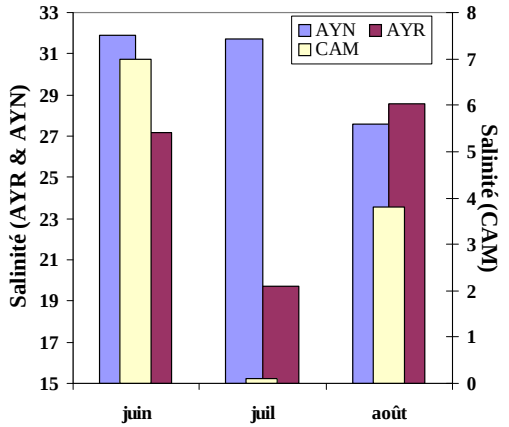


Figure 6. 3 : *Salinités mensuelles enregistrées dans les étangs de l'Ayrolle et Campignol durant les 3 mois d'été (2008) aux 3 stations RSL-eau.*

Afin de mieux décrire ce phénomène, des mesures haute fréquence de salinité et température de surface ont été acquises le long de transecs géoréférencés lors de deux campagnes terrain en juin et juillet 2008.

Au mois de juin (Figure 6. 4), la cartographie de la salinité dans le secteur nord de l'étang de l'Ayrolle met à jour une dessalure marquée « collée » le long de la rive Nord-Est. Le vent de secteur Nord-Nord Ouest le matin, tournant au sud l'après-midi (régime de brise) n'est pas suffisant pour mélanger les eaux en provenance de l'étang de Campignol avec les eaux plus marines qui occupent la majeure partie du secteur nord de l'étang de l'Ayrolle.

Par ailleurs, entre la Pointe de la Grève et la rive qui borde les cabanes des pêcheurs, des dessalures ont également été observées, qui sont plus probablement la signature d'apports d'eau douce locaux que l'extension du panache de dessalure de Campignol.

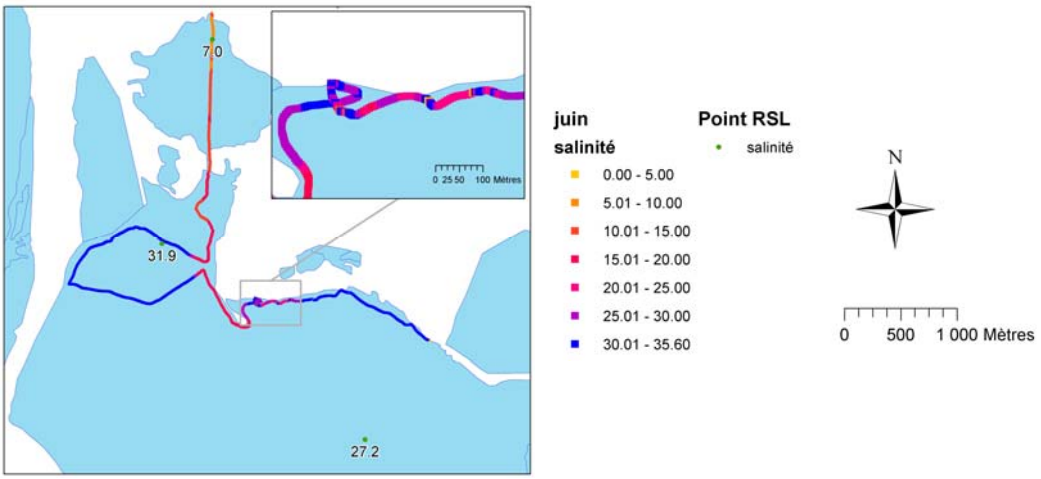


Figure 6. 4 : *Salinité de surface mesurée le 18 juin 2008 dans les étangs de Campignol et l'Ayrolle*

Au mois de juillet (Figure 6. 5), le vent modéré est établi au secteur Nord-Nord Ouest durant toute la campagne terrain. La cartographie des salinités dans le secteur central de l'étang de l'Ayrolle fait apparaître une forte hétérogénéité spatiale des salinités de surface. Les zones les plus dessalées se situent au centre de l'étang, au sud de la Pointe de la Grève dans l'axe du vent. C'est bien le passage de cette « langue » d'eau dessalée que l'on mesure à la station centrale AYR.

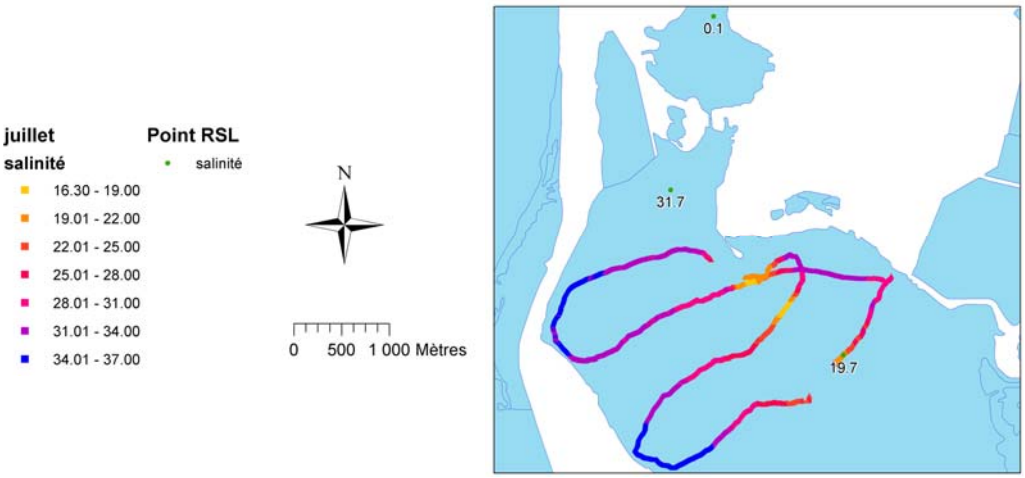


Figure 6. 5 : *Salinité de surface mesurée le 16 juillet 2008 dans l' étang de l'Ayrolle*

Par ailleurs, les salinités élevées mesurées le long de la rive ouest (côte sous le vent), peuvent s'expliquer par la remontée des eaux du fond (eaux marines) pour compenser les transports des masses d'eau de surface dans le sens du vent.

Ces deux campagnes de mesures ont permis d'apporter des informations sur le fonctionnement hydrologique de l'hydrosystème « Campignol-Ayrolle ». Dans des conditions de vent de Nord-Ouest (vent dominant sur la zone), les eaux de Campignol rentrent dans l'étang de l'Ayrolle en longeant la côte Nord-Est. Ces eaux dessalées se mélangent plus ou moins, selon l'intensité du vent, avec les eaux plus marines localisées le long de la rive ouest, sous le vent.

L'existence de résurgences d'eau douce dans l'étang de l'Ayrolle est reconnue. La localisation de ces résurgences est, en revanche, mal connue voire inconnue. Les données acquises lors de ces 2 campagnes terrain mettent en évidence des apports d'eau douce dans le secteur situé entre la Pointe de la Grève et la rive qui borde les cabanes de pêcheurs. Selon les conditions météorologiques, l'extension des dessalures, engendrées par ces apports d'eau douce (auxquelles s'ajoutent peut être le panache des eaux de Campignol), peut atteindre la zone centrale de la lagune.

Si une première identification de différents apports d'eaux continentales à l'étang de l'Ayrolle a pu être menée avec ces suivis haute fréquence, cette étude ne constitue qu'une première investigation qu'il conviendrait de compléter par une caractérisation fine du fonctionnement hydrologique de l'hydrosystème « Campignol-Ayrolle ». L'identification de l'ensemble des sources d'eau douce, les volumes apportés et la qualité de ces eaux continentales sont à ce jour inconnus. Les contaminations élevées au Lindane mises en évidence par le suivi RINBIO en 2007 (Ifremer, 2008) ainsi que les épisodes de contaminations microbiologiques des gisements de palourdes (Ifremer, 2007) pourraient ainsi trouver des éléments de réponse dans une telle étude.

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton

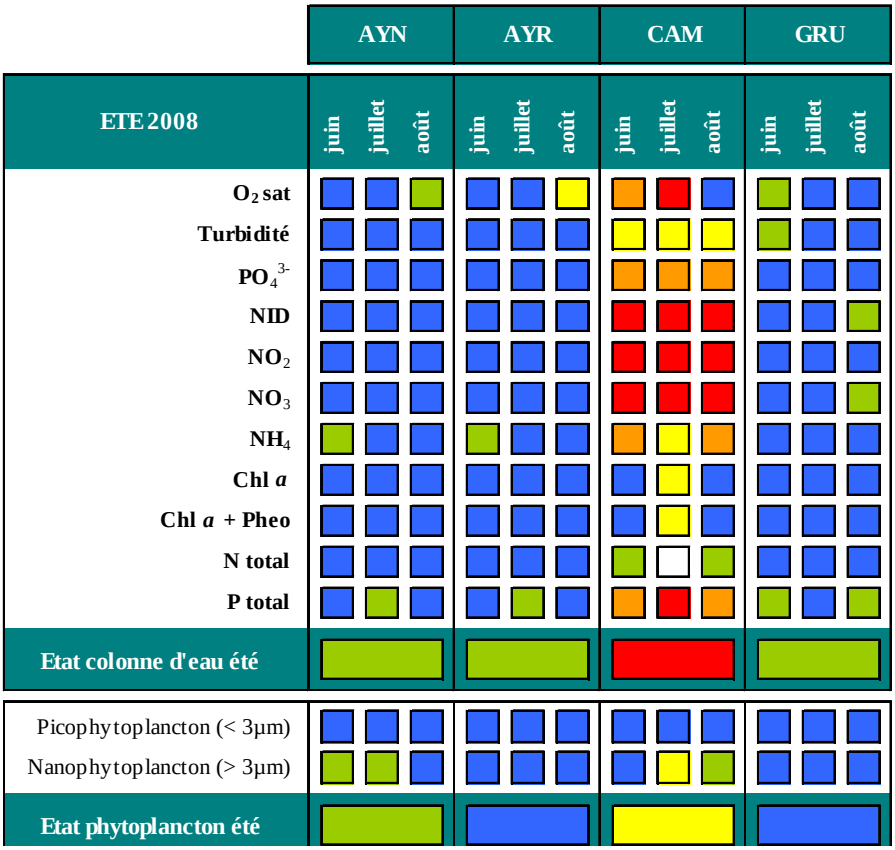
3.1.1. Campignol

Cette année encore, les apports d'eau douce à l'étang de Campignol ont été importants durant tout l'été et tout particulièrement en juillet où la salinité est proche de 0.

Les conséquences de ces apports massifs d'eau douce apparaissent clairement, à la fois, dans les grilles de l'eau et du phytoplancton. La colonne d'eau affiche un

mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation avec, au mois de juillet, des valeurs déclassantes pour la quasi totalité des paramètres (Tableau 6.1). Les abondances de nanophytoplancton observées à cette même période sont responsables de l'état moyen de ce compartiment. En juin et août, les sels nutritifs apportés par le canal de la Réunion ne sont pas assimilés par la production primaire qui reste limitée, vraisemblablement du fait de la compétition avec les herbiers à *Ruppia* et les algues vertes opportunistes observées lors des trois prélèvements estivaux.

Tableau 6.1 *: Grille de l'eau et du phytoplancton dans les étangs de Campignol, de l'Ayrolle et Gruissan pour les trois mois d'été et synthèse estivale. Le flacon devant servir à l'analyse du NT au mois de juillet pour l'étang de Campignol a été cassé.*



3.1.2. Ayrolle

Les grilles de l'eau des stations Nord (AYN) et Centrale (AYR) de la lagune de l'Ayrolle sont semblables et affichent toutes deux un bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. On observe pour ces deux stations :

- des concentrations en ammonium au mois de juin et en phosphore total au mois de juillet légèrement supérieures au seuil « Très Bon –Bon ». L'excès de phosphore total dans la colonne d'eau pourrait être lié à des phénomènes de remise en suspension du fait du vent.
- des sursaturations en oxygène dissous au mois d'août, qui peuvent s'expliquer par le fait que les mesures ont été réalisées en tout début d'après-midi.

A la station centrale la production primaire est restée faible durant tout l'été, conférant au compartiment phytoplancton un très bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. A la station Nord, les abondances en nanophytoplancton sont restées relativement stables durant tout l'été, voisines du seuil « Très-bon – Bon ».

3.1.3. Gruissan

De même que l'année dernière et de façon cohérente avec ce que l'on connaît du fonctionnement de cette lagune, les fortes salinités enregistrées au mois de juillet (S = 39,3) sont associées à un « Très Bon » état de la colonne d'eau vis-à-vis de l'eutrophisation. La baisse de la salinité en août (S = 34,7) associée à un léger excès de nitrate (et par conséquent d'azote inorganique dissous) dans la colonne d'eau peuvent être le signe d'apports d'eau douce en fin d'été. Le relatif excès de phosphore total aux mois de juin et août contribue également au « Bon » état de la colonne d'eau de la lagune de Gruissan durant l'été 2008.

En outre, pour la deuxième année consécutive, la production primaire est restée limitée durant tout l'été dans l'étang de Gruissan et le compartiment « Phytoplancton » affiche de ce fait un « Très Bon » état vis-à-vis de l'eutrophisation.

3.2. Evolution pluriannuelle

3.2.1. Campignol

La réaction de l'étang de Campignol aux apports, par le canal de la Réunion, d'eaux douces chargées en sels nutritifs est maintenant bien connue. La gestion de ces apports durant l'été fait que, outre les charges excessives en nutriment qu'il reçoit, cet étang subit de fortes variations de salinité. Ainsi :

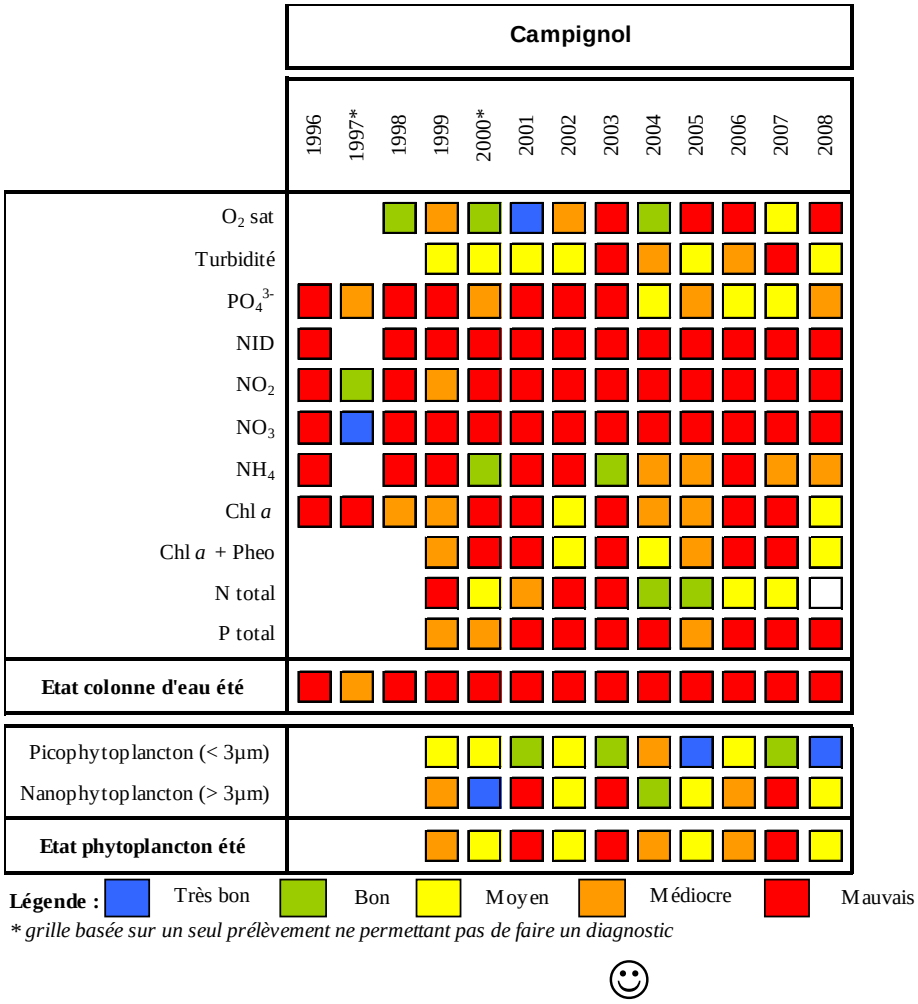
- aucune espèce de macrophytes ne peut s'établir durablement dans l'étang et on observe alors, en fonction des dessalures plus ou moins importantes des successions d'espèces de macrophytes d'eau douce et d'eau plus marine,
- la production primaire est excessive mais généralement limitée par un autre facteur que la disponibilité en sels nutritifs. Les variations soudaines de salinité et la compétition avec les macrophytes peuvent être des facteurs qui limitent cette production primaire,
- les apports en nutriments, principalement d'origine agricole, sont riches en sels d'azote qui s'accumulent dans les eaux de l'étang.

Un traitement statistique[1] des données des grilles de l'eau de 2001 à 2008 a été réalisé afin de mettre en évidence une éventuelle évolution de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation **de la colonne d'eau sur les huit dernières années**. Il ressort de cette analyse une tendance significative à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau de la lagune de Campignol sans toutefois que cette amélioration ne donne lieu à un changement de classe de qualité de ce compartiment.

Cette tendance à l'amélioration de la colonne d'eau est cohérente avec l'évolution du compartiment « macrophyte » observée sur cette lagune au cours des dix dernières années.

[1] L'explication du test statistique utilisé est détaillée en Annexe 4.

Tableau 6. 2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans l'étang de Campignol. Les symboles « ☹ » et « ☺ » et indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*



** grille basée sur un seul prélèvement ne permettant pas de faire un diagnostic*

☺

En 1999, le taux de recouvrement par les macrophytes dans l'étang de Campignol est inférieur à 25%. Le diagnostic simplifié de 2002 ne révèle pas de modifications notables dans les peuplements des macrophytes et leur taux de recouvrement reste faible (21%). Mais, en 2005 (Ifremer, 2006) puis 2007 (Ifremer, 2008), les recouvrements moyens sur la lagune atteignent respectivement 95% et 75%. Ainsi, il apparaît que depuis 2005, l'étang de Campignol est recolonisé par les macrophytes avec, au cours de l'été, des

successions d'espèces d'eau douce et d'eau plus marine en fonction des variations de salinité.

Cette modification des peuplements sur l'étang de Campignol est probablement liée à une augmentation de la salinité dans l'étang au moment des germinations (au printemps). Les déficits pluviométriques enregistrés depuis 2005 aux mois de mars et avril corroborent cette hypothèse.

Ainsi, l'amélioration de l'état de la colonne d'eau est plus le signe d'une compétition pour la ressource qui, à une période clef de l'année, est favorable aux macrophytes au détriment du phytoplancton que d'une quelconque tendance à la diminution des apports en azote par le bassin versant sur les huit dernières années. Les quantités importantes d'algues vertes opportunistes observées tous les étés depuis 2005, sont là pour étayer cette affirmation.

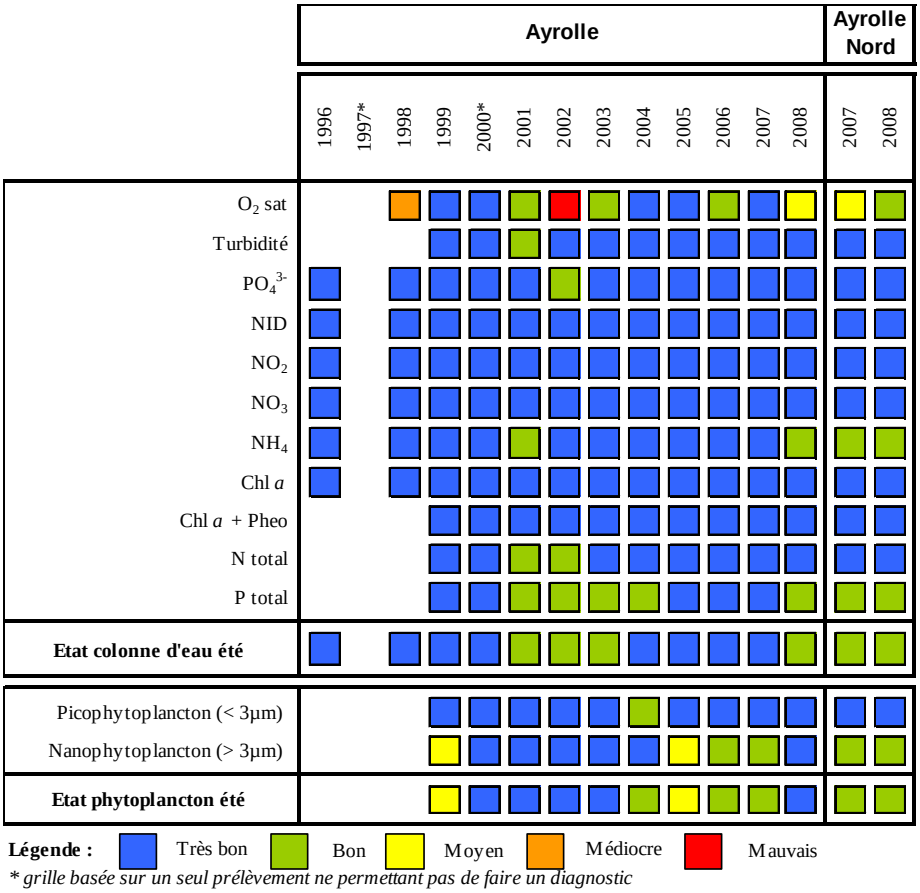
3.2.2. Ayrolle

Le traitement statistique[2] des données des grilles de l'eau de 2001 à 2008 de la station centrale de l'étang de l'Ayrolle n'a permis de déceler aucune tendance d'évolution significative de la colonne d'eau sur les huit dernières années. En effet depuis le début RSL, l'état vis-à-vis de l'eutrophisation oscille entre de « Bons » et « Très Bons » états.

De même, le point positionné au nord, près de la communication avec l'étang de Campignol ne fait pas apparaître de gradient d'eutrophisation entre les secteurs nord et centre de la lagune.

[2] L'explication du test statistique utilisé est détaillée en Annexe 4.

Tableau 6. 3 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans l'étang de l'Ayrolle. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*



** grille basée sur un seul prélèvement ne permettant pas de faire un diagnostic*

Rappelons toutefois que le compartiment macrophytes sur l'étang de l'Ayrolle ne fait pas apparaître cette même stabilité sur les quatre dernières années. Après la dégradation des herbiers observés en 2005, la végétation en général et les espèces de référence tout particulièrement ont recolonisé de la surface en 2007 sans toutefois atteindre le recouvrement observé en 2002. Les causes de la dégradation des herbiers sont, à ce jour, encore inconnues.

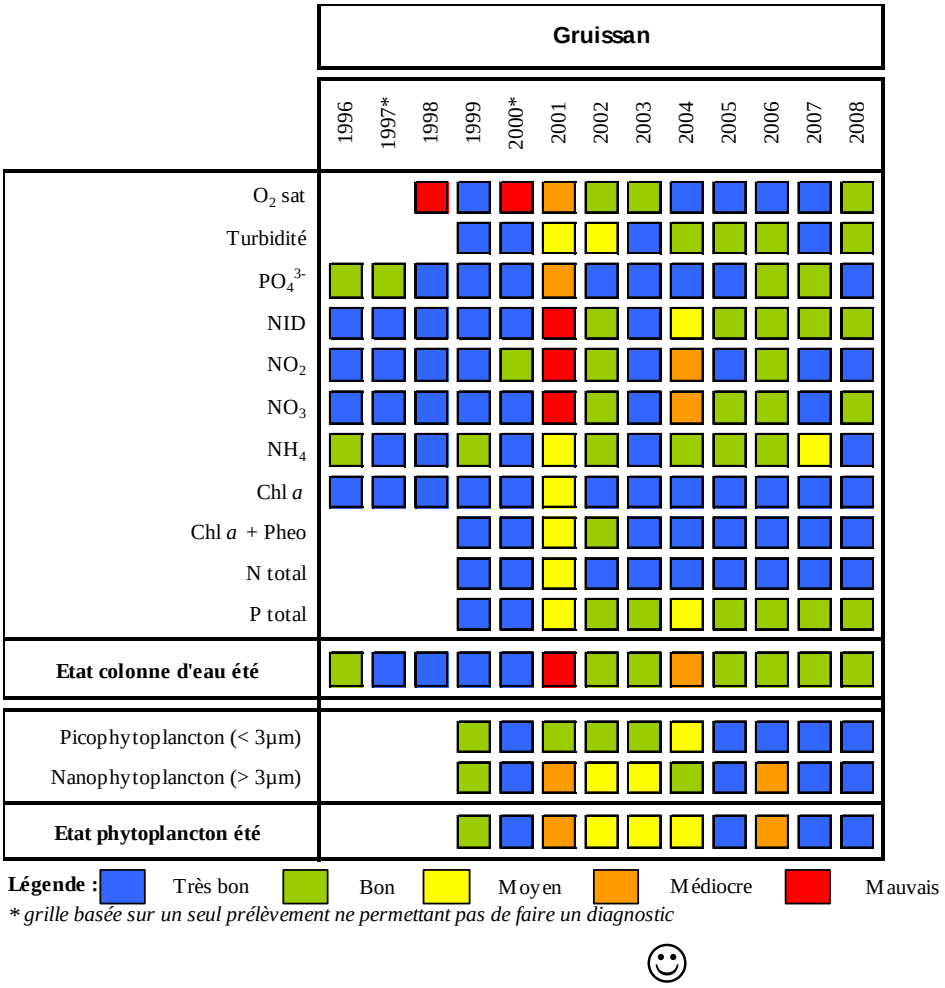
3.2.3. Gruissan

En 2001, la colonne d'eau de l'étang de Gruissan subissait une forte dégradation du fait d'apports massifs d'eau douce au mois de juin (S=18). Une nouvelle dégradation observée en 2004 a confirmé la forte sensibilité de cette lagune aux apports continentaux. L'étang de Gruissan, contrairement à l'étang de l'Ayrolle ne bénéficie ni d'une épuration des apports d'eau douce en amont, ni d'un renouvellement suffisant des eaux par les apports marins à l'aval, du fait de son éloignement avec la mer. Depuis 2005, la gestion des apports d'eau douce durant l'été a permis de stabiliser l'état de la colonne d'eau dans un « Bon » état vis-à-vis de l'eutrophisation. L'analyse de tendance met d'ailleurs en évidence une amélioration significative de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau au cours des huit dernières années (Tableau 6. 4).

Le retour au « Très Bon » état qu'affichait le compartiment « phytoplancton » avant la dégradation de 2001 aura nécessité plus de temps que pour la colonne d'eau puisqu'il aura fallu attendre 6 ans pour stabiliser ce compartiment.

Ces bons résultats du « phytoplancton » ne doivent cependant pas faire oublier la dégradation du compartiment « macrophytes » qui depuis 2002 a perdu deux classes de qualité et n'était plus, en 2007, que de qualité moyenne. La régression des herbiers au profit des algues vertes opportunistes suggère que les sels nutritifs sont préférentiellement assimilés par les macro-végétaux. De même que pour l'étang de Campignol, les conditions météorologiques de ces dernières années peuvent expliquer cet état de fait.

Tableau 6. 4 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton dans l'étang de Gruissan. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf. Annexe 4).*



** grille basée sur un seul prélèvement ne permettant pas de faire un diagnostic*

☺

4. Autres réseaux de surveillance

4.1. Réseau de contrôle microbiologique

Le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, a pour objet d'effectuer la surveillance sanitaire des zones classées A[3], B[4] et C[5] dans les conditions prévues par la réglementation; la finalité étant de vérifier la conformité des classements aux estimations de la qualité des zones (Annexe 1). Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des bactéries *Escherichia coli*, le REMI s'articule en deux volets :

- la surveillance régulière, elle a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions. La fréquence de prélèvement en surveillance régulière est mensuelle dans les zones de pêche des lagunes de Gruissan et de l'Ayrolle,

- la surveillance en alerte, elle permet de détecter les épisodes inhabituels de contamination ou à risque de contamination, et le suivi de ces épisodes.

Les étangs du Narbonnais sont découpés en plusieurs zones de pêche et d'élevage dont les classements sanitaires sont présentés sur la Figure 6. 6 pour le groupe 1 des gastéropodes, échinodermes et tuniciers, sur la Figure 6. 7 pour le groupe 2 des filtreurs fouisseurs et sur la Figure 6. 8 pour le groupe 3 des filtreurs non fouisseurs. Le groupe 1 ne fait pas l'objet d'une surveillance microbiologique en Languedoc-Roussillon. La surveillance REMI est exercée sur les espèces moules (groupe 3) et palourdes (groupe 2) pour la lagune de l'Ayrolle, et sur la palourde pour la lagune de Gruissan. Depuis mars 2008, les prélèvements de coquillages dans les zones de pêche du Languedoc-Roussillon sont sous-traités par Ifremer à un bureau d'étude, ce qui a permis d'optimiser le suivi de l'impact des évènements pluvieux significatifs et le suivi des épisodes de pollution par temps sec (alertes météorologiques).

Les résultats acquis au cours de la période 2006-2007-2008 sont présentés sur la Figure 6. 9 pour la zone de pêche n°11.06 « Etang de Gruissan » et sur la Figure 6. 10 pour la zone de pêche n°11.11 « Etang de l'Ayrolle ». Les données obtenues dans le cadre de la surveillance régulière sont représentées par un symbole rond, et les données liées à des prélèvements supplémentaires (dispositif d'alerte) par un symbole en étoile. Les symboles qui apparaissent encerclés permettent de visualiser les dates pour lesquelles la concentration en *E. coli* est concomitante à de fortes précipitations (cumul sur les deux jours précédant le prélèvement). Le terme « fortes précipitations » est utilisé lorsque les précipitations, cumulées sur les deux jours précédant le prélèvement au niveau de

[3] Consommation humaine directe des mollusques bivalves vivants autorisée.
[4] Mise sur le marché autorisée qu'après traitement dans un centre de purification.
[5] Mise sur le marché autorisée qu'après un traitement thermique approprié.

la station de Narbonne, sont supérieures au quantile 90[6], estimé sur l'ensemble des données de pluviométrie de la période étudiée.

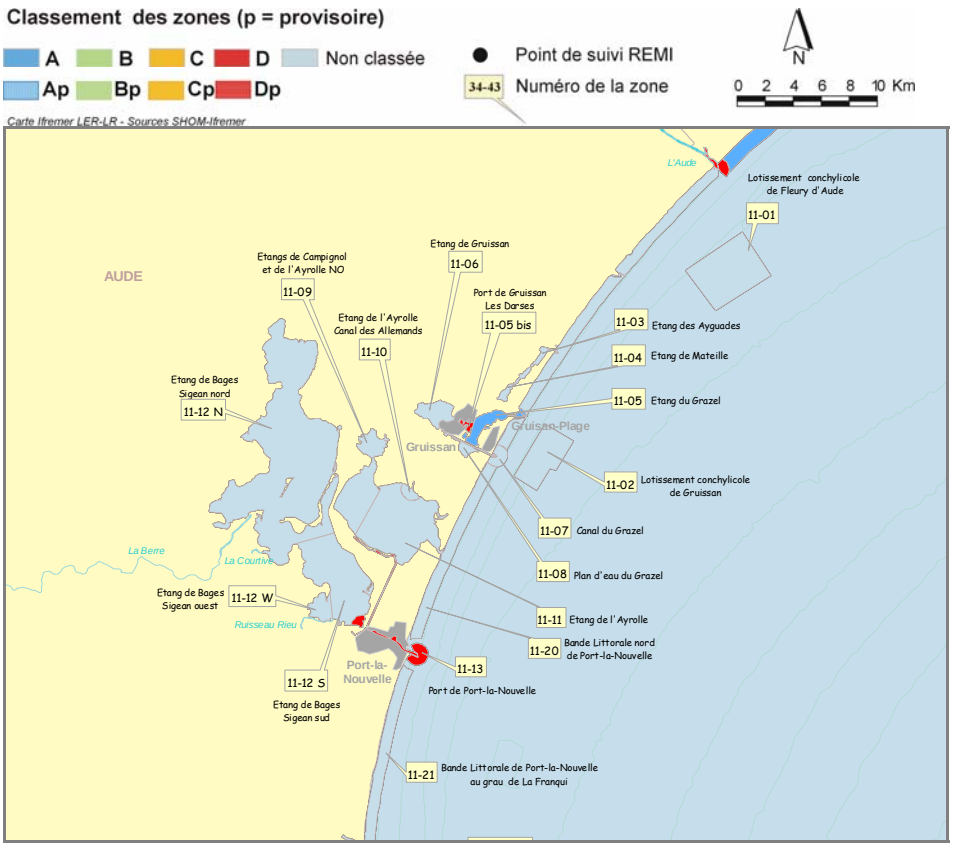


***Figure 6. 6** : Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 1 dans l'Aude, du grau de La Franqui à l'embouchure de l'Aude.*

La deuxième partie du graphe résume sous forme d'un tableau la répartition des résultats bactériologiques obtenus sur les trois dernières années par tranche de valeurs en nombre et en pourcentage. La valeur maximale de contamination sur cette période est indiquée, ainsi que la moyenne géométrique[7] des données de surveillance régulière.

[6] Le quantile 90 est la valeur pour laquelle 90% des données lui sont inférieures.
[7] La valeur d'un résultat inférieur au seuil de détection est fixé à 10.

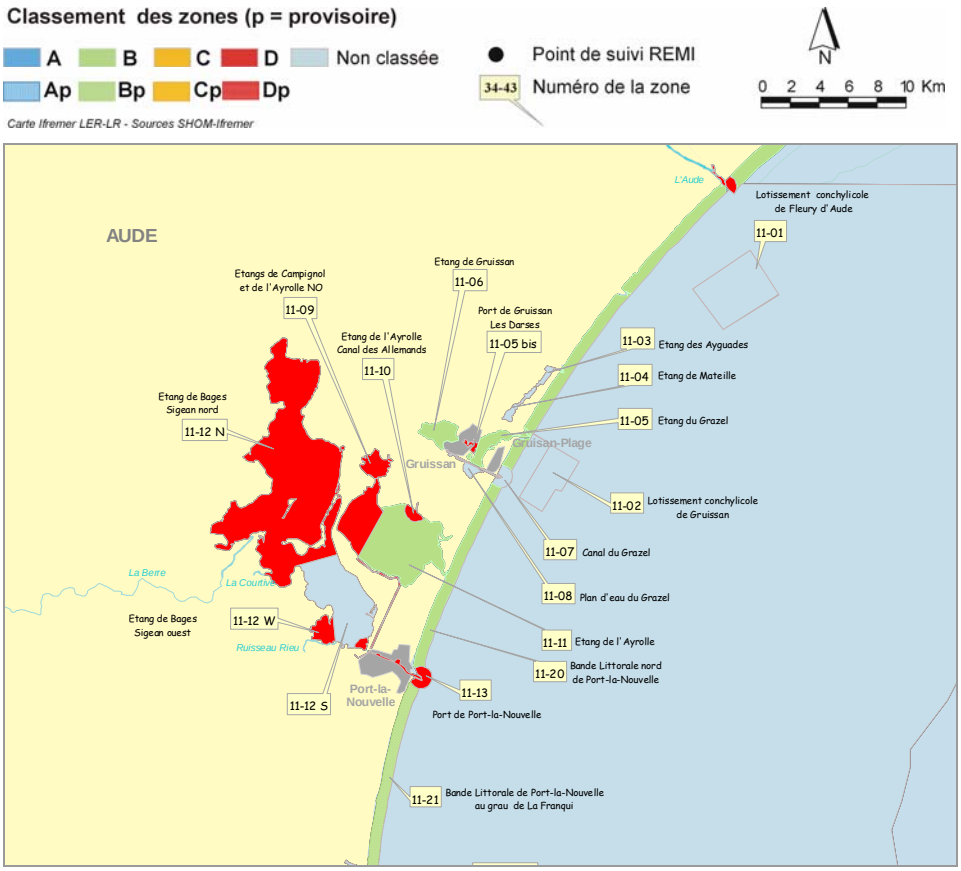


***Figure 6. 7** : Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 2 dans l'Aude, du grau de La Franqui à l'embouchure de l'Aude et localisation des points de suivi REMI.*

L'année 2008 est marquée par des épisodes récurrents de dégradation de la qualité microbiologique des palourdes de la zone de pêche n°11.06 « Etang de Gruissan » (Figure 6. 9). Les niveaux de contamination des palourdes ont dépassé six fois le seuil d'alerte d'une zone B de 4 600 *E.coli* /100 g de CLI[8], et atteignent les valeurs records, car jamais mesurées depuis la mise en place du suivi en 2004 de cette zone, de > 100 000 *E.coli* /100 g de CLI le 27/05 et 91 000 *E.coli* /100 g de CLI le 04/11/08. Ces pics de pollution font suite aux deux épisodes pluvieux majeurs de l'année, du 24 au 27/05 et du 2 au 5/11, dont les cumuls sont respectivement de 94 mm et 100 mm (station Météo France de Narbonne), mais sont également enregistrés par temps sec en septembre. Par temps sec, des dépassements du seuil de 1000 *E.coli* /100 g de CLI sont également mesurés en août, septembre et octobre. Ces résultats ont conduit le Préfet de l'Aude à prendre deux arrêtés d'interdiction de la pêche, du ramassage

[8] Chair et Liquide Intervallaire

et de la mise sur le marché des palourdes de cette zone de pêche, le 29/05 et le 05/11, pour des durées respectives de 14 jours et 35 jours.

Sur la période 2006-2007-2008, la qualité microbiologique estimée de la zone de pêche n°11.06 « Etang de Gruissan » pour les coquillages du groupe 2 est C, selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et D selon le règlement européen (CE) n°854/2004 (Annexe 1). Ces estimations de la qualité ne sont pas conformes au classement actuel de la zone en B. La zone de pêche n°11.05 « Etang du Grazel », localisée entre la ville de Gruissan et la bande littorale, dont les résultats ne sont pas présentés dans ce rapport, présente également des résultats de mauvaises qualité microbiologique conduisant à une estimation de la qualité microbiologique en C.

Les sources de contamination d'origine fécale à l'origine des dégradations ponctuelles de la qualité sanitaire des palourdes de ces zones de pêche lagunaires Gruissanaises n'ont pas été à ce jour clairement identifiées. L'impact de ces sources de pollution sur la qualité microbiologique des coquillages menace le maintien de l'activité professionnelle d'exploitation des gisements naturels des coquillages fouisseurs, par les petits métiers. Pour pérenniser cette activité, la Mairie de Gruissan, la Communauté du Grand Narbonne et le Syndicat Mixte du Delta de l'Aude se sont engagés en avril 2009 à poursuivre les efforts entrepris dans la réduction des sources de pollution microbiologique d'origine fécale de ces secteurs conchylicoles ainsi qu'à initier une étude dont l'objet est l'identification, la hiérarchisation en fonction de leur impact environnemental, et la réduction de ces sources de pollution.

Afin de se préparer à un éventuel déclassement des zones de pêche n°11.06 « Etang de Gruissan » et n°11.05 « Etang du Grazel », la prud'homie de Gruissan a demandé le classement sanitaire par l'Administration des zones de pêche n°1103 « Ayguades » et n°11.04 « Mateille » pour le groupe 2. Ces zones de pêches ayant été considérées comme prioritaires par le DIDAM[9] et la DGAL[10], des études sanitaires ont été initiées en avril 2008. Elles ont pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique et chimique de ces zones de pêche en vue de la préparation des classements sanitaires.

[9] Direction Départementale des Affaires Maritimes
[10] Direction Générale pour l'Alimentaion

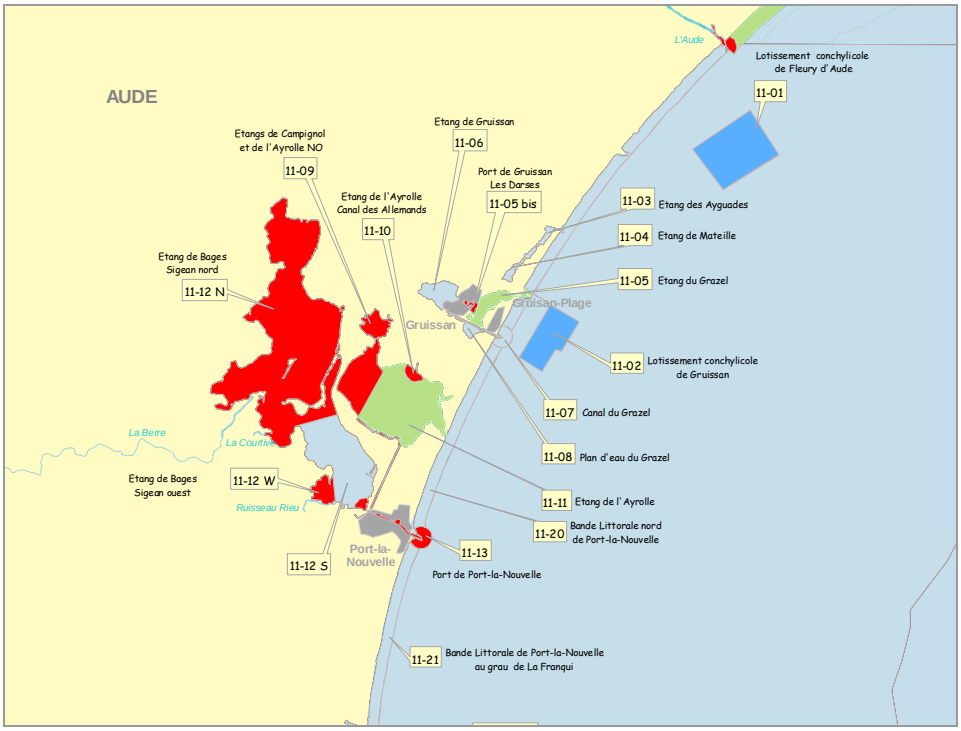


***Figure 6. 8** : Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 3 dans l'Aude, du grau de La Franqui à l'embouchure de l'Aude et localisation des points de suivi REMI.*

En 2008, le profil de contamination microbiologique des palourdes de la zone de pêche n°11.11 « Etang de l'Ayrolle » est comparable à ceux des années 2004, 2005 et 2006. La zone de pêche est impactée sporadiquement par des sources de pollution microbiologique à l'origine de dégradation de sa qualité sanitaire. Contrairement à l'année 2007, un dépassement du seuil de 4 600 *E.coli*/100 g de CLI est enregistré le 27/05 consécutivement à l'épisode pluvieux intense du 24 au 27/05. La concentration atteint 33 000 *E.coli*/100 g de CLI, et correspond à la valeur la plus élevée enregistrée dans cette zone depuis la mise en place de la surveillance en 2004. Par temps sec, le 06/10 et le 08/12, des niveaux moyens de contaminations, respectivement 890 et 1 100 *E.coli*/100 g de CLI sont également enregistrés. Sur la période 2006-2007-2008, la qualité microbiologique estimée de la zone de pêche n°11.11 « Etang de l'Ayrolle» pour les coquillages du groupe 3 est B, selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et du règlement européen (CE) n°854/2004, en prenant en compte la tolérance de 10% admise au-delà de 4600 *E .coli*/100g CLI pour la classe B, définie de façon transitoire par le règlement CE n°1666/2006 (jusqu'à fin décembre 2009) (Annexe 1). Cette estimation est conforme au classement actuel de la zone.

Comme les années précédentes, les niveaux de contamination enregistrés en 2008 dans les moules de la zone de pêche n°11.11 « Etang de l'Ayrolle », au niveau du même point de suivi que les palourdes, sont de bonne qualité microbiologique. Ces résultats corroborent ceux des années précédentes, et témoignent des différences physiologiques de ces espèces dans les processus de contamination et décontamination, vis-à-vis de pollutions microbiologiques. En 2008, la valeur maximale de contamination des moules enregistrée dans le cadre du REMI est de 650 *E.coli*/100 g de CLI, ce résultat est acquis le 27/05, à la fin d'un épisode pluviométrique intense (94 mm à la station Météo France de Narbonne). Sur la période 2006-2007-2008, la qualité microbiologique estimée de cette zone pour le groupe 3 est également B, quels que soient les critères réglementaires retenus.

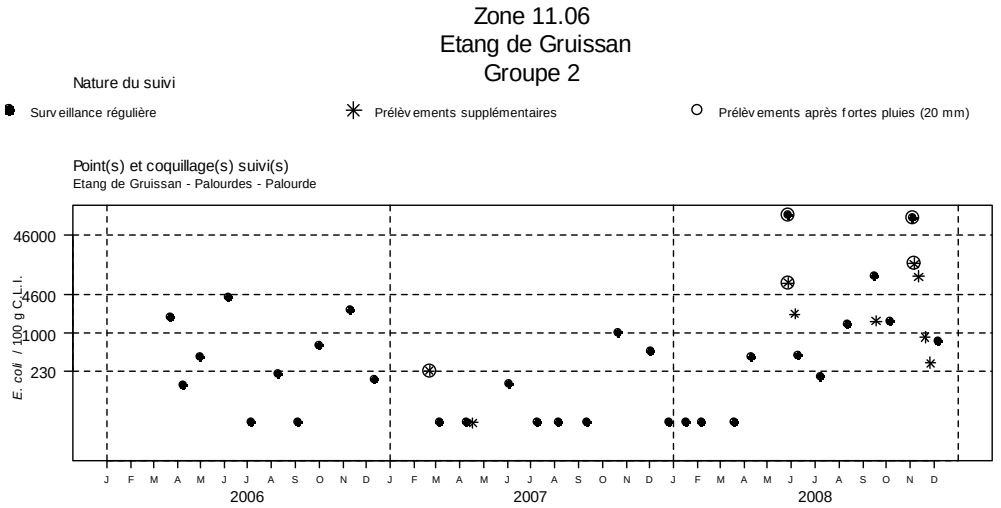


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	31	16	6	6	1	2	1e+05	205
%		51.6	19.4	19.4	3.2	6.5		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 6. 9*: Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche de l'étang de Gruissan n°11.06 pour le groupe 2 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

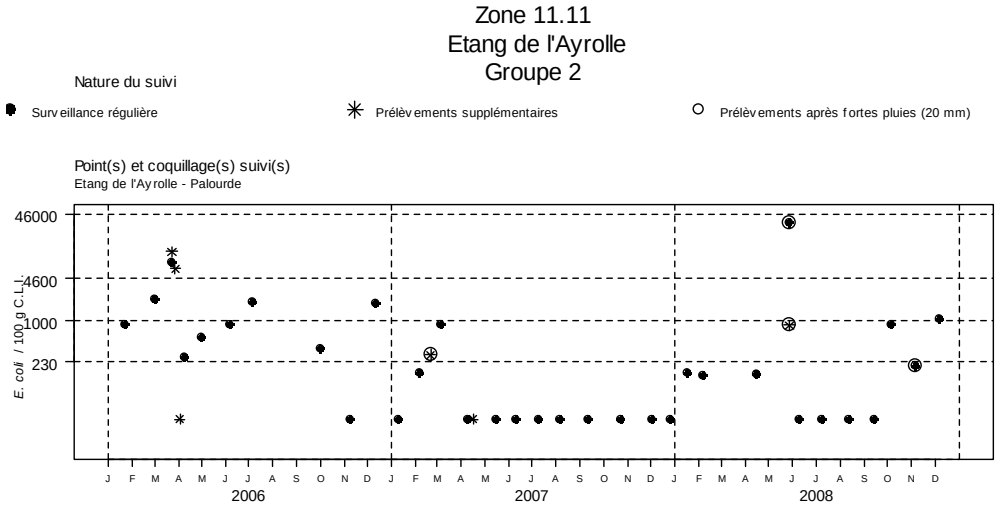


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	33	20	7	4	2	0	33000	107
%		60.6	21.2	12.1	6.1	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

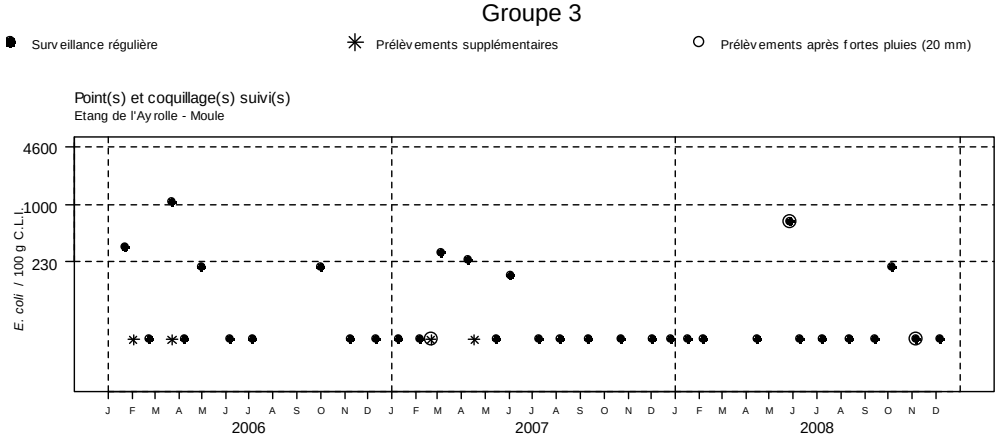


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	33	28	4	1	0	0	1100	25
%		84.8	12.1	3	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 6. 10*: Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone de pêche de l'étang de l'Ayrolle n°11.11 pour les groupes 2 et 3, et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

5. Conclusion

L'analyse des tendances sur les huit dernières années a mis en évidence une amélioration significative de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau des étangs de Campignol et de Gruissan. Sur l'étang de Campignol cette amélioration est cohérente avec la recolonisation par les macrovégétaux de la majeure partie de la surface de l'étang observée depuis 2005.

De même que sur l'étang de Bages-sigean, il est probable que les conditions climatiques particulières de ces quatre dernières années, avec des printemps particulièrement secs et par conséquent des apports d'eau douce par ruissellement (et donc de nutriments) moins importants, ont modifié le fonctionnement de l'écosystème. Une salinité plus élevée qu'à l'accoutumée au moment de la germination a pu favoriser la pousse des herbiers à *Ruppia*. Cette compétition pour la ressource entre microalgues et macrovégétaux a contribué à réduire la production primaire.

Cette reprise de la production benthique au détriment de la production pélagique est encourageante car ce stade d'évolution fait partie des processus de restauration des écosystèmes fortement eutrophisés. Cette sensibilité de l'étang de Campignol à des conditions climatiques particulières laissent supposer que celui-ci réagira rapidement à la diminution massive des apports en sels nutritifs et à la stabilisation des salinités qui devraient résulter des actions de gestion à venir dans le cadre du « Plan de gestion de l'étang de Campignol et de ses marais périphériques ».

Les deux campagnes terrain de suivis haute fréquence des salinités dans l'étang de l'Ayrolle ont confirmé l'existence d'apports d'eaux continentales dans cette lagune. Une caractérisation fine du fonctionnement hydrologique de l'hydrosystème « Campignol-Ayrolle » (origine et fonctionnement de ces apports d'eau douce, localisation de leurs points d'entrée, quantité et qualité des eaux qui alimentent l'étang) pourrait apporter des éléments de réponse aux contaminations élevées au Lindane mises en évidence par le suivi RINBIO en 2007 (Ifremer, 2008) ainsi qu'aux épisodes de contaminations microbiologiques des gisements de palourdes (Ifremer, 2007) observées cette année encore par temps sec sur cet étang.

Après trois années de suivi, l'estimation de la qualité microbiologique des palourdes et des moules a été réalisée sur les étangs du Gruissanais : il ressort de cette étude que la qualité microbiologique estimée de l'étang de l'Ayrolle pour le groupe 3 (moules) est B, quels que soient les critères réglementaires retenus. Pour le groupe 2 (palourdes) en revanche, des épisodes de contamination suite à des épisodes pluvieux et par temps sec aboutissent à une qualité estimée B si l'on se réfère au règlement européen défini de façon transitoire qui tolère un

dépassement de 10% du seuil des 4 600 E.coli/100g CLI. Rappelons que cette tolérance ne devrait exister que jusqu'à fin décembre 2009.

La qualité microbiologique estimée pour les palourdes dans l'étang de Gruissan est D selon le règlement européen en vigueur à l'heure actuelle. Ces estimations de la qualité ne sont pas conformes au classement actuel de la zone en B et menace le maintien de l'activité professionnelle d'exploitation des gisements naturels des coquillages fouisseurs par les petits métiers. L'identification, la hiérarchisation en fonction de leur impact environnemental et la réduction des sources de pollution microbiologique d'origine fécale sont donc primordiales pour pérenniser cette activité de pêche dans les étangs du Gruissanais.

6. Références bibliographiques

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-06/2006, 450 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

L'étang de Vendres

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 131

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 134

2.1. TEMPERATURE DE L'EAU 134
2.2. SALINITE 134
2.3. OXYGENE DISSOUS 136

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 136

3.1. DIAGNOSTIC ESTIVAL DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 136
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 137

4. CONCLUSIONS 139

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 139

1. Introduction

L'étang de Vendres fait partie des zones humides de l'embouchure de l'Aude et est inclus, à ce titre, dans le périmètre du SAGE Basse Vallée de l'Aude. La définition d'un plan de gestion de ces zones humides, initiée en 2003 par le Syndicat Mixte d'aménagement et de développement de la Basse Vallée de l'Aude (SMBVA) a permis de fixer les actions à mener sur cet étang afin d'atteindre l'objectif fixé par les acteurs locaux et repris par le SAGE qui est la restauration de la roselière, au sein de la mosaïque des milieux humides qui constituent l'étang.

Ces actions concernent d'une part la gestion des échanges entre la lagune de Vendres et la mer au niveau de la vanne du Chichoulet et d'autre part l'établissement d'un programme des travaux à réaliser afin d'améliorer les apports d'eau douce et la circulation des masses d'eau dans la zone confinée du Grand Clair, située au nord de la lagune.

La gestion deux prises d'eau sur l'Aude en amont du barrage anti-sel et de la vanne du Chichoulet, par le Syndicat Mixte de gestion de la Basse Vallée de l'Aude, est opérationnelle depuis le début de l'année 2006. La création d'un canal de ceinture dans la zone du Grand Clair a été réalisée en 2007. L'objectif ici étant de favoriser les phénomènes de vidange de cette zone confinée lors des épisodes de tramontane.

Ce chapitre présente les résultats des suivis hydrologiques réalisés en 2008 dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL) par le SMBVA et du suivi de l'état vis-à-vis de l'eutrophisation dans le cadre du RSL.

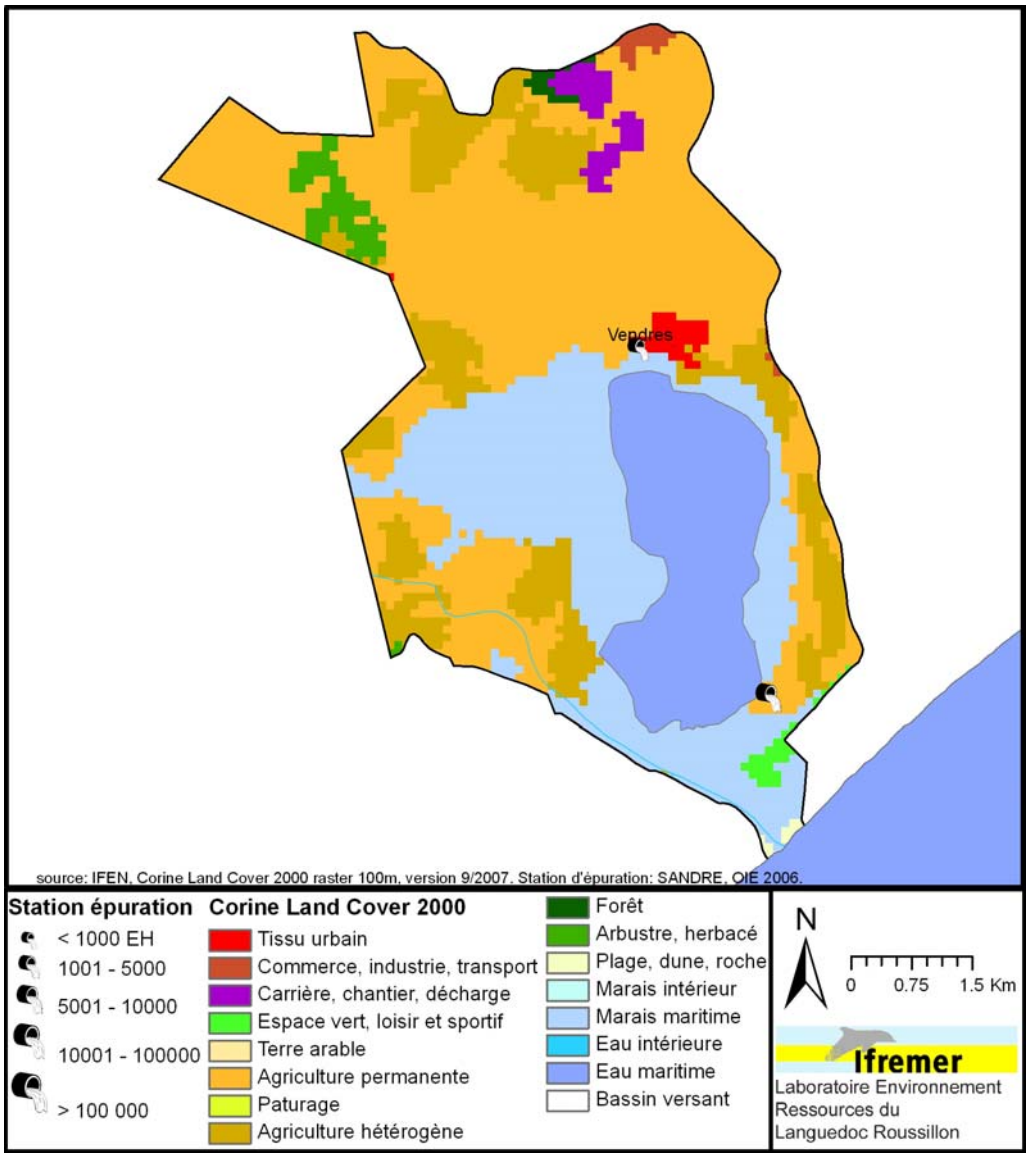


Figure 7. 1 : *Présentation de l'étang de Vendres et de son bassin versant.*

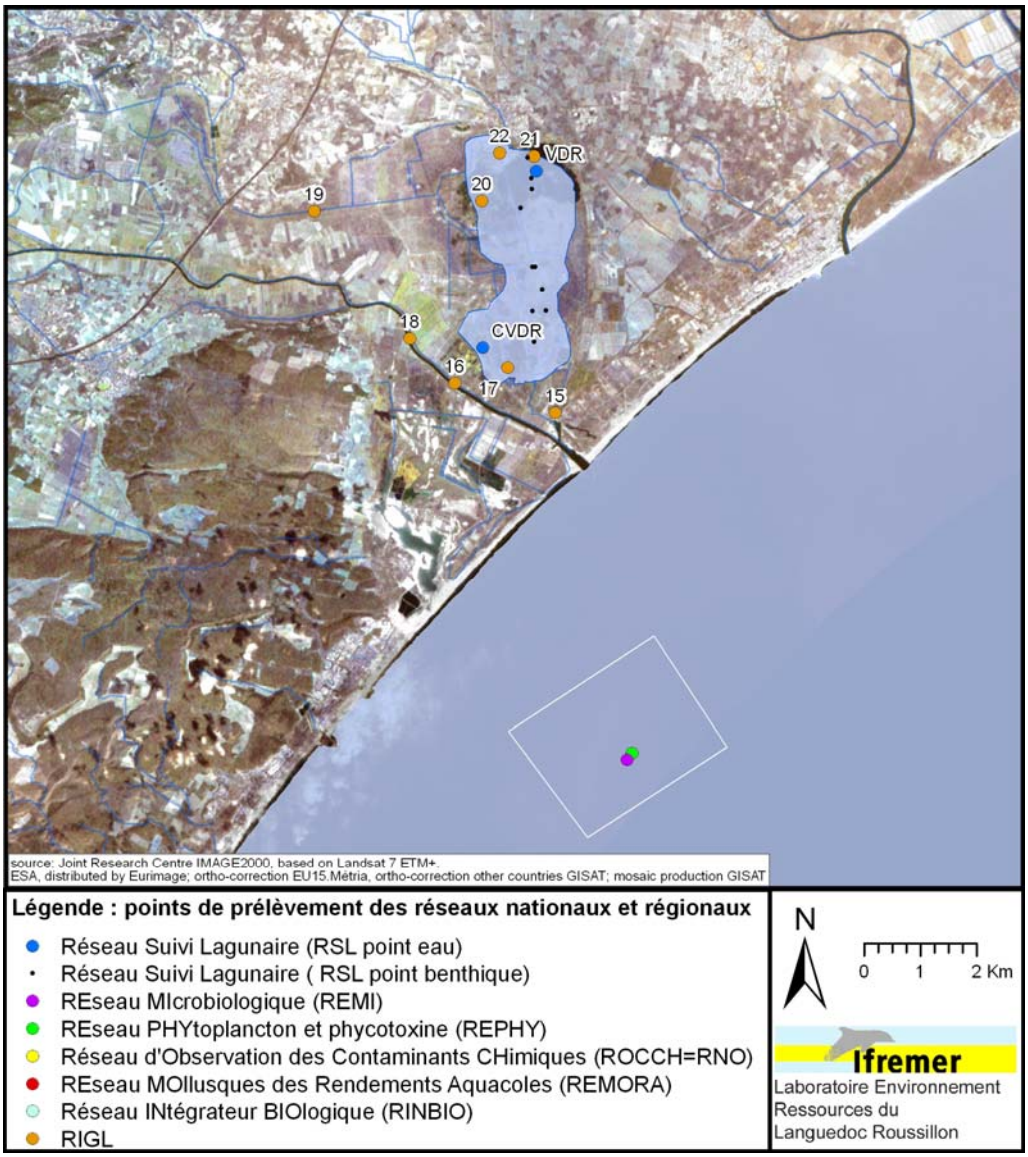


Figure 7. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de Vendres.*

2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL

Les suivis du RIGL font suite aux suivis du Fogem, mis en place en 1999, par l'association Patrimoine et Nature, à l'époque sur 11 stations. A partir de 2004, le SMBVA a pris le relais et poursuivi les mesures hydrologiques au niveau de 8 stations.

Chaque point a été stratégiquement choisi selon critères, soit d'apports d'eau pour le pont des Patres (jonction avec l'étang de La Matte - point 19), le Canal de Californie (prise d'eau sur la rivière Aude, située en amont du barrage anti-sel – point 18), le temple de Vénus (exutoire de la Carriérrasse – point 22), l'Aude aval (point situé en aval du barrage anti-sel – point 16), la vanne du Chichoulet (exutoire de l'étang et jonction avec la mer – point 15), soit parce qu'ils sont représentatifs d'un secteur en bonne ou mauvaise santé, pour le grand clair (point 21), le clair Batiste (point 20) et le Capel (point 17) (Figure 7. 2).

Les résultats du suivi, effectué tous les quinze jours, entre septembre 2007 et septembre 2008 sont présentés sur la Figure 7. 3.

2.1. Température de l'eau

Les courbes de températures sont relativement homogènes et varient entre 6 et 26 °C sur tout le long de l'année, suivant l'évolution de la température de l'air. Seule la température mesurée au niveau du Pont des Pâtres (point 19) reste légèrement en-dessous de la courbe de tendance moyenne. Cela peut s'expliquer par l'emplacement ombragé du point, qui se situe dans un canal bordé de grands arbres.

2.2. Salinité

On observe une salinité très hétérogène sur l'ensemble de la zone humide, restant pour la plupart des points inférieure à 15. Cette valeur est la borne supérieure de la gamme de salinité favorable au roseau, dont le développement est l'objectif principal de gestion de l'étang.

Les stations de Chichoulet et Capel (points 15 et 17) sont caractérisées par des salinités élevées, supérieures à 15 en septembre 2007. Ce pic s'explique principalement par des fuites et des entrées d'eau salée non maitrisées au niveau de la vanne du Chichoulet, coïncidant avec les dates d'ouverture de la chasse aux gibiers d'eau.

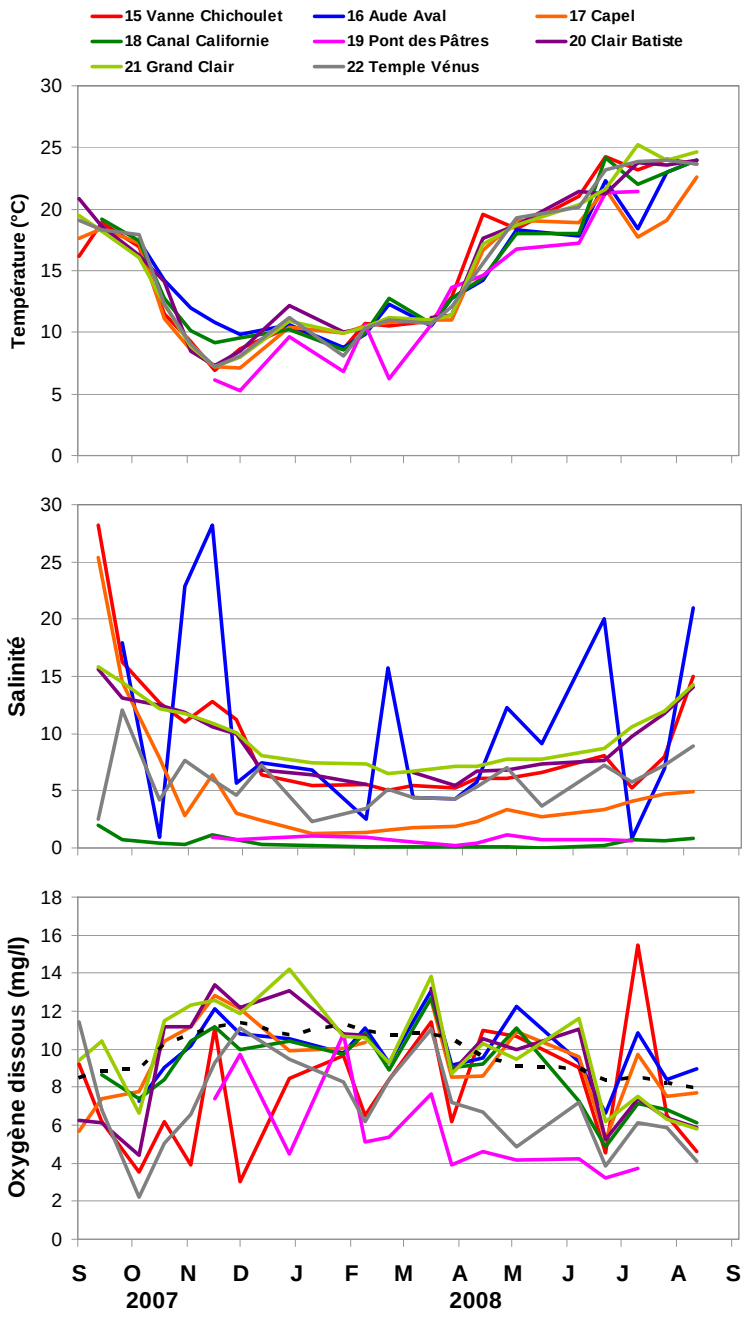


Figure 7. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 20008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang de Vendres dans le cadre du RIGL.*

Les courbes des points Grand Clair et Clair Baptiste (points 21 et 20), situés sur le même plan d'eau, sont relativement similaires. On observe une augmentation de salinité à l'approche de l'été, expliquée par l'évaporation et par des entrées d'eau salée non maîtrisées.

La salinité mesurée au niveau des autres points reste faible, mis à part au niveau du point Temple de Vénus (station 22), où un pic à 12 est atteint en septembre 2007, due à des entrées d'eau salée qui se diffusent sur l'ensemble de la zone par la suite.

2.3. Oxygène dissous

Le taux d'oxygène subit des fluctuations importantes au cours de la période de suivi, sous l'effet des événements climatiques (pluie, vent…), biologiques (bloom phytoplanctoniques…), et des variations des niveaux d'eau. Les teneurs en oxygène s'étendent de 2 à 15 mg/l, les valeurs inférieures à 5 mg/l caractérisant un milieu stressant pour la vie aquatique.

Les teneurs critiques en oxygène dissous relevées au niveau des stations du Temple, du Chichoulet et du Pont Pâtres (points 22, 15 et 19), s'expliquent par des proliférations de phytoplancton, consommant l'oxygène de l'eau, par les niveaux bas et la faible circulation des eaux. Les autres points (Grand Clair, Clair Baptiste, Capel), soumis à un brassage plus important de la colonne d'eau, sont caractérisés par une bonne oxygénation.

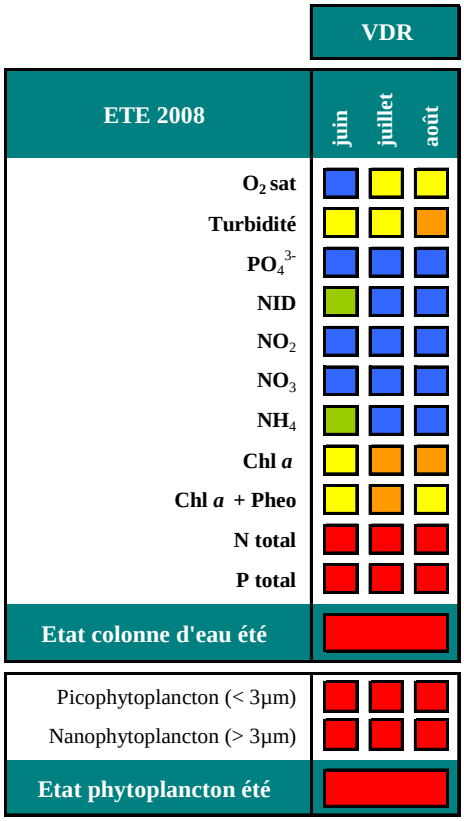
3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton

Comme lors des précédents diagnostics, la grille estivale de lecture de l'eau de l'étang de Vendres affiche un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 7. 1). En 2008, les paramètres déclassant sont l'azote et le phosphore total, tandis que les teneurs en chlorophylle *a* varient de la classe moyenne à médiocre, indiquant une production phytoplanctonique largement plus faible que les années précédentes (20 fois moins que la valeur moyenne de 2001 à 2006), où le seuil Médiocre - Mauvais était quasi-systématiquement dépassé. La production de phytoplancton peut avoir été limitée par le déficit pluviométrique de l'automne et de l'hiver et les apports moindres en éléments nutritifs.

Les teneurs en sels dissous restent faibles, car ils sont assimilés dans leur quasi-totalité par la production primaire. Les concentrations des formes totales de l'azote et du phosphore sont en revanche très élevées car elles intègrent le phytoplancton et les communautés zooplanctoniques et bactérioplanctoniques associées.

Tableau 7. 1 : *Grille estivale de l'eau et du phytoplancton pour la station de Vendres pour l'été 2008.*



Comme depuis le début des suivis, le compartiment phytoplanctonique est qualifié d'un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 7. 1). Les densités de cellules des deux classes de taille dépassent largement le seuil mauvais pendant les 3 mois d'été. Les abondances de phytoplancton sont malgré tout nettement inférieures à celles de 2004 ou 2005, caractérisant comme en 2006 une production primaire moins importante que les années précédentes.

3.2. Evolution pluriannuelle

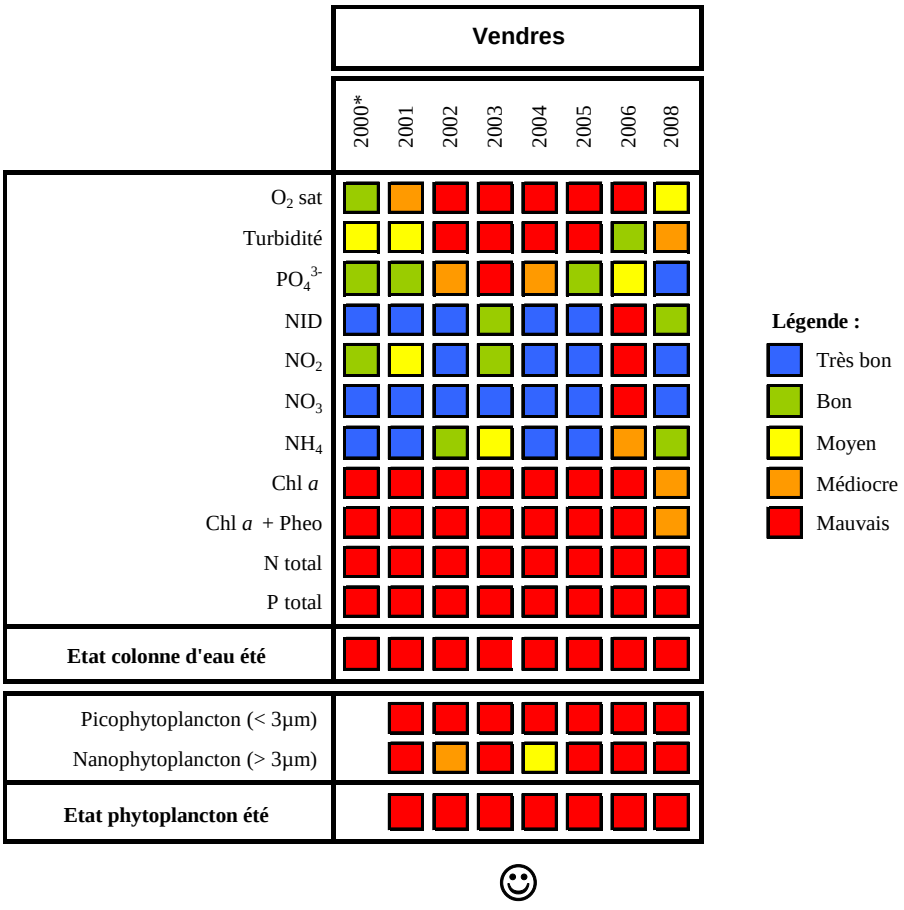
Les diagnostics de l'eau et du phytoplancton effectués sur l'étang de Vendres depuis 2000 sont reportés dans le Tableau 7. 2.

Depuis le début du suivi, les diagnostics font état d'un milieu fortement eutrophisé, totalement dominé par la production phytoplanctonique consommant la totalité des nutritifs apportés à la lagune. Cette biomasse est majoritairement composée de picophytoplancton, sous forme de production régénérée tout au

long de l'été. Cette année encore, le phytoplancton est abondant, mais sa production est relativement limitée en comparaison avec les années précédentes, ce que les teneurs en chlorophylle *a*, singulièrement plus basses, confirment.

On note une amélioration significative des paramètres de la colonne d'eau depuis 8 ans. Les prochains diagnostics permettront de vérifier si cette tendance se confirme et de distinguer les effets des conditions météorologiques de l'amélioration de la gestion des apports à l'étang.

Tableau 7. 2 : *Evolution du diagnostic de l'eau et du phytoplancton pour la station Vendres. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été mise en évidence.*



* *Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic.*

4. Conclusions

L'objectif prioritaire sur l'étang de Vendres est la restauration de la roselière, restauration qui passe par un contrôle de la salinité dans l'étang. L'optimisation des échanges mer-lagune et de la gestion hydraulique a permis de mieux maîtriser la salinité tout au long de l'année.

Malgré une tendance à l'amélioration des paramètres de la colonne d'eau depuis 8 ans, l'étang de Vendres reste une lagune dans un état très dégradé vis-à-vis de l'eutrophisation. Les prochains diagnostics permettront de vérifier cette tendance, qui devrait être favorisée par la remise aux normes des deux stations d'épuration du village de Vendres (bourg et bord de mer). En effet, La station de Vendres-Littoral au sud de l'étang est en cours d'amélioration grâce à un renforcement de la station par lagunage (réutilisation des bassins existants). Le projet prévoit également l'évacuation des eaux traitées vers la zone de roselière voisine située au nord du lagunage. Le Canalet (rejet actuel) sera conservé en tant que point de rejet temporaire permettant de préserver des périodes d'assec de la roselière. La mise en place de ce rejet dans la roselière sera accompagnée d'un plan de gestion pour assurer le suivi de cette zone.

5. Références bibliographiques

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 488P.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 434 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

L'étang du Grand Bagnas

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 145

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 148

2.1. TEMPERATURE DE L'EAU 148
2.2. SALINITE 148
2.3. OXYGENE 148

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 150

3.1. DIAGNOSTIC ESTIVAL DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 150
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 151

4. CONCLUSIONS 153

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 153

1. Introduction

Situé à l'extrémité ouest de l'étang de Thau, sur l'ancien delta de l'Hérault, le Bagnas est une zone humide de 560 hectares classée Réserve Naturelle depuis 1983 et dont la maîtrise foncière est assurée par le Conservatoire du Littoral et des Rivages Lacustres pour plus 95 % depuis 2004. Le territoire du Bagnas est caractérisé par une grande diversité d'habitats (milieux dunaires, marais, prés salés, roselières…). Seul le Grand Bagnas, étang peu profond et faiblement salé de 150 hectares, est suivi dans le cadre du RSL (Figure 8. 1). Cet étang fermé, saumâtre, sans exutoire naturel, communique cependant avec le Canal du Midi et l'étang de Thau.

En 2008, un diagnostic estival de l'eutrophisation (colonne d'eau et phytoplancton) a été mis en œuvre sur la station centrale de l'étang du Grand Bagnas (Figure 8. 2). Dans le cadre du programme RSL 2007-2013, l'étang du Bagnas fera désormais l'objet d'un diagnostic estival une fois tous les 3 ans.

On peut relever plusieurs faits marquants en 2008 parmi les actions menées et accompagnées par l'Association de Défense de l'Environnement et de la Nature du pays d'Agde (ADENA), gestionnaire de la réserve :

- La deuxième phase de réhabilitation des ouvrages hydrauliques a été réalisée. Ces travaux, visant à améliorer la gestion hydraulique du Bagnas, fait partie du Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale du Bagnas, prévu pour la période 2006-2010, qui vise notamment à conserver et améliorer la qualité de la roselière, conserver et augmenter les populations d'espèces patrimoniales, sensibiliser le public à la fragilité et aux richesses du site et de l'environnement… (ADENA, 2004).
- Le site "étang du Bagnas", inscrit au titre des directives Oiseaux et Habitat de Natura 2000, la rédaction d'un document d'objectif (DOCOB) a démarré à l'automne 2008 et sera finalisée au printemps 2009.
- Les suivis de l'avifaune, réalisés par l'ADENA en collaboration avec l'ONCFS et la Fédération de Chasse de l'Hérault, confirment que le Bagnas est un site remarquable pour les oiseaux, avec plus de 10 000 individus recensés en octobre et novembre 2008.

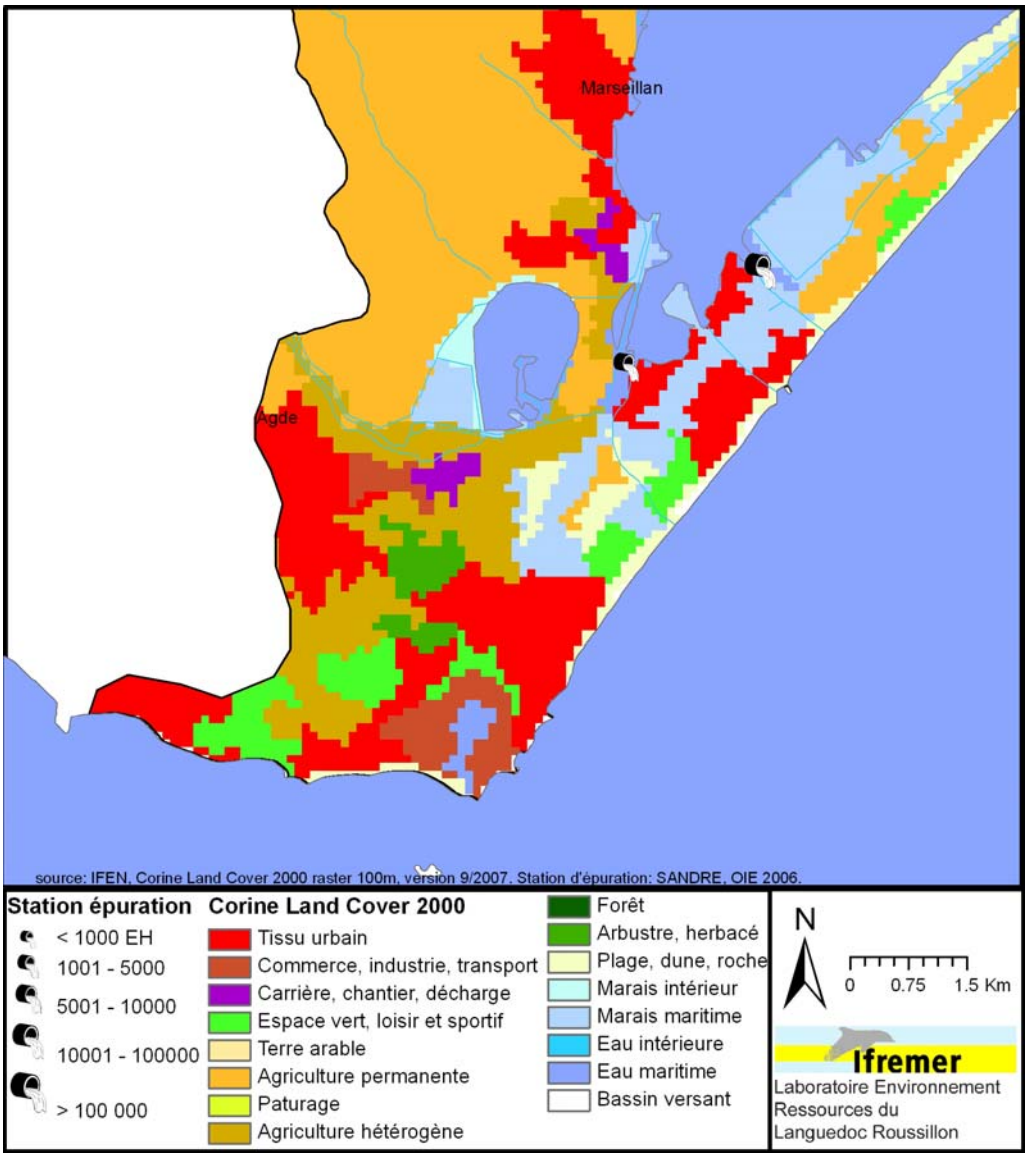


Figure 8. 1 : *Présentation de l'étang du Grand Bagnas et de son bassin versant.*

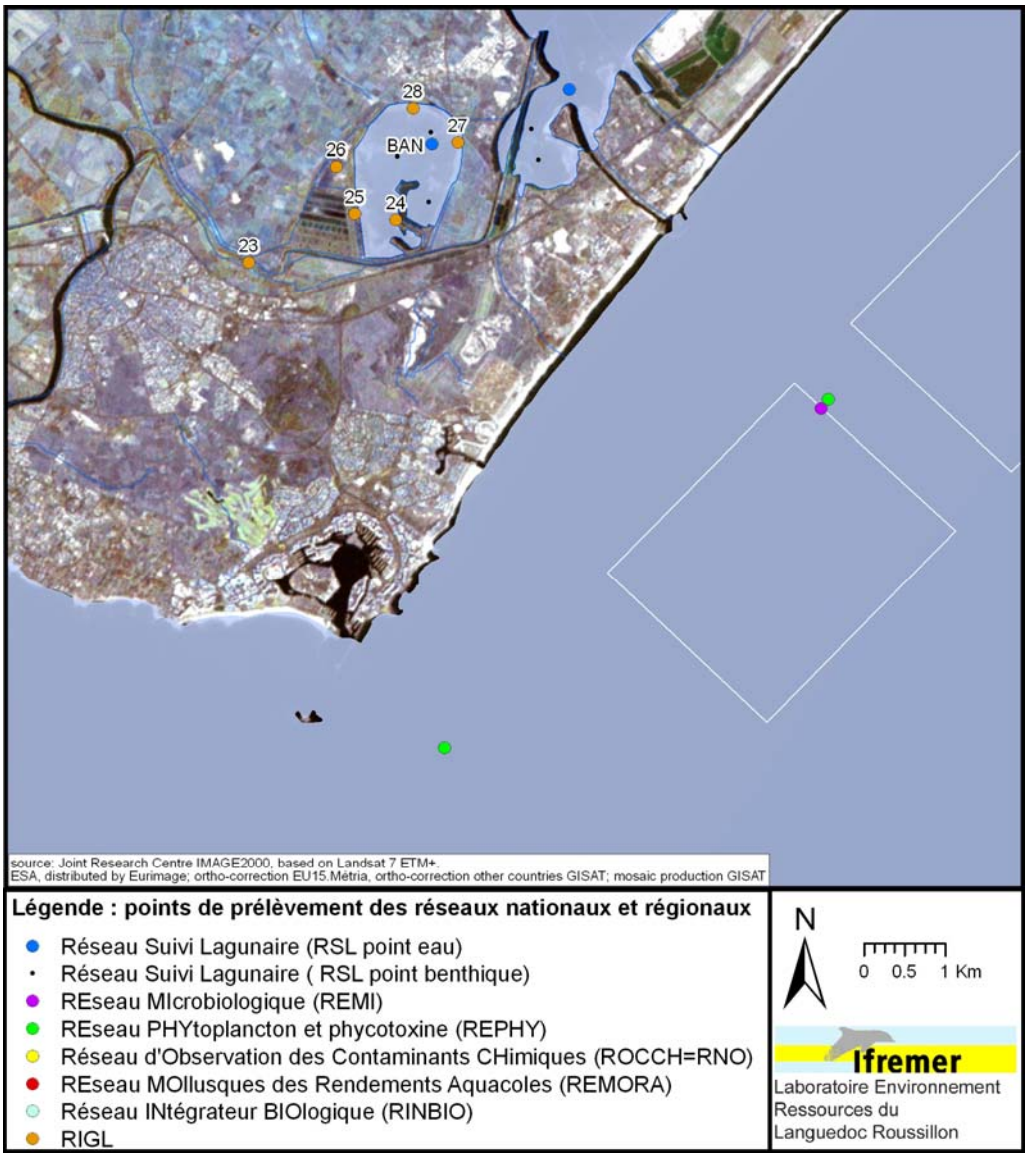


Figure 8. 2 : *Localisation des stations de prélèvements sur l'étang du Grand Bagnas.*

2. Conditions hydrologiques : Suivi du RIGL

En 2008, 6 stations ont été suivies par l'ADENA à fréquence mensuelle dans le cadre du RIGL : 5 stations en bordure l'étang du Grand Bagnas (stations 24 à 27) et une station (station 23) dans le canal du Midi, en amont de la prise d'eau avec le Bagnas (Figure 8. 2). Les résultats du suivi réalisé entre septembre 2007 et septembre 2008 sont présentés sur la Figure 8. 3.

2.1. Température de l'eau

La température de l'eau évolue de façon assez similaire sur les 6 stations et augmente régulièrement de février à septembre, en suivant l'évolution de la température de l'air. La valeur moyenne pour la période étudiée s'élève à 16,2 °C (17,1 °C pour la période 2006/2007). La température minimale (6,5 °C) est relevée au mois de février et la température maximale est atteinte au mois de septembre avec 28,4 °C. Ce maximum peut s'expliquer par le niveau d'eau très bas de l'étang à la fin de l'été.

2.2. Salinité

La salinité moyenne au cours de la période est de 6,9, avec un pic autour de 20 en novembre. L'automne particulièrement sec peut expliquer ce pic. Sous l'effet de l'évaporation et de la baisse du niveau d'eau, la salinité augmente au cours de l'été pour les stations 24 et 26 et dépasse 15 en septembre. Les autres stations conservent une salinité inférieure à 10. Au niveau de la station RSL, plus centrale, la salinité prend des valeurs entre 8 et 10 au cours de l'été. Les mesures de salinité confirment que le Grand Bagnas est soumis à des fluctuations importantes sous l'effet des conditions du climat, du fait de sa faible profondeur et de son relatif confinement.

2.3. Oxygène

Le suivi de la teneur en oxygène dans l'eau n'a pu être effectué que de février à septembre. On observe une sur-saturation au mois de juin au niveau de la station 27. La libération d'oxygène dans l'eau par l'herbier de Potamot très dense à cet endroit, peut être à l'origine de ce pic. Pour les autres stations, les niveaux d'oxygène restent à des niveaux inférieurs à la saturation, avec dans certains cas, le développement de conditions anoxiques. Les eaux de l'étang du Grand Bagnas étant peu brassées et peu renouvelées, leur oxygénation est limitée et peut engendrer des perturbations de l'écosystème aquatique.

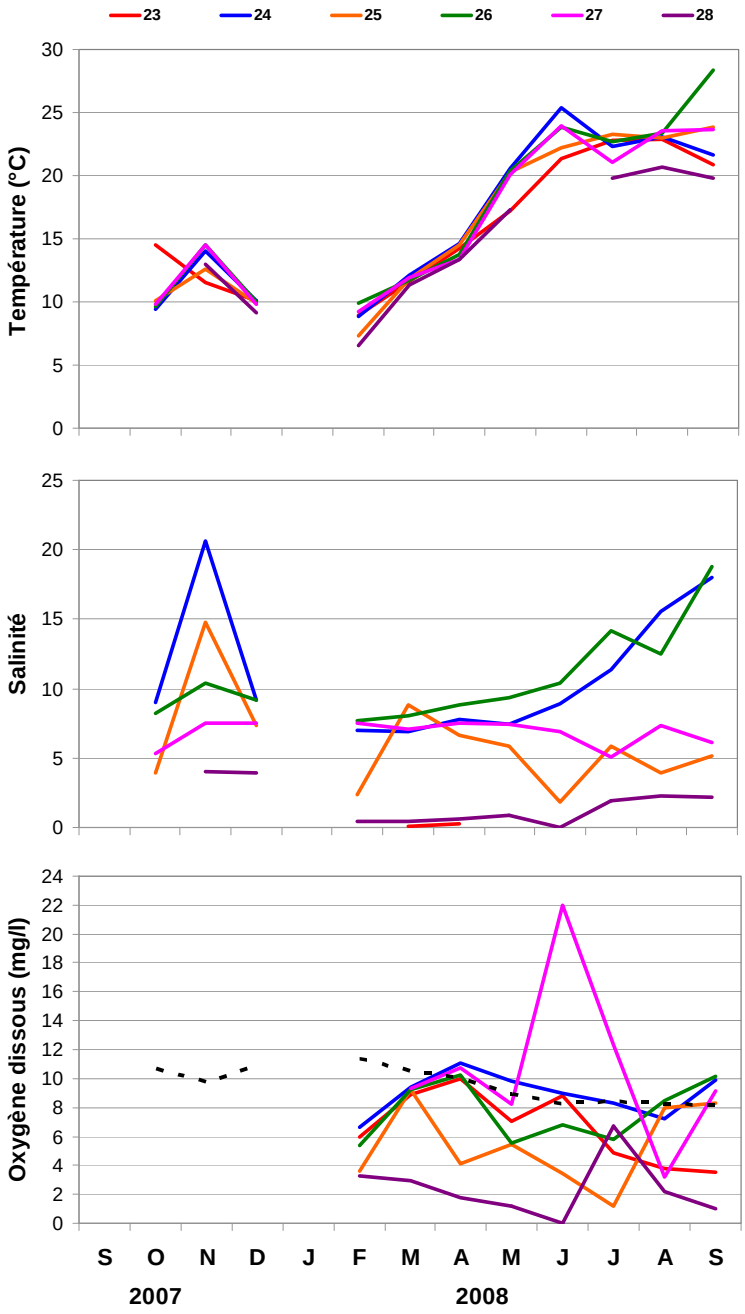


Figure 8. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 20008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous au niveau des 6 stations suivies dans l'étang du Grand Bagnas dans le cadre du RIGL. Pour le graphe oxygène dissous, la courbe en pointillés noirs représente la concentration pour 100 % de saturation d'oxygène dissous.*

3. Diagnostic de l'eutrophisation

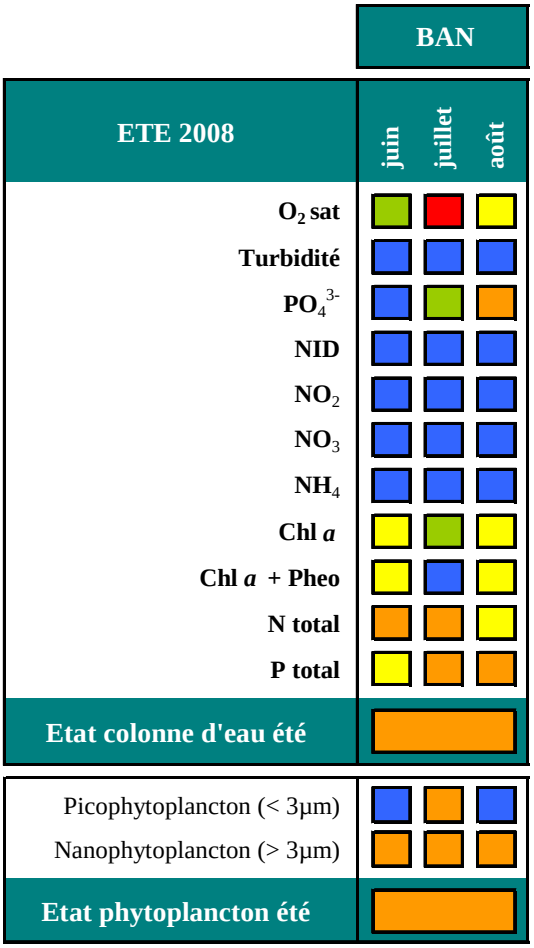
3.1. Diagnostic estival de l’eau et du phytoplancton

En 2008, la qualité de la colonne d'eau vis-à-vis de l'eutrophisation du Grand Bagnas est médiocre, alors qu’elle était diagnostiquée comme mauvaise depuis 2001 (Tableau 8. 1).

Les niveaux de chlorophylle *a* mesurés correspondent à la classe de qualité moyenne, indiquant des proliférations phytoplanctoniques limitées, ce qui se répercute sur la turbidité de l’eau, exceptionnellement faible cette année. Les concentrations en éléments nutritifs dissous sont très basses, ces derniers étant consommés dans leur quasi-totalité par le phytoplancton, les Ulves, observées au mois de juillet, et le Potamot, plante d'eau douce dont les populations sont très denses dans l’étang (Ifremer, 2006).

La grille de lecture du phytoplancton donne un état médiocre pour l'été 2008. L’abondance des cellules de nanophytoplancton (> 3 µm) est le paramètre déclassant pour les 3 mois d’été (Tableau 8. 1).

Tableau 8. 1 : *Grille estivale de l'eau et du phytoplancton pour la station du Grand Bagnas pour l'été 2008.*



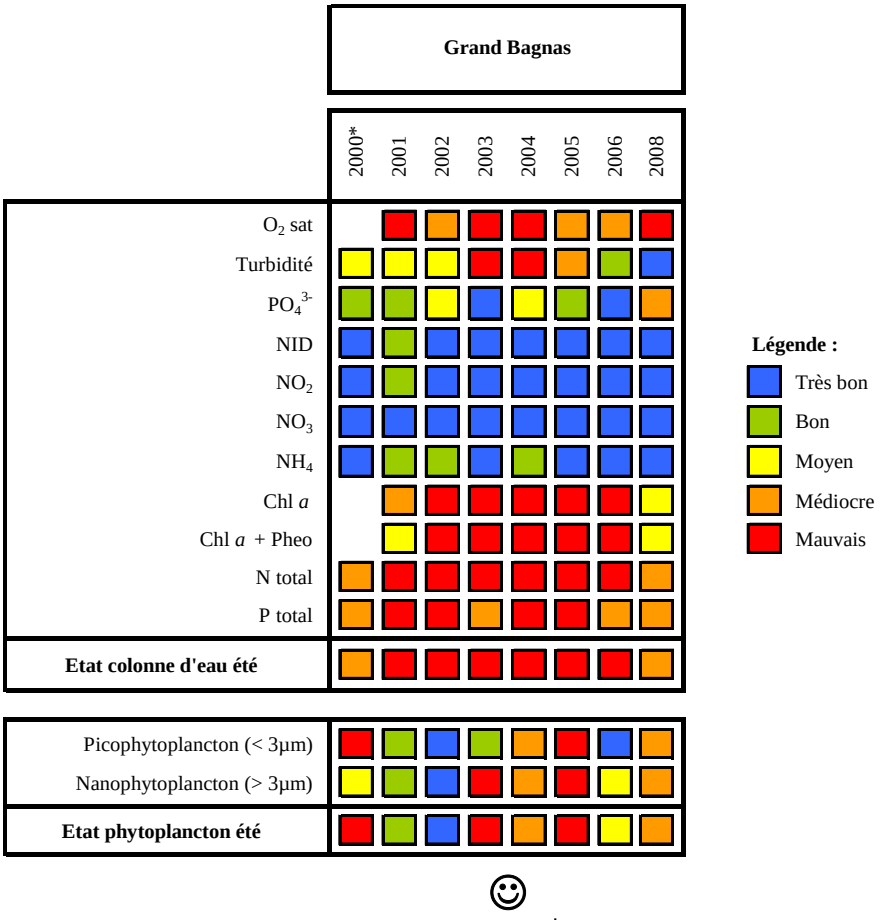
3.2. Evolution pluriannuelle

En 2008, l'étang du Grand Bagnas gagne une classe de qualité et atteint l'état médiocre vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 8. 2). Les paramètres déclassants sont la saturation en oxygène, l'azote et le phosphore total, et les phosphates, alors que les niveaux de chlorophylle *a* et la turbidité sont nettement plus faibles que les étés précédents.

La grille de l'eau indique une tendance à l'amélioration depuis 8 ans, pouvant être expliquée en partie par la réhabilitation des ouvrages hydrauliques mise en œuvre depuis 2006, qui a permis de limiter les arrivées non contrôlées d'eau et de

vases chargées en nutriments *via* les canaux débouchant dans l'étang. Les faibles pluviométries de l'automne et de l'hiver ont certainement également contribué à cette amélioration, du fait d'apports moins importants en éléments nutritifs à l'étang.

Tableau 8. 2 : *Evolution du diagnostic de l'eau et du phytoplancton pour la station Grand Bagnas. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été mise en évidence (Cf. Annexe 4).*



* *Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic.*

4. Conclusions

Les diagnostics estivaux de l'eutrophisation mettent en évidence une amélioration de la qualité de colonne d'eau depuis 2000, à attribuer certainement à l'optimisation de la gestion hydraulique de l'étang et donc de la circulation et du renouvellement de l'eau. Cependant, l'état du Grand Bagnas vis-à-vis de l'eutrophisation reste médiocre, caractérisant un milieu enrichi en nutriments, où le potamot et le phytoplancton sont abondants. Le prochain diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton, prévu en 2011, permettra de vérifier si la tendance à l'amélioration se confirme.

En 2009, l'ADENA poursuivra ses activités de gestion, de surveillance et de suivis écologiques sur la réserve du Bagnas, avec en particulier l'élaboration d'une nouvelle carte de végétation dans le cadre du diagnostic Natura 2000.

5. Références bibliographiques

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 488 p.

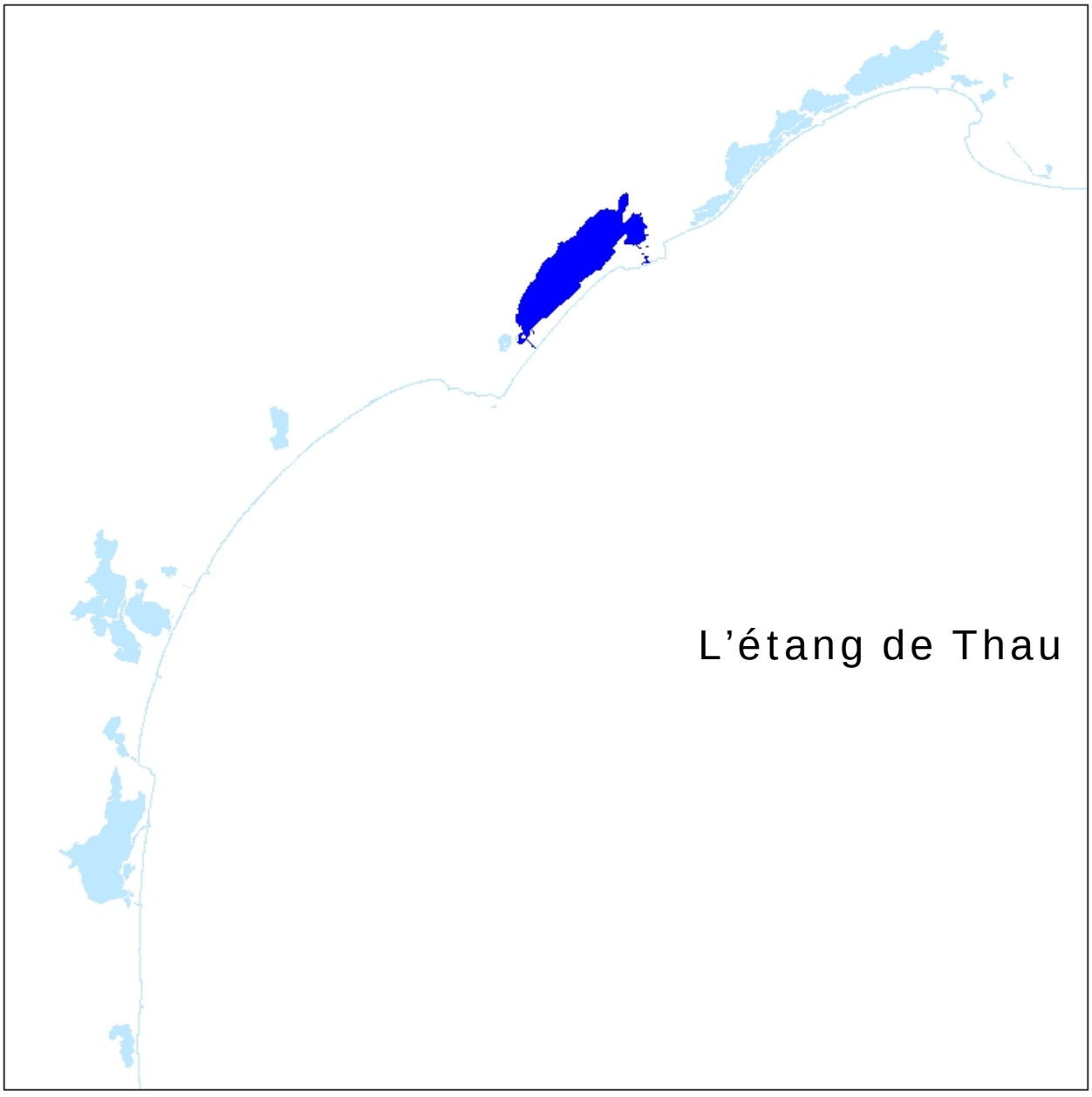
ADENA, 2004. Plan de gestion 2006-2009. Réserve naturelle du Bagnas. 84 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 434 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.



L'étang de Thau

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 159

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES 164

2.1. CONDITIONS CLIMATIQUES 164
2.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU REPHY 164
2.3. SUIVI ESTIVAL DES NIVEAUX D'OXYGENE 167

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 168

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 168
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 170

4. DIAGNOSTIC COMPLET DE L'EUTROPHISATION 174

4.1. DIAGNOSTIC DES SEDIMENTS 174
4.1.1. Granulométrie 174
4.1.2. Distribution de la matière organique, du phosphore et de l'azote 178
4.1.3. Diagnostic 178
4.2. DIAGNOSTIC SIMPLIFIE PAR LES MACROPHYTES 181
4.2.1. Recouvrement végétal 181
4.2.2. Distribution des peuplements de macrophytes 181
4.2.3. Diagnostic 183
4.3. ETAT GLOBAL VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION 185

5. AUTRES RESEAUX DE SURVEILLANCE 187

5.1. RESEAUX DE SURVEILLANCE DES MOLLUSQUES 187
5.1.1. Réseau de suivi des pathologies des mollusques (REPAMO) 187
5.1.2. Réseau mollusques des rendements aquacoles (REMORA) 188
5.2. QUALITE MICROBIOLOGIQUE (REMI) 192
5.3. CONTAMINATION CHIMIQUE - RESEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE (ROCCH) 201

6. CONCLUSIONS 204

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 205

1. Introduction

En 2008, en complément du suivi estival de la colonne d'eau et du phytoplancton mis en œuvre au niveau de trois stations (TE, TW et TANG), un suivi des sédiments et des macrophytes est effectué sur 36 stations benthiques (Figure 9. 2). Les données ainsi récoltées permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'étang vis-à-vis de l'eutrophisation, 5 ans après le précédent diagnostic (Ifremer, 2004). Dans ce chapitre, les résultats RSL sont complétés par les données acquises sur :

- les niveaux d'oxygénation des eaux, mesurés pendant l'été 2008 au niveau de 26 stations à l'initiative du Syndicat Mixte du Bassin de Thau (SMBT),
- les mortalités de naissains et la croissance des coquillages, observées dans le cadre des Réseaux Mollusques et Rendements Aquacoles et (REMORA) et de Pathologie des Mollusques (REPAMO),
- la contamination microbiologique des coquillages, suivie sur 12 stations dans le cadre du Réseau de contrôle Microbiologique (REMI),
- l'hydrologie suivie au niveau de 3 stations dans le cadre du Réseau Phytoplancton toxique (REPHY),
- la contamination chimique, suivie dans les moules au niveau de 2 stations du Réseaux d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH).

En matière de politiques publiques, le bassin versant de la Lagune de Thau s'inscrit dans la dynamique de la Gestion Intégrée des Zones Côtières. Ce dispositif est animé par le Syndicat Mixte du Bassin de Thau (SMBT) et regroupe dans un projet de territoire cohérent l'ensemble des communes du bassin versant. L'objectif de cette gestion intégrée est de mettre en relation et en cohérence l'ensemble des démarches engagées par les collectivités sur le territoire. Plusieurs outils réglementaires et projets se complètent pour apporter aux collectivités une capacité de projet et d'action optimale.

Les démarches engagées sont multiples :

- Le Schéma de Cohérence Territorial (SCOT) est engagé depuis 2005. En 2008, les communes du SMBT ont formalisé le Plan d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire (PADD), étape qui fixe les grandes orientations d'aménagement futur.
- Le volet maritime du SCOT, qui remplacera à terme le Schéma de Mise en Valeur de la Mer, est engagé, après que l'ensemble des partenaires ait trouvé les modalités de concertation nécessaires à l'établissement de ce document. Partie individualisée et intégrée au SCOT, le volet maritime apporte une cohérence supplémentaire dans la démarche de planification

du territoire, en portant un regard plus pointu sur les vocations et usages dédiés à l'espace lagunaire et à la façade maritime du territoire de Thau.

- Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), s'est attaché en 2008 à préparer l'état initial et le diagnostic de chaque masse d'eau du territoire, dans le respect de la Directive Cadre sur l'Eau de 2000 et des orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) en cours de révision. Les groupes de travail thématiques et les membres de la Commission Locale sur l'Eau (CLE) ont été mis à contribution pour construire cette première étape du SAGE qui sera validée au début de l'année 2009. Cette base de travail permettra de faire émerger les grandes orientations réglementaires et/ou les actions à mettre en place pour atteindre le bon état de toutes les masses d'eau du territoire d'ici 2015.

- Le Contrat Qualité (2005-2009) arrive en phase d'achèvement. Quelques projets méritent d'être soulignés. En matière de lutte contre les pollutions, l'année 2008 a permis aux partenaires professionnels, techniques et territoriaux du Contrat de travailler ensemble et d'engager des projets structurants en matière d'assainissement : discussions sur un projet de raccordement du lagunage de Poussan – Bouzigues, Schéma Directeur de la station d'épuration de Sète, études préliminaires de réhabilitation du lagunage de Mèze – Loupian, études de faisabilité du lagunage de Pinet-Pomerols... Notons d'autre part que Thau Agglomération et la Communauté des Communes du Nord du Bassin de Thau se sont engagées avec l'Agence de l'Eau dans un programme de lutte contre les pollutions d'origine industrielle. Après une expertise fine des installations des entreprises sur le territoire, cet accord permet de mettre en place les dispositifs adaptés de traitement ou de raccordement des rejets des entreprises. Enfin, la Ville de Sète s'est engagée dans la gestion environnementale de ses réseaux d'assainissement. Une instrumentation a été mise en place sur les réseaux et sur des balises flottantes sur la lagune et sur les canaux de Sète, afin de mieux connaître les impacts des rejets sur le milieu par temps de pluie. Ce dispositif novateur devra permettre, après analyse des données, de mettre en place progressivement une gestion dynamique des réseaux d'assainissement pour leur maîtrise optimisée.

- Le programme OMEGA Thau (Outil pour le Management Environnemental et la Gestion des Avertissements), démarré en 2007, a été axé en 2008 essentiellement sur l'acquisition de données et de mesures *in situ*. Pendant plus d'une année, plusieurs campagnes lors d'évènements pluvieux ont été menées simultanément sur le bassin versant et la lagune pour mieux comprendre et analyser les mécanismes de transfert des pollutions microbiologiques depuis leurs sources jusqu'à leur diffusion au niveau des secteurs conchylicoles. Plusieurs milliers de

données ont été acquises, mobilisant plus d'une quinzaine de partenaires. Ces données permettront de construire l'outil de management environnemental et le programme d'action, qui seront finalisés fin 2009.

- Le second semestre 2008 a permis au SMBT de préparer et d'initier la démarche Natura 2000 sur l'étang de Thau. La lagune et ses zones humides périphériques sont désormais intégrées dans le périmètre d'étude Natura 2000, au titre des Directives Oiseaux et Habitat. Le comité de pilotage a été constitué et l'élaboration de l'état des lieux débutera au premier trimestre 2009. Cette démarche porte une attention particulière sur les habitats et espèces remarquables de la lagune et de ses marges, pour aboutir à la mise en place d'une gestion concertée des activités et des usages avec l'ensemble des acteurs : collectivités et administrations, professionnels de la pêche et de la conchyliculture, chasseurs, associations sportives…

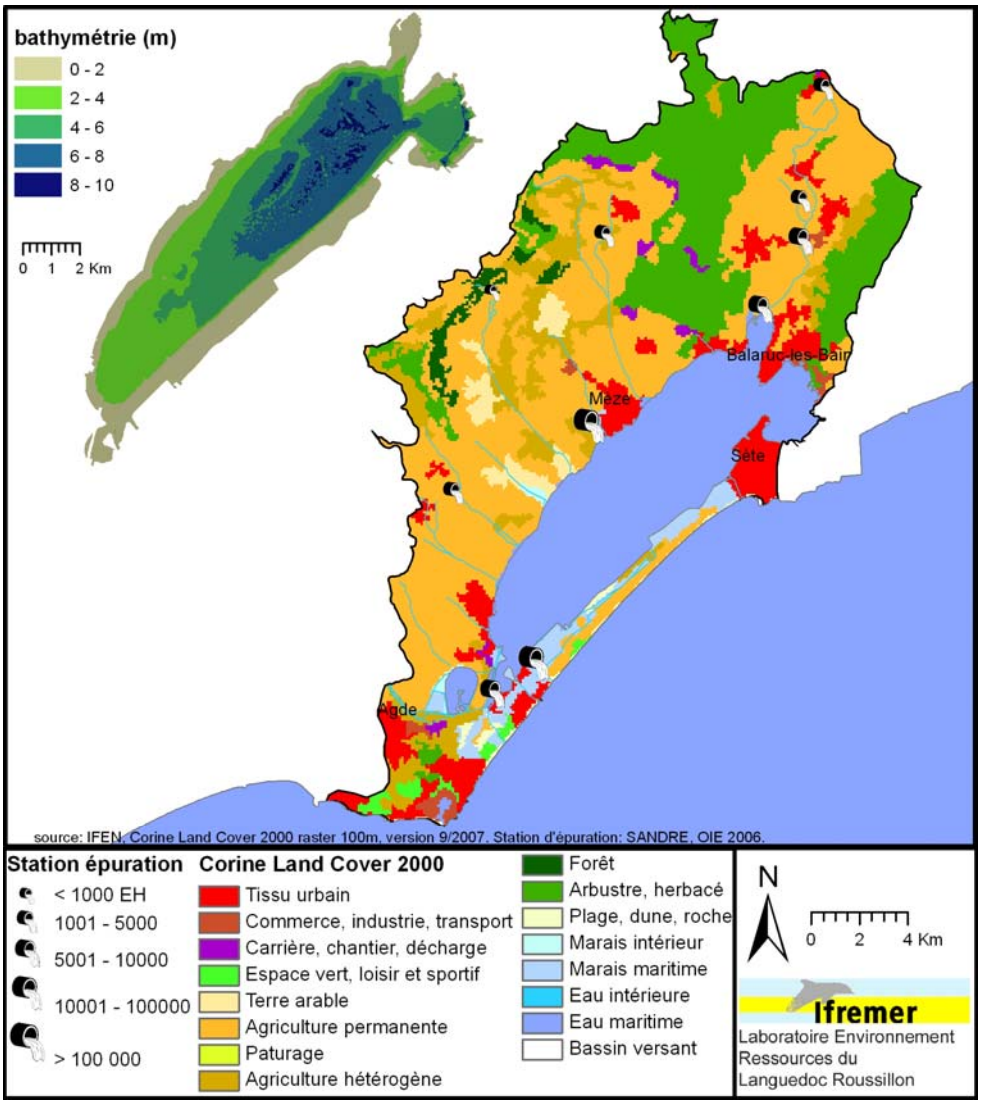


Figure 9. 1 : *Occupation du bassin versant et bathymétrie de l'étang de Thau.*

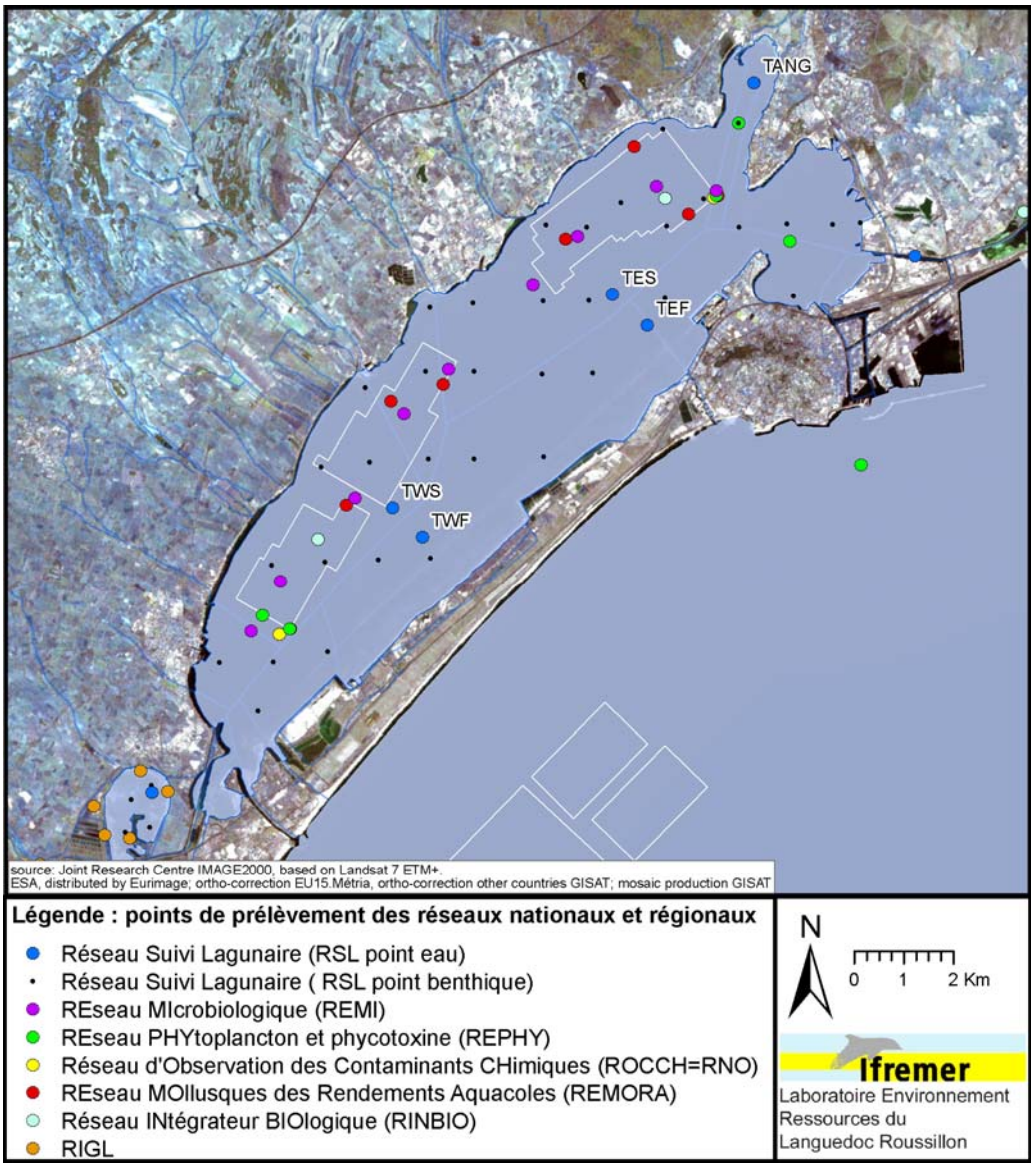


Figure 9. 2 : *Localisation des stations de prélèvements du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de Thau.*

2. Conditions hydroclimatiques

2.1. Conditions climatiques

Dans le bassin Rhône-Méditerranée, l'année hydrologique 2007-2008 est marquée par une fraîcheur généralisée, avec des températures mensuelles moyennes se situant en-dessous ou au niveau des normales à Sète (cf. Chapitre 1). Seules les températures des mois de janvier et février dépassent les températures moyennes.

Le sémaphore de Sète enregistre un cumul de pluies de 436 mm sur l'année hydrologique de septembre 2007 à août 2008, de l'ordre de 73 % de la normale (600 mm en moyenne de 1974 à 2003). L'automne et l'hiver particulièrement secs ont contribué à moins de la moitié du cumul pluviométrique de l'année (contre 2 tiers en moyenne de 2000 à 2008). Le printemps et le début d'été humide ont cependant permis d'éviter l'état de sécheresse estivale en Languedoc-Roussillon.

2.2. Conditions hydrologiques : Suivi du REPHY

Les données hydrologiques, acquises au niveau des points Bouzigues et Marseillan du réseau REPHY sont interprétées ci-dessous (Figure 9. 3 et Figure 9. 4) :

- la température de l'eau augmente par paliers, elle est de 5°C début janvier et atteint un maximum de 27,2°C en juillet. L'hiver doux engendre des températures de l'eau au-dessus des médianes mensuelles en janvier et février. En revanche, les températures printanières et estivales sont similaires aux moyennes mensuelles enregistrées au cours des 10 dernières années. La température augmente de façon marquée au printemps (+ 6,2°C entre le 20 avril et le 8 mai) et au début de l'été (+ 6,3°C entre le 17 juin et le 2 juillet).
- la salinité dépasse nettement la moyenne, du fait du déficit de précipitations automnales et hivernales. Seule la station Bouzigues est caractérisée par des dessalures en fin d'année, suite à l'épisode pluvieux du mois de novembre.
- la turbidité reste à des niveaux faibles et ne dépasse la valeur de 10 FNU que ponctuellement au niveau de la station de Marseillan.

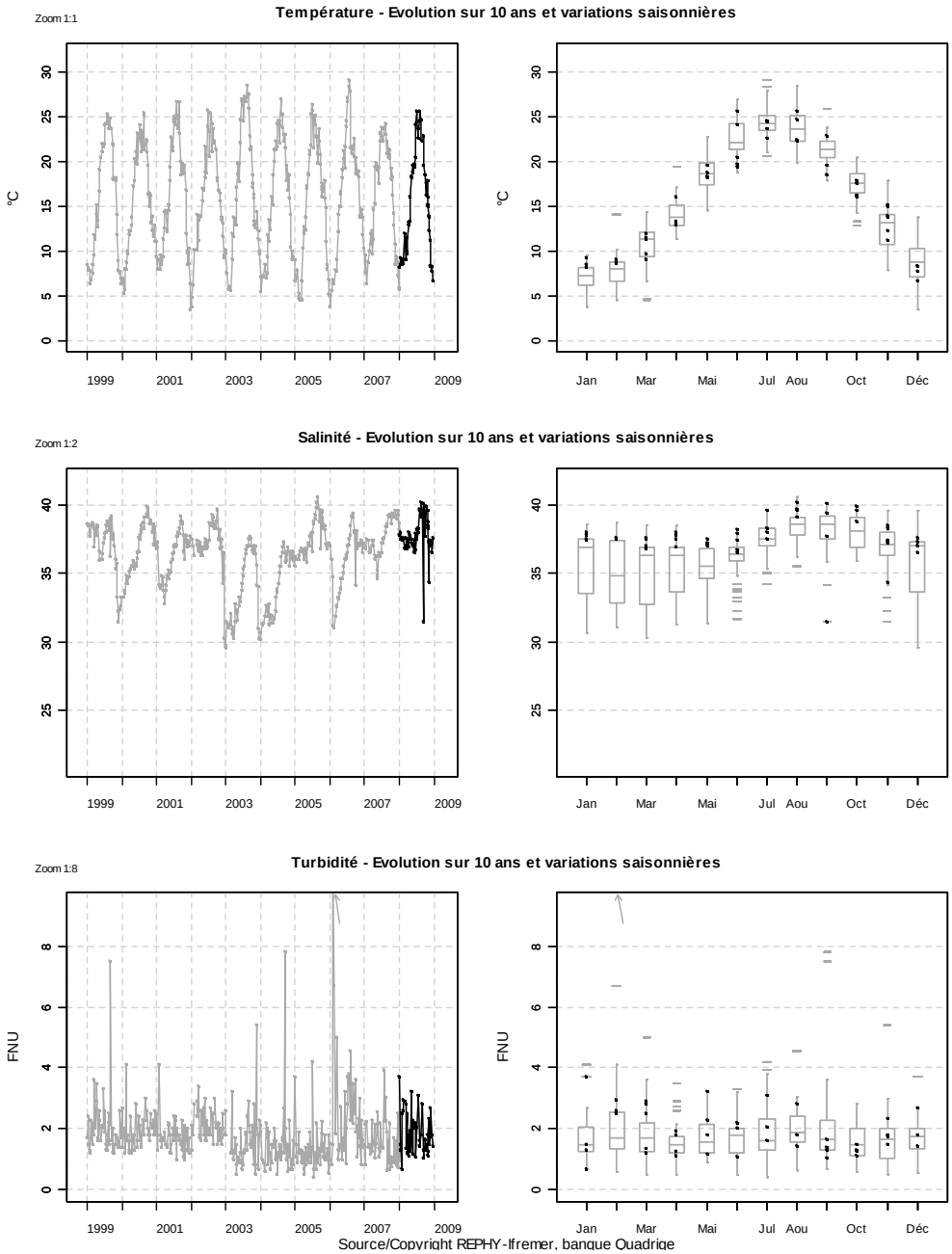


Figure 9. 3 : *Variations saisonnières et pluriannuelles de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité à la station Bouzigues (n°37087001). L'année 2008 est représentée en noir. Les graphes de droite présentent la distribution statistique de ces paramètres sur les dix dernières années.*

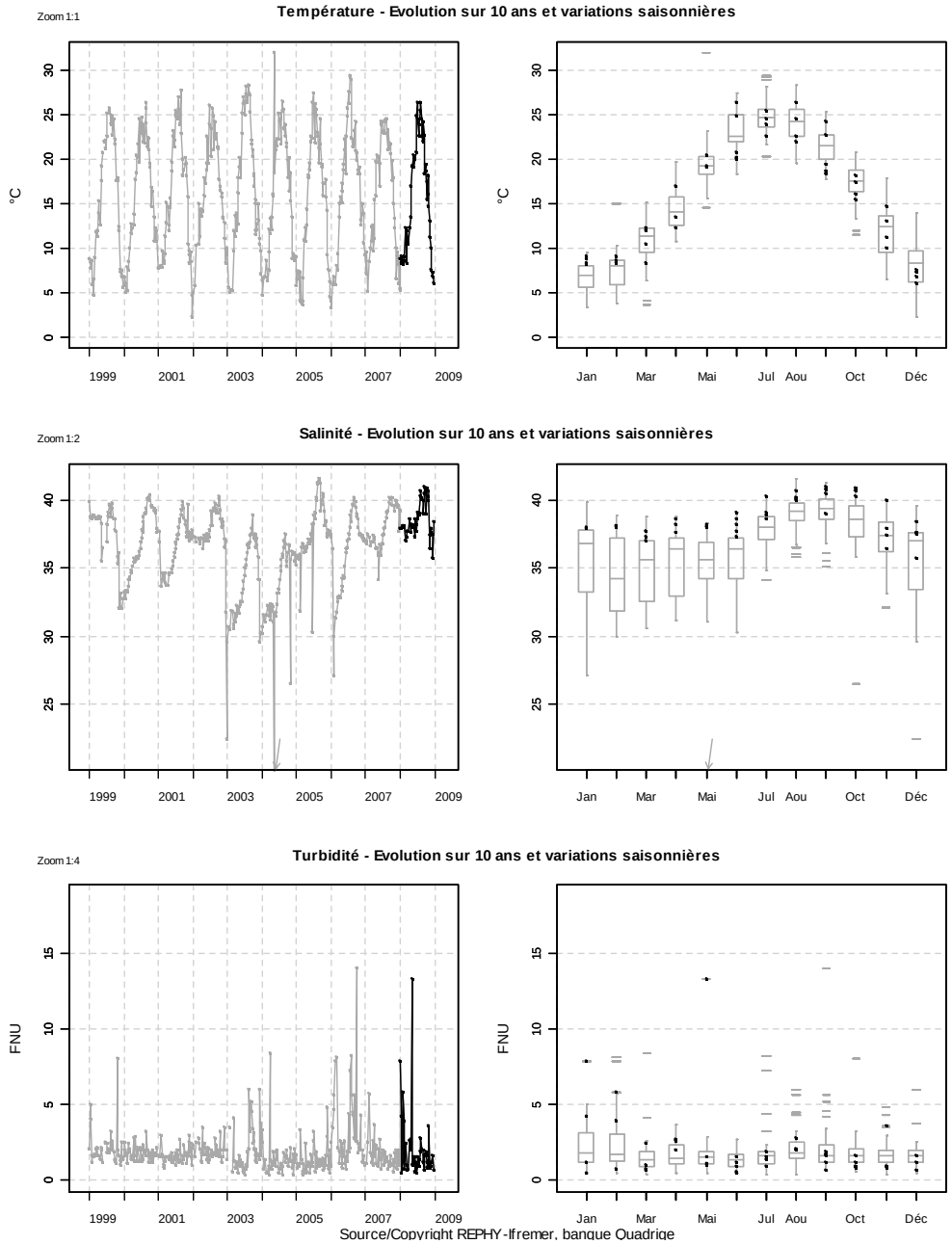


Figure 9. 4 : *Variations saisonnières et pluriannuelles de la température de l'eau, de la salinité et de la turbidité à la station Marseillan (n°37087003). L'année 2008 est représentée en noir. Les graphes de droite présentent la distribution statistique de ces paramètres sur les dix dernières années.*

2.3. Suivi estival des niveaux d'oxygène

A l'initiative du SMBT, un suivi du niveau d'oxygénation des eaux de l'étang a été mis en œuvre lors de l'été 2008, comme en 2006 et 2007 (Ifremer, 2007 ; Ifremer, 2008 (a)). Les mesures ont été réalisées de façon hebdomadaire sur 26 stations (Figure 9. 5) et assurées par la Section Régionale Conchylicole de Méditerranée (SRCM) (7 points au niveau des tables conchylicoles), la Communauté de Commune Nord du Bassin de Thau (8 points en bord d'étang), Ifremer Sète (LER/LR1) (7 points sur l'étang en plus des 3 stations du RSL) et la SDEI (mise à disposition des données acquises dans le port du Mourre-Blanc dans le cadre d'une étude pilotée par le Conseil Général de l'Hérault). Un bulletin a été émis chaque lundi du 16 juin au 1er septembre 2008 par le SMBT via son site Internet[2].

Grâce aux conditions météorologiques favorables de l'été (températures rarement élevées et périodes de tramontane), les niveaux en oxygène dissous sont restés satisfaisants sur la grande majorité des stations. Toutefois, au niveau de certaines stations profondes situées dans les secteurs conchylicoles, des concentrations en oxygène dissous caractéristiques d'un état de stress biologique ont été mesurées de début juillet à fin août.

Comme en 2007, les stations de bordure (en particulier les stations Moulières (A) et port du Mourre-Blanc (I)) ont été marquées tout au long de l'été par des déficits importants en oxygène, sans atteindre l'état critique de l'anoxie. Ces phénomènes sont considérés comme normaux en été dans ces secteurs confinés et de faible profondeur.

[1] LER/LR : Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc-Roussillon (Ifremer Sète).
[2] http://smbt.teledetection.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=58&Itemid=190

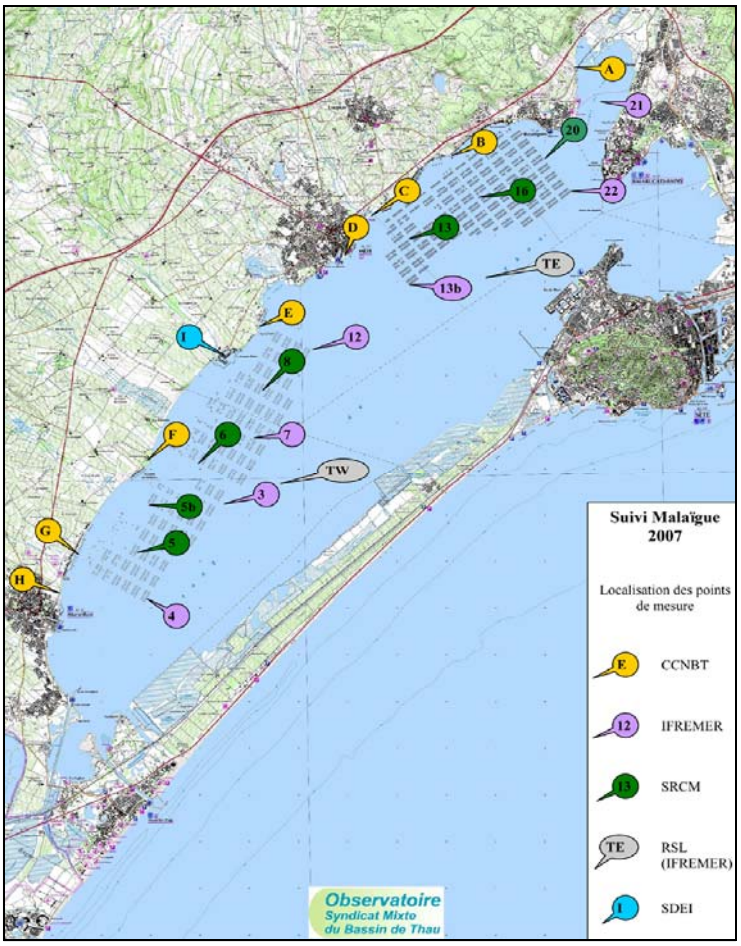


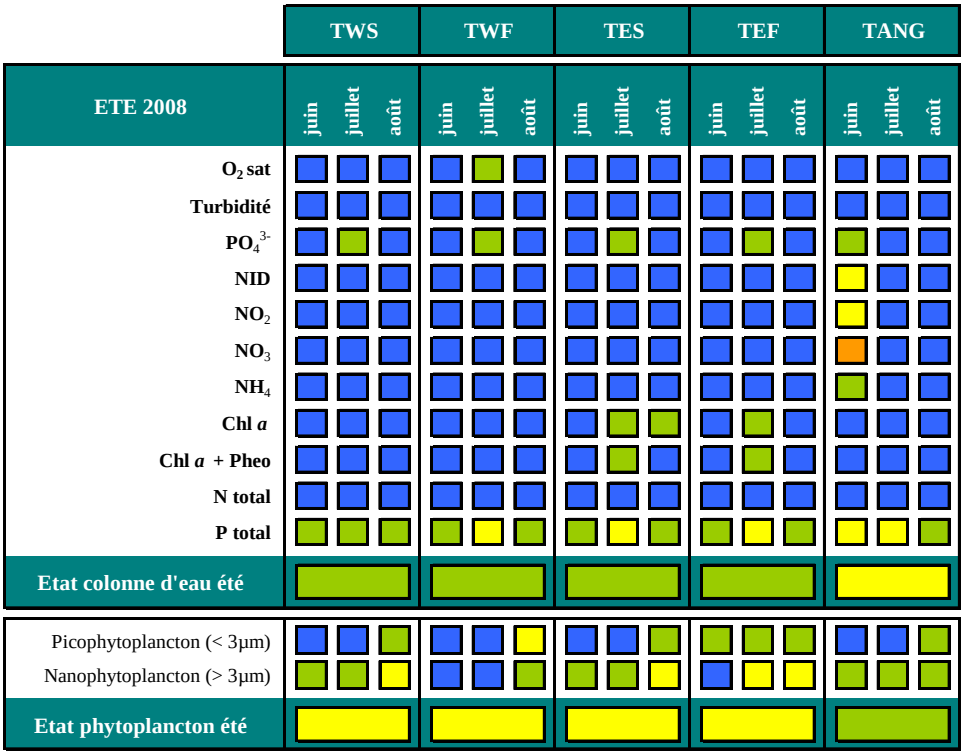
Figure 9. 5 : *Localisation des points du suivi oxygène de l'été 2008.*

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton

Les résultats acquis lors de l'été 2008 sur les stations de l'étang de Thau sont présentés dans le Tableau 9.1. L'état vis-à-vis de l'eutrophisation de la colonne d'eau et du phytoplancton est de bon à moyen.

Tableau 9.1 : *Evolution du diagnostic estival 2008 de l'eau et du phytoplancton pour les stations de Thau.*



L'état de la colonne d'eau est bon en surface et au fond des stations Thau Ouest (TWS) et Thau Est (TES) ; la majorité des paramètres atteignent des niveaux caractéristiques d'une très bonne qualité. Le paramètre le plus déclassant est le phosphore total, qui dépasse le seuil moyen au mois de juillet, indiquant un relargage des nutriments depuis les sédiments vers la colonne d'eau.

La qualité de l'eau évaluée a milieu de la Crique de l'Angle (TANG) est moyenne à cause des teneurs élevées atteintes au mois de juin pour l'azote dissous (nitrite et nitrate).

Les teneurs en picophytoplancton dépassent le seuil Bon / Moyen uniquement en août au niveau de la station Thau Ouest en profondeur. Les faibles teneurs mesurées au niveau des autres stations sont liées aux faibles concentrations en sels nutritifs et à leur recyclage modéré lors de l'été 2008.

Les cellules microalgales de grande taille (nanophytoplancton), qui profitent des apports en nutriments du bassin versant apportés par les pluies printanières, dégradent les grilles du phytoplancton de Thau Est (surface et fond) et Thau Ouest (surface).

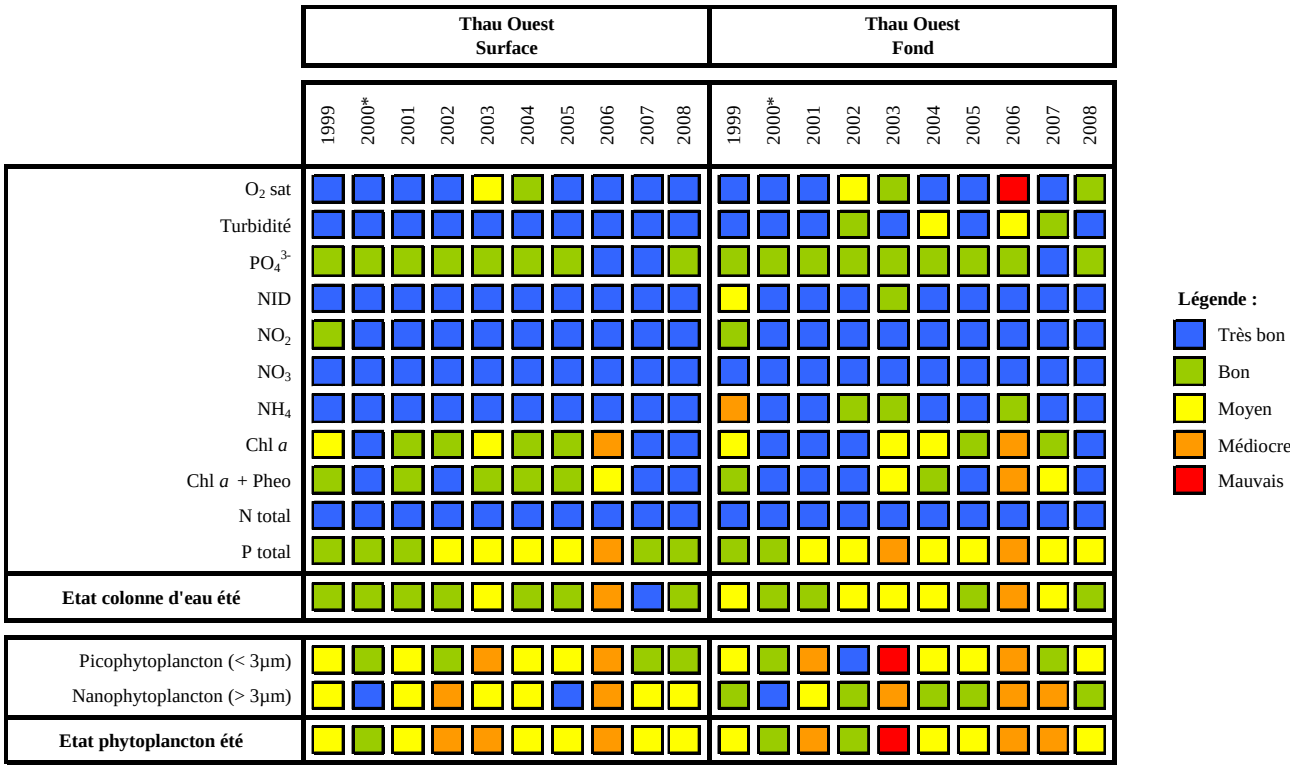
Dans la Crique de l'Angle (station TANG), les teneurs en phytoplancton sont inhabituellement faibles, donnant lieu à un classement en bon état.

3.2. Evolution pluriannuelle

Favorisé par une année faiblement pluvieuse et un été régulièrement venté et sans longue période de chaleur, le diagnostic de la colonne d'eau en 2008 est proche de celui de 2007 et parmi les meilleurs enregistrés sur l'étang de Thau depuis 1999 (Tableau 9. 2 à Tableau 9.4). Sur la période 2001-2008, on note même une amélioration significative des paramètres de la colonne d'eau pour la station Thau Est au fond (TEF) (test de tendance d'évolution, Annexe 4).

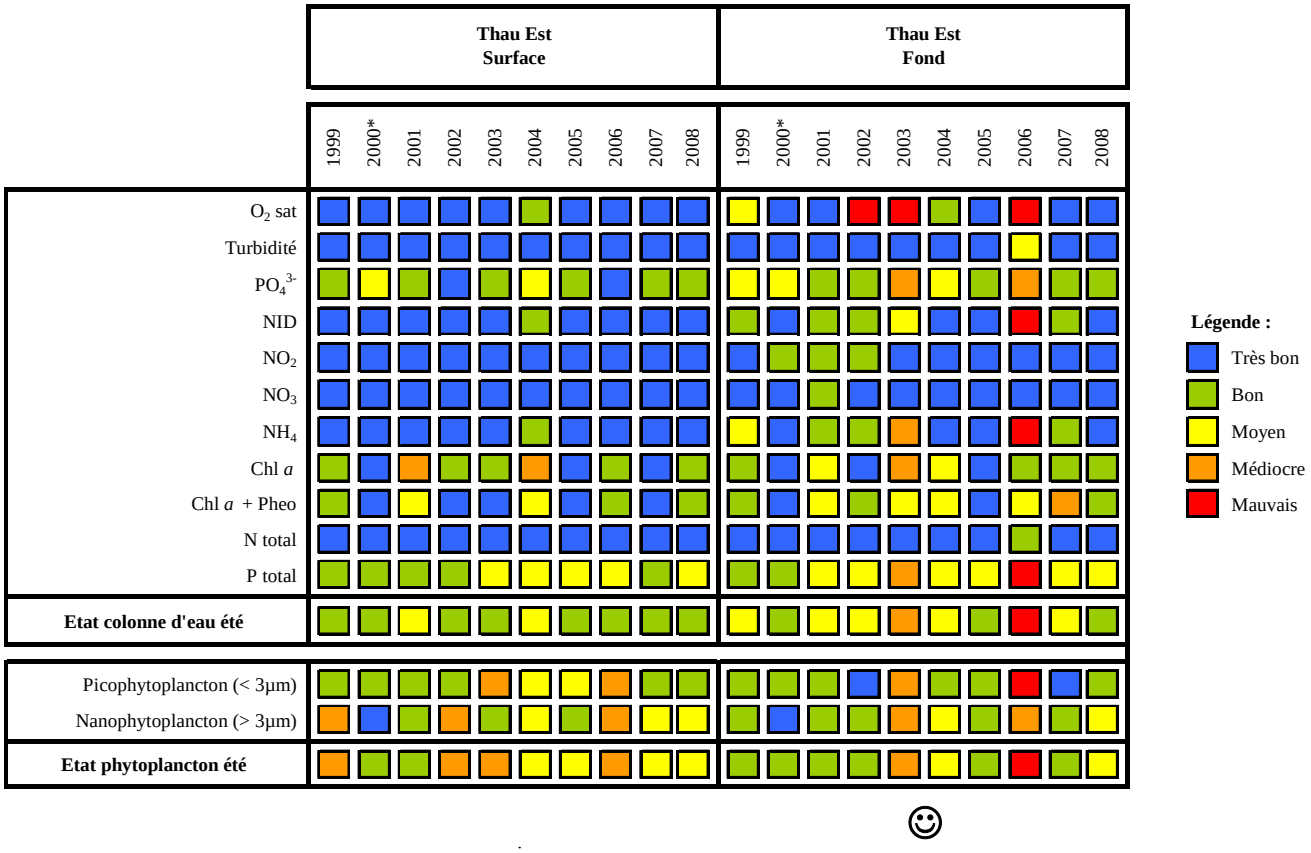
Les stations profondes (TE et TW) affichent un bon état de la colonne d'eau et un état moyen du phytoplancton, alors que le schéma inverse est observé dans la Crique de l'Angle (station TANG). Au niveau de cette dernière station, un phénomène nouveau est observé au mois de juin, avec des concentrations élevées en nitrite et nitrate pouvant s'expliquer par des apports d'origine domestique, et un bon diagnostic du phytoplancton, encore jamais observé depuis l'été 2000.

Tableau 9. 2 : *Evolution du diagnostic de l'eau et du phytoplancton pour la station Thau Ouest. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été mise en évidence (Cf. Annexe 4).*



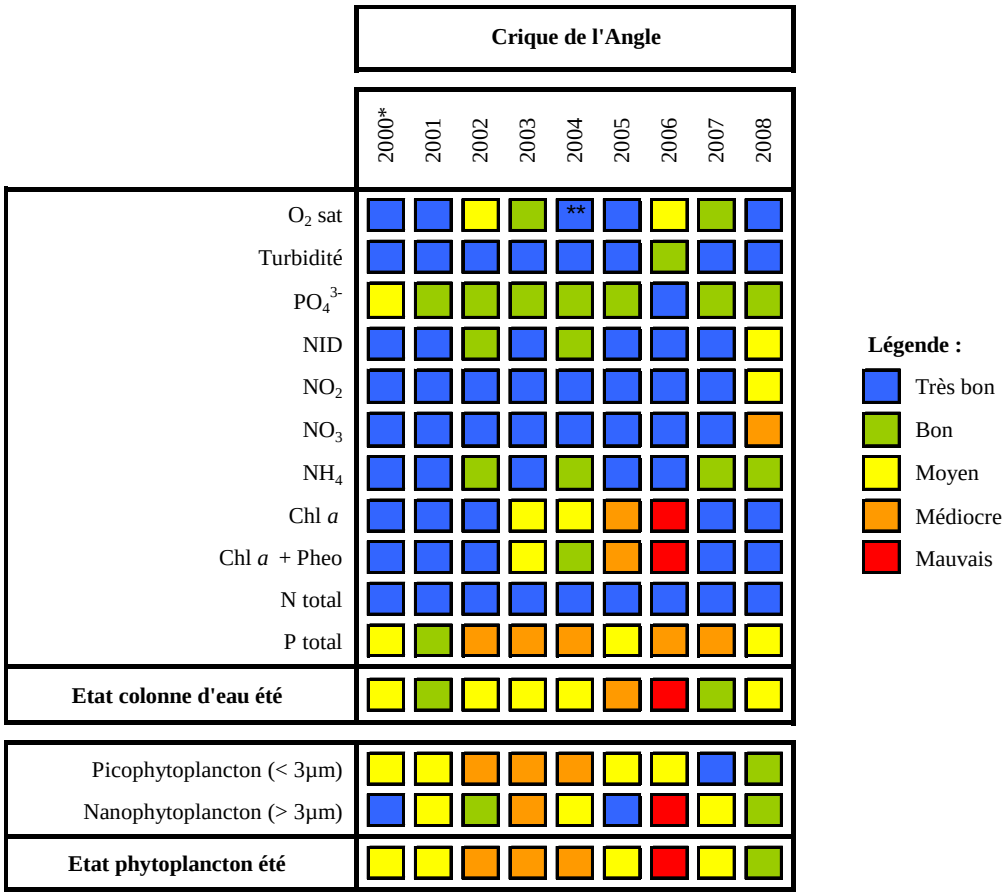
** Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille de l'eau et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic.*

Tableau 9. 3 : *Evolution du diagnostic de l'eau et du phytoplancton pour la station Thau Est. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été mise en évidence (Cf. Annexe 4).*



** Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille de l'eau et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic.*

Tableau 9. 4 : *Evolution du diagnostic de l'eau et du phytoplancton pour la station de la Crique de l'Angle. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été mise en évidence (Cf. Annexe 4).*



** Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic.*

*** Absence de donnée en juilet.*

4. Diagnostic complet de l'eutrophisation

Le dernier diagnostic complet de l'eutrophisation (sédiments et biomasse de macrophytes) de l'étang de Thau date de 2003 (Ifremer, 2004). Un diagnostic simplifié des macrophytes (méthode par recouvrement) a depuis été effectué en 2006 (Ifremer, 2007). En juin 2008, le diagnostic des sédiments et du recouvrement par les macrophytes a porté sur 36 stations de suivi (Figure 9. 2).

L'étude sur l'optimisation de la stratégie spatiale pour les suivis benthiques ayant montré qu'une diminution du nombre de stations n'avait pas d'impact sur les diagnostics des sédiments et des macrophytes de l'étang de Thau, il a été décidé de diminuer le nombre de stations de 70 à 36 (Casagrande, 2007 ; Derolez, 2007).

Les cartographies des iso-teneurs pour les sédiments et les macrophytes (Figure 9. 6, Figure 9. 7, Figure 9. 10 et Figure 9. 11) sont obtenues par krigeage[3] à l'aide du logiciel ArcGis 9.2.

4.1. Diagnostic des sédiments

4.1.1. Granulométrie

Le diagnostic des sédiments effectué en juin 2008 montre que la granulométrie est influencée par la bathymétrie de l'étang de Thau (Figure 9. 6). Ainsi, les sédiments de la partie Nord-Est de l'étang, plus profonde et donc caractérisée par un taux de sédimentation plus important, sont dominés par les vases. Les sédiments des secteurs moins profonds et proches de la mer (lido sableux, débouché du canal Royal de Sète) sont en revanche constitués de sables fins et grossiers. Ce gradient est conforme à celui observé lors des diagnostics de 1998 et 2003 (Ifremer, 2004). Les sédiments de l'anse de la Conque à Mèze, zone abritée, peu profonde et soumise aux rejets de la station d'épuration de Mèze-Loupian, restent dominés par les sables fins.

[3] Krigeage : procédure d'estimation de la valeur d'une variable en chaque point d'un site donné à partir de valeurs mesurées en quelques points quadrillant le site.

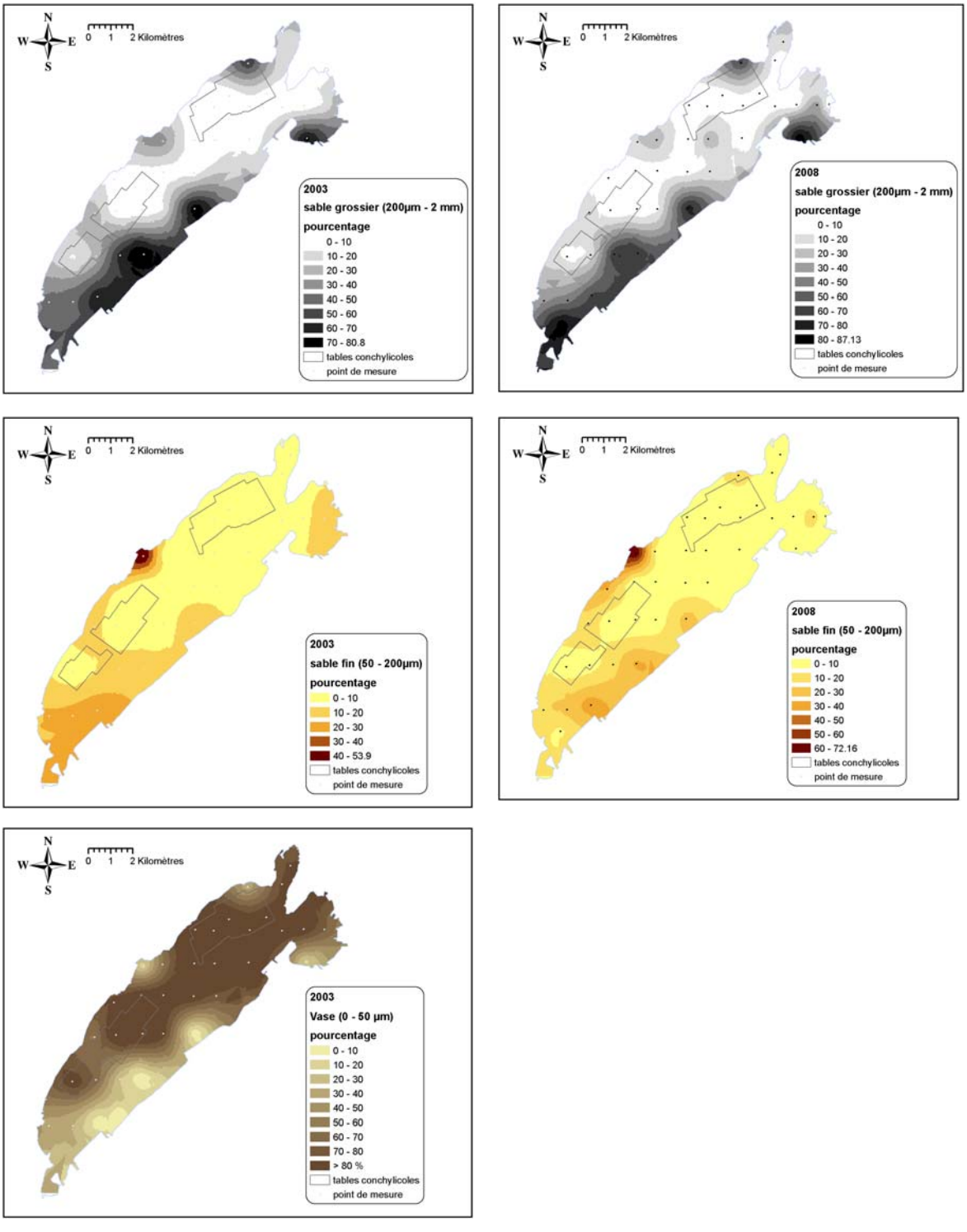


Figure 9. 6 : Pourcentages de sable grossier, sable fin et vase en 2003 (à gauche) et en 2008 (à droite).

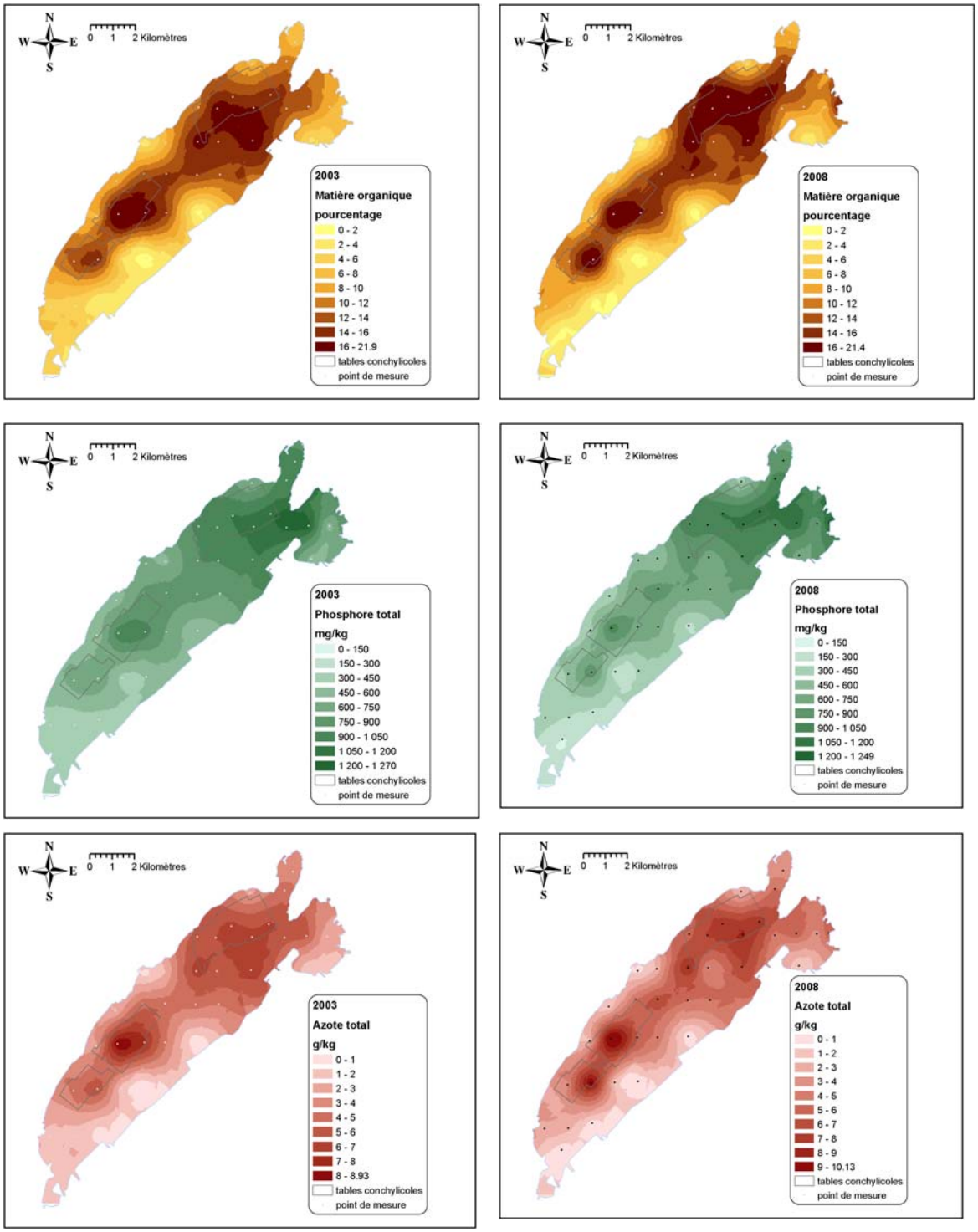
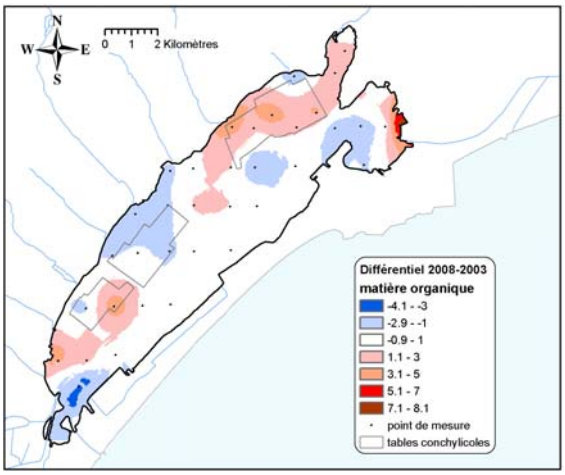
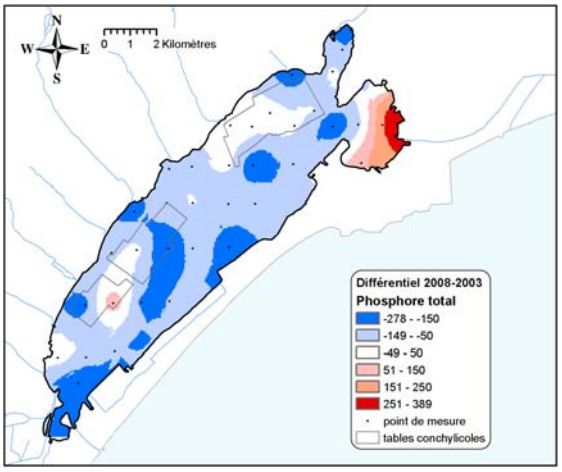


Figure 9. 7 : Distribution de la matière organique, du phosphore total et de l'azote total dans les sédiments superficiels en 2003 (à gauche) et en 2008 (à droite).





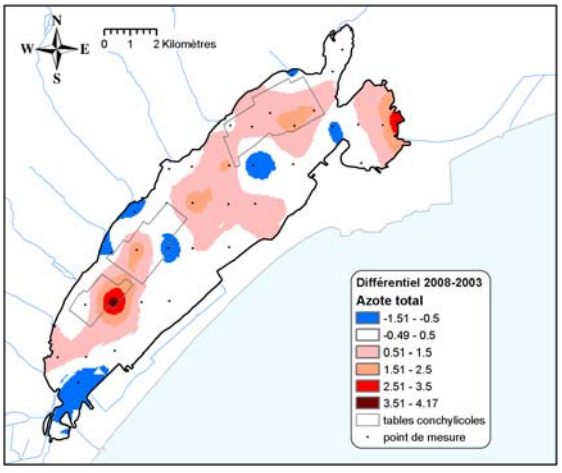


Figure 9. 8 : Cartes différentielles de la matière organique, du phosphore total et de l'azote total dans les sédiments superficiels entre 2003 à 2008.

4.1.2. Distribution de la matière organique, du phosphore et de l'azote

Les sédiments des zones profondes et des secteurs conchylicoles de l'étang présentent des concentrations élevées en matière organique, en azote total et phosphore total. Ces éléments se répartissent ainsi selon le gradient Nord-Est / Sud-Ouest, observé également pour les vases (Figure 9. 6 et Figure 9. 7).

La comparaison avec les données de 2003 met en évidence plusieurs secteurs d'accumulation de la matière organique et de l'azote total : au droit de la cimenterie et du canal du Rhône à Sète en bordure Est du Petit étang, dans la Crique de l'Angle, au droit de la ville de Marseillan et au niveau des secteurs conchylicoles de Bouzigues et de Marseillan (Figure 9. 8). Le différentiel 2008-2003 montre en revanche une diminution de la teneur en phosphore total dans l'étang, excepté au niveau des secteurs conchylicoles de Bouzigues, Marseillan et à l'ouest du secteur de Mèze. La bordure Est du Petit étang est également concernée par l'accumulation de phosphore total dans les sédiments.

4.1.3. Diagnostic

La Figure 9. 9, qui représente les classes de qualité des sédiments obtenues avec la grille RSL (Annexe 3. 4), montre que les stations de qualité médiocre et mauvaise sont essentiellement localisées dans les secteurs profonds et sous les tables conchylicoles. L'abondance de matière organique, d'azote et de phosphore dans ce type de secteurs ne traduit pas systématiquement un degré élevé d'eutrophisation mais peut être due au taux de sédimentation plus important et au phénomène de concentration sous l'effet des filtreurs. Ces phénomènes sont pris en compte dans l'attribution des classes de qualité des sédiments par des corrections en fonction de la profondeur et de la localisation en zone conchylicole[4] (Ifremer, Créocéan, UMII, 2000).

Malgré ces corrections, la qualité des sédiments vis-à-vis de l'eutrophisation apparaît de qualité médiocre pour le secteur Est et de moyenne pour le secteur Ouest (Tableau 9. 5). L'importance du stock intra-sédimentaire d'éléments nutritifs révèle donc une perturbation du milieu, les nutriments en excès pouvant être libérés dans la colonne d'eau l'été, lorsque les conditions sont plus réductrices, et alimenter des proliférations de phytoplancton ou de macroalgues.

Etant données les modalités d'établissement du diagnostic (corrections), la comparaison avec les classes de qualité des diagnostics précédents est délicate. L'évolution depuis 1987 des valeurs moyennes et médianes des concentrations mesurées met en évidence dans le secteur Est une tendance à l'enrichissement des sédiments en matière organique, azote et phosphore. Cet enrichissement est favorisé par un taux de sédimentation important, du fait de la profondeur élevée de ce secteur et par les apports de la Vène, principal cours d'eau permanent alimentant la lagune. Dans le secteur Ouest, l'évolution la plus significative concerne le phosphore total, dont les teneurs moyennes diminuent entre 2003 et

2008, probablement sous l'effet du relargage sédimentaire, ayant pu être amplifié par les malaïgues de 2003 et 2006 (Mazouni *et al*., 1996).

La dynamique du compartiment sédimentaire étant très lente, le stock d'éléments nutritifs ne diminuera qu'avec une certaine inertie, et dans la mesure où les apports à la lagune seront réduits significativement.

Tableau 9. 5 : *Diagnostic des sédiments sur les deux moitiés de l'étang de Thau en 1998, 2003, 2006 et 2008. Le nombre d'étoiles (*, **, ***) correspond au nombre de classes ôtées au diagnostic du fait de la localisation des stations en zone profonde ou conchylicole*[4].

Thau Est	PT	NT	MO	Etat
1987	*	*	-	
1998	*	**	**	
2003	**	**	**	
2008	*	***	***	

Thau Ouest	PT	NT	MO	Etat
1987	**	*	-	
1998	*	*		
2003	**	**	*	
2008	**	**	**	

NB : 30 stations (15 pour chaque secteur) ont été diagnostiquées en 1987 (Mancini, 1988), 57 stations (30 pour le secteur Est et 27 pour le secteur Ouest) en 1998 (Ifremer, Créocéan, 2000), 70 (40 pour le secteur Est et 30 pour le secteur Ouest) en 2003 (Ifremer, 2004) et 2006 (Ifremer, 2007) et 36 (22 pour le secteur Est et 14 pour le secteur Ouest) en 2008.

[4] Profondeur comprise entre 3,5 et 7 m : réévaluation d'une classe de qualité ; profondeur supérieure à 7 m : réévaluation de 2 classes ; localisation sou une zone conchylicole : réévaluation d'une classe (Ifremer, Créocéan, UM2, 2000).

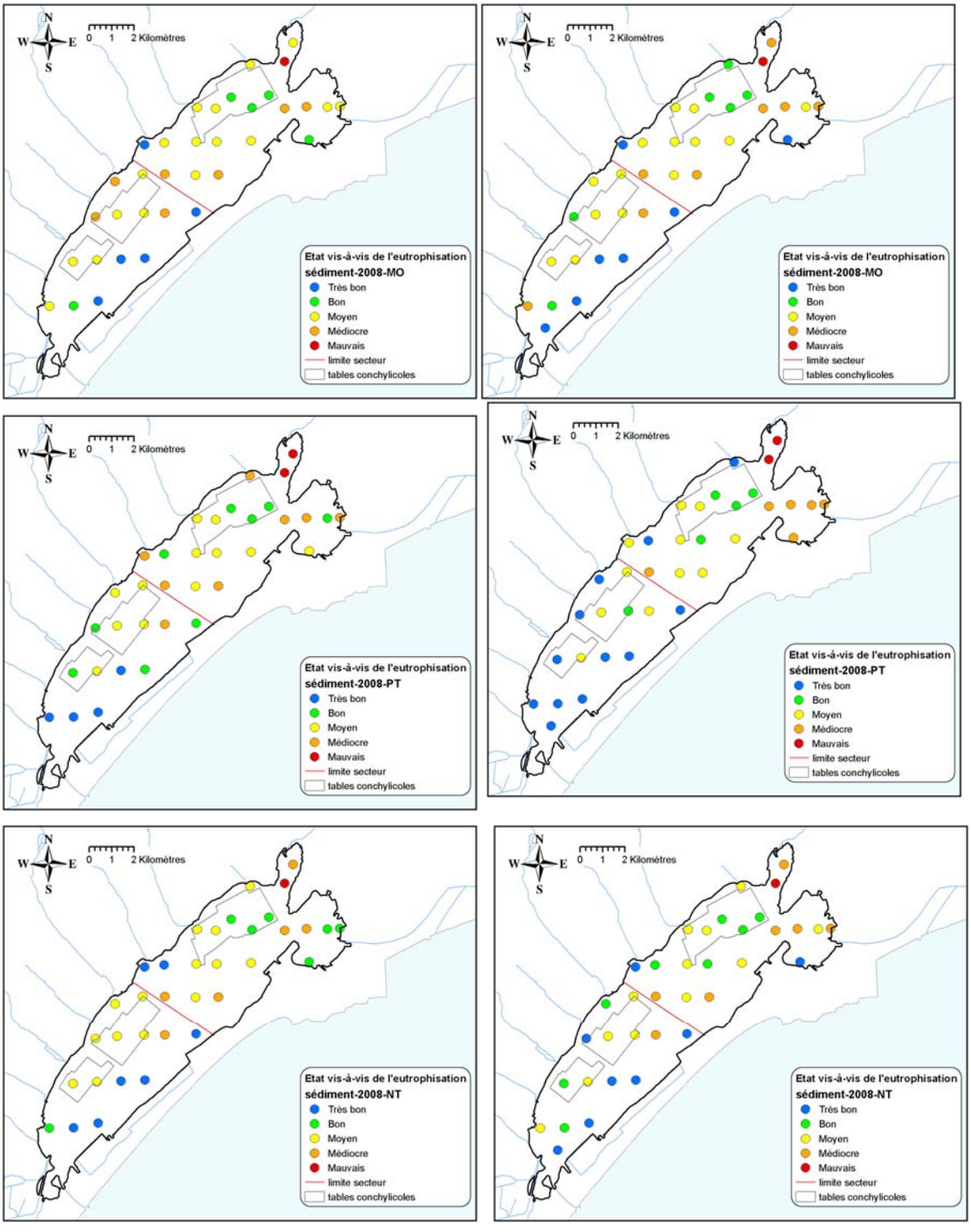


Figure 9. 9 : Etat des sédiments vis-à-vis de l'eutrophisation pour la matière organique, le phosphore total et l'azote total en 2003 (à gauche) et en 2008 (à droite). *Une correction des classes de qualité est appliquée pour les zones profondes et les secteurs conchylicoles*[4].

4.2. Diagnostic simplifié par les macrophytes

Le diagnostic par recouvrement des macrophytes réalisé en juin 2008 sur l'étang de Thau a porté sur 36 stations benthiques.

4.2.1. Recouvrement végétal

Les macrophytes sont retrouvés sur la majorité des stations de suivi, les zones les moins profondes étant caractérisées par les recouvrements les plus importants. Le secteur conchylicole de Bouzigues et les stations du lido sont couverts à moins de 25 % par les macrophytes. Par rapport à 2006, où les fonds étaient recouverts à plus de 75 % par les macrophytes tout le long de la côte Nord de l'étang, on observe une diminution du recouvrement végétal sous et entre les secteurs conchylicoles de Mèze et Bouzigues (Figure 9. 10).

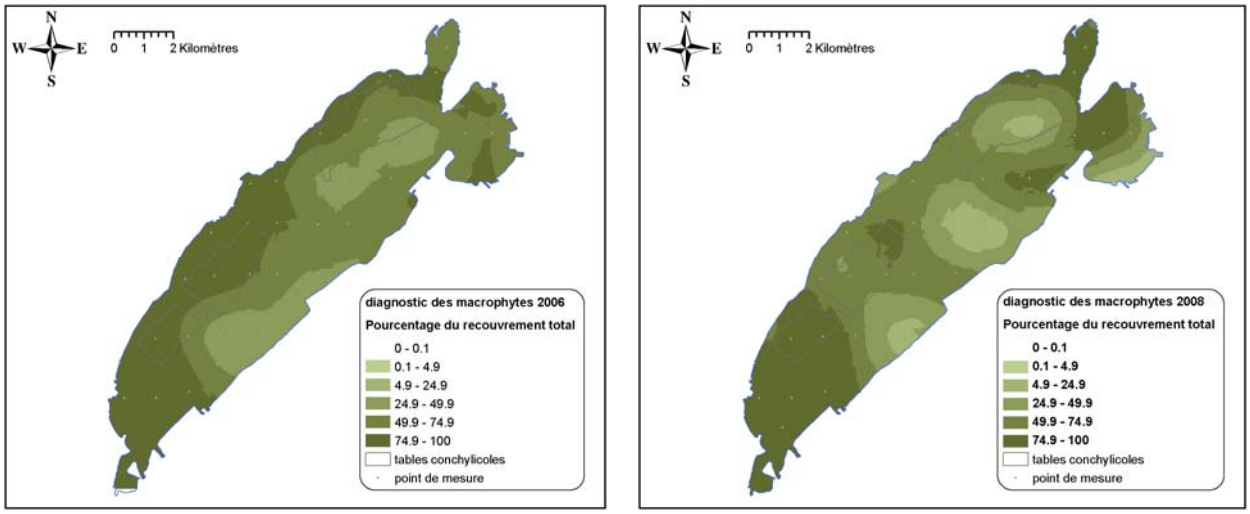


Figure 9. 10 : *Pourcentage de recouvrement par les macrophytes en 2006 et 2008 (krigeage obtenu à partir des données des 36 stations benthiques).*

4.2.2. Distribution des peuplements de macrophytes

Phanérogames

Les deux espèces de phanérogames marines de l'étang de Thau (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) sont présentes sur plus de 70 % des stations diagnostiquées en 2008. *Zostera marina* est ainsi l'espèce la plus fréquemment retrouvée lors du diagnostic. Cependant, les zostères constituent rarement de véritables herbiers et forment dans la plupart des cas une mosaïque clairsemée (plaques de

quelques m²) entrecoupée de zones de sable. Le lido sableux et peu profond reste le secteur privilégié de développement des zostères. Ces dernières constituent l'essentiel du recouvrement par les espèces de référence[5], caractéristiques d'un milieu en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation. La surface occupée par les zostères n'a pas évolué significativement depuis le diagnostic de 2006 comme le montre la Figure 9. 11 (Ifremer, 2007) excepté un recouvrement légèrement plus important de la partie Est de l'étang.

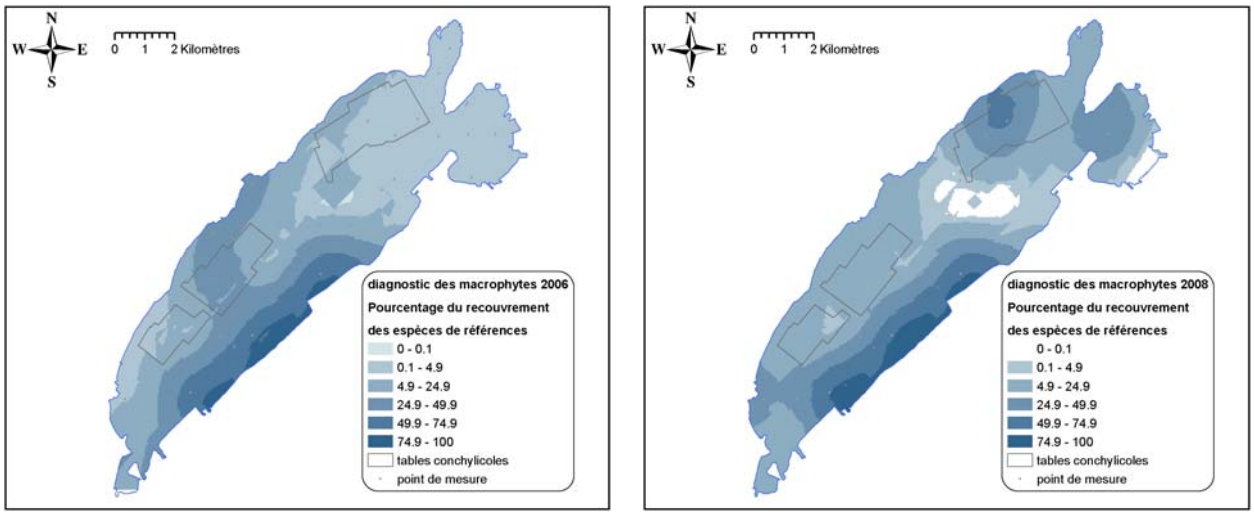


Figure 9. 11 : *Pourcentage de recouvrement par les espèces de référence en 2006 et 2008 (krigeage obtenu à partir des données des 36 stations benthiques).*

Macroalgues

Parmi les 38 espèces de macroalgues observées dans les relevés de 2008, 7 appartiennent au groupe des algues vertes, 14 au groupe des algues brunes et 17 au groupe des algues rouges.

La plupart des espèces sont présentes sous forme d'individus isolés et seules quelques espèces forment des populations.

Parmi les algues vertes, les acétabulaires constituent de petites populations d'individus fixés sur des coquilles vides, surtout dans la partie Sud-Ouest de l'étang et jusqu'à 3,6 m de profondeur. La présence de cette espèce de référence est un bon signe.

[5] La notion d'espèces de référence remplace celle d'espèces climax utilisée dans les précédents rapports RSL (voir Annexe 3.3).

L'algue verte filamenteuse et opportuniste *Cladophora vagabunda* présente comme en 2006 un caractère envahissant là où elle est observée. Les chaetomorphes, autres espèces d'algues vertes filamenteuses, ne forment un peuplement qu'au niveau d'une station (50 % de recouvrement de *Chaetomorpha aerea* au niveau de la station n°44 dans le secteur de Marseillan) alors qu'elles recouvraient les fonds dans le secteur des Onglous en 2006. Enfin, les ulves, bien que fréquemment observées, ne se développent pas de façon massive. L'absence de blooms d'algues vertes opportunistes indique l'absence d'apports ponctuels massifs en sels nutritifs au printemps 2008.

Parmi les algues rouges identifiées lors du diagnostic, les gracilaires, essentiellement l'espèce *Gracilaria dura*, forment d'importantes populations dans tout l'étang, recouvrant les sédiments et étiolant les herbiers de zostères et les algues fixées (acétabulaires, cystoseires). La fréquence des espèces *Halopitys incurva* et *Solieria chordalis* est moindre mais leur développement présente également un caractère envahissant, indiquant une perturbation du milieu. Ces développements parfois massifs d'algues rouges dérivantes sont caractéristiques d'un enrichissement trophique permanent (bruit de fond), à la différence des d'algues vertes qui prolifèrent sous l'effet d'apports ponctuels.

L'algue rouge *Polysiphonia elongata*, rarement observée dans l'étang jusqu'au diagnostic de 2006, est encore retrouvée sur plus de la moitié des stations suivies en 2008. Cette espèce caractéristique des milieux en bon état vis-à-vis de l'eutrophisation lorsqu'elle se développe sous forme d'individus isolés, présente au niveau de certaines stations un caractère envahissant. Pour le diagnostic de ces stations, *Polysiphonia elongata* n'est pas considérée comme une espèce de référence.

L'algue rouge *Radicilingua thyzanorisans* considérée comme « de référence » devient également envahissante par endroit et dérive sur le fond, modifiant son statut pour le diagnostic de l'eutrophisation des stations concernées.

Parmi les espèces d'algues brunes retrouvées, les cystoseires (*Cystoseira barbata*, *C. fimbriata*), considérées comme espèces de référence sont présentes sur quelques stations. La sargasse, espèce importée du Japon depuis une trentaine d'année dans l'étang de Thau, est retrouvée ponctuellement mais ne présente pas de caractère envahissant.

4.2.3. Diagnostic

Le résultat du diagnostic des macrophytes, établi pour chaque station sur la base du pourcentage relatif de recouvrement par les espèces de référence et du nombre d'espèces (pour les classes orange et rouge), est présenté sur la Figure 9. 12. Alors que le diagnostic était médiocre pour la majorité des stations en 2006, il est le plus souvent moyen (recouvrement par les espèces de référence > 5 %) en 2008. Les 5 stations en bon ou très bon état sont dominées par les deux espèces

de zostère très en bordure du lido, et par *Zostera marina* dans les secteurs profonds de l'étang (secteur conchylicole de Bouzigues et Petit Etang). A noter qu'aucune station n'est diagnostiquée en mauvais état en 2008.

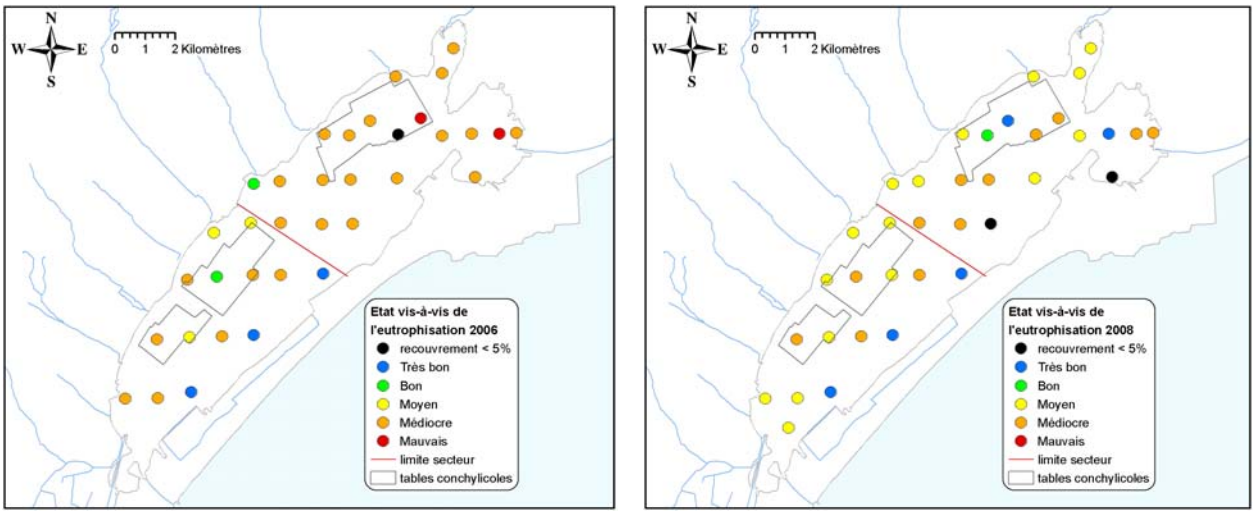


Figure 9. 12 : *Etat des macrophytes vis-à-vis de l'eutrophisation sur les secteurs Thau Ouest et Thau Est en 2006 et 2008.*

Le recouvrement végétal moyen est plus faible que celui observé en 2006 mais il reste élevé : 74 % pour le secteur Ouest et 58 % pour le secteur Est. Le nombre d'espèces identifiées est de 37 pour la moitié Ouest et de 27 pour la moitié Est, portant à 40 le nombre total d'espèces retrouvées en 2008, ce qui correspond à la richesse spécifique moyenne retrouvée lors des précédents diagnostics. 11 espèces de référence sont retrouvées dans chacun des deux secteurs (14 pour l'ensemble de la lagune), ce qui constitue un potentiel d'amélioration des peuplements de macrophytes de l'étang. Cependant, le pourcentage relatif de recouvrement par ces espèces n'est que de 17 % pour la moitié Est et de 30 % pour la moitié Ouest, conduisant à classer le compartiment des macrophytes en qualité moyenne vis-à-vis de l'eutrophisation (grille de diagnostic en Annexe 3.3). La classe de qualité obtenue lors des 3 précédents diagnostics effectués en 1998, 2003 et 2006 était également moyenne, traduisant la persistance d'apports trophiques ayant un impact significatif sur les macrophytes (Tableau 9. 6).

Tableau 9. 6 : *Diagnostic des macrophytes sur les deux moitiés de l'étang de Thau en 1998, 2003, 2006 et 2008.*

Thau Est	% recouvrement végétal		nombre d'espèces		Etat
	total	référence	total	référence	
1998*	66	32	37	7	
2003**	50	21	34	12	
2006	69	11	34	14	
2008	**58**	**17**	**27**	**11**	

Thau Ouest	% recouvrement végétal		nombre d'espèces		Etat
	total	référence	total	référence	
1998*	83	44	20	7	
2003**	62	33	33	9	
2006	77	32	31	11	
2008	**74**	**30**	**37**	**11**	

**57 stations (30 pour le secteur Est et 27 pour le secteur Ouest) ont été diagnostiquées en 1998 (Ifremer, Créocéan, UM2, 2000), 70 (40 pour le secteur Est et 30 pour le secteur Ouest) en 2003 (Ifremer, 2004) et 2006 (Ifremer, 2007) et 36 (22 pour le secteur Est et 14 pour le secteur Ouest) en 2008. **Les diagnostics de 1998 et 2003 ont été établis sur des données de biomasse et ceux de 2006 et 2008 sur des données de recouvrement.*

4.3. Etat global vis-à-vis de l'eutrophisation

L'état général vis-à-vis de l'eutrophisation est déterminé à partir du diagnostic de trois compartiments de l'écosystème : le stock de phosphore dans les sédiments, le phytoplancton et les macrophytes (Annexe 3. 5) (Ifremer, Créocéan, UMII, 2000). En 2008, la qualité est médiocre pour le secteur Est et moyenne pour le secteur Ouest, aucun des compartiments ne se situant en dessous du seuil Bon / Moyen, confirmant les diagnostics précédents (Tableau 9. 7).

L'étang de Thau reste donc un milieu enrichi en éléments nutritifs, ce qui permet de soutenir la production primaire, mais peut conduire à des perturbations épisodiques sous l'effet de conditions météorologiques exceptionnelles, comme en témoignent les malaïgues de 2003 et 2006.

Tableau 9. 7 : *Diagnostic complet de l'eutrophisation sur les deux moitiés de l'étang de Thau en 1998, 2003, 2006 et 2008.*

Thau Est	Phytoplancton	Macrophytes	PT sédiments	Etat
1998				
2003				
2008				

Thau Ouest	Phytoplancton	Macrophytes	PT sédiments	Etat
1998				
2003				
2008				

5. Autres réseaux de surveillance

5.1. Réseaux de surveillance des mollusques

5.1.1. Réseau de suivi des pathologies des mollusques (REPAMO)

Mortalités d'huîtres creuses

Suite à l'épisode de mortalités anormales de naissains et de juvéniles d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) survenu au printemps 2007 sur les étangs de Thau, Ingril et Leucate, le Cepralmar a initié en 2008 un réseau de suivi des mortalités de naissain d'huîtres creuses en Languedoc-Roussillon, en partenariat avec les professionnels de la conchyliculture, la SRCM, le LER/LR d'Ifremer et les Affaires Maritimes, dans le but de préciser les causes des mortalités (Ifremer, 2007 (b)).

En complément d'un recensement des déclarations des mortalités par les professionnels, un suivi mensuel de la mortalité, de la biométrie, de la biochimie et des pathogènes présents sur des lots de naissains mis en élevage sur l'étang de Thau a été mis en place au printemps 2008 par le Cepralmar et le LER/LR. Afin d'observer une éventuelle influence de l'origine et du niveau de ploïdie du naissain, plusieurs types d'huîtres ont été mis en élevage : des naissains triploïdes provenant de 3 écloseries françaises et des naissains diploïdes provenant du milieu naturel (captage dans la région de Marennes-Oléron, site « les Mouclières » en août 2007) et d'une écloserie

Le phénomène de mortalités survenu au cours du printemps 2008 a été d'ampleur nationale puisque la plupart des bassins de production ont été touchés[6], avec des taux de mortalité allant jusqu'à 80 et 100 %. Dans l'étang de Thau, la mortalité des huîtres observée au niveau des naissains mis en élevage par le LER/LR s'est produite dans un premier temps entre le 13 mai et le 10 juin 2008, puis entre le 24 juin et le 9 juillet. Bien que la mortalité se soit déclarée de façon anticipée sur le lot issu de captage, à la fin des suivis (fin septembre 2008), les huîtres présentent 85,5 % de mortalité, quel que soit l'origine du naissain et le niveau de ploïdie (Pernet *et al*., 2009).

Les résultats des analyses biochimiques (teneurs en matière organique, sucres et lipides de réserve, composition des lipides membranaires) réalisées sur les naissains indiquent un affaiblissement des individus entre les deux épisodes de mortalité. Cet affaiblissement ne semble pas lié à la ponte mais plutôt à une ressource trophique limitante. Les concentrations en chlorophylle *a* et en

[6] Voir le dossier sr les mortalités anormales d'huîtres creuses, mis en ligne sur le site web d'Ifremer : http://wwz.ifremer.fr/institut/actualites/mortalites_d_huitres_en_2008

phytoplancton du printemps sont en effet inférieures à la moyenne décennale, suite à un hiver particulièrement sec. Par ailleurs, les résultats biochimiques mettent en évidence des modifications des lipides membranaires entre les deux épisodes de mortalité, en réponse à l'augmentation de la température et à des agressions du milieu (pathogènes par exemple). Ces modifications ont pu contribuer à l'affaiblissement des huîtres. Alors que le second épisode de mortalité s'explique par des coïncidences avec des événements environnementaux et physiologiques, le premier épisode de mortalité, particulièrement marqué peut être expliqué par les résultats acquis au niveau national.

Au vu des premiers résultats d'analyses disponibles et des résultats expérimentaux préliminaires des travaux mis en œuvre par Ifremer au niveau national suite à l'épisode de mortalité (recherche de pathogènes sur des lots de naissains envoyés depuis tous les bassins de production), il semble que l'herpès virus de l'huître OsHV-1, organisme pathogène de l'huître creuse déjà connu en France, soit impliqué dans la surmortalité observée. En effet, la bactérie *Vibrio splendidus*, également détectée, pourrait avoir facilité l'installation du virus en affaiblissant les huîtres. En outre, les conditions climatiques particulières de l'année 2008 (hiver doux et un printemps chaud et pluvieux) ont pu permettre le maintien hivernal de ces agents pathogènes à des niveaux plus élevés que d'ordinaire et leurs développements plus actifs en fin de printemps.

Les recherches se poursuivent, d'une part en pathologie, afin de s'assurer qu'il n'existe pas d'autre virus à l'origine des mortalités et afin de mieux comprendre les conditions de développement du virus OsHV-1 et, d'autre part, sur les aspects environnementaux. L'objectif est la mise en place d'un système d'observation national opérationnel, permettant de mieux anticiper ce genre de phénomène.

5.1.2. Réseau mollusques des rendements aquacoles (REMORA)

Le réseau REMORA suit la croissance, la mortalité et la qualité des huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) dans les différents bassins ostréicoles français à partir d'un lot unique. L'ensemble des résultats fait l'objet d'un rapport national et certaines informations sont disponibles sur le site internet : http://www.ifremer.fr/remora.

En 2008, seules 3 stations ont été suivies sur l'étang de Thau : Bouzigues Est (TH04), Marseillan Est (TH03) et Marseillan Ouest (TH06) (Figure 9. 13). Les huîtres ont été mises en élevage le 11 mars (poids moyen de 33,3 g). Les échantillonnages (30 individus) ont été réalisés successivement les 11 juin, 8 septembre et 8 décembre. Sur les figures suivantes, le printemps correspond à la période de mars à juin, l'été de juin à septembre et l'automne de septembre à décembre.

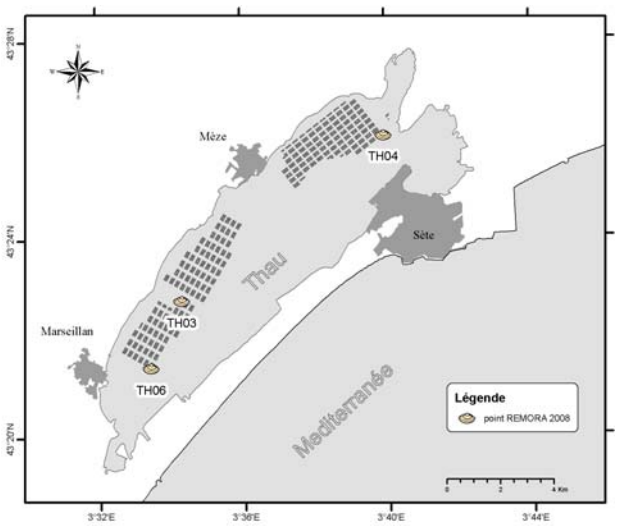


Figure 9. 13 : *Localisation des stations REMORA suivies en 2008 sur l'étang de Thau.*

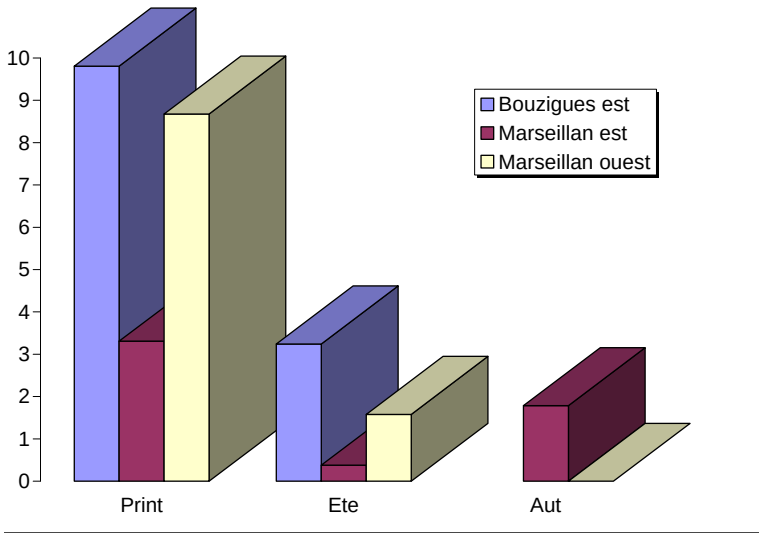


Figure 9. 14 : *Comparatif saisonnier des taux de mortalité (%) observés en 2008.*

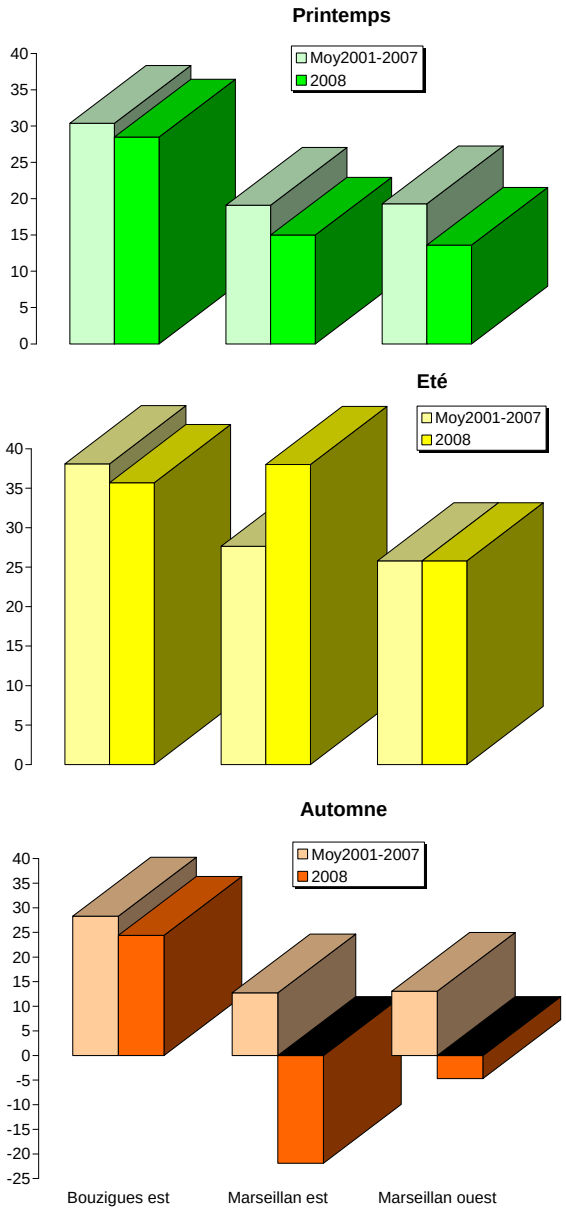


Figure 9. 15 : *Comparatif saisonnier des gains de poids (g) en 2008 par rapport à la moyenne inter-annuelle 2001-2007 au niveau des stations Bouzigues Est, Marseillan Est et Marseillan Ouest.*

Croissance et mortalité

La mortalité mesurée au niveau des stations REMORA au cours de l'année 2008 survient principalement au printemps (Figure 9. 14), période où les mortalités anormales sont recensées dans l'étang de Thau et dans les principaux bassins de production nationaux (cf. § 5.1.1).

L'année 2008 est caractérisée par une croissance printanière légèrement inférieure à celle des 7 dernières années (Figure 9. 15). Comme les années précédentes, le gain de poids estival est le plus important des 3 saisons. On observe à l'automne un taux de croissance négatif sur les deux lots d'huîtres positionnés dans le secteur de Marseillan, lié à un biais dans la méthode d'échantillonnage (prélèvement d'huîtres plus petites). Seul le point de Bouzigues Est conserve un gain de poids comparable à celui des années antérieures pendant les 3 saisons suivies.

Qualité

L'indice Polydora reflète l'infestation des coquilles d'huîtres par le ver polychète *Polydora sp*. (Ifremer, 2004). Au cours de l'année 2008, le taux de chambrage à gélatine reste très faible (Figure 9. 16). Cependant, la station Bouzigues Est est caractérisée par un niveau d'infestation non négligeable au mois de décembre, où le développement de poches est observé sur 30 % des huîtres du lot.

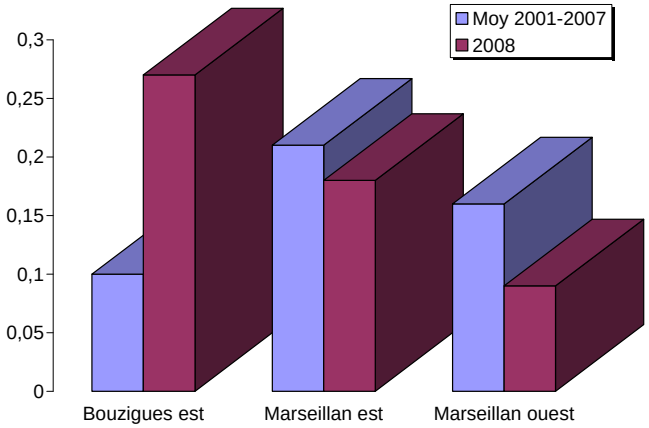


Figure 9. 16 : *Comparatif saisonnier de l' indice Polydora de 2008 par rapport à la moyenne inter-annuelle 2001-2007.*

Les valeurs de l'indice de remplissage calculées en décembre 2008 sont comparables à celles des années antérieures, malgré une croissance observée relativement faible. L''indice obtenu au niveau du point de Bouzigues Est est supérieur à la moyenne inter-annuelle alors que les deux autre sites sont proches de cette moyenne (Figure 9. 17).

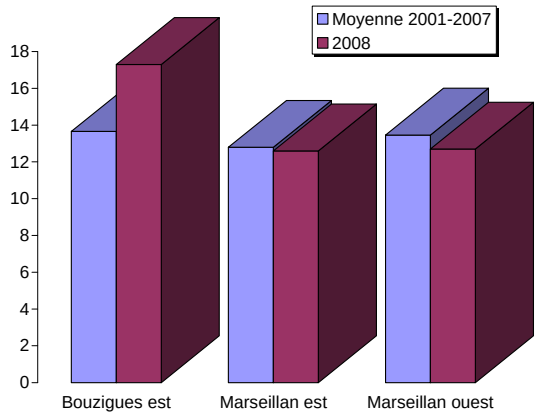


Figure 9. 17 : *Comparatif de l'indice de remplissage lors du relevage de décembre 2008 par rapport à la moyenne inter-annuelle 2001-2007.*

5.2. Qualité microbiologique (REMI)

Le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, a pour objet d'effectuer la surveillance sanitaire des zones classées A[7], B[8] et C[9] dans les conditions prévues par la réglementation ; la finalité étant de vérifier la conformité des classements aux estimations de la qualité des zones (Annexe 1). Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*), le REMI s'articule en deux volets :

- la surveillance régulière, elle a pour objectif d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages, de suivre leurs évolutions et de détecter les épisodes de contamination. La fréquence de prélèvement en surveillance régulière est mensuelle dans la zone d'élevage de la lagune de Thau ainsi que dans les deux zones de pêche de palourdes,
- la surveillance en alerte, elle permet le suivi des épisodes inhabituels de contamination ou à risque de contamination à une fréquence hebdomadaire.

[7] Consommation humaine directe des mollusques bivalves vivants autorisée.
[8] Mise sur le marché autorisée uniquement après traitement dans un centre de purification.
[9] Mise sur le marché autorisée uniquement après un traitement thermique approprié.

La lagune de Thau est découpée en plusieurs zones de pêche et d'élevage dont les délimitations géographiques, les classements sanitaires et les points de suivis REMI sont présentés sur la Figure 9. 18 pour le groupe 1 des gastéropodes, échinodermes et tuniciers, sur la

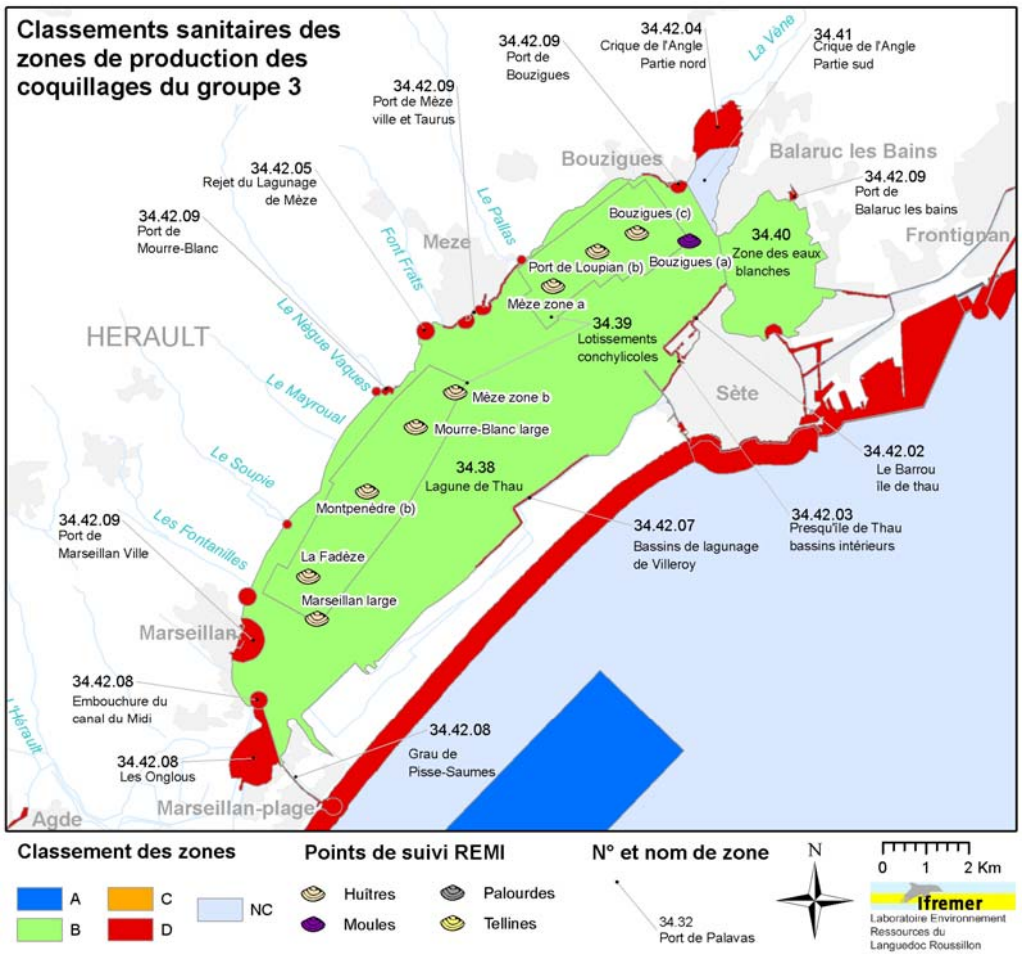
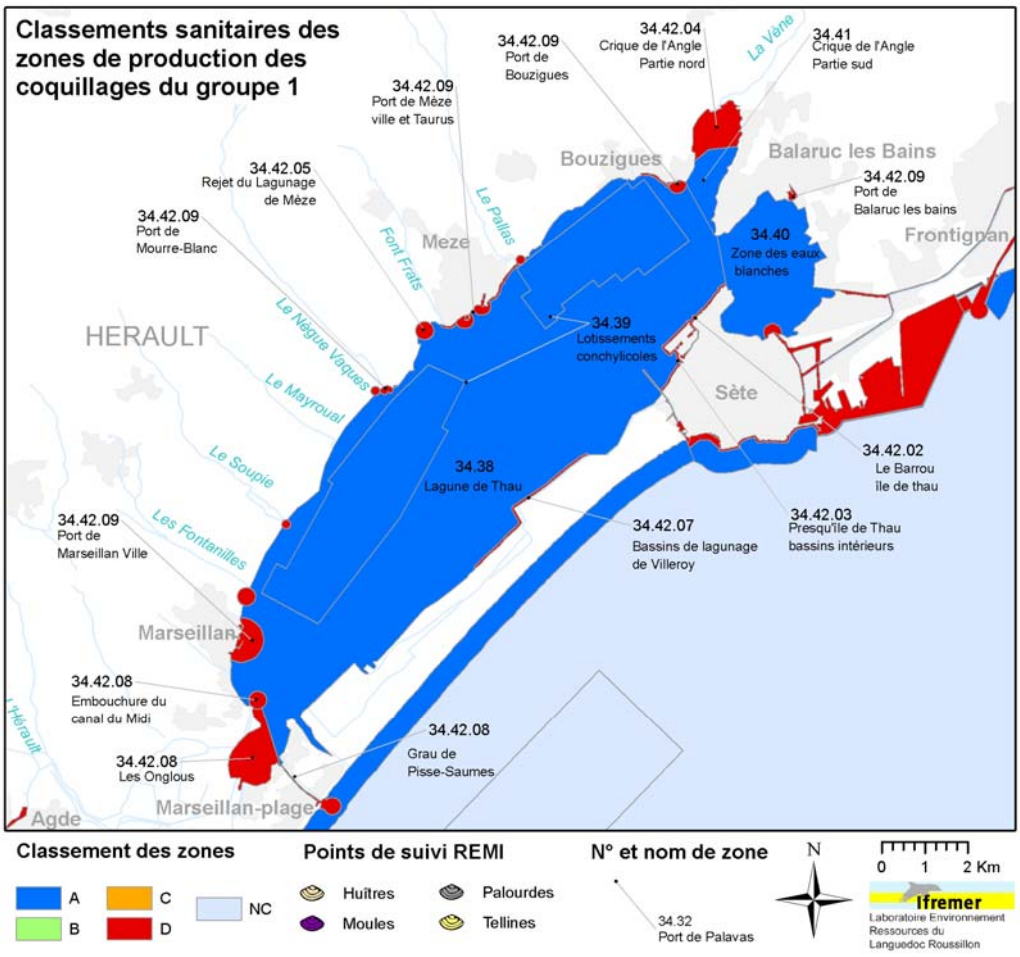


Figure 9. 19 pour le groupe 3 des filtreurs non-fouisseurs et sur la Figure 9. 20 pour le groupe 2 des filtreurs fouisseurs. Le groupe 1 des gastéropodes, échinodermes et tuniciers ne fait pas l'objet de surveillance microbiologique en Languedoc-Roussillon. Dans la lagune de Thau, la surveillance s'appuie sur trois points de suivi « palourdes », 8 points « huîtres » et un point « moules ».

Les résultats acquis au cours de la période 2006 à 2008 dans la lagune de Thau sont présentés sur la Figure 9. 21 pour la zone d'élevage n°34.39 et sur la Figure 9. 22 pour les zones de pêche n°34.38 « Lagune de Thau » et n°34.40 « Zone des Eaux Blanches ». Les données obtenues dans le cadre de la surveillance régulière sont représentées par un symbole rond, et les données liées à des prélèvements supplémentaires (dispositif d'alerte) par un symbole en étoile. Les symboles qui

apparaissent encerclés permettent de visualiser les dates pour lesquelles la concentration en *E. coli* est concomitante à de fortes précipitations (cumul sur les deux jours précédant le prélèvement). Le terme "fortes précipitations" est utilisé lorsque les précipitations, cumulées sur les deux jours précédant le prélèvement au niveau de la station de Sète, sont supérieures au quantile 90[10], estimé sur l'ensemble des données de pluviométrie de la période étudiée.

La deuxième partie du graphe résume sous forme d'un tableau la répartition des résultats bactériologiques obtenus sur les trois dernières années par tranche de valeurs, en nombre et en pourcentage. La valeur maximale de contamination sur cette période est indiquée, ainsi que la moyenne géométrique[11] des données de surveillance régulière.



[10] Le quantile 90 est la valeur pour laquelle 90% des données lui sont inférieures.
[11] La valeur d'un résultat inférieur au seuil de détection est fixé à 10.

Figure 9. 18 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 1 dans la lagune de Thau.*

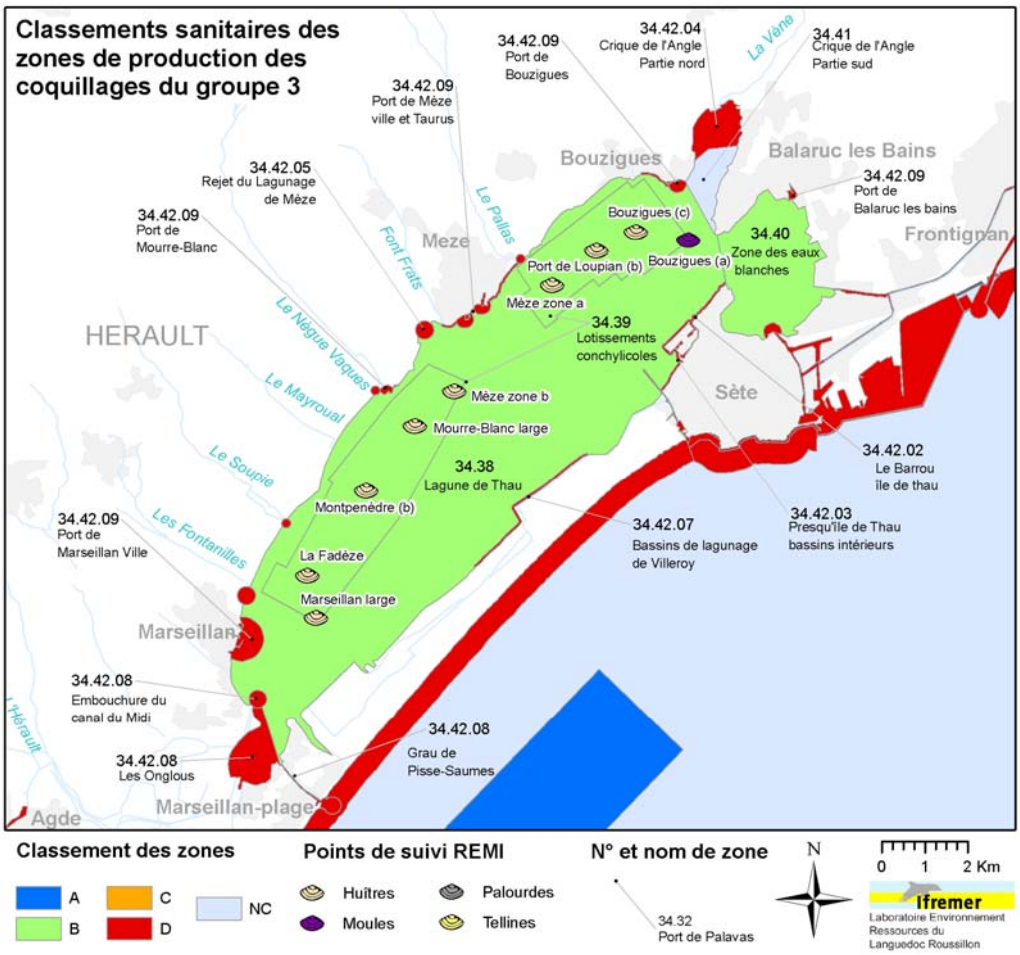


Figure 9. 19 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 3 dans la lagune de Thau et localisation des points de suivi REMI.*

Résultats pour le groupe 3 (filtreurs non fouisseurs)

Les résultats acquis en 2008 dans la zone d'élevage de la lagune de Thau n°34.39 sont comparables à ceux des années précédentes. La zone est assujettie à des sources de contaminations microbiologiques d'origine fécale à l'origine de dégradations ponctuelles de la qualité sanitaire des coquillages en élevage, enregistrées suite à des épisodes pluvieux mais également par temps sec (Figure 9. 21).

En 2008, sur les 132 résultats d'analyses obtenus lors des 15 campagnes de prélèvements REMI (12 en surveillance régulière et 3 en alerte), 32,6 % sont supérieurs ou égaux au seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI et 11,4 % dépassent le seuil de 1 000 *E. coli* / 100 g de CLI. Tous les points REMI sont concernés par des dépassements du seuil de 230 *E. coli* / 100 g de CLI et 7 des 9 points de suivi présentent des résultats supérieurs ou égaux au seuil de 1 000 *E. coli* / 100 g de CLI. Ces résultats indiquent que les points d'entrée des sources de pollution dans la lagune sont multiples. Les dépassements du seuil de 1 000 *E. coli* / 100 g sont enregistrés en mai, juin et novembre suite à des épisodes pluvieux dont les cumuls sont respectivement de 8,6 mm, 24 mm et 81,8 mm, et par temps sec en juillet, août et octobre.

Si aucun dépassement du seuil d'alerte de 4 600 *E. coli* / 100 g de CLI d'une zone B n'est enregistré en 2008 dans la zone d'élevage suite à des pluies, par temps sec des dépassements de ce seuil sont enregistrés dans le secteur conchylicole de Bouzigues en août 2008 au point Bouzigues (c) le 04/08 et au point Mèze zone (a) le 05/08 ; les niveaux de contamination atteignent respectivement 9 600 et 12 000 *E. coli* / 100 g de CLI (Figure 9. 21). Ces pics de pollution ont donné lieu au déclenchement d'une alerte REMI de niveau 2 et ont conduit le préfet de l'Hérault à prendre certaines mesures restrictives concernant la pêche, le ramassage et la mise sur le marché des coquillages en provenance de la zone d'élevage de la lagune de Thau (arrêté 2008-01-2212 du 07/08/2008, abrogé le 14/08/2008 par l'arrêté n°2008-01-2249).

Le projet OMEGA Thau (Outil pour le Management Environnemental et la Gestion des Avertissements), initié en 2007, à maîtrise d'œuvre SMBT[12], s'attache à mieux connaître les sources de pollutions microbiologiques sur l'ensemble du bassin versant de la lagune et à étudier leur mode de transfert et leur impact sur la qualité de l'eau de la lagune et des coquillages en élevage, dans différentes conditions météorologiques.

Dans le cadre du projet OMEGA Thau, plusieurs campagnes de mesure ont été mises en œuvre en 2008, simultanément sur le bassin versant (suivis des apports des cours d'eaux, des ouvrages d'assainissement et des réseaux pluviaux) et la lagune (suivis hydrologiques, microbiologiques) par temps sec et suite aux évènements pluvieux du 02 au 04/01/2008 (Ifremer, Egis, BRLi, 2008) et du 1er au 05/11/2008 (Ifremer, Egis, BRLi, 2009). L'analyse de l'ensemble des résultats des campagnes réalisées suite à des évènements pluvieux en 2007, 2008 et 2009, permettra de hiérarchiser sur le bassin versant les sources de pollution par temps de pluie à l'origine des contaminations des coquillages, de développer, calibrer et valider les modèles d'apports des pollutions et de leur devenir dans la lagune (Cesmat, 2008). L'objectif est d'orienter les aménagements à réaliser en priorité sur le bassin versant et de mesurer dans une seconde étape le gain environnemental des travaux réalisés.

[12] SMBT : Syndicat Mixte du Bassin de Thau.

Les campagnes de mesures par temps sec réalisées dans le cadre du projet OMEGA montrent, qu'en l'absence d'apports d'eau douce du bassin versant et de dessalure des eaux de la lagune, des contaminations microbiologiques sont observées dans les coquillages en élevage sous les tables conchylicoles constituant des dortoirs pour d'importants regroupements d'oiseaux marins (Goélands, Mouettes, Cormorans et Sternes). L'hypothèse d'une source aviaire des contaminations par temps sec des coquillages semble privilégiée et demande à être confirmée par des investigations complémentaires avec un plan d'échantillonnage mieux contrôlé (évaluation de l'exposition : nombres d'oiseaux, périodes…), par l'utilisation de méthodes permettant d'identifier l'origine des contaminations (humaine ou animale, aviaire), ainsi que par la recherche de pathogènes portés par les oiseaux (Ifremer, 2008 (b)).

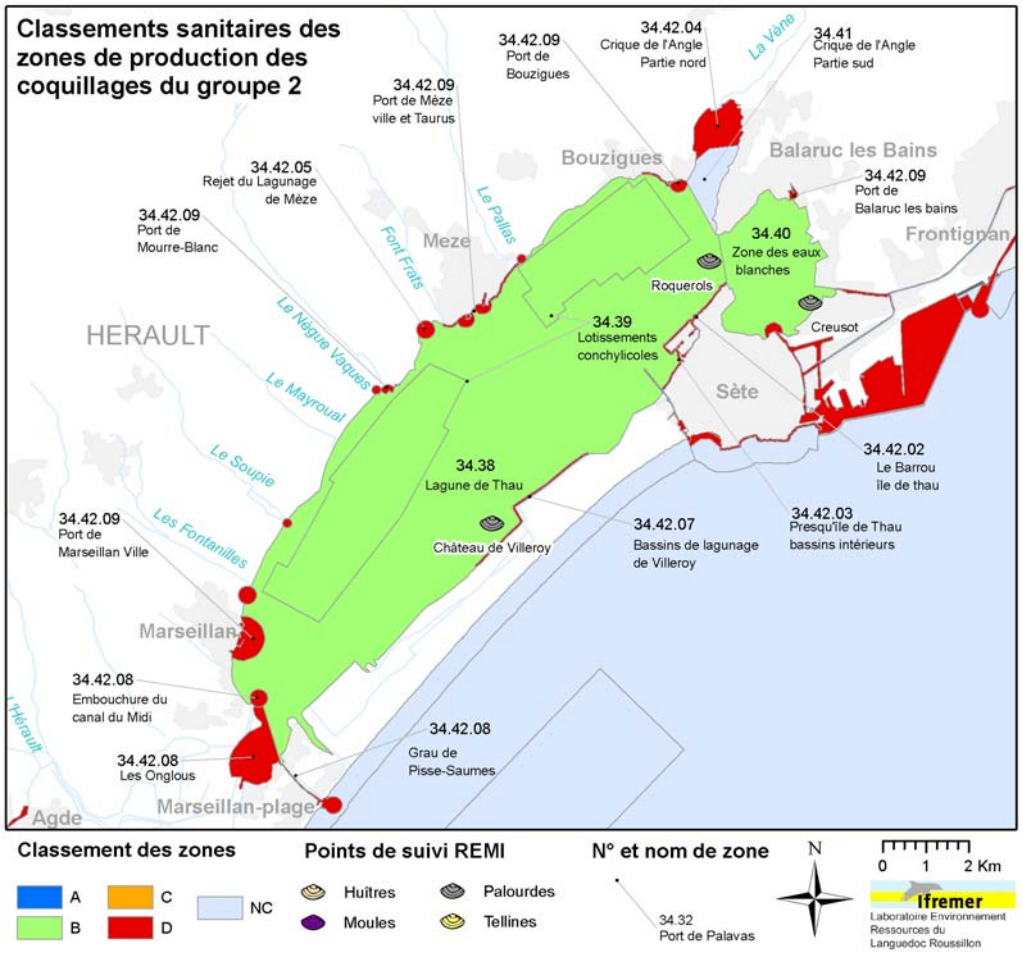


***Figure 9. 20** : Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 2 dans la lagune de Thau et localisation des points de suivi REMI.*

Résultats pour le groupe 2 (filtreurs fouisseurs)

Les profils de contamination des palourdes enregistrés dans les zones de pêche n°34.40 « Etang des Eaux blanches » et n°34.38 « Lagune de Thau » sont comparables à ceux des huîtres de la zone d'élevage de la lagune (Figure 9. 22). Ces deux zones présentent des niveaux moyens de contamination, dont les niveaux ne dépassent que sporadiquement le seuil de mise en alerte d'une zone B.

En novembre 2008, les deux zones de pêche de palourdes de la lagune de Thau sont marquées par un épisode de dégradation de leur qualité microbiologique. Suite à l'évènement pluvieux le plus intense de l'année, survenu entre le 1er et le 5 novembre 2008 (154 mm à la station météorologique de Sète), les niveaux de contamination microbiologique fécale atteignent 6 700 *E. coli* / 100 g de CLI au point « Roquerols », 21 000 *E. coli* / 100 g de CLI au point « Château de Villeroy » et 68 000 *E. coli* / 100 g de CLI au point « Creusot », le 05/11/2008 (Figure 9. 22). Ces pics de pollution ont conduit le préfet de l'Hérault à prendre un arrêté interdisant la pêche, le ramassage et la mise sur le marché des coquillages fouisseurs en provenance de la lagune de Thau (arrêté n°2008-01-2915 du 07/11/2008, abrogé le 14/11/2008).

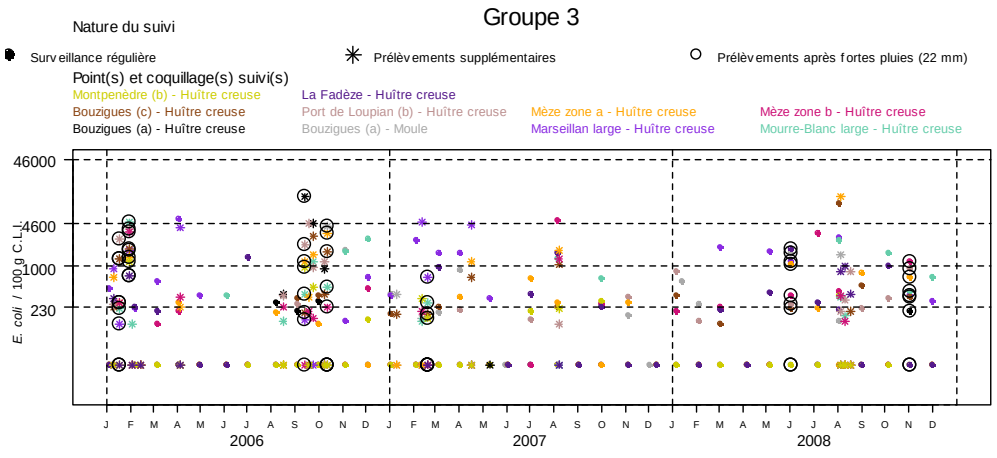


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	313	236	53	21	3	0	9600	35
%		75.4	16.9	6.7	1	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

***Figure 9. 21** : Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone conchylicole n°34.39 de l'étang de Thau pour le groupe 3 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

Qualité estimée sur la période 2006 à 2008

La qualité microbiologique estimée de la zone conchylicole (n°34.39) et de la zone de pêche (n°34.38) de la lagune de Thau est B pour la période 2006 à 2008, selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et du règlement européen (CE) n°854/2004, en prenant en compte la tolérance de 10 % admise au-delà de 4600 *E. coli* / 100g CLI pour la classe B, définie de façon transitoire par le règlement CE n°1666/2006 (jusqu'à fin décembre 2009) (Annexe 1). Ces estimations sont conformes au classement actuel de ces zones.

Sur la période 2006 à 2008, la zone des Eaux Blanches (n°34.40), localisée dans le Petit Etang de la lagune de Thau, présente une qualité estimée C selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et D selon ceux du règlement européen (CE) n°854/2004 (Annexe 1). Ces estimations ne sont pas conformes au classement en B de cette zone. Il est cependant à noter que seule une valeur, acquise en novembre 2008 suite à un évènement pluvieux intense, est à l'origine de ces estimations.

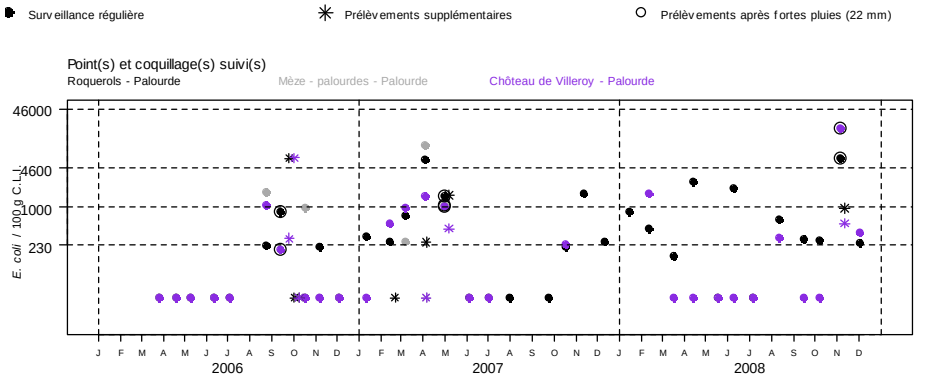


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	74	42	18	10	4	0	21000	87
%		56.8	24.3	13.5	5.4	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

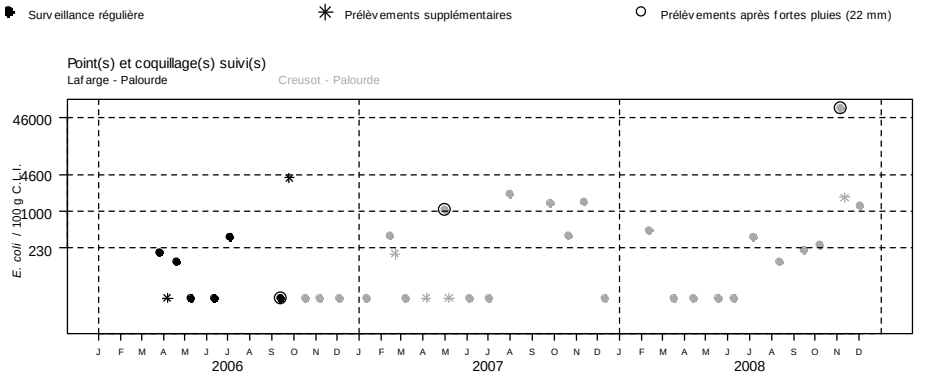


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	31	19	6	5	0	1	68000	85
%		61.3	19.4	16.1	0	3.2		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 9. 22 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 dans les zones de pêche n°34.38 (en haut) et n°34.40 (en bas) pour le groupe 2 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

5.3. Contamination chimique - Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH)

Deux stations sont suivies dans l'étang de Thau dans le cadre du ROCCH (anciennement RNO) (Figure 9. 2). Les résultats des suivis réalisés en avril 2007[13] sur les moules de la station Thau 1 (ouest) et Thau 4 (est) sont présentés respectivement sur les Figure 9. 23 et Figure 9. 24. Les données acquises sur les autres lagunes et leur comparaison avec les médianes nationales figurent dans Annexe 2. 1.

La teneur en cadmium, qui est inférieure à la médiane nationale, poursuit sa tendance à la diminution depuis 1992. Il y a peu d'évolution pour le mercure et le cuivre. La teneur en plomb semble diminuer plus régulièrement pour la station 1 que pour la station 4.

Les teneurs en DDT et ses produits de dégradation sont toujours élevées et très largement supérieures à la médiane nationale. Malgré l'interdiction d'utilisation de cet insecticide depuis plus de 20 ans, les concentrations, après une forte décroissance, se stabilisent à un niveau élevé par rapport à de nombreux sites français. L'utilisation massive en Languedoc-Roussillon de ce produit avant son interdiction peut expliquer en partie cette situation. Néanmoins, il conviendrait de s'assurer de l'absence de stock sur les bassins versants qui pourraient être lessivés lors des épisodes cévenoles très courants dans la région.

La teneur en fluoranthène poursuit la baisse amorcée depuis quelques années. Les teneurs en lindane et CB 153 à la station 4 sont supérieures à la médiane nationale.

En ce qui concerne les nouveaux contaminants, que ce soit l'argent le chrome, le nickel ou le vanadium, les teneurs sont largement inférieures à la médiane nationale.

[13] Les résultats du ROCCH sont rendus avec un an de décalage pour des raisons techniques.

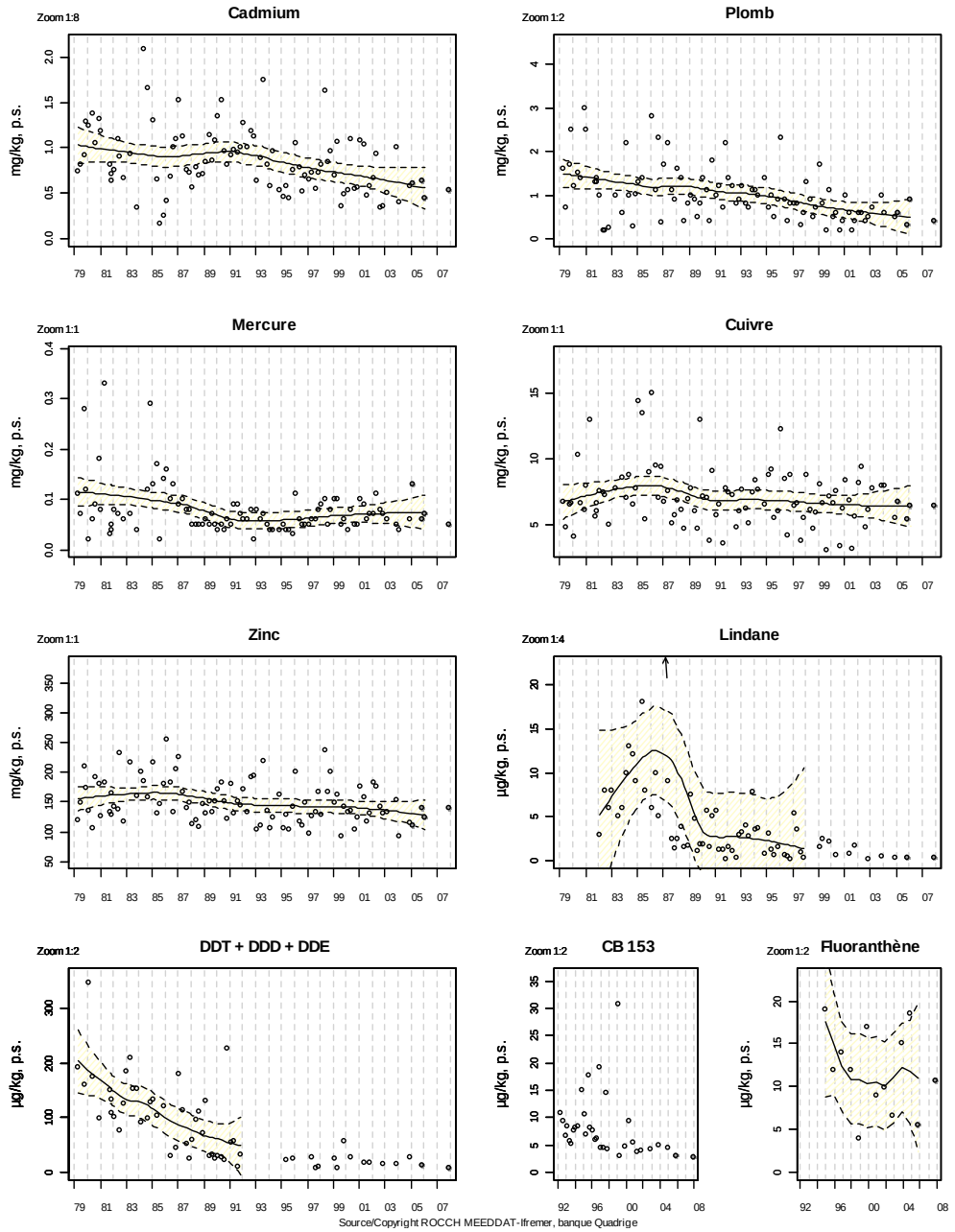


Figure 9. 23 : *Niveaux et tendances d'évolution de la contamination dans les moules à la station Thau 1 (ouest).*

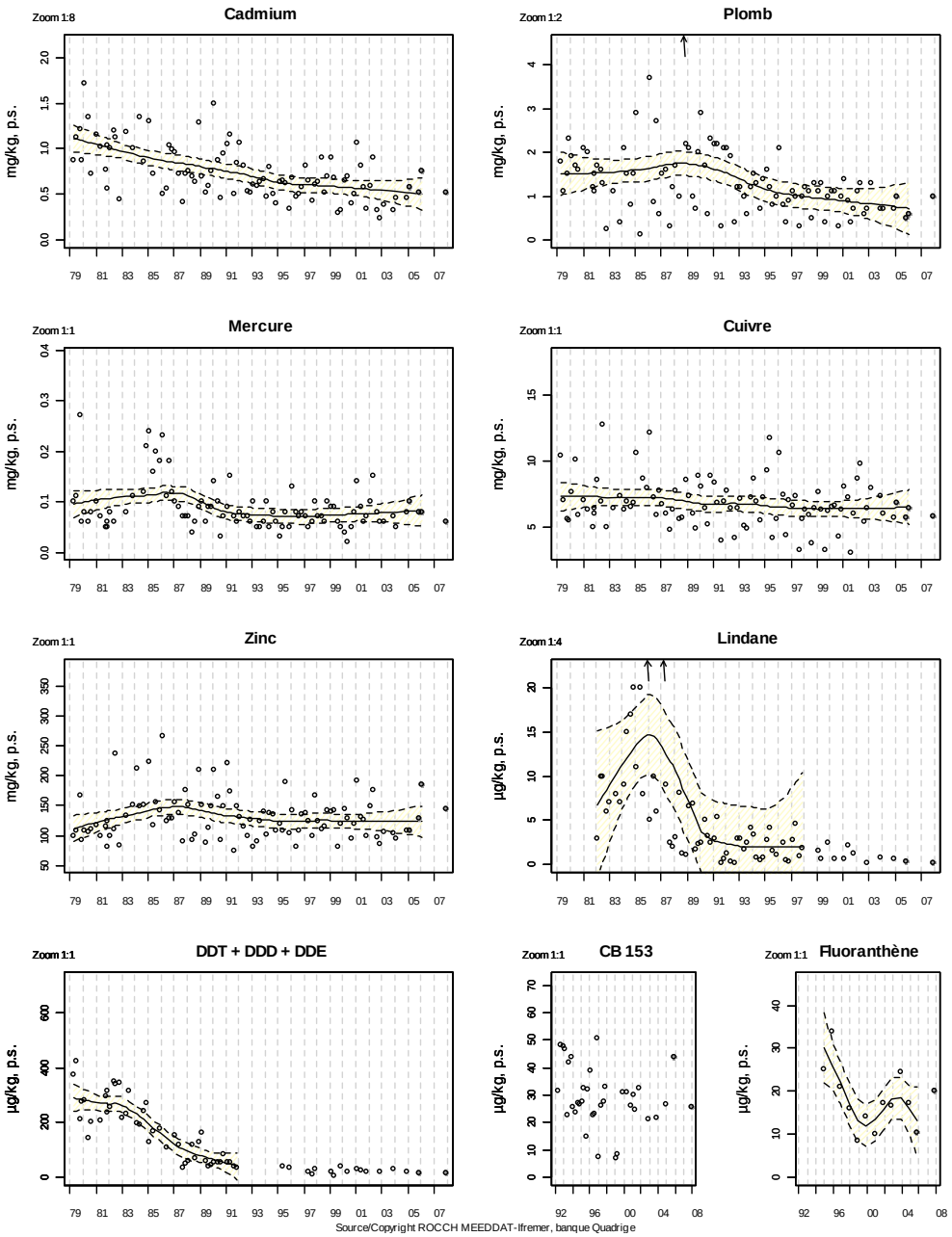


Figure 9. 24 : *Niveaux et tendances d'évolution de la contamination dans les moules à la station Thau 4 (est).*

6. Conclusions

Favorisé par une année faiblement pluvieuse et un été régulièrement venté et sans longue période de chaleur, le diagnostic de la colonne d'eau en 2008 est bon sauf pour la stations située dans la Crique de l'Angle, et donc parmi les meilleurs enregistrés sur l'étang de Thau depuis 1999. Cependant, le diagnostic des macrophytes, des sédiments et du phytoplancton effectué en 2008 indique que la qualité de ces compartiments de l'écosystème vis-à-vis de l'eutrophisation est médiocre pour le secteur Est et moyenne pour le secteur Ouest, confirmant les diagnostics précédents. L'étang de Thau reste donc un milieu enrichi en éléments nutritifs, ce qui permet de soutenir une production primaire importante, mais peut conduire à des perturbations épisodiques sous l'effet de conditions météorologiques exceptionnelles, comme en témoignent les malaïgues de 2003 et 2006.

L'année 2008 est marquée par un épisode de mortalités exceptionnelles des naissains d'huîtres creuses, qui a touché la plupart des zones de production nationales. L'étang de Thau n'a pas été épargné, tous les secteurs conchylicoles, toutes les origines et niveaux de ploïdie ayant été touchés au cours du printemps et de l'été. Les pertes mesurées sur les naissains suivis dans le cadre d'une étude menée en collaboration avec le Cepralmar, les professionnels de la conchyliculture, la SRCM, le LER/LR d'Ifremer et les Affaires Maritimes, ont atteint plus de 85 %. Au vu des premiers résultats d'analyses disponibles et des résultats expérimentaux préliminaires des travaux mis en œuvre par Ifremer au niveau national suite à l'épisode de mortalité, il semble que l'herpès virus de l'huître OsHV-1, organisme pathogène de l'huître creuse déjà connu en France, soit impliqué dans la surmortalité observée. Les recherches se poursuivent, d'une part en pathologie, afin de s'assurer qu'il n'existe pas d'autre virus à l'origine des mortalités et afin de mieux comprendre les conditions de développement du virus OsHV-1 et, d'autre part, sur les aspects environnementaux. L'objectif est la mise en place d'un système d'observation national opérationnel, permettant de mieux anticiper ce genre de phénomène.

Les analyses microbiologiques effectuées dans les huîtres et moules en élevage confirment la qualité B pour la période 2006 à 2008. Des pics de pollution survenus par temps sec au mois d'août dans le secteur conchylicole de Bouzigues ont conduit le préfet de l'Hérault à prendre certaines mesures restrictives concernant la pêche, le ramassage et la mise sur le marché des coquillages en provenance de la zone d'élevage de Thau. Les coquillages filtreurs fouisseurs ont été soumis à une contamination microbiologique faisant suite aux pluies de novembre. Cet épisode a conduit le préfet de l'Hérault à prendre un arrêté interdisant la pêche, le ramassage et la mise sur le marché des coquillages fouisseurs en provenance de la lagune de Thau.

Les résultats des campagnes de mesures mises en œuvre dans le cadre du projet OMEGA(Outil pour le Management Environnemental et la Gestion des Avertissements) de 2007 à 2009 pour suivre l'impact des événements pluvieux sur la qualité de l'eau et des coquillages de l'étang de Thau, permettront de hiérarchiser sur le bassin versant les sources de pollution à l'origine des contaminations des coquillages et de développer, calibrer et valider les modèles d'apports des pollutions et de leur devenir dans la lagune. L'objectif est d'orienter les aménagements à réaliser en priorité sur le bassin versant et de mesurer dans une seconde étape le gain environnemental des travaux réalisés. Les mesures acquises par temps sec privilégient l'hypothèse d'une source aviaire des contaminations des coquillages, les oiseaux marins utilisant les tables conchylicoles en tant que dortoirs. Cette hypothèse demande cependant à être confirmée par des investigations complémentaires.

L'année 2009 sera marquée par la poursuite des actions de gestion intégrée par le SMBT (Syndicat Mixte du Bassin de Thau), avec notamment la validation de l'état initial du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux et le diagnostic des habitats et de l'avifaune concernée par la Directive Natura 2000.

7. Références bibliographiques

Mancini P., 1988. L'azote et le phosphore dans les différents compartiments de l'étang de Thau (sédiments, macrophytes, eau). Contribution au programme ECOTHAU. DEA National d'Hydrologie de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 49 p. + annexes.

Mazouni N., Gaertner J.-C. *et al.*, 1996. Nutrient and oxygen exchanges at the water-sediment interface in a shellfish farming lagoon (Thau, France). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 205 : 91-113.

Ifremer, Créocéan, UMII, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. Rapport final, 2 tomes. 410 p.

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 488 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 434 p.

Casagrande L., 2007. Méthodes d'optimisation de la stratégie spatiale d'échantillonnage pour les suivis benthiques en lagune dans le cadre de la DCE. Application à deux lagunes : Leucate et Thau. Rapport de Master 1 BGAE – spécialité Biostatistiques, Université de Montpellier II, 36 p.

Derolez V., 2007. Proposition d'optimisation de la stratégie spatiale de suivi des macrophytes et des sédiments en lagunes. Application à Thau, Bages, Leucate, Vic et Or. Rapport Ifremer/LERLR-07-14, 39 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2007 (b). Rapport IFREMER/LER-LR – DIDAM 34-30. Mortalités anormales d'huîtres creuses Crassostrea gigas dans les étangs de Thau, d'Ingril et de Leucate. Printemps 2007.

Cesmat L., Fiandrino A., Derolez V., Serais O, 2008. Calibration et validation du modèle hydrodynamique MARS 3D couplé au modèle d'entérobactéries sur la lagune de Thau. Résultats préliminaires. Rapport intermédiaire. DOPLER/LERLR/07.16. 92 p.

Ifremer, 2008 (a). Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

Ifremer, 2008 (b). Rapport OMEGA Thau (Outil de Management Environnemental et de Gestion de l'avertissement - Bassin de Thau). Phase 1 - Etape 2. Etude des contaminations microbiologiques par temps sec de l'étang de Thau. RST/LER/LR/08-06, 115 p.

Ifremer, BRLi, EGIS, 2008. Rapport OMEGA Thau (Outil de Management Environnemental et de Gestion de l'avertissement - Bassin de Thau). Phase 1 - Etape 2. Campagne de mesures - Acquisition de mesures simultanées bassin versant / lagune. Rapport d'événement n°4 : pluies du 2 au 6 janvier 2008.

Pernet F., Barret J ., Le Gall P., Pichot Y., 2009. Etat d'avancement des connaissances sur le phénomène des mortalités 2008 sur l'étang de Thau. Rapport interne. 10 p.

Ifremer, BRLi, EGIS, 2009. Rapport OMEGA Thau (Outil de Management Environnemental et de Gestion de l'avertissement - Bassin de Thau). Phase 1 - Etape 2. Campagne de mesures - Acquisition de mesures simultanées bassin versant / lagune. Rapport d'événement n°7 : pluies du 1 au 5 novembre 2008.

10

Canal du Rhône à Sète

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 211

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET CLIMATIQUES 2008 214

3. SUIVI MENSUEL DE LA COLONNE D'EAU 214

3.1. SALINITE 214
3.2. INDICATEURS DE L'EUTROPHISATION 215

4. DIAGNOSTIC ESTIVAL 2008 217

4.1. GRILLES ESTIVALES DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 217
4.2. TABLEAUX ET EVOLUTIONS PLURIANNUELLES 219

5. CONCLUSIONS 223

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 224

1. Introduction

Le « canal du Rhône à Sète », long de 98 km, a été construit pour relier le Rhône au canal du Midi. Son débouché dans l'étang de Thau à proximité de la ville de Sète, lui a valu son nom. Sa largeur moyenne est de 25 à 30 mètres pour une profondeur variant de 2,5 à 4 mètres, obtenue par des travaux de dragage réguliers. Le sens général d'écoulement est Est/Ouest mais les vitesses sont toujours très faibles et peuvent être inversées ponctuellement sous l'effet des conditions météorologiques et hydrodynamiques. Le trafic fluvial qui s'y développe (plaisance, pêcheurs, transport de marchandises…) contribue à faire de cet ouvrage un axe de communication majeur en Languedoc-Roussillon. Un projet d'aménagement du canal pour le passage de péniches de grand gabarit est d'ailleurs actuellement à l'étude par VNF. Sur sa partie littorale, le canal du Rhône à Sète longe l'étang de l'Or et traverse les étangs palavasiens (Figure 10. 1), deux sites naturels remarquables (zones Natura 2000), d'intérêt patrimonial. La plupart de ces lagunes ne dispose d'une communication avec la mer uniquement par l'intermédiaire des eaux du canal. Aussi, la qualité de ces dernières est donc extrêmement importante pour les lagunes. Le canal du Rhône à Sète possède donc un rôle environnemental majeur dans l'amélioration ou la dégradation de la qualité de ces milieux lagunaires, c'est pourquoi il fait l'objet depuis 2000, d'un suivi de la colonne d'eau dans le cadre du Réseau de Suivi Lagunaire.

De 2000 à 2007, les résultats des suivis RSL ont montré que les eaux du canal du Rhône à Sète, notamment dans sa partie Est, étaient parmi les plus eutrophisées des eaux littorales Languedociennes (Benau, 2000, Ifremer rapports RSL 2002 à 2007). Sous l'action de sources multiples, diffuses et ponctuelles (rejets de cabanes non raccordées, de stations d'épuration présentes sur le bassin versant, de cours d'eau eutrophisés…)(Bceom-Aquascop, 2004) le canal du Rhône à Sète compte aujourd'hui encore parmi les écosystèmes littoraux les plus dégradés.

Avec la mise en route de l'émissaire en mer de l'agglomération de Montpellier (en décembre 2005), et la rénovation de la STEP de MAERA (quelques mois auparavant), une importante source d'apport en azote et en phosphore a été supprimée sur le bassin versant du canal et des étangs palavasiens. Les premiers effets ont été observés dès l'été 2006 dans le cadre du RSL, au niveau du lieu-dit des « Quatre Canaux » à Palavas, avec une amélioration spectaculaire de la qualité des eaux du canal au point CLEZ, en lien avec l'amélioration des eaux du Lez (Ifremer, 2007). En décembre 2006, seule cette station s'était améliorée de manière significative au niveau du canal. L'année 2007 n'a pas apporté de changements majeurs pour les stations du canal au regard des grands bouleversements de l'année précédente.

Dans ce chapitre seront présentés les résultats du suivi annuel de la colonne d'eau réalisé de septembre 2007 à septembre 2008 sur trois stations du canal du Rhône à Sète (CLEZ, CGRC et CVIC cf Figure 10. 2), ainsi que les résultats estivaux (juin, juillet et août 2008) sur les sept stations du canal : CSET, CVIC, CLEZ, CGRC, CCAR, CMOT et CAIG.

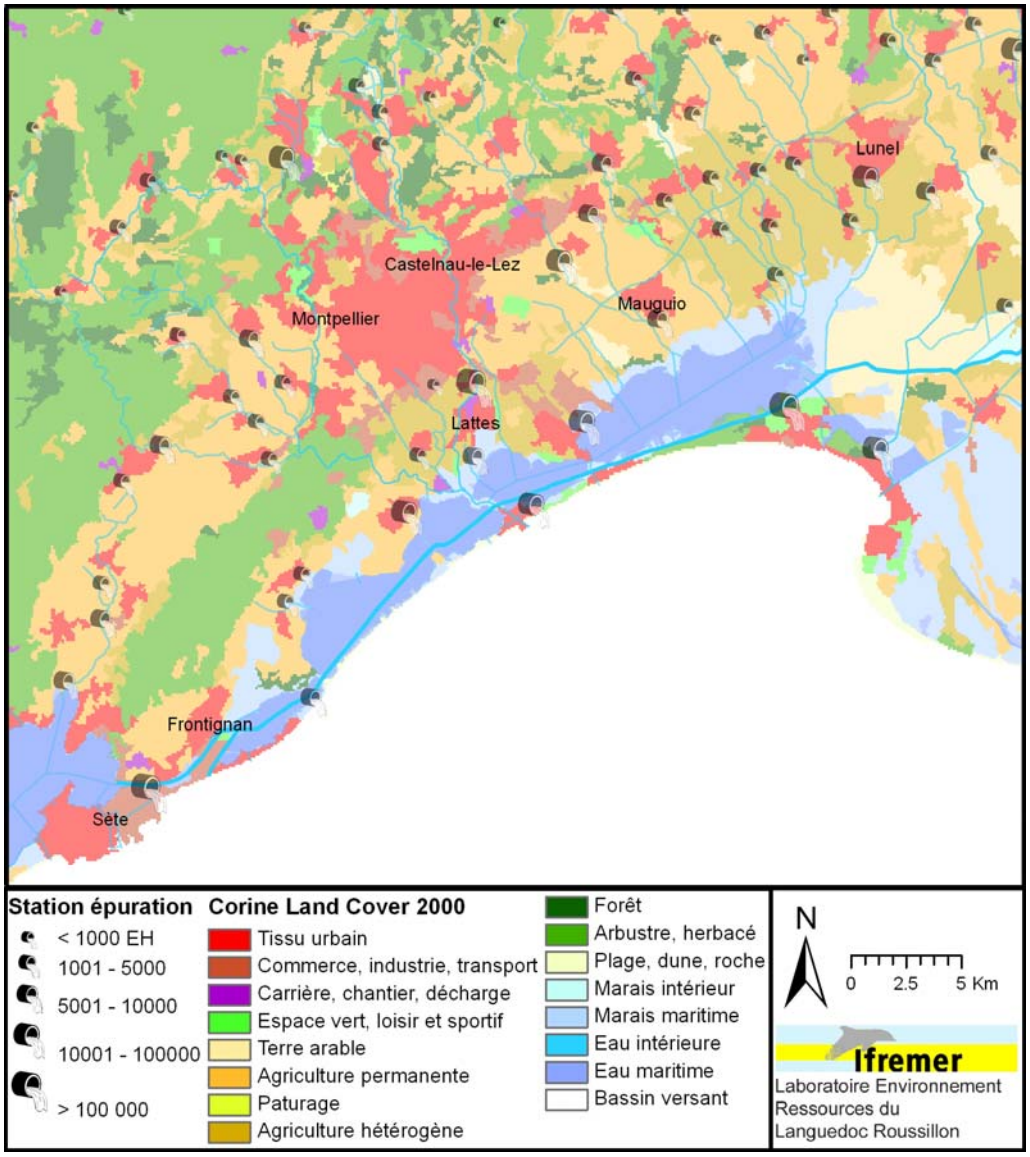


***Figure 10. 1** : Présentation du canal du Rhône à Sète et de son bassin versant proche.*

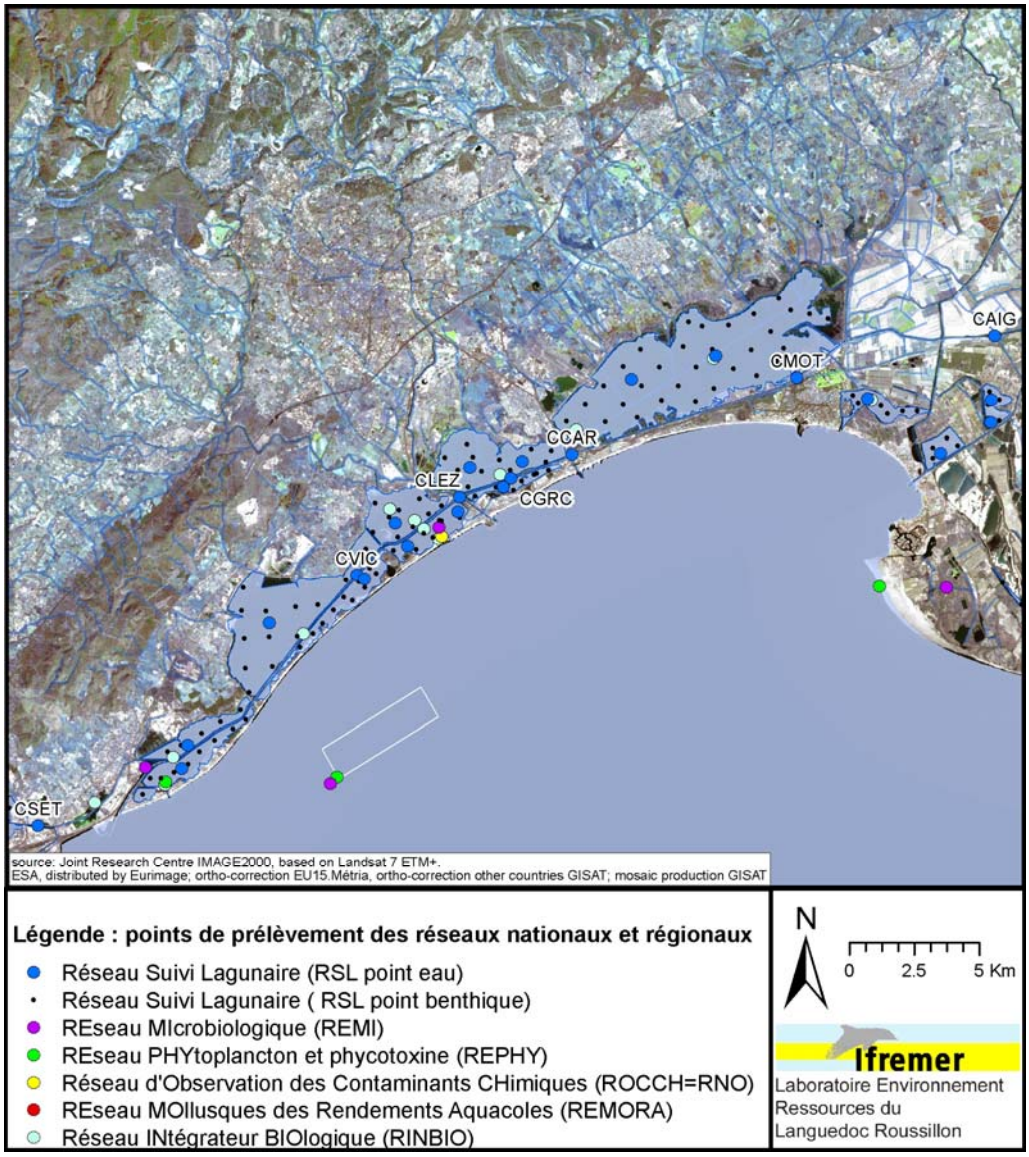


Figure 10. 2 *: Localisation des stations de prélèvement du RSL et des autres réseaux Ifremer, sur le canal du Rhône à Sète et les lagunes proches.*

2. Conditions hydrologiques et climatiques 2008

Cette partie ayant déjà été traitée respectivement dans le chapitre concernant les étangs palavasiens, l'étang de l'Or ou les étangs de la Camargue gardoise, il ne sera pas fait de redites ici et des renvois aux chapitres adéquats seront réalisés si besoin.

3. Suivi mensuel de la colonne d'eau

En parallèle à la mise en route, en décembre 2005, de l'émissaire rejetant en mer les eaux usées traitées de l'agglomération montpelliéraine, il était important de suivre l'évolution des concentrations en éléments nutritifs sur l'ensemble du complexe des étangs palavasiens.

Pour cela, un suivi mensuel de la qualité de l'eau a débuté en décembre 2005 sur dix stations (dont trois sur le canal du Rhône à Sète) et il se poursuit encore à l'heure actuelle. Les résultats des années précédentes (2006 et 2007) ont été reportés dans le rapport précédent du RSL. Les résultats de cette année sont présentés ci-dessous. Les trois points de suivi du canal sont les suivants :

- La station CLEZ : située au croisement du Lez et du canal du Rhône à Sète, au lieu-dit « les Quatre Canaux », elle constitue un point de suivi incontournable pour évaluer dans le temps les apports du Lez vers les étangs palavasiens.
- Les stations CGRC et CVIC : situées respectivement en amont et en aval de la station CLEZ (par rapport au sens du courant résiduel du canal, c'est-à-dire Est-Ouest), elles permettront de préciser la zone d'influence des eaux du Lez dans le canal.

3.1. Salinité

La Figure 10. 3 représente l'évolution de la salinité sur les trois stations suivies mensuellement sur le canal du Rhône à Sète de janvier 2006 à décembre 2008. La station CVIC est toujours la plus marinisée (sauf lors des entrées marines, à ce moment là, elle est détrônée par CLEZ), et CLEZ la plus douce (hors période d'entrées marines) en raison des apports du système Lez/Mosson. CGRC possède une salinité intermédiaire entre ces deux stations, très fluctuante compte tenu de l'influence du Lez, des graus de Carnon et de Palavas, mais aussi des rejets de la station d'épuration de Palavas via l'étang du Grec. Ces rejets domestiques devraient se poursuivre jusqu'en juin 2009, date effective du raccordement de la step à MAERA. L'automne/hiver 2007-2008 a été globalement très sec par rapport aux années précédentes avec seulement 92 mm d'eau tombés en 4 mois (de novembre 2007 à février 2008), mais cela n'a pas empêché le point CLEZ d'enregistrer des salinités ponctuellement faibles lors des prélèvements RSL. En revanche, cela ne semble pas avoir impacté outre mesure la salinité des deux autres points de suivi sur le canal, preuve de l'extension réduite des dessalures à cette époque. A linverse, on observe que les fortes précipitations de mai et juin ont bien marqué simultanément les trois points de suivi sur le canal, preuve qu'il y a bien eu à cette

occasion une diffusion des apports vers les lagunes proches (Méjean, Prévost, Arnel et Grec).

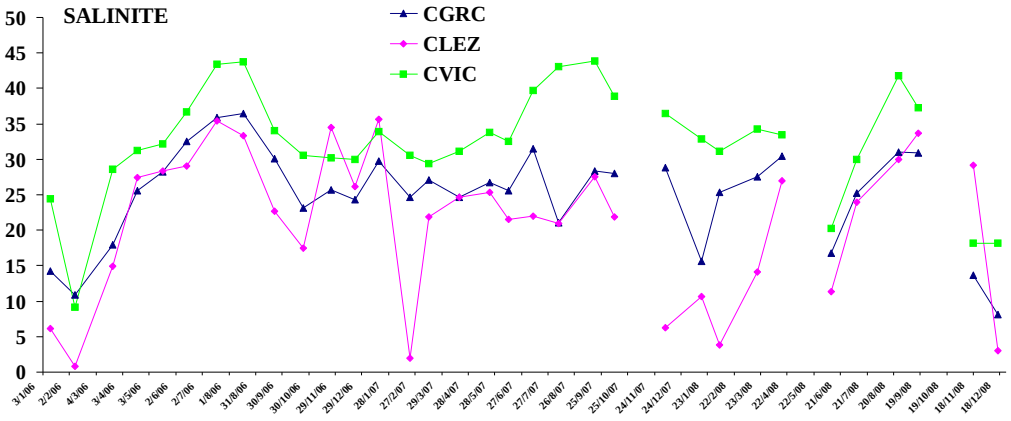


Figure 10. 3 : *Variation mensuelle de la salinité aux trois stations de suivi sur le canal du Rhône à Sète de janvier 2006 à décembre 2008.*

3.2. Indicateurs de l'eutrophisation

Les teneurs en *chlorophylle a* sont restées pour la deuxième année consécutive extrêmement faibles sur les trois stations du canal (Figure 10. 4). C'est une situation qui est générale sur le littoral Languedocien et qui est due aux conditions climatiques particulières de ces dernières années (très sèches et chaudes notamment). Les nutriments sont bien présents dans les eaux du canal mais à des niveaux largement inférieurs à ceux d'avant la mise en place de l'émissaire (à l'exception des nitrates). En effet, les teneurs en nitrates sont semblables à celles de l'année dernière et à celles des années ante-émissaire, ce qui est normal compte tenu que ce nutriment est essentiellement apporté par lessivage des sols agricoles. Les rares pluies de l'année 2008 ont été suffisantes pour entraîner des pics de nitrates dans les eaux en janvier/février et en juin. Mais, compte tenu de la faiblesse des précipitations, ces apports, en terme de flux, ont du être très limités en 2008. Les niveaux de phosphore et d'azote totaux sont depuis la mise en place de l'émissaire parmi les plus bas enregistrés sur ces trois stations sur le canal. Parmi ces dernières, seule la station CGRC possède un signal encore brouillé par des rejets domestiques proches, ceux de la step de Palavas.

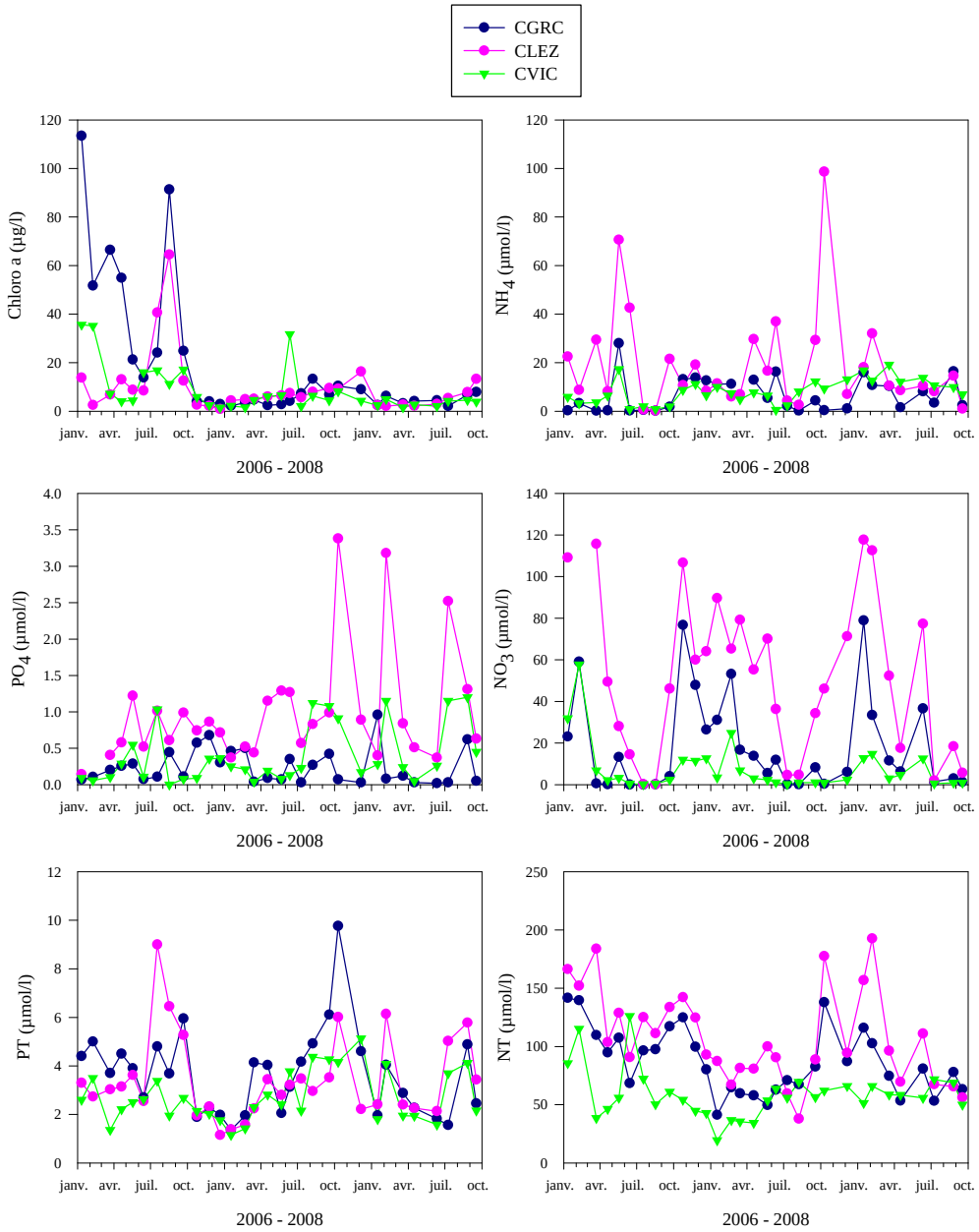


Figure 10. 4 : *Variation mensuelle des paramètres de la colonne d'eau mesurés aux trois stations de suivi sur le canal du Rhône à Sète de janvier 2006 à décembre 2008.*

4. Diagnostic estival 2008

Comme l'année précédente, les résultats obtenus en 2008 sur les grilles estivales sont dus à la conjonction de deux facteurs qu'il est intéressant de rappeler :

- Un facteur anthropique : la mise en route de l'émissaire de Montpellier a entraîné une importante diminution des matières organiques et des éléments nutritifs (ammonium et phosphates notamment) apportés par le Lez jusqu'au canal. Après l'effet direct observé en 2006 sur CLEZ, et dans une moindre mesure sur CVIC, CARN et CGRC, l'amélioration devrait progressivement toucher les stations les plus éloignées. Des sources secondaires de contamination (comme les apports de la STEP de Palavas par l'intermédiaire des eaux de l'étang du Grec) seront donc plus facilement mises en évidence, une fois le signal du Lez estompé.
- Un facteur climatique : l'année 2008, qui vient après deux années déjà pauvres en précipitations, a été une année encore extrêmement sèche avec le cumul pluviométrique annuel sur le littoral héraultais le plus bas depuis le début des suivis RSL (2000). Le lessivage des sols et les apports d'éléments nutritifs au canal du Rhône à Sète et aux lagunes ont donc été limités. En conséquence, comme pour chaque année sèche, une diminution modérée mais générale des indicateurs d'eutrophisation doit être attendue cette année.

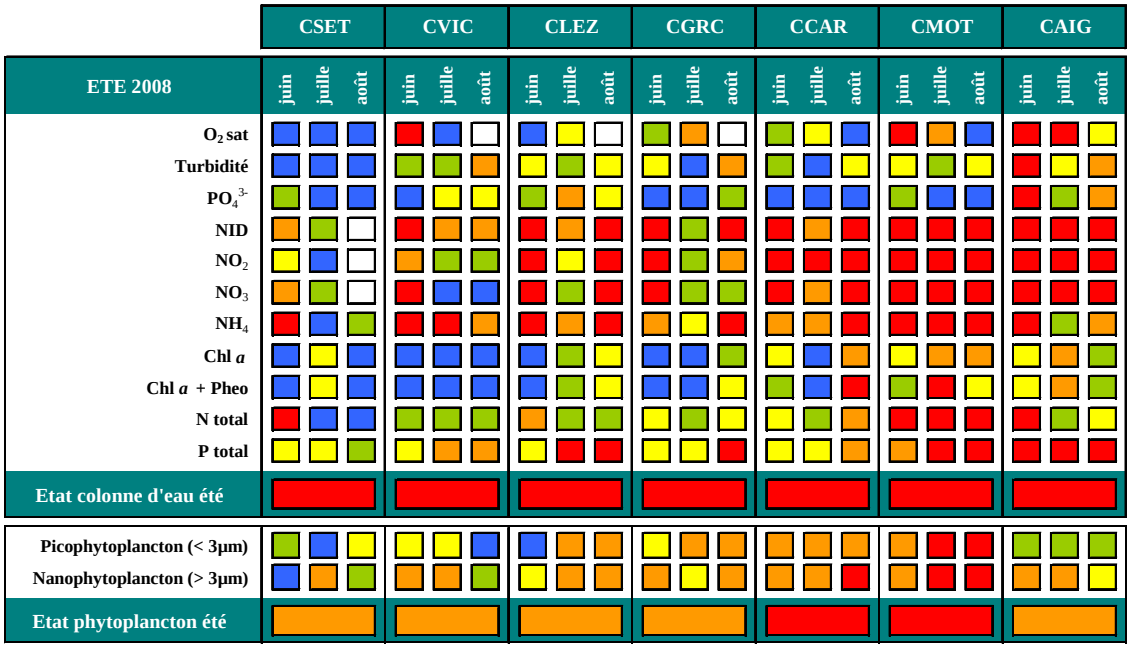
4.1. Grilles estivales de l'eau et du phytoplancton

Cette année malgré la faiblesse des précipitations annuelles, les mois de mai et juin 2008 ont été particulièrement arrosés par rapport aux années précédentes. Cette localisation particulière des pluies juste avant la période estivale est en grande partie à l'origine de la mauvaise qualité des grilles de l'eau des stations du canal cette année (Tableau 10.1). En effet, les mois de juin de toutes les stations du canal sont en mauvaise qualité en raison de teneurs en sels d'azote dissous trop déclassantes. Ceci a pour conséquence que toutes les grilles de l'eau sur le canal du Rhône à Sète sont également de mauvaise qualité pour l'année 2008.

La réalisation d'opérations de dragage et de curage du canal pendant toute la période estivale sur la zone entre les étangs de l'Arnel et du Grec n'a sans doute pas contribuée à améliorer la qualité des eaux de CGRC, CLEZ et CVIC pendant cette période.

La partie Est du canal reste la plus dégradée vis-à-vis de l'eutrophisation, les stations CCAR, CMOT et CAIG témoignent en effet des excès de nutriments apportés au canal par des rejets directs de step (La Grande-Motte) ou par des cours d'eau tels que le Vidourle, le Vistre ou le canal de Lunel. Les améliorations prévues dans les années à venir (ultrafiltration pour traitement de l'azote et du phosphore…) dans le cadre des travaux de modernisation de la step de la Grande-Motte devraient contribuer à améliorer sensiblement la qualité du canal dans le secteur de l'étang de l'Or.

Tableau 10.1 : *Grilles estivales 2008 de qualité de l'eau et du phytoplancton pour les sept stations du canal du Rhône à Sète suivies dans le cadre du RSL.*

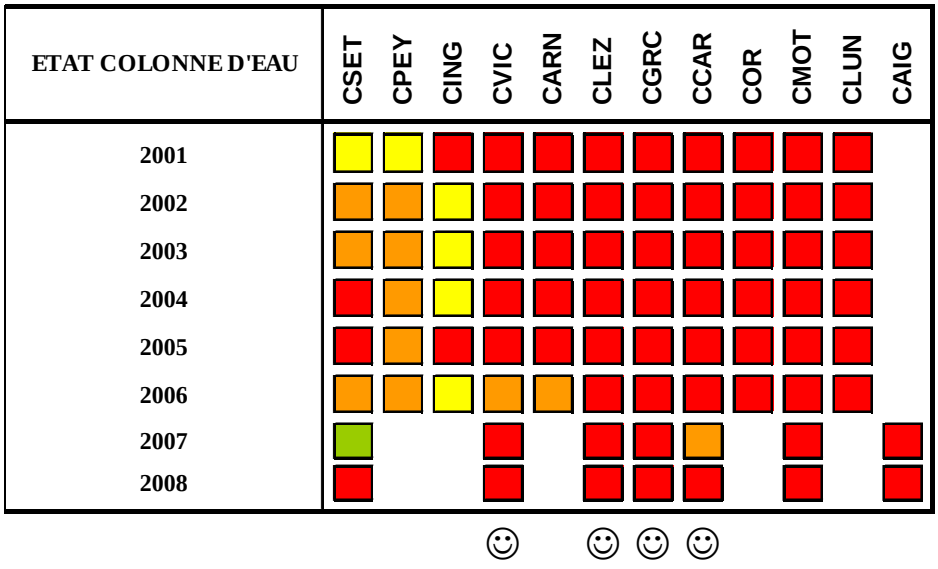


Malgré des teneurs en *chlorophylle a* en net recul depuis deux ans, les concentrations phytoplanctoniques des eaux du canal restent élevées (souvent qualifiées de médiocres ou mauvaises dans les grilles estivales). Les conditions climatiques particulières de ces deux dernières années associées à la forte diminution des teneurs en nutriments apportées par le Lez suite à la mise en route de l'émissaire de Montpellier contribuent à réorganiser les communautés phytoplanctoniques dans les eaux du canal. Au regard des grilles estivales cette année, il est probable que les nouvelles communautés dominantes soient aussi nombreuses en nombre d'individu que les précédentes (dominance d'états rouges ou orangés sur les grilles du phytoplancton), mais sans doute moins riches en *chlorophylle a* si on se réfère aux grilles de l'eau (état bleus à jaunes de CGRC à CSET).

4.2. Tableaux et évolutions pluriannuelles

Le Tableau 10. 2 reprend l'état général des grilles de l'eau depuis le début du suivi RSL sur le canal du Rhône à Sète. Le Tableau 10. 3 fait de même avec l'état général des grilles du phytoplancton. Ces deux tableaux permettent de synthétiser l'information issue de plusieurs années de suivi du canal du Rhône à Sète dans le cadre du RSL. Leur interprétation doit donc être réalisée avec précautions sans jamais perdre de vue les données brutes et les données de contexte.

Tableau 10. 2 : *Comparaison des diagnostics estivaux de l'eau obtenus sur les stations du canal du Rhône à Sète depuis 2001. Les symboles « ☹ » et «☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été décelée par le test statistique (Cf. Annexe 4).*



L'état des stations du canal du Rhône à Sète est encore qualifié de mauvais cette année vis-à-vis de l'eutrophisation. Cet état n'a fluctué que rarement au cours des années précédentes. Toutefois, après huit années de suivi, le test statistique de Cox-Stuart permet dorénavant de montrer que même avec des états qui stagnent dans la gamme « mauvaise », quatre points de suivi enregistrent quand même une amélioration significative des indicateurs d'eutrophisation depuis quatre ans : il s'agit de CVIC, CLEZ, CGRC et CCAR. Cette amélioration ne suffit pas encore à faire gagner définitivement une classe de qualité à ces points, mais ce sera peut-être le cas à l'avenir si d'autres mesures de gestion sont prises sur le bassin versant pour limiter les apports eutrophisants. Trois de ces points bénéficient donc pleinement de la diminution des

apports du Lez suite à la mise en route de l'émissaire en mer de Montpellier en décembre 2005. L'amélioration observée du point CCAR est plus difficile à expliquer, car il est plus éloigné en amont sur le canal et les steps du pourtour de l'étang de l'Or sont à peine entrées dans une phase de réaménagements (travaux d'amélioration et de dimensionnement des process) à l'heure actuelle.

Tableau 10. 3 : *Comparaison des diagnostics estivaux du phytoplancton obtenus sur les stations du canal du Rhône à Sète depuis 2001.*

ETAT PHYTOPLANCTON	CSET	CPEY	CING	CVIC	CARN	CLEZ	CGRC	CCAR	COR	CMOT	CLUN	CAIG
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												

Si on regarde l'évolution pluriannuelle paramètre par paramètre (Figure 10. 5, Figure 10. 6 et Figure 10. 7) sur les trois stations du canal, on s'aperçoit que les nutriments d'origine domestique tels que l'ammonium et les phosphates ont chuté énormément à la station CLEZ entre 2005 et 2006 puis se sont stabilisés (l'effet de l'émissaire est net sur ce point). Cette évolution est en revanche moins marquée sur les deux autres points de suivi (CGRC et CVIC), en effet après une diminution en 2006 qu'on aurait pu attribuer à l'émissaire, on s'aperçoit que les teneurs en NH4 et PO4 ont augmenté pendant les deux années suivantes pour atteindre le niveau avant mise en place de l'émissaire. La *chlorophylle a* est également en net recul depuis 2006 sur ces trois points ce qui indique une réduction des proliférations planctoniques pouvant avoir un lien à la fois avec la mise en route de l'émissaire mais aussi avec des conditions climatiques particulières de ces dernières années. Au final, les formes totales de l'azote et du phosphore marquent bien une décroissance depuis 2006, mais l'effet lié au phytoplancton est sans doute important dans cette diminution ce qui ne nous permet pas d'affirmer que l'effet de l'émissaire à réellement touché les deux stations CVIC et CGRC et par conséquent les lagunes plus éloignées comme l'Ingril, Vic, Pierre-Blanche ou le Grec, qui ne possèdent pas de communication directe avec le Lez. Il faudra attendre les résultats de l'année 2009, qui a été une année largement plus humide que les années précédentes, pour conclure sereinement au sujet de l'impact de l'émissaire sur la qualité de l'eau du canal du Rhône à Sète ailleurs qu'au point CLEZ.

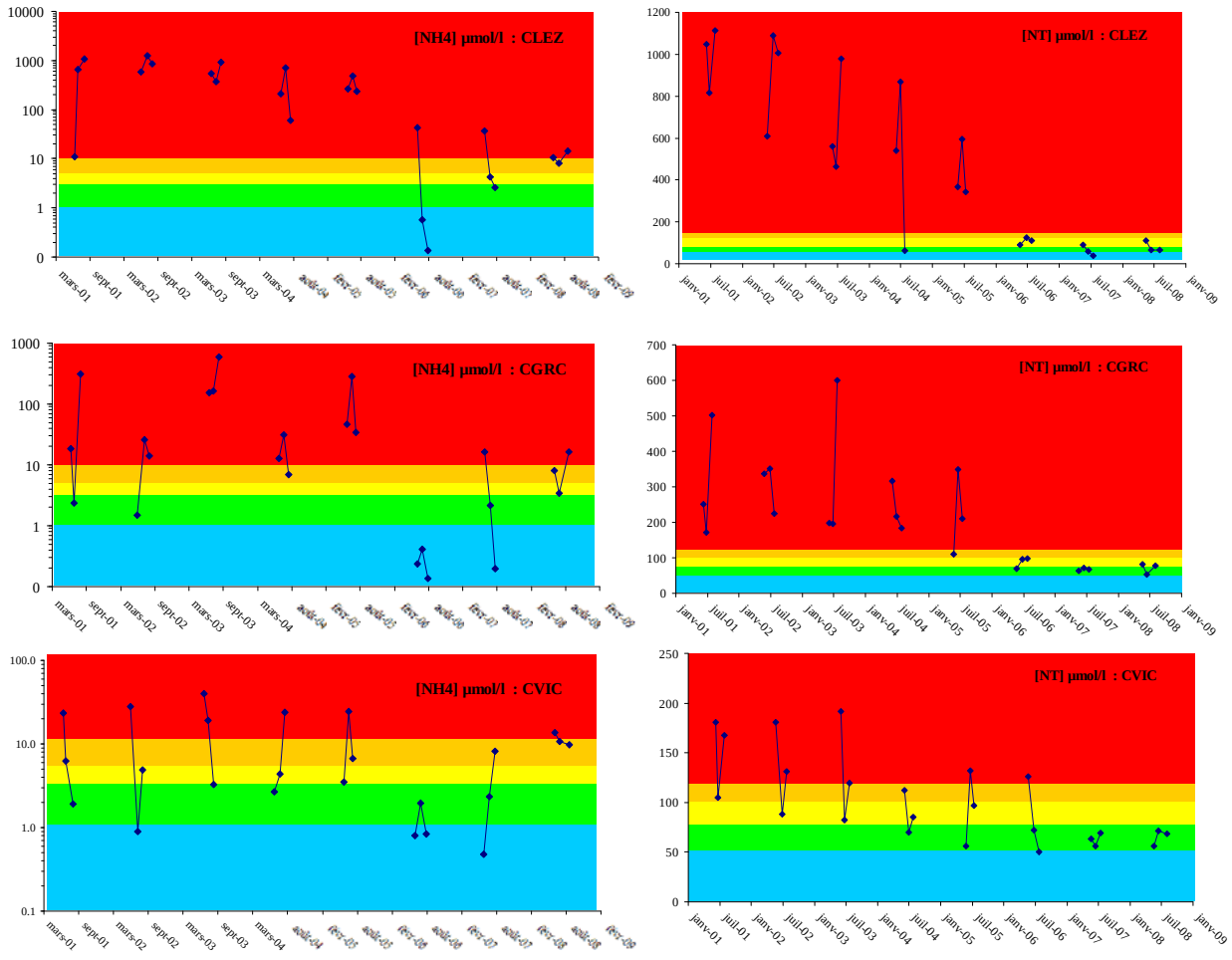


Figure 10. 5 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales (juin, juillet et août) en ammonium (à gauche) et en Azote total (à droite) aux stations CLEZ, CGRC et CVIC situées sur le canal du Rhône à Sète, de 2001 à 2008. NB : les classes de qualité du RSL sont présentées en arrière plan.*

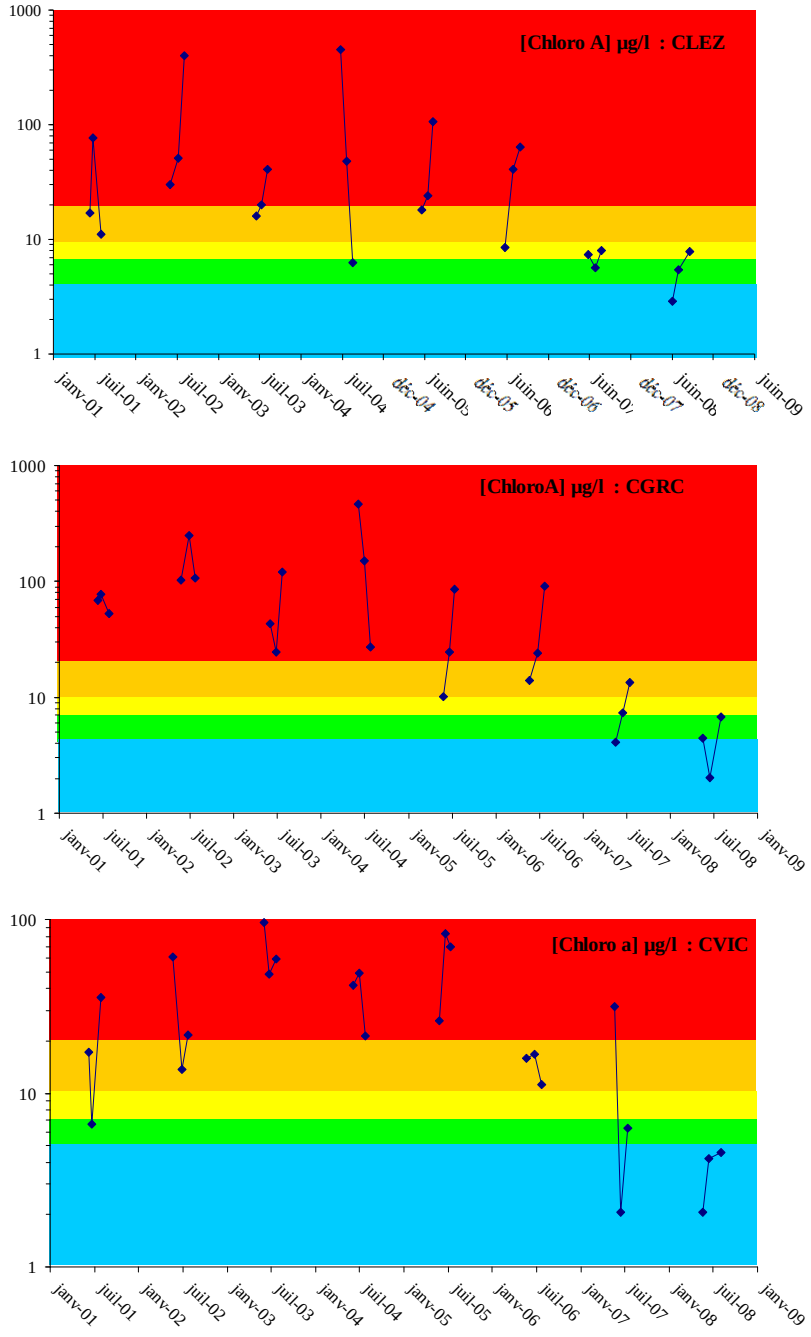


Figure 10. 6 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales (juin, juillet et août) en chlorophylle a aux stations CLEZ, CGRC et CVIC situées sur le canal du Rhône à Sète, de 2001 à 2008. NB : les classes de qualité du RSL sont présentées en arrière plan.*

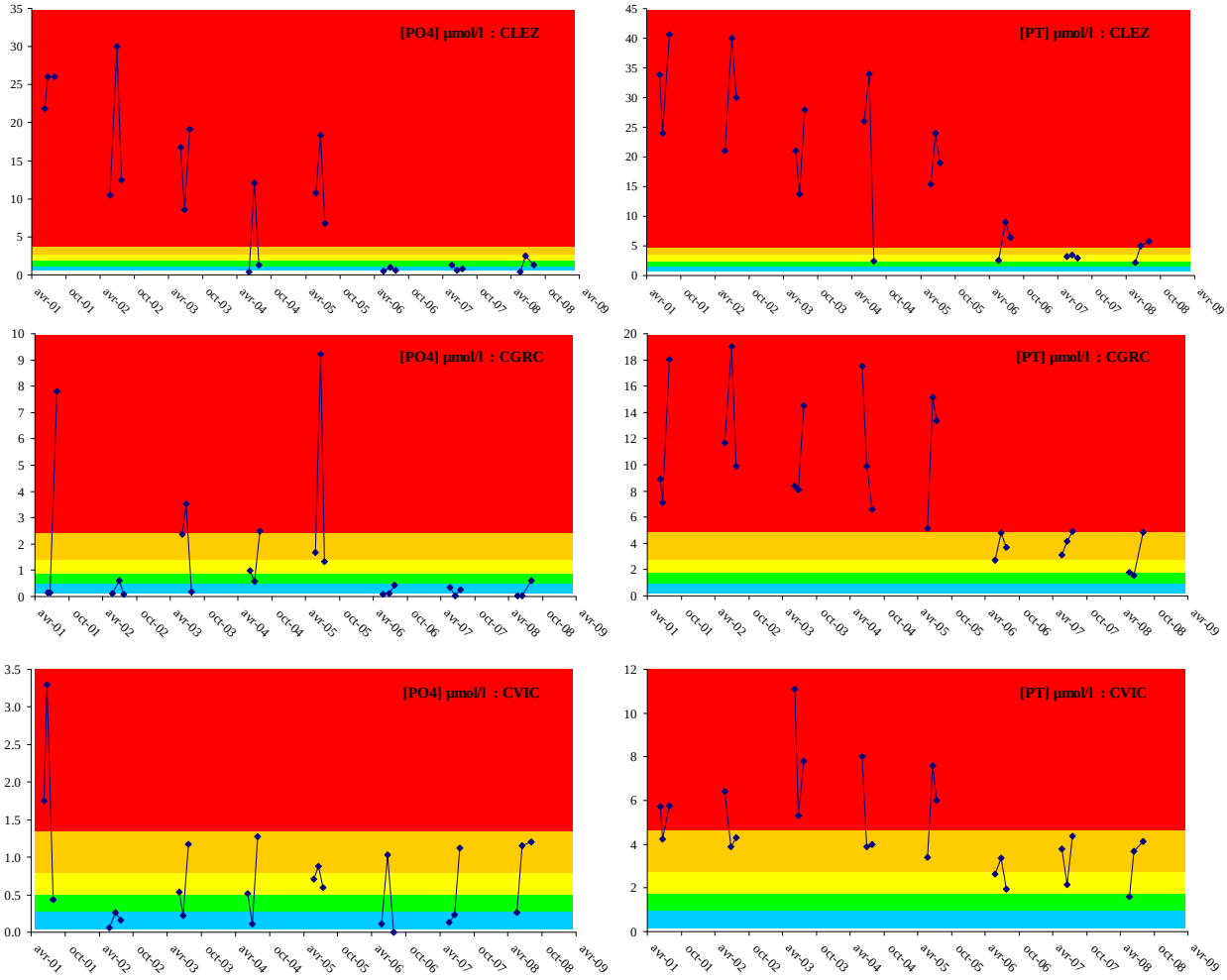


Figure 10. 7 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales (juin, juillet et août) en phosphates (à gauche) et en Phosphore total (à droite) aux stations CLEZ, CGRC et CVIC situées sur le canal du Rhône à Sète, de 2001 à 2008. NB : les classes de qualité du RSL sont présentées en arrière plan.*

5. Conclusions

La mise en route de l'émissaire en mer de l'agglomération montpelliéraine a entraîné un changement sans précédent dans les apports polluants au canal du Rhône à Sète. Un nouvel état d'équilibre est donc en train de se mettre en place.

On observe néanmoins peu de changements sur la qualité des eaux du canal cette année en comparaison des changements importants intervenus en 2006 suite à la mise en route de l'émissaire. Les eaux du Lez conservent leur meilleure qualité mais celle-ci ne semble pas pour le moment impacter des stations plus éloignées sur le canal. L'effet « émissaire » reste encore difficilement dissociable de l'effet « météorologique » cette année.

Les résultats d'une année pluvieuse doivent encore être attendus avant de pouvoir affirmer à des améliorations de la qualité des eaux du canal du Rhône à Sète, ailleurs qu'à sa confluence avec le Lez. Cela doit nous encourager à poursuivre et à multiplier les actions, même plus modestes, sur le bassin versant, afin de réduire les apports eutrophisants à des niveaux permettant une restauration durable du canal du Rhône à Sète et biensûr des lagunes palavasiennes.

6. Références Bibliographiques

BCEOM/AQUASCOP, 2004. Diagnostic global des sources de pollution sur le canal du midi et le canal du Rhône à Sète. Annexe : La qualité des canaux. 27p.

Benau, L. 2000. Protocole de suivi de la qualité des eaux et des sédiments du canal du Rhône à Sète. Rapport de stage de DESS au SMNLR. DESS « Activités et Aménagements Littoraux et Maritimes ». Univ. Montpellier I, II et III. 82p.

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 523 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 450 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

Météo France, 2007. Bulletins climatiques du département de l'Hérault. Mois de janvier 2007 à décembre 2007. www.meteo-france.fr.

11

Les étangs palavasiens

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 229

1.1. HISTORIQUE ET LOCALISATION 229
1.2. RESULTATS ANTERIEURS 229
1.3. SUIVIS REALISES EN 2008 230

2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES 234

2.1. CONDITIONS CMIMATIQUES 234
2.1.1. Températures 234
2.1.2. Précipitations 235
2.2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 236

3. SUIVI MENSUEL RSL DE LA COLONNE D'EAU 241

3.1. SALINITE & OXYGENE DISSOUS 245
3.2. NUTRIMENTS 246
3.3. CHLOROPHYLLE *A* ET FORMES TOTALES DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE 246

4. DIAGNOSTIC ESTIVAL DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 247

5. DIAGNOSTIC PLURIANNUEL 249

6. DIAGNOSTIC SIMPLIFIE PAR LES MACROPHYTES 254

6.1. DISTRIBUTION DES MACROPHYTES 255
6.2. PHANEROGAMES ET ESPECES DE REFERENCE 257
6.3. RICHESSE SPECIFIQUE 258
6.4. ETAT DES MACROPHYTES EN 2008 259
6.5. ETATS ANTERIEURS ET EVOLUTION PLURIANNUELLE 260

7. AUTRES RESEAUX 261

7.1. RESEAU DE CONTROLE MICROBIOLOGIQUE : REMI 261
7.2. RESEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE (ROCCH) 268

8. CONCLUSION GENERALE 271

9. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 272

1. Introduction

1.1. Historique et localisation

Les étangs palavasiens ne formaient au XVII^{ème} qu'une seule et même lagune allant de l'actuel bassin de Thau à l'ouest, à l'actuel étang de l'Or à l'est (SMNLR, 1991). Depuis, les aménagements réalisés pour « assainir » les zones humides périphériques, faciliter les échanges et le commerce, et dans les années 70, ouvrir le littoral héraultais au tourisme de masse, ont profondément modifié la configuration et le fonctionnement de ce complexe. De nombreuses voies de communications, routières mais aussi fluviales (comme par exemple le canal du Rhône à Sète) sont venues empiéter sur ce milieu qui a été progressivement parcellisé, accentuant de ce fait le phénomène naturel de comblement. Finalement, il reste aujourd'hui de cette grande lagune un chapelet de huit petits étangs marinisés à saumâtres reliés entre eux par le canal du Rhône à Sète et qui s'étendent sur 25 km entre Frontignan et Carnon (Figure 11. 1). D'ouest en est, on trouve les étangs : Ingril Nord et Sud, Vic, Pierre-Blanche, Prévost, Arnel, Méjean-Pérols et Grec. Ces étangs reçoivent les eaux d'un bassin versant d'environ 600 km² composé à l'Est par le bassin versant du Lez et de la Mosson (bassin versant très urbanisé au regard de la présence de l'agglomération Montpelliéraine), et à l'Ouest, par le massif karstique de la Gardiole (massif constitué de terrains en majorité naturels et agricoles) qui alimente plusieurs résurgences. Seuls les étangs d'Ingril et du Prévost possèdent une communication directe et permanente avec la mer, respectivement par le grau de Frontignan et celui du Prévost à Palavas. Le canal du Rhône à Sète, qui traverse ce chapelet d'Est en Ouest permet toutefois des échanges entre les lagunes par de multiples passes (cf chapitre 10 du présent rapport).

1.2. Résultats antérieurs

Les observations effectuées depuis 2000 sur le complexe des étangs palavasiens confirment la pollution par l'azote et le phosphore dont ils sont victimes (Ifremer 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007). Cette pollution entraîne une « hyper-eutrophisation » des eaux qui place certaines lagunes comme le Méjean, le Grec ou l'Arnel parmi les lagunes les plus dégradées du Languedoc-Roussillon. La diversité biologique (autant faunistique que floristique) y est extrêmement restreinte et le comblement y est accéléré. Cette pollution est essentiellement d'origine domestique. Parmi les différentes sources de contamination sur le bassin versant, la station d'épuration de l'agglomération montpelliéraine (nouvellement rebaptisée MAERA) contribuait à plus de 60% des apports totaux en azote et en phosphore (Dupré, 2002) et constituait ainsi jusqu'à fin 2005, le principal point noir vis-à-vis de l'eutrophisation. Cette station est pourtant aux normes

en matière de rejet mais compte tenu de l'importance des effluents qu'elle traite (capacité de 470000 Equivalents habitants), ces rejets, mêmes épurés à 80 % pour le phosphore et 60-70% pour l'azote, n'en restent pas moins colossaux en terme de flux, et trop importants pour les étangs palavasiens lesquels étaient contaminés par l'intermédiaire des eaux du Lez. Depuis décembre 2005, MAERA ne rejète plus ses effluents traités dans le Lez (et dans les étangs), mais dans un émissaire, long tube de 30 km de long, qui permet un rejet à 11 km en mer de ces mêmes effluents traités. Le rejet se fait dans un milieu ouvert et moins « riche » (moins eutrophe) que les lagunes donc plus apte à les assimiler. Les étangs palavasiens, qui ont longtemps subi cette pollution sans pouvoir la « digérer », sont donc depuis peu dans une nouvelle dynamique, une dynamique de restauration qu'il reste toutefois à mettre réellement en évidence sur le terrain. En effet, si l'amélioration de la qualité des eaux du Lez entre 2005 et 2006 a été rapide et spectaculaire, il est loin d'en être de même pour les étangs palavasiens. Les données des suivis 2007 du RSL ne permettent d'ailleurs toujours pas de caractériser avec certitude l'effet bénéfique de la mise en route de l'émissaire sur la qualité de l'eau des lagunes (Ifremer 2008). Nul doute en revanche qu'en raison de la configuration particulière de ce complexe, où se côtoient des étangs très cloisonnés et d'autres plus ouverts sur la mer, des étangs ayant un lourd historique en matière de contamination et d'autres moins touchés par celle-ci, l'inertie de la réponse de chaque lagune sera différente.

1.3. Suivis réalisés en 2008

Les étangs palavasiens sont une fois de plus à l'honneur cette année, avec pas moins de trois suivis distincts réalisés dans le cadre du RSL.

- Le suivi mensuel de la colonne d'eau débuté en décembre 2005 se poursuit jusqu'à aujourd'hui. Les résultats sont présentés jusqu'à septembre 2008. Ce suivi mensuel a été mis en place pour permettre d'évaluer l'impact à court terme (après seulement trois ans de fonctionnement) de la mise en route de l'émissaire sur la qualité de l'eau des lagunes et d'étudier l'évolution de chaque écosystème dans ce contexte particulier. Le complexe des étangs palavasiens, avec ses différents niveaux de dégradation constitue un excellent site atelier pour l'étude et la compréhension des phénomènes liés à la restauration naturelle des lagunes méditerranéennes, ou bien à l'auto-entretien de phénomènes de dégradation, phénomènes qui ont été peu étudiés jusqu'à présent, faute d'exemples pertinents. Un point par lagune a donc été échantillonné (INN, VIC, PBE, ARN, PRE, MEW & GRC) et trois sur le canal du Rhône à Sète (CLEZ, CGRC et CVIC).

- Le diagnostic estival de la colonne d'eau 2008 se poursuit comme chaque année depuis 1999. Les étangs palavasiens font l'objet à ce titre d'un suivi des 11 indicateurs d'eutrophisation de la colonne d'eau qui permettent de remplir les traditionnelles « grilles de l'eau » sur dix stations du complexe palavasien (INN, INS, VIC, PBE, ARN, PRW, PRE, MEW, MEE et GRC) (Figure 11. 2). Ce diagnostic permet de qualifier l'état des lagunes en 2008 vis-à-vis de l'eutrophisation.
- Le diagnostic simplifié par les macrophytes de 2008 s'est focalisé sur les étangs palavasiens Ouest, autrement dit les étangs d'Ingril Nord et Sud (dont l'étang des Mouettes), de Vic et de Pierre-Blanche. Ce suivi permet de diagnostiquer l'état actuel (abondance et richesse spécifique) du compartiment macro-végétal de ces lagunes et de mettre en évidence d'éventuelles évolutions depuis le(s) diagnostic(s) précédent(s) (en l'occurrence 2006 pour les palavasiens). Il sera complété l'année prochaine par les étangs palavasiens Est (Arnel, Prévost, Grec et Méjean).

Ces différents suivis et diagnostics seront complétés par les résultats hydrologiques du RIGL (Réseau Inter-régional des Gestionnaires des Lagunes) présentés en première partie de chapitre, et des réseaux de surveillance opérés par l'Ifremer en 2008 : le Réseau de suivi Microbiologique (REMI) et le Réseau de suivi du Phytoplancton toxique (REPHY) sur les étangs d'Ingril et du Prévost et enfin le Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH, anciennement RNO).

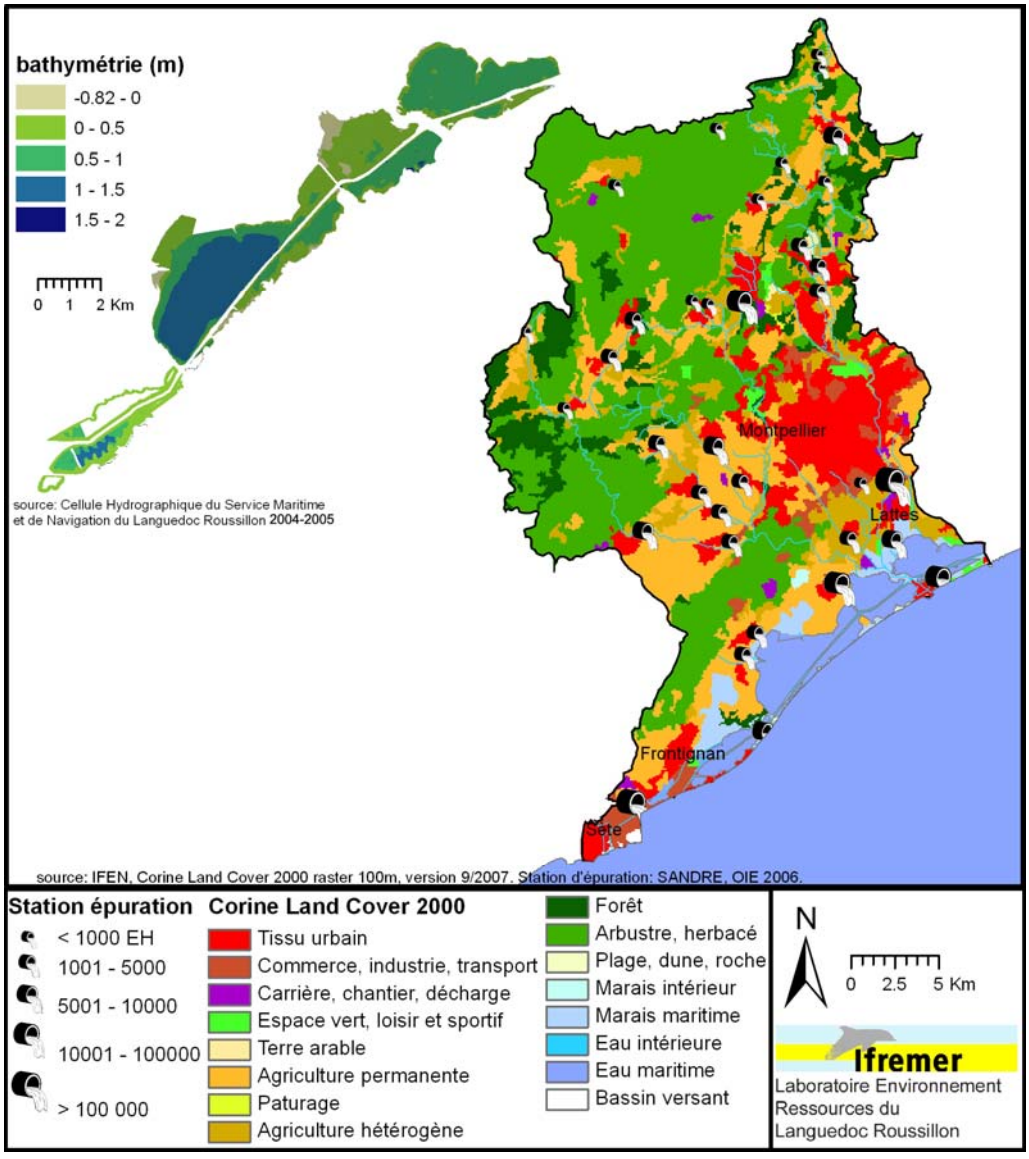


Figure 11. 1 : *Présentation des lagunes du complexe palavasien et de leur bassin versant.*

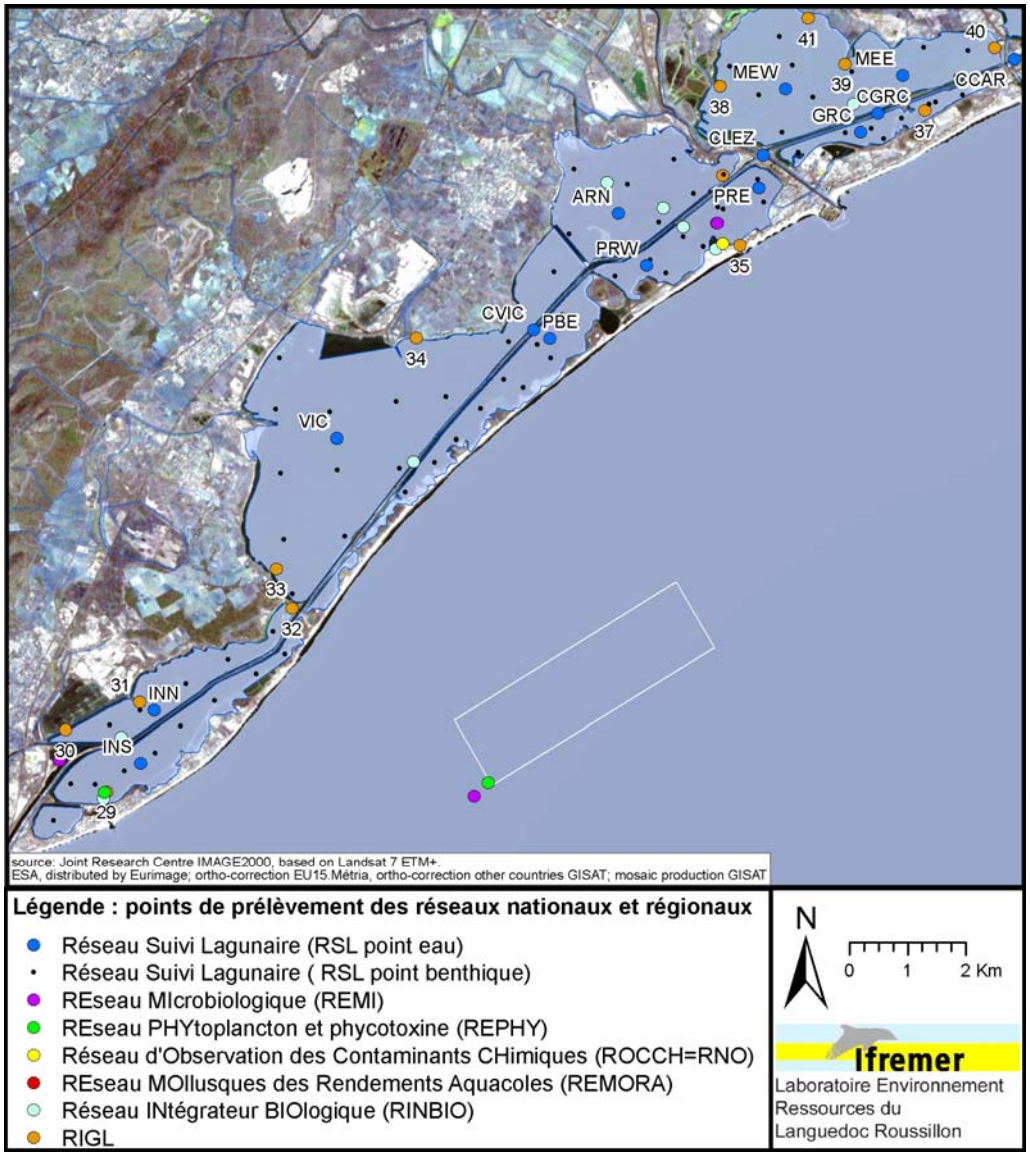


Figure 11. 2 : *Localisation des stations de prélèvement du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur les étangs du complexe palavasien.*

2. Conditions hydroclimatiques

2.1. Conditions cmimatiques

2.1.1. Températures

L'évolution des températures au cours de l'année 2007-2008 a été très semblable à celle de l'année 2006-2007 à l'exception de l'automne 2007 qui a été plus frais que celui de 2006. En revanche, l'hiver a été une fois de plus trés doux. Avec une température maximale moyenne de 13.4°C, l'hiver 2007/2008 à Montpellier se classe au 5ème rang (ex-aequo avec les hivers 48/49 et 88/89) des hivers les plus doux (depuis 1946) (Figure 11. 3). Au cours de cet hiver, le mois de janvier 2008 a été exceptionnel : avec 13.8°C de température maximale moyenne, c'est le mois de janvier le plus chaud après celui de 2007 (14.1°C) à Montpellier depuis 1946, de même à Sète (depuis 1949) avec 13.1°C en janvier 2008 et 13.4°C en janvier 2007 (Météo-France, 2008).

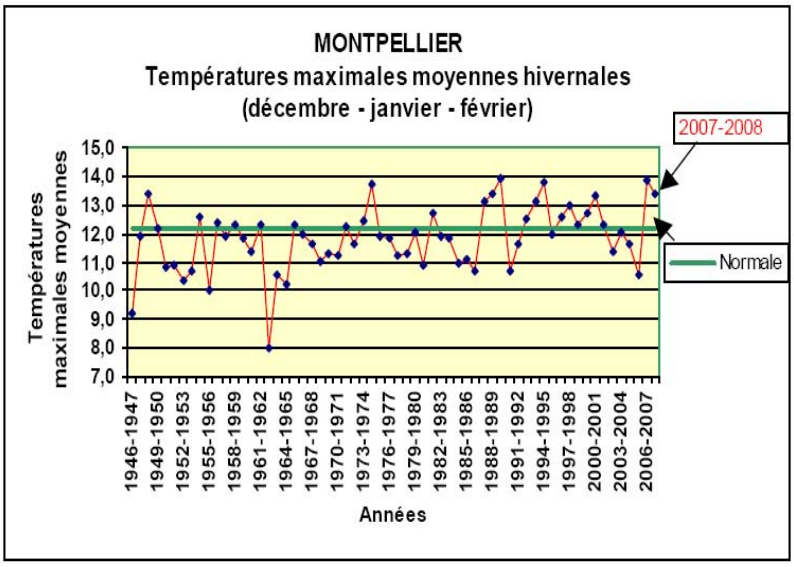


Figure 11. 3 : *Evolution des températures hivernales (moyennes des maximales des mois de décembre-janvier et février) de 1946 à nos jours à Montpellier (Source : Météo-France)*

De mars à mai, les températures sont proches des valeurs de saison, voire légèrement supérieures, ceci malgré un mois de mai 2008 record en ce qui concerne le manque d'ensoleillement ! En effet, depuis le début des mesures à Montpellier en 1949, mai 2008 est le mois de mai le moins ensoleillé après 1951 (avec 192 h d'ensoleillement seulement, soit prés de 60 heures de moins que la normale sur le mois)(Météo-France, 2008). Le mois de juin

2008 poursuit la série de ces dix dernières années durant lesquelles tous les moins de juin ont connu des températures supérieures à la normale. Cette année, l'écart à la normale a été de +1.5°C (essentiellement du aux dix derniers jours du mois qui ont été magnifiques). Pour mémoire juin 2003 avait connu des températures exceptionnelles avec une anomalie de +4.2°C par rapport à la normale. L'été 2008 puis l'automne voient ensuite leurs températures se confondre avec les normales de saison.

L'année 2007-2008 est donc caractérisée par un automne 2007 relativement frais, avec une période de fin septembre à novembre plus froide que les normales saisonnières sur le littoral héraultais. L'hiver 2007-2008 est quand à lui exceptionnellement doux (comme l'hiver précédent), enfin, le printemps et l'été 2008 sont globalement dans les normales de saisons à l'exception du mois de juin légèrement plus chaud qu'à l'accoutumée.

2.1.2. Précipitations

Comme pour les températures, la pluviométrie 2007-08 a été très similaire à celle de l'année 2006-2007 sur le littoral Est-héraultais et gardois. En effet, l'automne et l'hiver (de septembre 2007 à avril 2008) ont été une fois de plus extrêmement secs avec des déficits cumulés atteignant -225 et -253 mm d'eau respectivement aux stations de Sète et Montpellier par rapport à la période 2000-2008 (cf chapitre 1 du présent rapport : panorama régional). Chaque mois de cette période a été déficitaire en matière de précipitations par rapport aux moyennes 2000-2008 à Montpellier. Seul le mois de février ne suit pas cette logique à Sète, avec un bilan légèrement excédentaire. Il faut attendre la période mai/juin 2008 pour enregistrer des précipitations excédentaires sur ces deux stations (similitude très marquée là encore avec la période avril/mai 2007). Les pluies sont excédentaires de 200 à 350% par rapport aux normales du mois de mai à Montpellier (Météo-France, 2008) et de 80 % « seulement » à Sète. Elles sont également excédentaires de plus de 100% de la normale en juin à Montpellier, où elles sont tombées uniquement durant la première quinzaine du mois. Le reste de l'été enregistre ensuite des pluies très déficitaires par rapport aux normales, moins de 50% des pluies normales sur le Montpelliérain en juillet et moins de 10% en août.

L'année 2007-2008, bien que très similaire à l'année 2006-2007 en matière de précipitations, lui dérobe néanmoins le triste statut ***d'année la plus sèche depuis 2000 sur le littoral Est-Héraultais*** avec seulement 436 mm d'eau tombés à Montpellier et 289 mm à Sète (en pluie annuelle cumulée du 1er septembre au 31 août). De plus, cette année succède à trois années globalement sèches sur le littoral héraultais (avec un maximum de 548 mm à Montpellier en 2005-2006), alors que la moyenne des précipitations annuelles des quatre années précédentes (période 2000-2004) était de 786 mm.

2.2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL

Si l'état hydrologique du Lez était considéré comme « sec » par la DIREN (DIREN, 2008) au premier janvier et premier mai 2008 (avec seulement 20 à 40 % des écoulements de saison), il était revenu à un niveau « très humide » pour la saison au premier juillet (entre 80 et 100% des écoulements de saison) suite aux importantes précipitations de mai et juin. L'étude des dessalures mesurées via le RIGL ou le RSL dans les lagunes devrait montrer si les lagunes ont réellement été impactées par ces apports.

Dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL), un suivi mensuel de trois paramètres physico-chimiques (salinité, température et oxygène dissous) est réalisé par le Syndicat Mixte des Etangs Littoraux (Siel) et l'Entente InterDépartementale pour la Démoustication (EID) sur les étangs palavasiens. Ces données sont depuis l'année dernière intégrées au rapport du RSL.

Etang d'ingril

L'évolution de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous sur quatre stations de suivi du RIGL sur l'Ingril est présentée sur la Figure 11. 4 ci dessous. Un seul point est situé dans la partie sud de l'Ingril (il s'agit d'Ingril Grau), les trois autres sont situés dans sa partie nord.

Les températures sont relativement homogènes sur les quatre stations et se caractérisent par de fortes fluctuations saisonnières (l'amplitude thermique annuelle dépasse 25°C), caractéristiques de plans d'eau de faible profondeur.

On observe une bonne homogénéité des valeurs de salinité (autour de 40) pendant toute l'année 2007-2008 sur cet étang. Une légère dispersion est observée de juin à août mais elle est essentiellement due à la différence de comportement entre le bassin nord soumis à une forte évaporation, et le bassin sud, dont les salinités sont tamponnées par les échanges avec la mer. C'est donc à cette période qu'on observe les plus fortes salinités au point EID situé dans le bassin Nord, preuve que les précipitations de mai et juin n'ont pas été suffisantes pour saturer les salins de Frontignan et entraîner la dessalure de l'étang.

Les teneurs en oxygène dissous varient de la même manière pour les différents points de mesure sur la période hivernale (septembre à mars). Les chaleurs estivales accentuent en revanche les disparités entre les différents points. Globalement, les teneurs en oxygène dissous sont assez élevées, rarement inférieures à 8 mg/L. Aucune situation critique pour la faune aquatique (teneurs inférieures à 4 mg/L) n'est apparue au cours de cette année. L'étang d'Ingril est presque en permanence en légère sursaturation.

Ces deux points dénotent le bon comportement du compartiment végétal de la lagune.

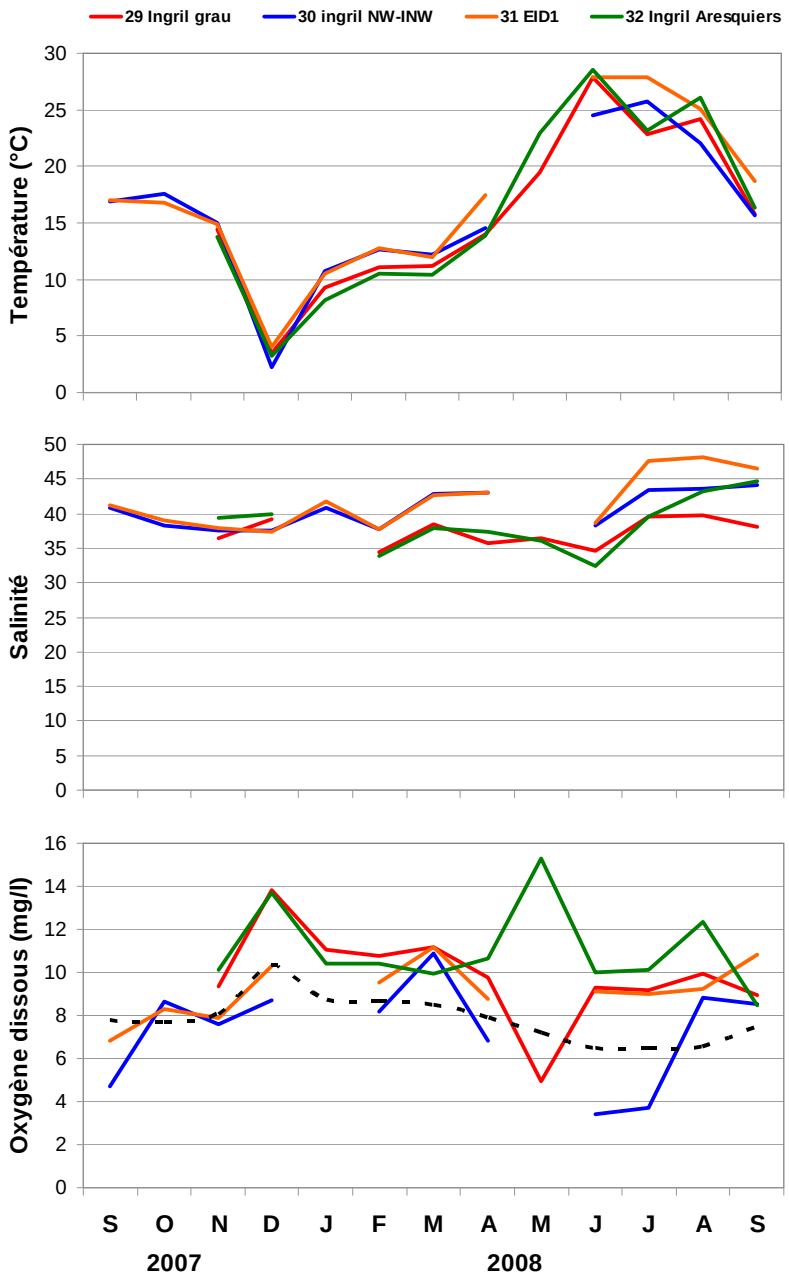


Figure 11. 4 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang d'Ingril dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

Etangs de Vic, de l'Arnel, du Grec et du Prévost

L'évolution des températures, de la salinité et de l'oxygène dissous sur les cinq stations du RIGL suivies sur ces lagunes est présentée sur la Figure 11. 5.

Les différences de température sont relativement marquées entre ces lagunes pourtant proches les unes des autres, en raison essentiellement de leurs différences structurelles ; Vic est bien plus profonde et étendue que l'Arnel ou le Grec d'ou une inertie plus importante, Prévost est ouverte sur la mer alors que l'Arnel et Vic sont bien plus confinées. L'influence marine sur le Prévost se fait d'ailleurs bien ressentir sur la station 35, avec des températures qui sont plus tamponnées que sur d'autres étangs plus éloignés de la mer (Vic, Arnel et Grec).

A noter que les salinités de l'étang du Grec sont étonnamment plus stables que les années précédentes, alors que la step de Palavas continue à déverser ses eaux usées traitées dans l'étang et ce jusqu'en juin 2009, date du raccordement effectif à MAERA. A l'inverse, le point de suivi « Mireval » sur l'étang de Vic enregistre des salinités très basses qui peuvent être expliquées par la proximité de l'exutoire de la STEP éponyme.

Un épisode d'hypoxie a été détecté en janvier 2008 sur l'étang de Vic (34); avec des teneurs critiques inférieures à 3 mg/L, mais son caractère isolé et le fait que les données de salinité soient absentes à cette époque rendent difficile toute interprétation. Encore une fois, l'influence marine se fait ressentir sur le Prévost (station 35), avec des valeurs plus stables tout au long de la saison. Les étangs de Vic et du Grec enregistrent toujours d'importantes sursaturations en oxygène aux mois de mai et juin 2008 qui indiquent des dysfonctionnements internes en lien avec leur eutrophisation.

Etang du Méjean

La Figure 11. 6 présente les résultats disponibles des points de suivi du RIGL sur l'étang du Méjean. Trop de valeurs manquent à ce suivi pour pouvoir en tirer de réelles conclusions.

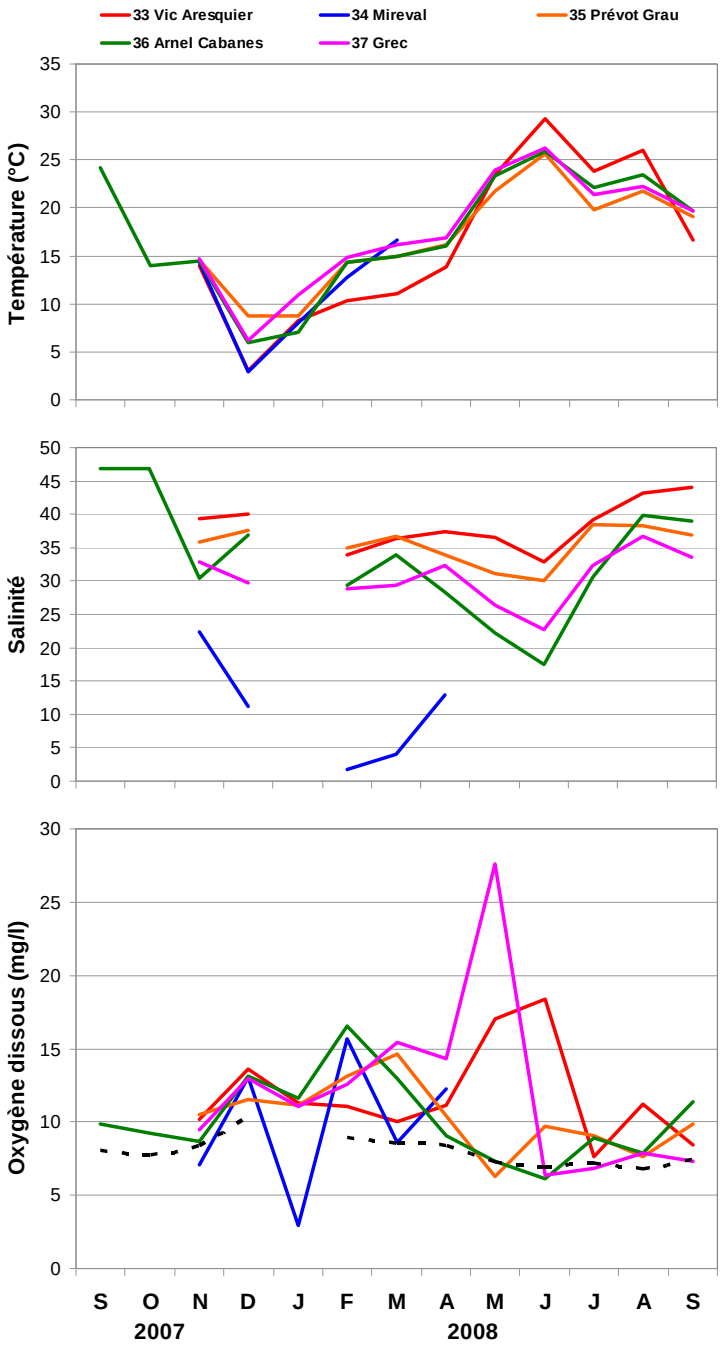


Figure 11. 5 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans les étangs de Vic, Arnel, Prévost et Grec dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

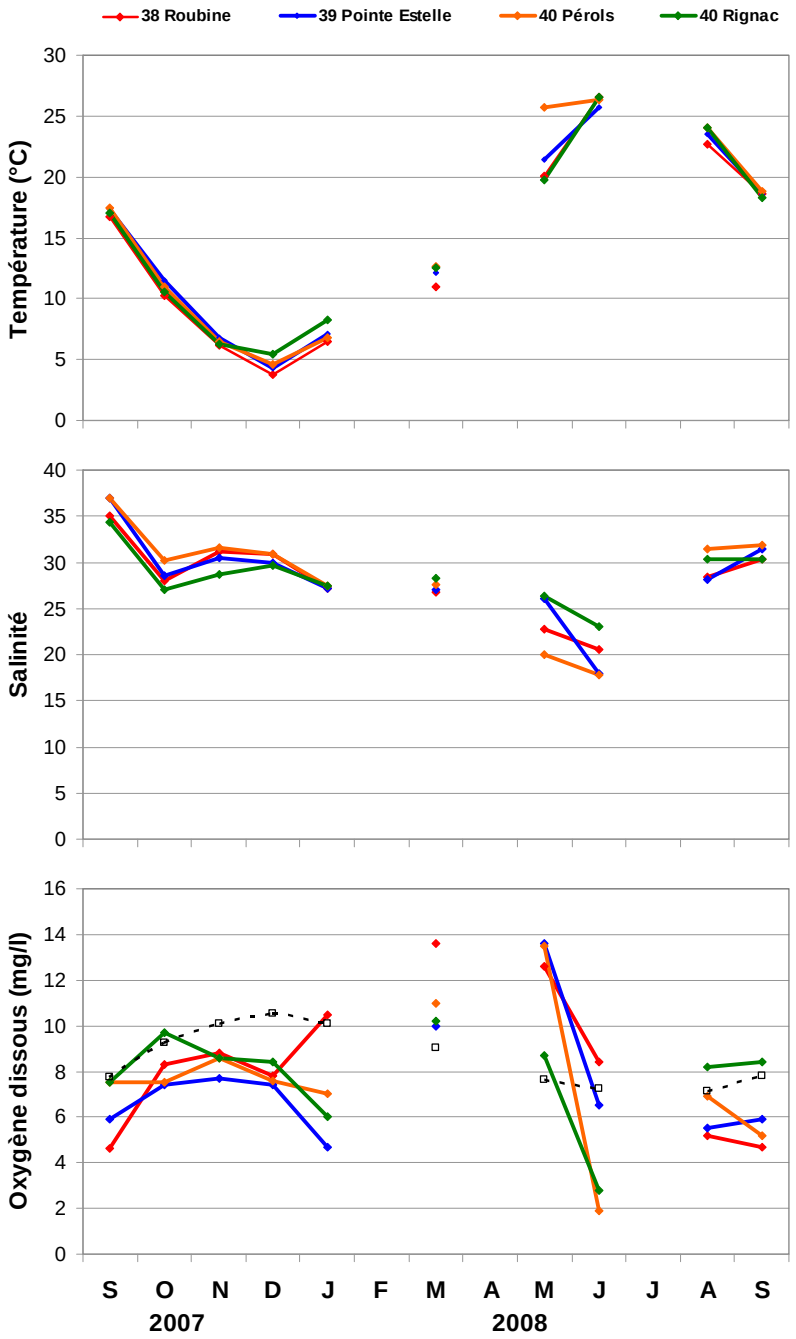


Figure 11. 6 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang du Méjean dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

3. Suivi mensuel RSL de la colonne d'eau

En parallèle à la mise en route, en décembre 2005, de l'émissaire rejetant en mer les eaux usées traitées de l'agglomération Montpelliéraine, il était important de suivre l'évolution des concentrations en éléments nutritifs sur l'ensemble du complexe des étangs palavasiens. A la fois pour constater l'ampleur de la diminution des teneurs et la confronter avec l'évolution des indicateurs d'eutrophisation de chaque lagune.

Pour cela, un suivi mensuel de la qualité de l'eau a débuté en décembre 2005 sur dix stations et il se poursuit jusqu'à aujourd'hui. Les résultats sont présentés jusqu'en septembre 2008, afin d'inclure l'année hydrologique 2007-2008. A l'exception de la station du Prévost pour lequel l'échantillonnage a été complet, le mois de Mai 2008 fait défaut au suivi cette année. Il n'a pu être échantillonné pour cause de conditions météorologiques défavorables : vent soutenu sur toute la période. Trois de ces stations sont situées sur le canal du Rhône à Sète (les résultats sont présentés dans le chapitre éponyme) et sept sur les étangs palavasiens à raison d'un point par lagune :

- Parmi les quatre lagunes les plus proches du Lez, le Méjean et le Prévost possèdent une communication directe avec celui-ci respectivement en amont et en aval du lieu dit « les Quatre Canaux ». Les points MEW et PRE constitueront des sites de choix pour évaluer d'éventuels changements à court terme dans la qualité de l'eau des lagunes.
- L'étang du Grec et celui de l'Arnel sont également très proches du Lez mais ne disposent pas de communication directe avec ce dernier. Ce n'est que par l'intermédiaire du canal du Rhône à Sète qu'ils sont susceptibles d'être influencés. Les points GRC et ARN permettront d'évaluer l'emprise de la dispersion des eaux du Lez sur des lagunes proches, relativement confinées.
- Les étangs de Vic et Pierre-Blanche seront suivis aux points VIC et PBE. Ce sont des lagunes éloignées de la confluence avec le Lez et dont la qualité peut être influencée de manière indirecte par l'intermédiaire des eaux du canal du Rhône à Sète. Elles disposent toutefois chacune d'une communication réduite par buse, avec les étangs de l'Arnel et du Prévost.
- Enfin, l'étang d'Ingril est le plus éloigné de la confluence avec le Lez. Seule sa partie nord sera suivie mensuellement (INN) car elle possède quatre communications avec le canal du Rhône à Sète et une partiellement obstruée, avec l'étang de Vic.

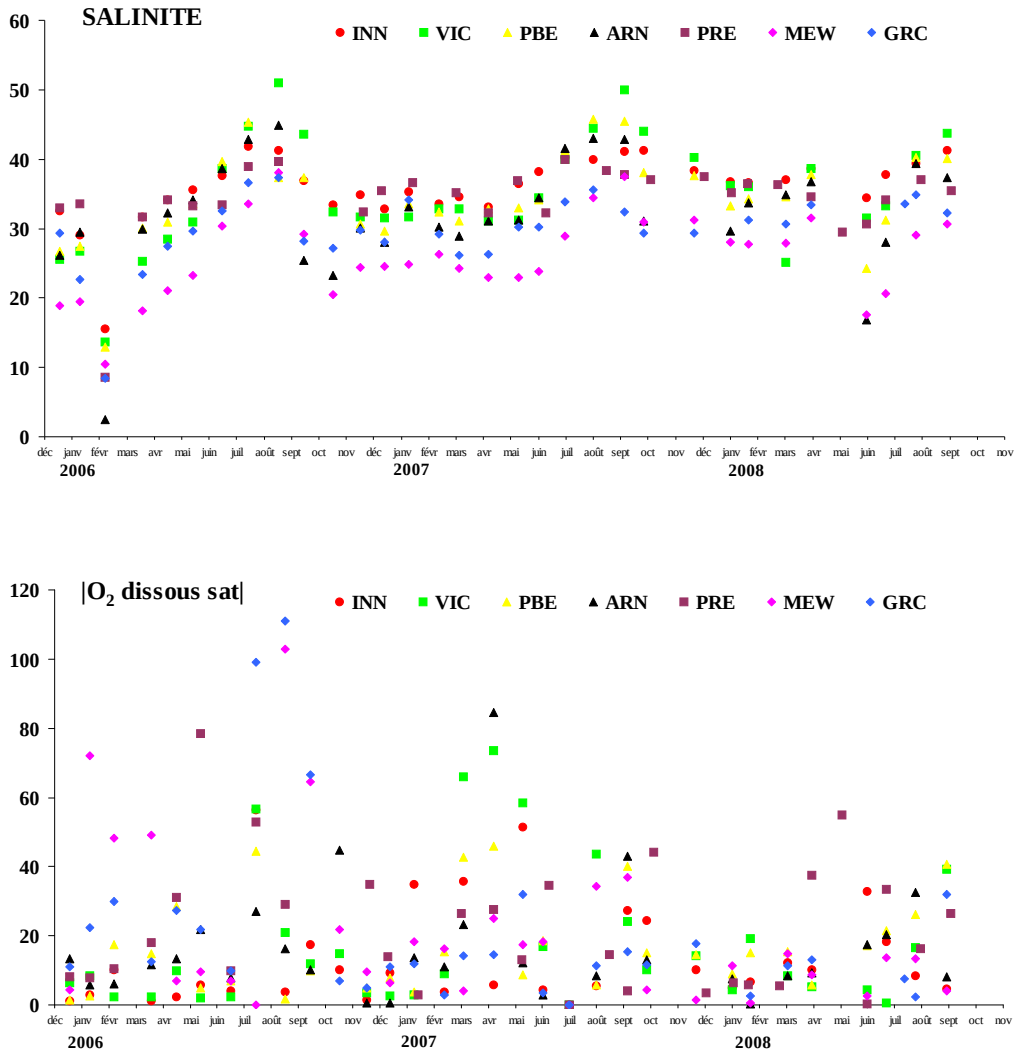


Figure 11. 7 : *Variation mensuelle de la salinité et de l'oxygène dissous dans les étangs palavasiens de décembre 2005 à septembre 2008.*

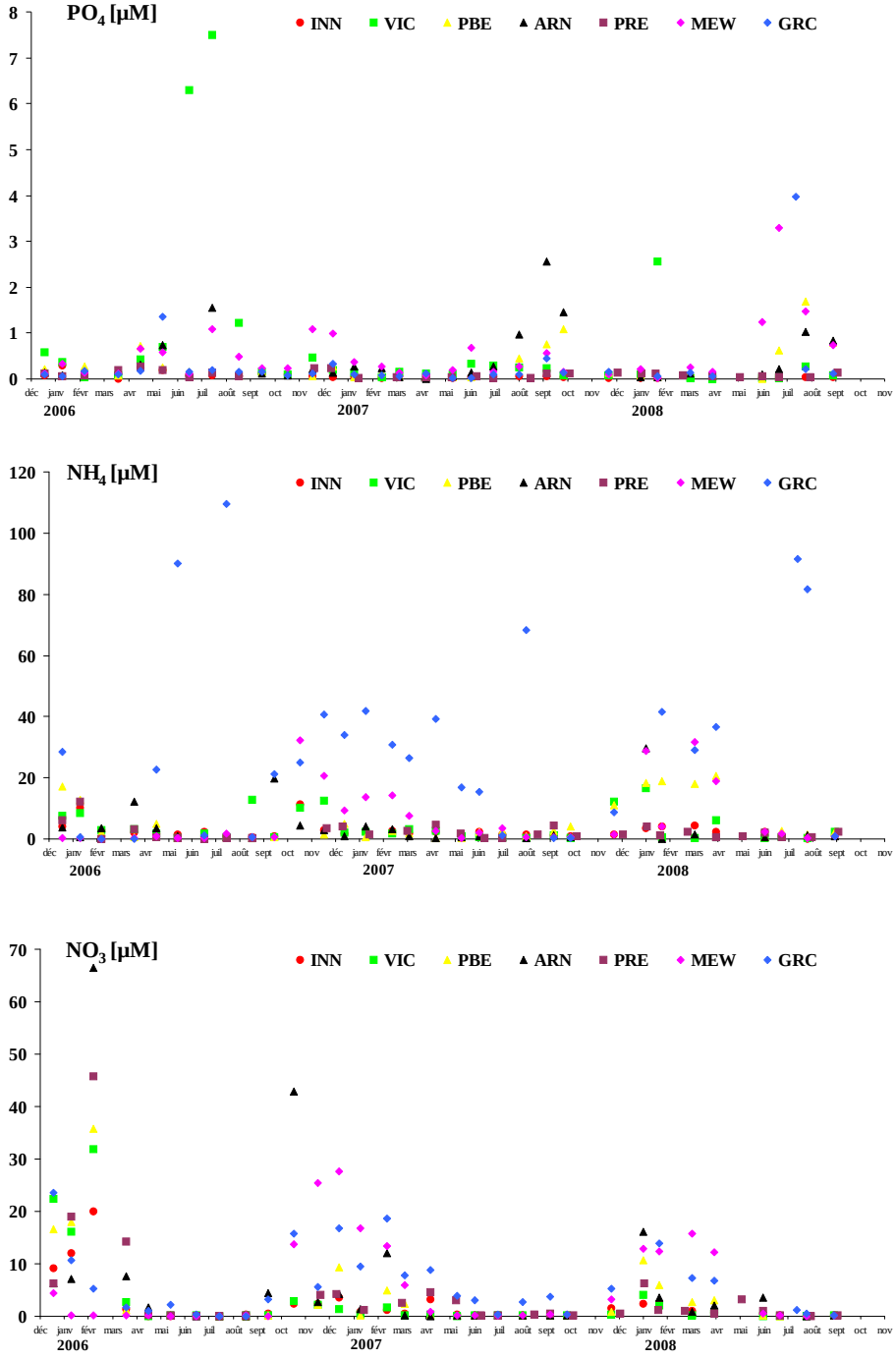


Figure 11. 8 : *Variation mensuelle des teneurs en sels nutritifs (phosphates, ammonium et nitrates en µmol/l) dans les étangs palavasiens de décembre 2005 à septembre 2008.*

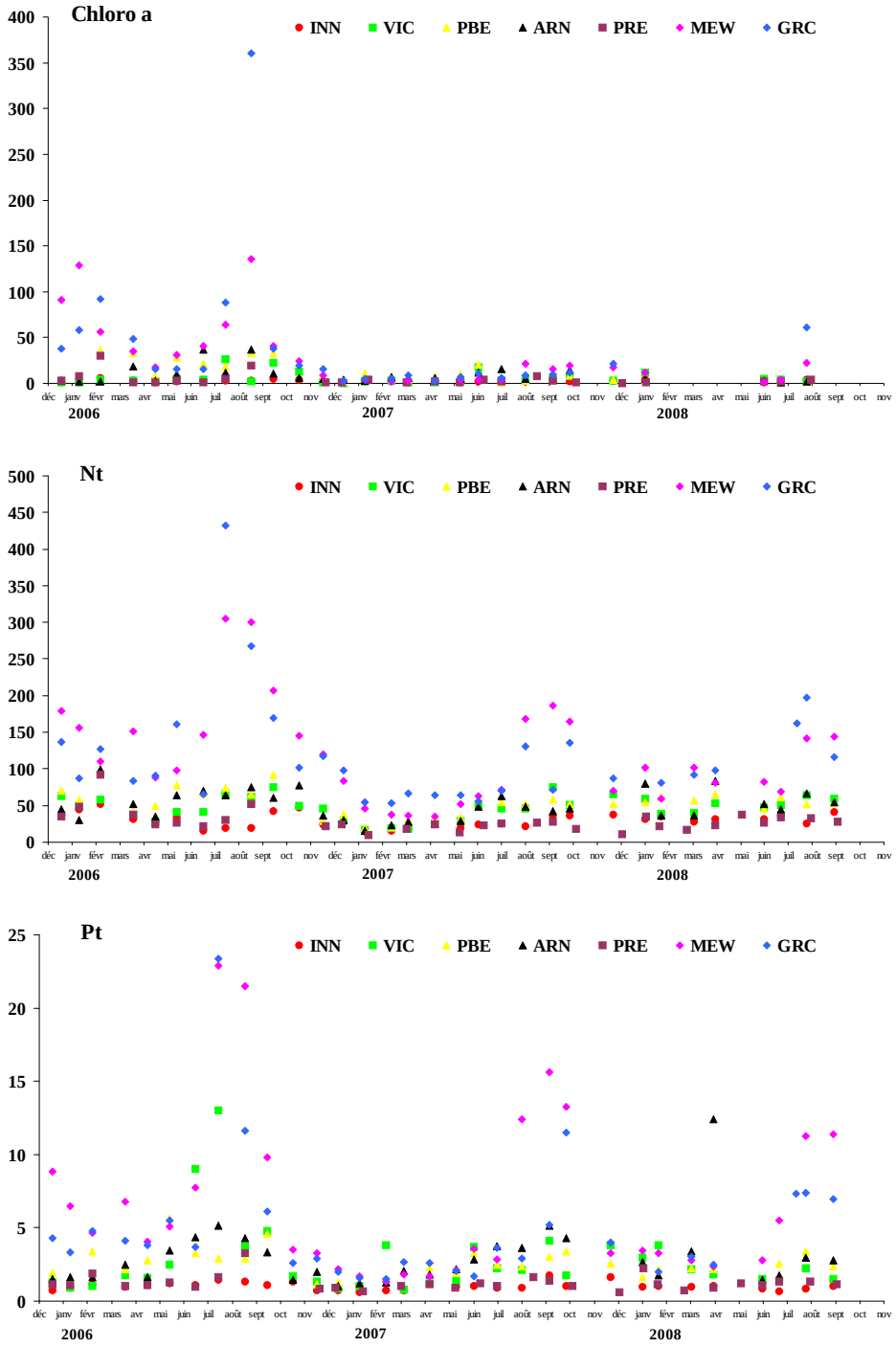


Figure 11. 9 : *Variation mensuelle des teneurs en chlorophylle a (µg/l), azote total et phosphore total (µmol/l) dans les étangs palavasiens de décembre 2005 à septembre 2008.*

3.1. Salinité & oxygène dissous

Comme le montre la Figure 11. 7, les salinités élevées relevées sur les étangs palavasiens reflètent les déficits pluviométriques récurrents depuis deux ans sur cette zone. L'année 2007-2008 a d'ailleurs été la plus sèche depuis 2000 à Montpellier et à Sète. Les plus gros épisodes pluvieux se sont concentrés en mai et juin 2008 (avec respectivement 93 et 64 mm d'eau) mais ils n'ont eu un impact significatif en terme de dessalure que sur les lagunes les plus proches du Lez (Arnel, Méjean et à degré moindre Pierre-Blanche respectivement ARN, MEW et PBE). Cela vient confirmer, s'il y avait lieu, que ce sont les lagunes du complexe des palavasiens qui ont reçu le plus d'apports en provenance de la STEP de l'agglomération montpelliéraine lorsque celle-ci se rejetait dans le Lez. Ce n'est donc pas pour rien qu'elles sont considérées jusqu'à présent comme les plus dégradées du complexe palavasien (avec l'étang du Grec). Les épisodes pluvieux de mai et juin 2008 qui se sont produits après une longue période sèche, sont loin d'avoir le même impact sur la dessalure des étangs palavasiens que ceux de janvier 2006 (193mm).

Les étangs d'Ingril (INN) et du Prévost (PRE), grâce à leur grau respectif, possèdent les salinités les plus stables du complexe. Ils ne semblent l'un comme l'autre pas avoir été réellement impactés par ces dessalures. Les deux graus présents sur le complexe se comportent comme des régulateurs de la salinité. En effet, à l'automne et en hiver, ces graus limitent, grâce à leurs échanges avec la mer, la dessalure de ces lagunes : les stations les plus marinisées sont alors INN et PRE. Mais au printemps et en été, les graus limitent également la concentration en sel provoquée par les fortes évaporations. Les stations les plus salées sont alors celles qui sont les plus confinées et reçoivent le moins d'apports en eau douce (VIC et PBE).

La step de Palavas n'étant pas encore raccordée à MAERA (cela devrait être effectif au cours de l'année 2009), l'étang du Grec est donc sujet à une eutrophisation marquée. Il bénéficie toutefois cette année de conditions favorables tout à fait particulières (qui sont peut-être le résultats de plusieurs années sèches consécutives) : en effet, ce dernier semble « au moins temporairement » avoir retrouvé un fonctionnement plus naturel, avec une dessalure beaucoup moins marquée et des fluctuations de l'oxygène dissous qui sont étrangement moins chaotiques que les années précédentes (Figure 11. 7). De manière générale, avec la faiblesse des apports en eau douce de ces deux dernières années et donc la faiblesse des apports de nutriments, l'ensemble des lagunes se sont plutôt bien comportées vis-à-vis des teneurs en oxygène dissous, avec des écarts faibles et peu fréquents à la saturation, preuve que leur compartiment végétal n'a pas connu de graves dysfonctionnements, malgré le fait que la plupart de ces lagunes restent très eutrophisées.

3.2. Nutriments

Les apports en nitrates sont généralement bien corrélés aux épisodes pluvieux (lessivage des terres agricoles) et donc cette année encore, comme les pluies ont été très rares, les teneurs en nitrates ont été réduites dans la colonne d'eau (Figure 11. 8). Seuls les étangs du Grec, du Mejean, de l'Arnel et de Pierre Blanche ont enregistré des pics de nitrates dans l'eau, pics toutefois très réduits et rassemblés de janvier à avril 2008. Les épisodes pluvieux de mai et juin 2008 ont apporté des nitrates via le Lez à ces quatre lagunes, mais ces nutriments arrivant en pleine période de bloom de la production primaire, ils ont aussitôt été consommés, c'est pourquoi aucun pic de nitrates n'apparaît dans la colonne d'eau à cette époque. Comme aucun pic de chlorophylle a n'apparaît en juin 2008, on peut penser que la production végétale (phytoplanctonique et macrophytique) a été limitée par l'absence d'un ou de plusieurs nutriments. Cela est plutôt bon signe pour les quatre lagunes citées ci-dessus qui sont toutes habituellement beaucoup trop fertiles. A l'inverse des nitrates, phosphates et ammonium proviennent essentiellement des rejets de station d'épuration qui sont relativement constants de l'automne au printemps, mais peuvent augmenter en période estivale du fait de l'augmentation de population à cette époque dans la région et de l'augmentation de la part des effluents traités dans le volume des cours d'eau. Là encore, Méjean, Grec, Pierre-Blanche et Arnel sont les quatre lagunes les plus touchées par ce type d'apports domestiques.

Le pic extrêmement élevé de phosphates relevé au cours de l'été 2006 sur l'étang de Vic était le fait d'un phénomène ponctuel exceptionnel de relargages sédimentaires. Les conditions estivales des deux étés suivants ayant été bien plus clémentes et fraîches, ce phénomène, comme on pouvait s'y attendre, ne s'est donc pas reproduit.

3.3. Chlorophylle *a* et formes totales de l'azote et du phosphore

La Figure 11. 9 rapporte l'évolution de ces trois paramètres dans les stations des étangs palavasiens au cours du suivi mensuel. A l'heure où nous rédigeons ce rapport, les données de chlorophylle a de l'hiver et du printemps 2008 ne nous étaient pas encore parvenues, c'est pourquoi elles n'apparaissent pas sur cette figure. De manière encore plus marquée que l'année précédente, on peut s'attendre à une stabilité de la production primaire, ou bien à une production primaire dominée par le développement d'espèces de phytoplancton moins riches en chlorophylle a, favorisées par les conditions hydro-climatiques particulières (hiver doux), la faiblesse des apports en eau douce et en nutriments et l'amélioration de la qualité de l'eau qui en résulte.

L'étang du Grec et celui du Méjean ont enregistré une fois de plus les pics les plus importants d'Nt et de Pt en période estivale. Cela confirme que leurs

réserves d'azote et de phosphore sédimentaires permettent largement de compenser les déficits des apports hivernaux pour soutenir une production primaire estivale régénérée. Ceci reflète simplement l'état de dégradation très marqué de ces deux lagunes, qui sont les plus polluées du complexe des étangs palavasiens.

4. Diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton

Le Tableau 11. 1 présente les résultats des suivis réalisés sur la colonne d'eau (diagnostic physico-chimique et diagnostic du phytoplancton) au cours de l'été 2008, pour les neuf stations des étangs palavasiens. Ce tableau permet comme chaque année d'établir le diagnostic estival du niveau d'eutrophisation des étangs palavasiens. Les grilles qui constituent ce tableau sont obtenues à partir des résultats des prélèvements d'eau des mois de juin, juillet et août 2008, comme indiqué dans l'étude « Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes » (Ifremer, 2000). Un chapitre synthétisant la méthodologie employée est consultable à la fin de ce rapport.

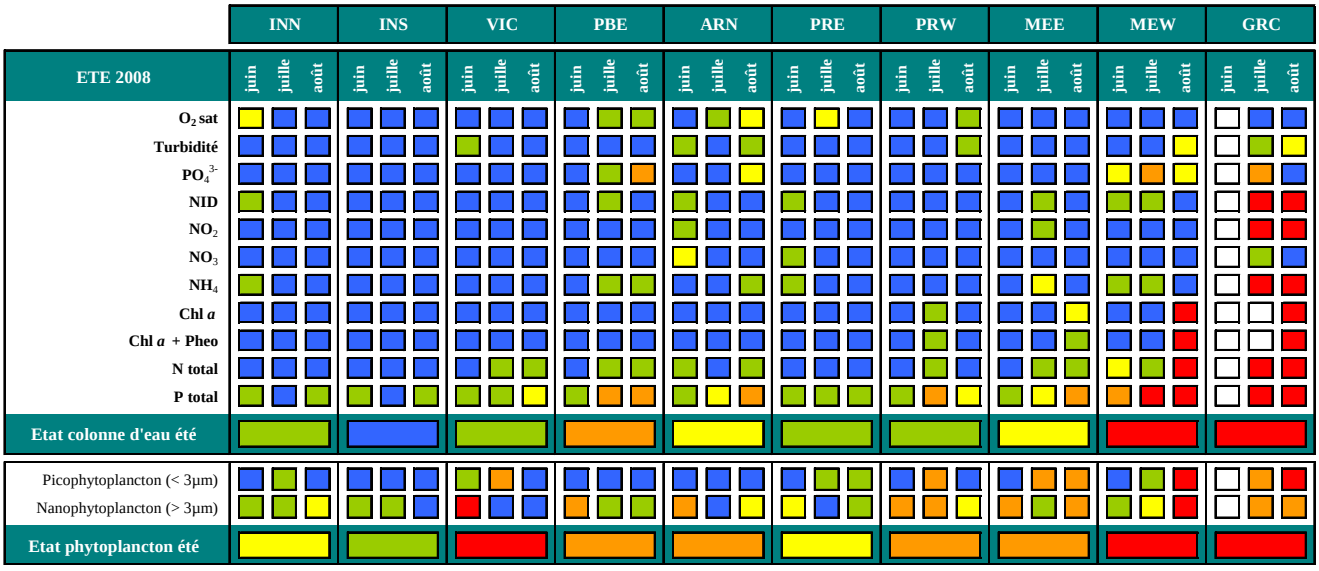
Le prélèvement de juin sur l'étang du Grec n'a pu être réalisé car la passe avec le canal du Rhône à Sète était obstruée par une conduite flottante de dragage.

Pour la deuxième année consécutive, le manque d'apports tout au long de l'année ainsi qu'en période estivale (juillet et août 2008 ont été très déficitaires en matière de précipitations) a contribué à l'amélioration de la qualité générale de l'eau des étangs palavasiens. Quatre points de suivi (Ingril Sud, Arnel, Prévost Est et Méjean Est) gagnent une classe de qualité cette année et deux points (Vic et Prévost Ouest) gagnent deux classes cette année par rapport à l'année dernière ! Le Tableau 11. 2 montre l'évolution des états de la colonne d'eau des lagunes palavasiennes depuis le début de leur suivi RSL. Cinq lagunes ont atteint cette année leur meilleur état d'eutrophisation depuis 2001. Il s'agit d'Ingril Sud, Vic, Arnel, Prévost (Est et Ouest) et Méjean Est. Ces cinq lagunes ont toutes gagnées deux classes de qualité en deux ans, ce qui est tout à fait exceptionnel !

Les épisodes pluvieux de mai et juin 2008 n'ont pas touché tous les étangs palavasiens, et ceux qui ont été touchés semblent l'avoir été de manière très partielle. Les rares nutriments apportés aux lagunes ont donc été consommés dès le début de l'été, et ne se sont pas accumulés dans la colonne d'eau. La production primaire a donc été limitée quasiment sur l'ensemble des lagunes, et a sans doute évoluée en fonction des conditions hydro-climatiques particulières de ces deux dernières années. On observe en effet, une diminution globale du nombre de cellules phytoplanctoniques dans les étangs palavasiens. Cela explique en partie pourquoi les niveaux de chlorophylle a

sont si bas cette année sur ces étangs. Même si les grosses cellules diminuent moins que les petites, c'est sans doute au niveau des communautés que des changements se sont produits. Une caractérisation des flores phytoplanctoniques totales pourrait s'avérer utile dans les années à venir afin de mieux comprendre les phénomènes en cours sur ces lagunes. La forte diminution des nutriments et de la chlorophylle a dans l'eau entraîne également une baisse de l'azote et du phosphore total sur la plupart des lagunes. Tous ces indicateurs d'eutrophisation en recul font que les premiers mois de l'été ont été d'une exceptionnelle qualité pour tous les étangs palavasiens. Les teintes bleues et vertes du très bon et bon état dominent cette année encore sur les grilles de l'eau des étangs palavasiens (Tableau 11. 1). En fin d'été, une production secondaire, régénérée, se met en place sur le Méjean et le Grec, sans doute dopée par des relargages sédimentaires qui viennent finalement et de manière plus habituelle pour ces écosystèmes, faire virer au rouge les indicateurs d'eutrophisation de ces deux lagunes. Ces années sèches, avec peu d'apports terrigènes permettent néanmoins une consommation des stocks d'azote et de phosphore contenus dans les sédiments de ce type de lagune très eutrophisées. Cela pourrait, après plusieurs années consécutives sur le même modèle et dans la mesure où une partie de ces stocks est exportée peu à peu vers la mer, entraîner une amélioration de la qualité de ces lagunes. Mais compte tenu de la richesse en azote et en phosphore des sédiments de ces deux lagunes, il est possible que cela prenne beaucoup du temps !

***Tableau 11. 1** : Grilles estivales de qualité de l'eau et du phytoplancton pour les neuf stations des étangs palavasiens suivies dans le cadre du RSL au cours de l'été 2008.*



5. Diagnostic pluriannuel

Depuis deux ans, cinq lagunes, Ingril Sud, Vic, Arnel, Prévost (Est) et Méjean (Est) ont gagné une classe de qualité par an (Tableau 11. 2). Ces cinq points, auxquels on peut rajouter Prévost Ouest atteignent pour la première fois depuis le début du suivi du RSL leur meilleur état par rapport à l'eutrophisation. La mise en route en décembre 2005, de l'émissaire en mer de l'agglomération montpelliéraine influence t-elle ces résultats ? Le test statistique de Cox-Stuart indique clairement une amélioration de neuf points de suivi sur dix lorsqu'on compare leur évolution 2001-2004 à leur évolution 2005-2008. Cela signifie que le dernier quadriennat s'améliore par rapport au précédent, à l'exception de l'étang du Grec où aucune tendance ne se dégage. L'émissaire a pu influencer les 3 dernières années mais est-ce uniquement à lui qu'on doit ces fulgurantes améliorations ? Il est encore bien difficile de répondre à cette question, toutefois, quelques éléments doivent nous aider à prendre du recul sur l'impact de cet événement :

- Le premier nous vient de l'étude des données météorologiques, il est clair que les quatre dernières années ont été des années extrêmement sèches, comparées aux quatre précédentes (500 mm d'eau tombés en moyenne des cumuls annuels de la période 2005-2008 alors que sur la période 2001-2004, cette moyenne est de 786 mm). On a donc là une période où les apports ont été réduits que l'on compare à une période où les apports ont été beaucoup plus importants, le test de Cox-Stuart pourrait bien simplement rendre compte de ce phénomène hydro-climatique !
- Le deuxième élément tient au fait que deux points, MEE et INS, qui ont gagné une classe de qualité par an, depuis deux ans, ne sont pas sous l'influence directe des apports du Lez, ils sont même relativement éloignés et isolés de cette dernière, l'un à l'est (par la distance et une barrière de cascail), l'autre à l'ouest (par la distance et le canal du Rhône à Sète). Il est donc difficile de rendre à l'émissaire la totalité des lauriers alors que certaines améliorations sont indépendantes de sa mise en place.
- Enfin, la prise en compte des évolutions estivales pluriannuelles pour l'azote et le phosphore total sur trois groupes de lagunes (cf Figure 11. 10, Figure 11. 11, et Figure 11. 12), montrent pour certaines lagunes que les améliorations avaient débutées avant la mise en route de l'émissaire (notamment sur Ingril et Vic).

Après trois ans de fonctionnement, et au regard de l'amélioration de la qualité des eaux du Lez enregistrée, on peut dire que l'émissaire de

Montpellier contribue à limiter la pollution des lagunes palavasiennes. Toutefois, l'amélioration spectaculaire observée cette année doit aussi beaucoup aux conditions climatiques et notamment aux quatre années sèches consécutives qui viennent de passer (2005-2008). Seul un peu de recul supplémentaire pourra nous dire quel est réellement l'impact de l'émissaire sur cette amélioration. A ce titre, les résultats de l'année 2009, qui a connu un démarrage avec de fortes précipitations automnales et hivernales, pourront peut-être nous aider à y voir plus clair, en étant, souhaitons le, la première année pluvieuse après la mise en route de l'émissaire.

Tableau 11. 2 : *Comparaison des diagnostics estivaux de l'eau obtenus sur les onze stations des palavasiens depuis 1999. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent respectivement une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a été décelée par le test statistique (Cf. Annexe 4).*

ETAT COLONNE D'EAU	INN	INS	PBW	PBE	VIC	ARN	PRW	PRE	MEW	MEE	GRC
1999											
2001											
2002											
2003											
2004											
2005											
2006											
2007											
2008											
	☺	☺		☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	

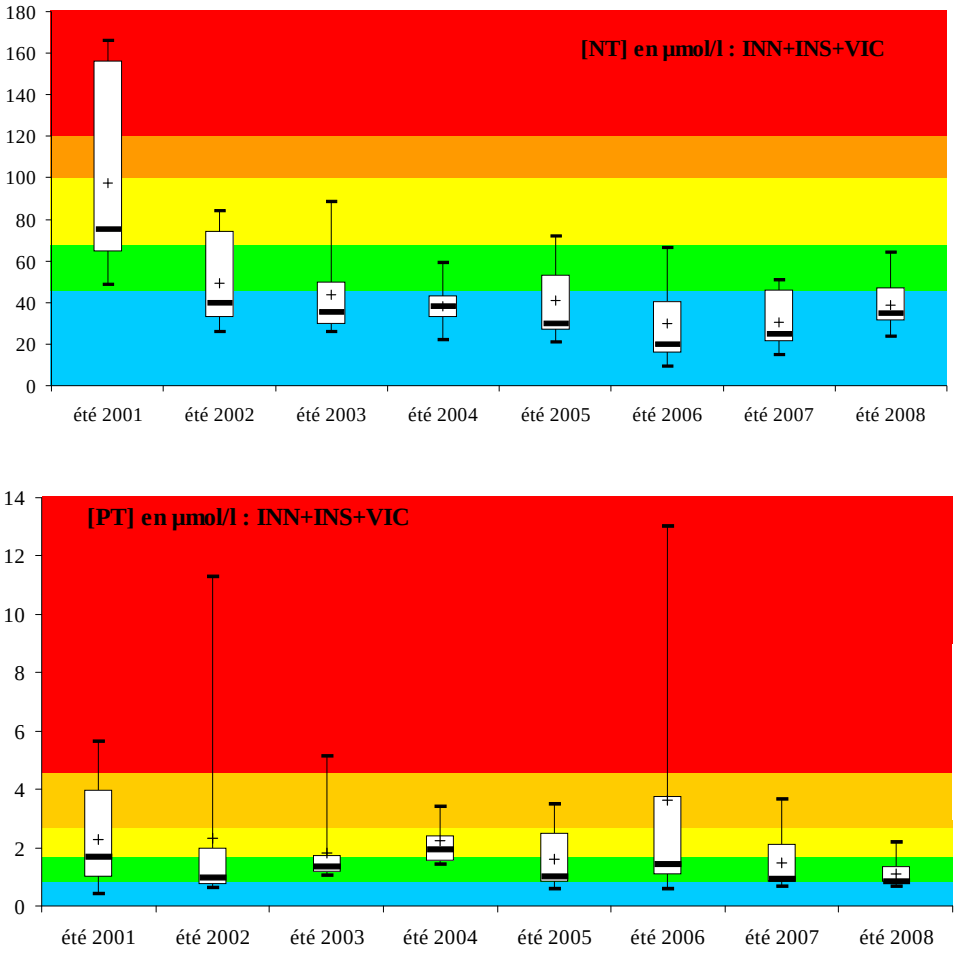


Figure 11. 10 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales en Nt et Pt dans l'eau des stations INN, INS (étang d'Ingril Nord et Sud), et VIC (étang de Vic) depuis 2001. NB : les classes de qualité du RSL pour figurent à titre indicatif en arrière plan. Les bordures inférieures et supérieures de chaque boite représentent respectivement le premier et troisième quartile, le trait noir et la croix dans la boite représentent respectivement la médiane et la moyenne des valeurs, les moustaches au-dessus et au-dessous de chaque boite relient la valeur maximale et minimale de chaque série de données.*

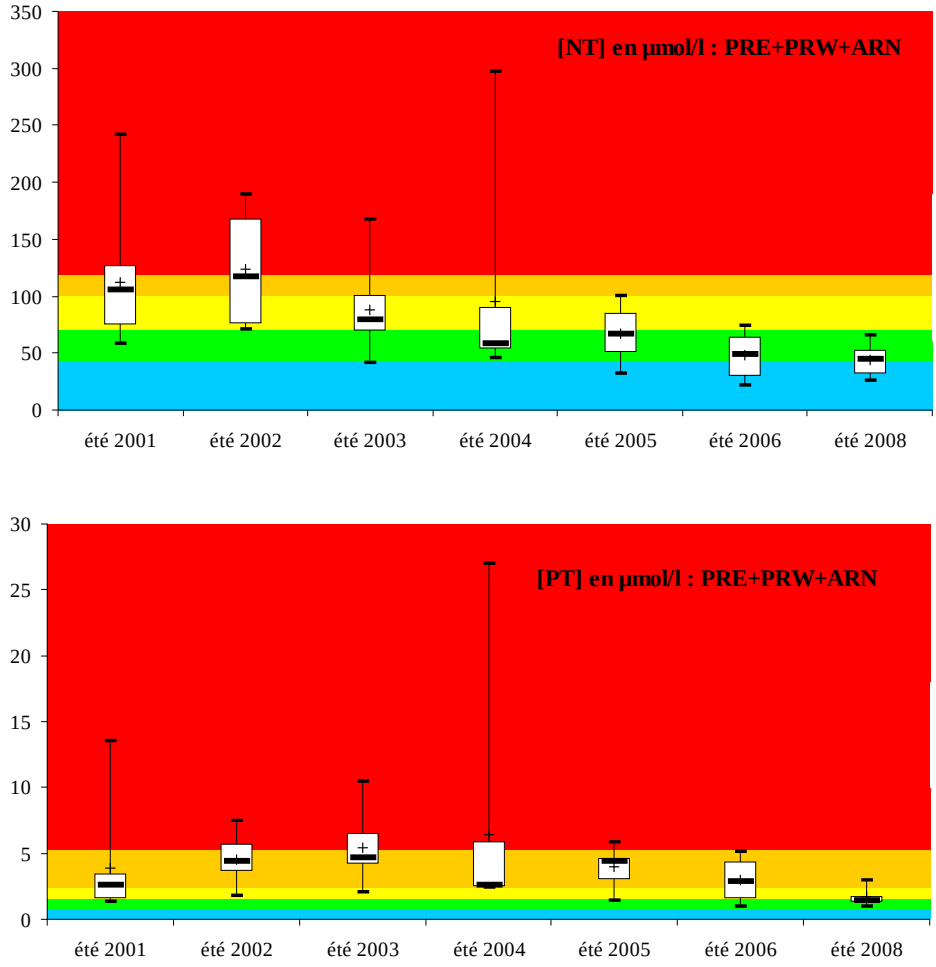


Figure 11. 11 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales en Nt et Pt dans l'eau des stations INN, INS (étang d'Ingril Nord et Sud), et VIC (étang de Vic) depuis 2001. NB : les classes de qualité du RSL pour figurent à titre indicatif en arrière plan. Les bordures inférieures et supérieures de chaque boite représentent respectivement le premier et troisième quartile, le trait noir et la croix dans la boite représentent respectivement la médiane et la moyenne des valeurs, les moustaches au-dessus et au-dessous de chaque boite relient la valeur maximale et minimale de chaque série de données. NB : L'année 2007 est manquante car elle comporte trop peu de données, PRW n'ayant pas été échantillonné.*

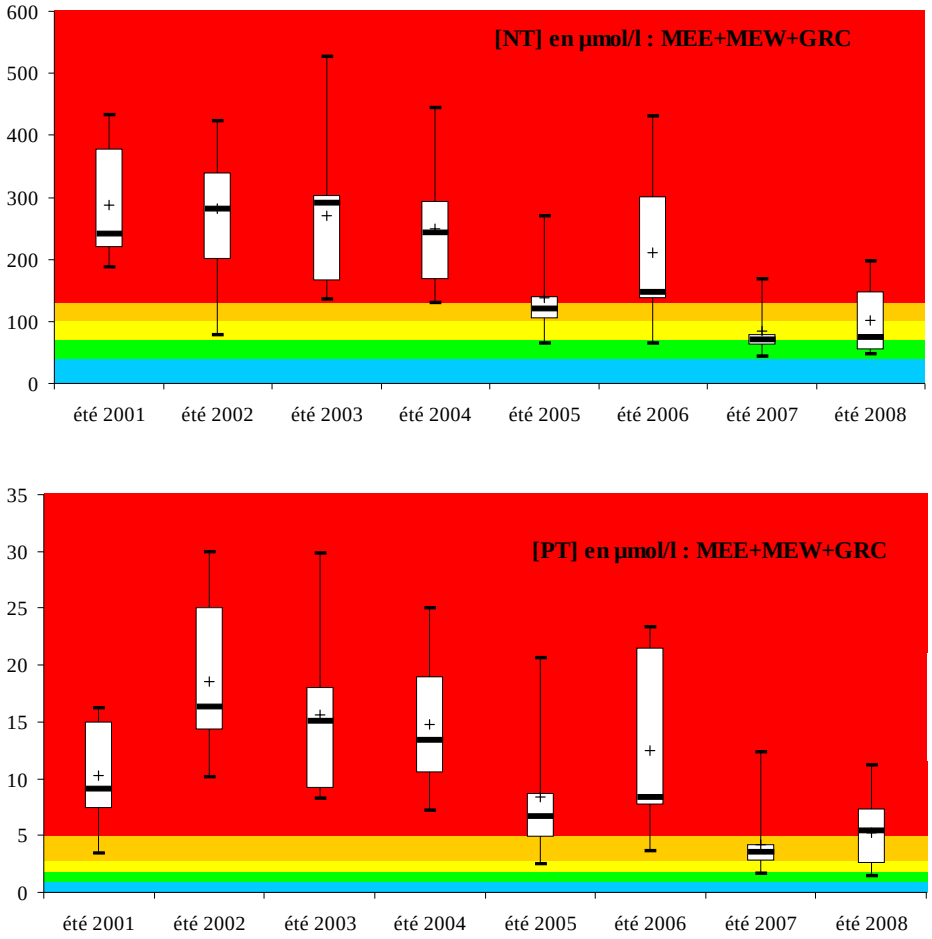


Figure 11. 12 : *Evolution pluriannuelle des teneurs estivales en Nt et Pt dans l'eau des stations MEE, MEW (étang du Méjean Est et Ouest), et GRC (étang du Grec) depuis 2001. NB : les classes de qualité du RSL figurent à titre indicatif en arrière plan. Les bordures inférieures et supérieures de chaque boite représentent respectivement le premier et troisième quartile, le trait noir et la croix dans la boite représentent respectivement la médiane et la moyenne des valeurs, les moustaches au-dessus et au-dessous de chaque boite relient la valeur maximale et minimale de chaque série de données.*

6. Diagnostic simplifié par les macrophytes

Le diagnostic simplifié par les macrophytes sur les étangs palavasiens est maintenant réalisé en deux ans, afin de mieux répartir la charge de travail annuelle sur la durée d'un plan de gestion (soit six ans). Un premier groupe composé des étangs palavasiens ouest (Mouettes, Ingril, Vic et Pierre-Blanche) a été diagnostiqué en 2008, le second groupe, composé des étangs palavasiens est (Arnel, Prévost, Mejean et Grec) sera diagnostiqué en 2009. Le diagnostic 2008 sur les palavasiens ouest a été réalisé de mai à juillet 2008. Un traitement statistique des données antérieures de macrophytes sur les lagunes de surface importante a montré qu'une diminution du nombre de points suivis pouvait être réalisée sans perte notable de l'information globale. Ce traitement a été appliqué à l'étang de Vic et permet dorénavant de se focaliser sur 13 points de suivi au lieu des 28 précédemment. La localisation des stations de suivi des macrophytes au cours de ce diagnostic est représentée sur la Figure 11. 13. Toutes les stations suivies ont pu faire l'objet d'un diagnostic, aucune ne présentant un taux de recouvrement benthique inférieur à 5%.

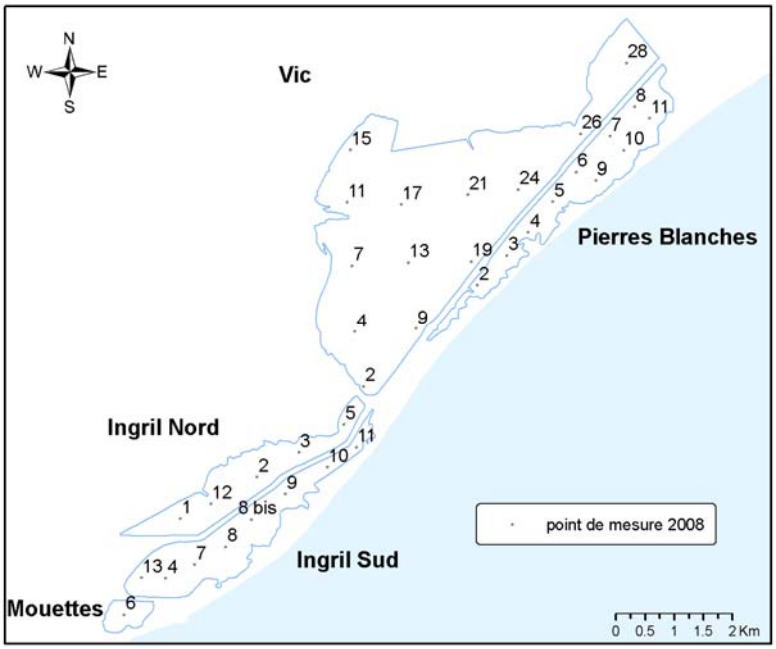


Figure 11. 13 : *Localisation des stations de suivi des macrophytes lors du diagnostic simplifié réalisé en 2008 sur les étangs palavasiens.*

6.1. Distribution des macrophytes

Le recouvrement végétal moyen en 2008 des étangs palavasiens ouest est dense, avec au minimum cette année 65 % de recouvrement par les macrophytes en moyenne sur Vic et Ingril Sud et jusqu'à 90 % sur l'étang des Mouettes. Ingril Nord et Pierre-Blanche possèdent tous deux un recouvrement végétal moyen de 74% (Figure 11. 14).

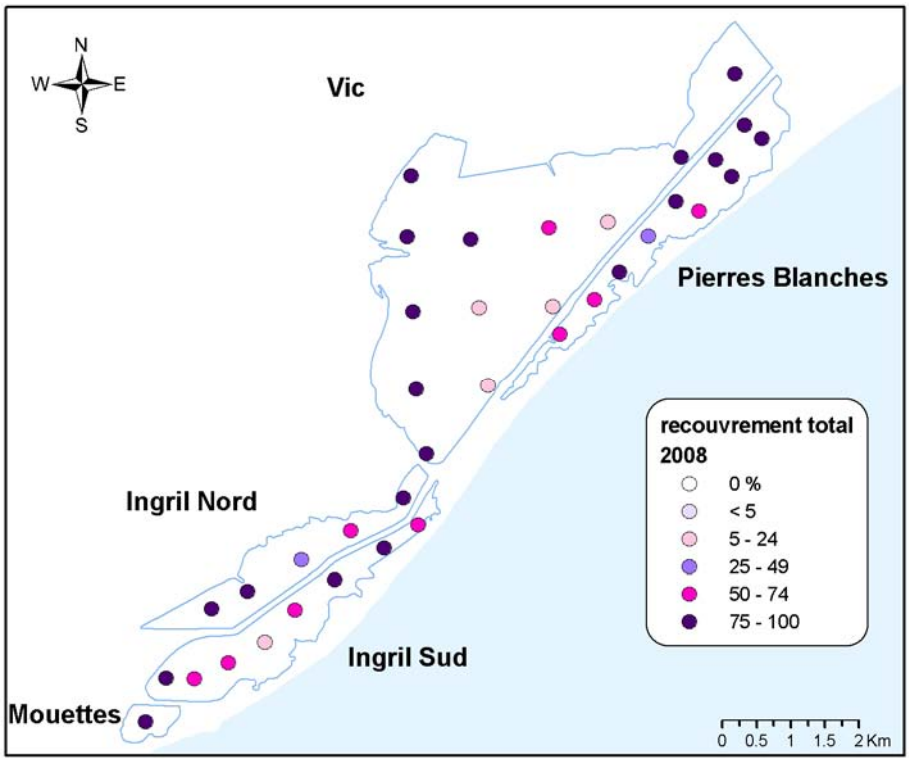


Figure 11. 14 : *Carte du recouvrement benthique par l'ensemble des macrophytes des stations du diagnostic 2008 réalisé sur les étangs palavasiens ouest.*

Les principales populations de macrophytes observées sur les étangs palavasiens se classent en deux familles : les macroalgues vertes opportunistes représentées par cinq espèces *(Ulva rigida, Cladophora vagabunda, Chaetomorpha aerea, Enteromorpha clathrata et Enteromorpha intestinalis)* et les macroalgues rouges dérivantes, représentées en grande majorité par deux espèces *(Gracilaria verrucosa et Gracilaria bursa-pastoris).* Chacune de ces espèces est bien présente sur chaque lagune (à l'exception des algues rouges sur l'étang des Mouettes) mais elles se partagent le domaine des étangs palavasiens ouest de la manière suivante :

Les macroalgues vertes opportunistes dominent les biomasses de l'étang d'Ingril nord et sud, alors que les algues rouges dérivantes sont sur-représentées sur Pierre-Blanche. L'étang de Vic est plus partagé, avec tantôt une dominance d'algues vertes sur les bordures et les zones peu profondes et tantôt une dominance d'algues rouges au centre et dans les zones plus profondes.

Depuis le dernier diagnostic des macrophytes, réalisé en 2006, il ne semble pas y avoir de tendance à l'augmentation ou à la diminution du recouvrement végétal moyen sur ces quatre lagunes, comme le montre la Figure 11. 15. Deux années de recul sont assez courtes pour un compartiment aussi intégrateur que le compartiment macro-végétal ;

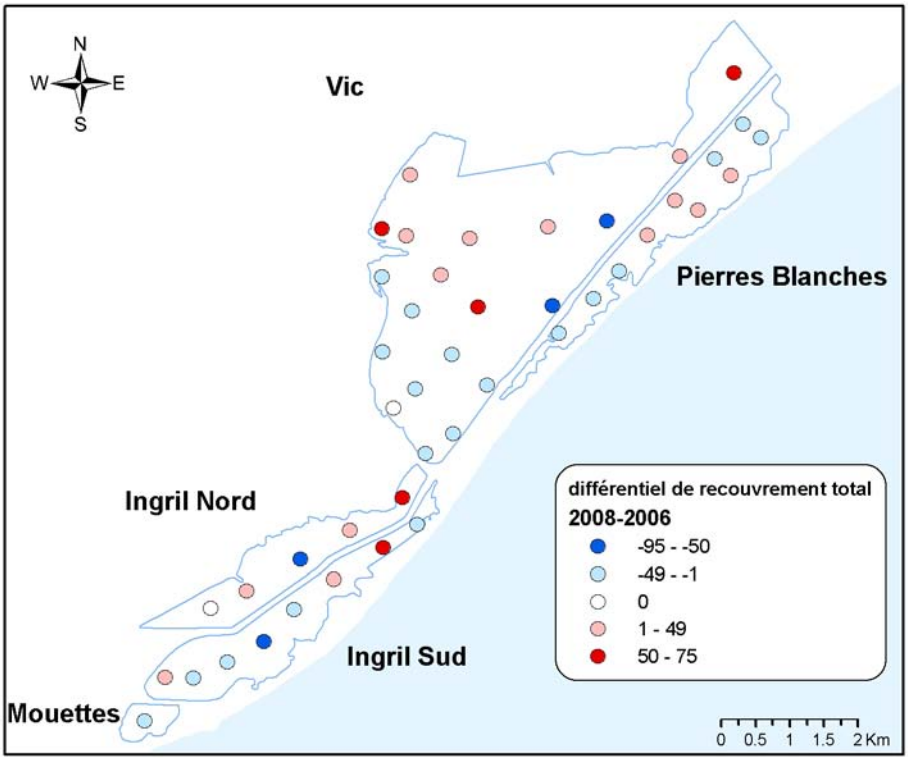


Figure 11. 15 : *Carte représentant le différentiel de recouvrement total entre le diagnostic simplifié par les macrophytes de 2008 et celui de 2006 sur les étangs palavasiens ouest. NB : les pastilles rouges et bleues signifient respectivement une augmentation et une diminution du recouvrement végétal.*

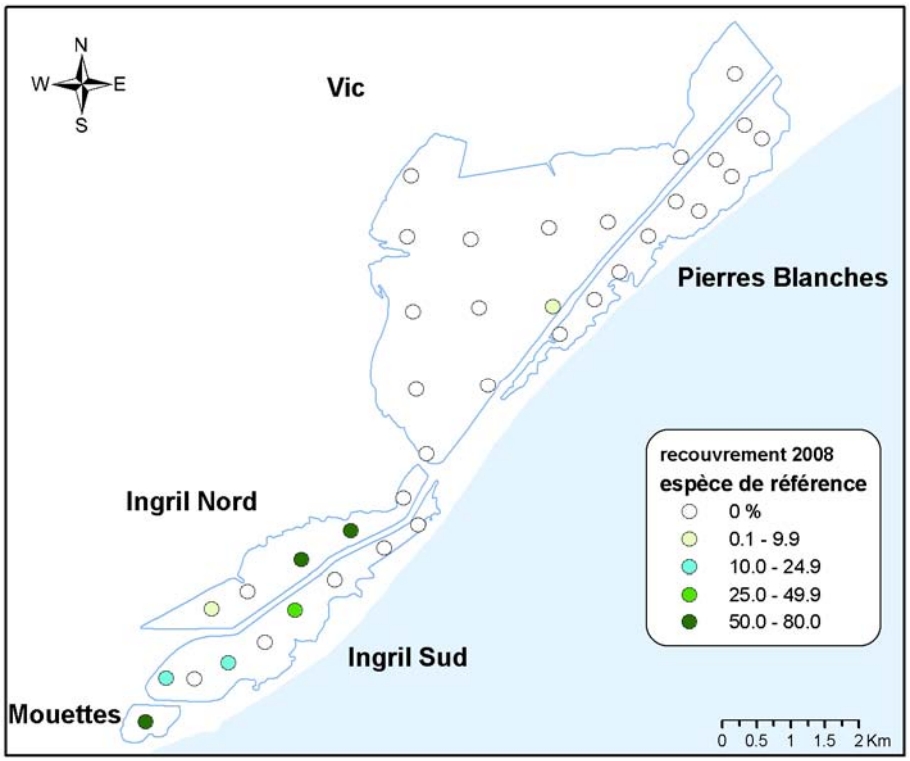


Figure 11. 16 : *Carte du recouvrement relatif en espèces de référence des stations du diagnostic 2008 réalisé sur les étangs palavasiens ouest.*

6.2. Phanérogames et espèces de référence

En 2008, les forts recouvrements par les espèces de référence (c'est-à-dire des espèces végétales sensibles à l'eutrophisation, et dont la disparition est signe d'un dysfonctionnements) ne se cantonnent pas seulement au magnifique herbier central de *Ruppia* parsemé de touffes d' *Acetabularia acetabulum* de l'étang des Mouettes. On retrouve également *Acetabularia acetabulum* et la rhodophyte rouge *Chondria capillaris* qui forment aussi de grandes populations sur l'étang d'Ingril Nord (Figure 11. 16) et *Ruppia* qui se maintient toujours en deux endroits d'Ingril Sud, autour d'un îlot rocheux à l'extrême ouest de l'étang (station 13) et sur une bande de quelques mètres plutôt clairsemée le long de la départementale à proximité de la station 8bis.

Sur les étangs diagnostiqués cette année, seul Pierre-Blanche n'a pas fourni d'espèces de référence. L'étang des Mouettes en compte deux (*Ruppia* et *Acetabularia*), l'Ingril trois (les deux précédentes plus *Chondria*), et Vic une seule cette année sous forme d'un individu isolé (*Bryopsis sp.*). Les petites touffes clairsemées de *Ruppia* qui avaient été retrouvées sur l'étang de Vic en 2006, à proximité de la station 9, n'ont pas été observées cette année.

6.3. Richesse spécifique

L'étang d'**Ingril** possède une richesse spécifique moyenne avec 13 espèces de macrophytes. Outre les espèces déjà citées sur cette lagune, on retrouve aussi de manière anecdotique *polysiphonia sertularioides* (stations 2 et 5), *Griffitsia corralinoides et Halopitys incurva* (station 13). Toutefois, les ulves dominent en terme de population. Elles sont présentes à tous les points, recouvrant souvent intégralement les sédiments et limitant ainsi le développement d'autres espèces. Seuls les points 2 et 3 sont véritablement épargnés.

L'étang des **Mouettes** possède une richesse spécifique faible avec seulement 4 espèces de macrophytes retrouvées. Outre les deux espèces de référence déjà citées sur cette lagune, on retrouve aussi localement deux algues vertes, *Chaetomorpha aerea et Cladophora vagabonda*.

L'étang de **Vic** possède une richesse spécifique moyenne avec 9 espèces de macrophytes. Outre les espèces déjà citées sur cette lagune, on retrouve aussi de manière anecdotique *Solieria chordalis* (station 17).

L'étang de **Pierre-Blanche** possède également 9 espèces de macrophytes, l'espèce largement dominante étant la Gracilaire qui recouvre la majorité des fonds. Outre les espèces déjà citées sur cette lagune, on retrouve aussi de manière anecdotique *Solieria chordalis* (station 6) et *Ectocarpus* (station 9).

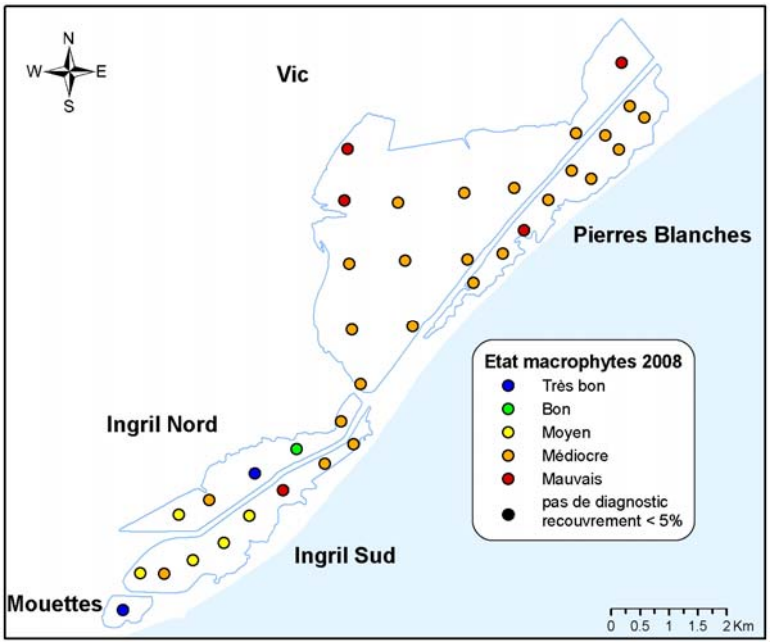


Figure 11. 17 : *Distribution de l'état des macrophytes à chaque station du diagnostic 2008 sur les étangs palavasiens ouest.*

6.4. Etat des macrophytes en 2008

En 2008, avec un recouvrement relatif d'espèces de référence de 78 % et 4 macrophytes recensées, l'étang des Mouettes est encore classé très bon vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 11. 3). C'est de loin le meilleur étang palavasien vis-à-vis de ce compartiment végétal. Le recouvrement relatif des espèces de référence sur les autres lagunes est en effet beaucoup plus faible. Il augmente néanmoins sur l'Ingril pour atteindre 16%, c'est pourquoi, avec son total de 13 espèces de macrophytes (10 au Nord et 12 au Sud), cette lagune possède un état général moyen pour chacun de ses sous bassins. En revanche, il est inférieur à 5% voire inexistant sur les deux autres lagunes. Comme ils bénéficient d'une richesse spécifique de 7 et 8 espèces, l'état général de l'étang de Vic et de Pierre-Blanche est donc médiocre.

Tableau 11. 3 : *Diagnostic 2008 et des années précédentes des macrophytes sur les étangs palavasiens ouest. %R = Recouvrement Végétal total, Nsp = Nombre d'espèces total, %RRef = Recouvrement relatif des espèces de référence. Etat = Etat annuel des macrophytes par rapport à l'eutrophisation. * : Les diagnostics de 1999, 2001 et 2006 ont été établis sur des données de biomasse et ceux de 2000, 2004 et 2008 sur des données de recouvrement.*

Mouettes	%R	Nsp	%RRef	Etat
2006*	65	6	95	
2008	**98**	**4**	**78**	

Ingril Nord	%R	Nsp	%RRef	Etat
1999*	30	2	0	
2000	90	9	44	
2001*	40	12	21	
2004	65	14	6	
2006*	60	14	10	
2008	**74**	**10**	**16**	

Ingril Sud	%R	Nsp	%RRef	Etat
1999*	90	4	0	
2000	65	12	31	
2001*	70	11	7	
2004	85	15	6	
2006*	80	10	3	
2008	**65**	**12**	**16**	

Pierre-Blanche	%R	Nsp	%RRef	Etat
2001*	70	11	0	
2004	65	8	0	
2006*	75	5	0	
2008	**74**	**9**	**0**	

Vic	%R	Nsp	%RRef	Etat
2001*	30	7	0	
2004	35	12	0	
2006*	75	12	3	
2008	**66**	**9**	**0**	

6.5. Etats antérieurs et évolution pluriannuelle

Les données de biomasse des précédents diagnostics complets de 1999/2001 et 2006 et les données de recouvrement des diagnostics simplifiés réalisés en 2000 et 2004 permettent de suivre l'évolution pluriannuelle des macrophytes sur les étangs palavasiens ouest (Tableau 11. 3).

On observe cette année encore, une certaine stabilité dans les états liés aux macrophytes pour toutes ces lagunes. Seul l'étang d'Ingril Sud s'améliore avec le gain d'une classe de qualité cette année. Celle ci est due à la fois à une meilleure richesse spécifique et à un développement plus important des espèces de référence. L'Ingril retrouve son état des diagnostics antérieurs à 2007.

Le compartiment macrophytique des étangs palavasiens ouest possède une réelle potentialité à la restauration. L'état moyen/médiocre récurent de ces lagunes ne doit pas nous faire oublier la présence de plusieurs espèces de référence. Elles ont résisté jusqu'à présent aux contraintes des milieux eutrophisés et elles devraient permettre de recoloniser ces écosystèmes dès lors que les conditions le permettront. Pour preuve, le test de réimplantation d'herbier réalisé en 2008 dans le cadre du RSL sur l'étang d'Ingril a été un véritable succès. Le compartiment des macrophytes possède une certaine inertie dans son évolution, c'est pourquoi, malgré la mise en route de l'émissaire en mer de l'agglomération montpelliéraine, il semble que peu de changements ne soient intervenus depuis dans les communautés macro-végétales des étangs palavasiens.

7. Autres réseaux

En 2008, certains étangs palavasiens ont été suivis dans le cadre de différents programmes de surveillance opérés par l'Ifremer. Les derniers résultats disponibles de ces programmes sont détaillés ci-dessous par réseaux.

7.1. Réseau de contrôle microbiologique : REMI

Le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, a pour objet d'effectuer la surveillance sanitaire des zones classées A[1], B[2] et C[3] dans les conditions prévues par la réglementation; la finalité étant de vérifier la conformité des classements aux estimations de la qualité des zones (Annexe 1). Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des bactéries *Escherichia coli*, le REMI s'articule en deux volets :

- la surveillance régulière, elle a pour objectif d'évaluer à une fréquence mensuelle ou bimestrielle les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions.

- la surveillance en alerte, elle permet de détecter les épisodes inhabituels de contamination ou à risque de contamination, et le suivi de ces épisodes.

L'année 2008 est marquée par la révision de l'ensemble des classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des étangs palavasiens par le Préfet de l'Hérault (arrêté n°2008-I-3286 du 22 décembre 2008). Les nouveaux classements sanitaires sont présentés sur la Figure 11. 18 pour le groupe 1 des gastéropodes, échinodermes et tuniciers, sur la Figure 11. 19 pour le groupe 2 des filtreurs fouisseurs et sur la Figure 11. 20 pour le groupe 3 des filtreurs non-fouisseurs. Ils s'appuient dorénavant pour les coquillages des groupes 2 et 3 sur les résultats de la surveillance. La majorité des zones de pêche des étangs palavasiens n'est pas classée car elles ne sont ni exploitées, ni surveillées. Le nouvel arrêté autorise l'exploitation des deux zones de production suivante :

- la zone n°34.26 « Etang du Prévost – zone conchylicole» : cette zone d'élevage correspond aux tables conchylicoles de la prud'homie de Palavas et du CAT[4] Les Compagnons de Maguelone, elle est classée en B pour le groupe 2,

[1] Consommation humaine directe des mollusques bivalves vivants autorisée.

[2] Mise sur le marché autorisée qu'après traitement dans un centre de purification.

[3] Mise sur le marché autorisée qu'après un reparcage de longue durée.

[4] Centre d'Aide par le Travail

- la zone n°34.17 « Etang d'Ingril : partie Sud », classée en B pour le groupe 2. Ce classement s'appuie sur les résultats du traitement des données acquises lors de l'étude de zone de « l'étang d'Ingril », menée par Ifremer de mars 2006 à août 2007 avec le concours du Comité Local des Pêches du Grau du Roi et le GIE des Vénériculteurs de Frontignan pour la réalisation des prélèvements de palourdes (Ifremer, 2008).

Le nouvel arrêté classe en C la partie Nord de l'Etang d'Ingril pour le groupe 2, ce classement s'appuie également sur les résultats de l'étude de zone qui met en évidence des différences significatives de contamination entre le Nord et le Sud de la lagune, avec des dépassements plus fréquents du seuil de 4 600 *E.coli* /100 g de CLI dans le Nord. Bien que cette zone soit classée en C pour le groupe 2, cette zone a fait l'objet d'une surveillance REMI en 2008, afin de suivre une éventuelle modification de la qualité microbiologique du secteur.

Les résultats acquis dans les parties Nord et Sud de l'étang d'Ingril depuis la mise en place du suivi en mars 2008, et dans la zone d'élevage de la lagune du Prévost au cours de la période 2006-2007-2008 sont présentés respectivement sur la Figure 11. 21, la Figure 11. 22 et la Figure 11. 23. Les données obtenues dans le cadre de la surveillance régulière sont représentées par un symbole rond, et les données liées à des prélèvements supplémentaires (dispositif d'alerte) par un symbole en étoile. Les symboles qui apparaissent encerclés permettent de visualiser les dates pour lesquelles la concentration en *E. coli* est concomitante à de fortes précipitations (cumul sur les deux jours précédant le prélèvement). Le terme "fortes précipitations" est utilisé lorsque les précipitations, cumulées sur les deux jours précédant le prélèvement au niveau de la station de Fréjorgues pour le Prévost et de la station de Sète pour l'Ingril, sont supérieures au quantile 90[5], estimé sur l'ensemble des données de pluviométrie de la période étudiée.

La deuxième partie du graphe résume sous forme d'un tableau la répartition des résultats bactériologiques obtenus sur les trois dernières années par tranche de valeurs en nombre et en pourcentage. La valeur maximale de contamination sur cette période est indiquée, ainsi que la moyenne géométrique[6] des données de surveillance régulière.

[5] Le quantile 90 est la valeur pour laquelle 90% des données lui sont inférieures.

[6] La valeur d'un résultat inférieur au seuil de détection est fixé à 10.

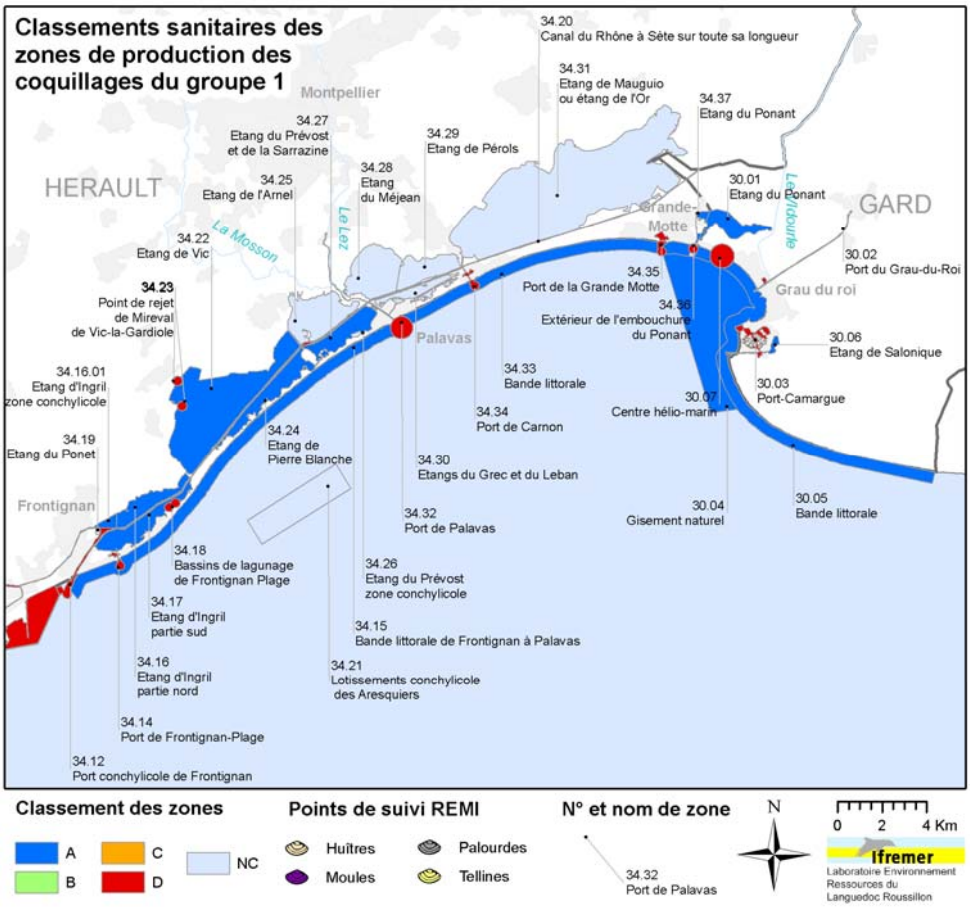


Figure 11. 18 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 1 du port de Sète dans l'Hérault au Rhône Vif dans le Gard.*

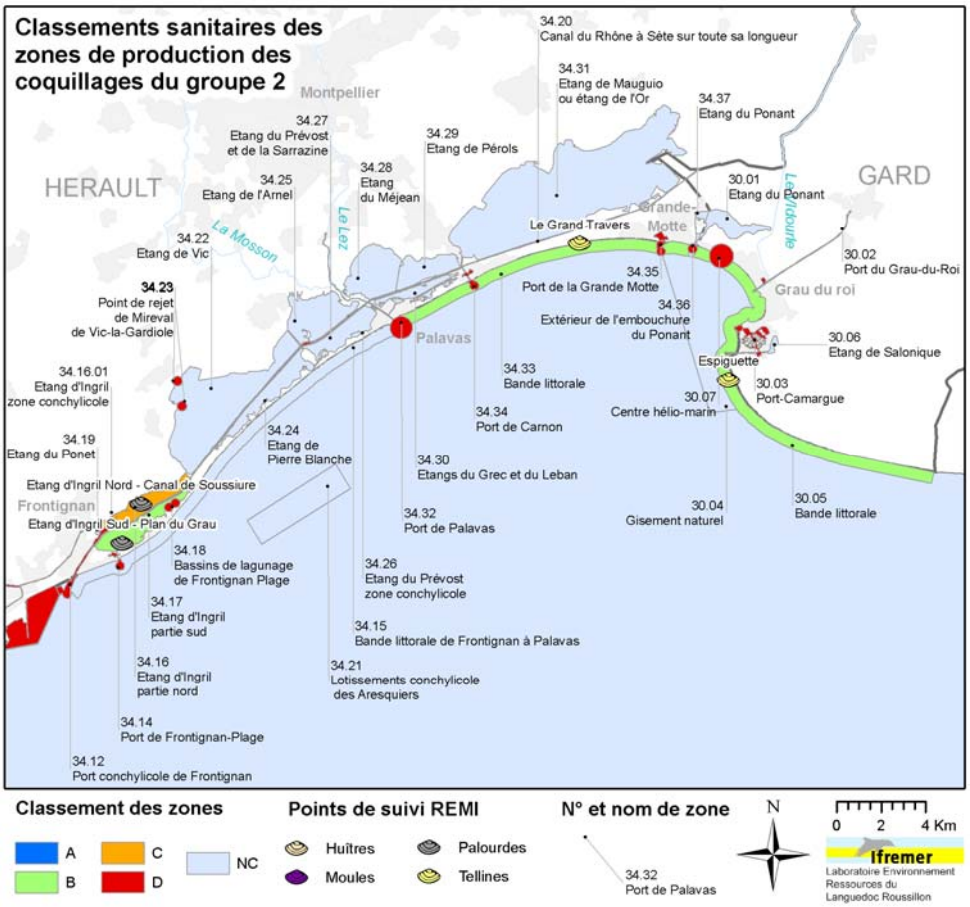


Figure 11. 19 *: Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 2 du Port de Sète dans l'Hérault au Rhône Vif dans le Gard et localisation des points de suivi REMI.*

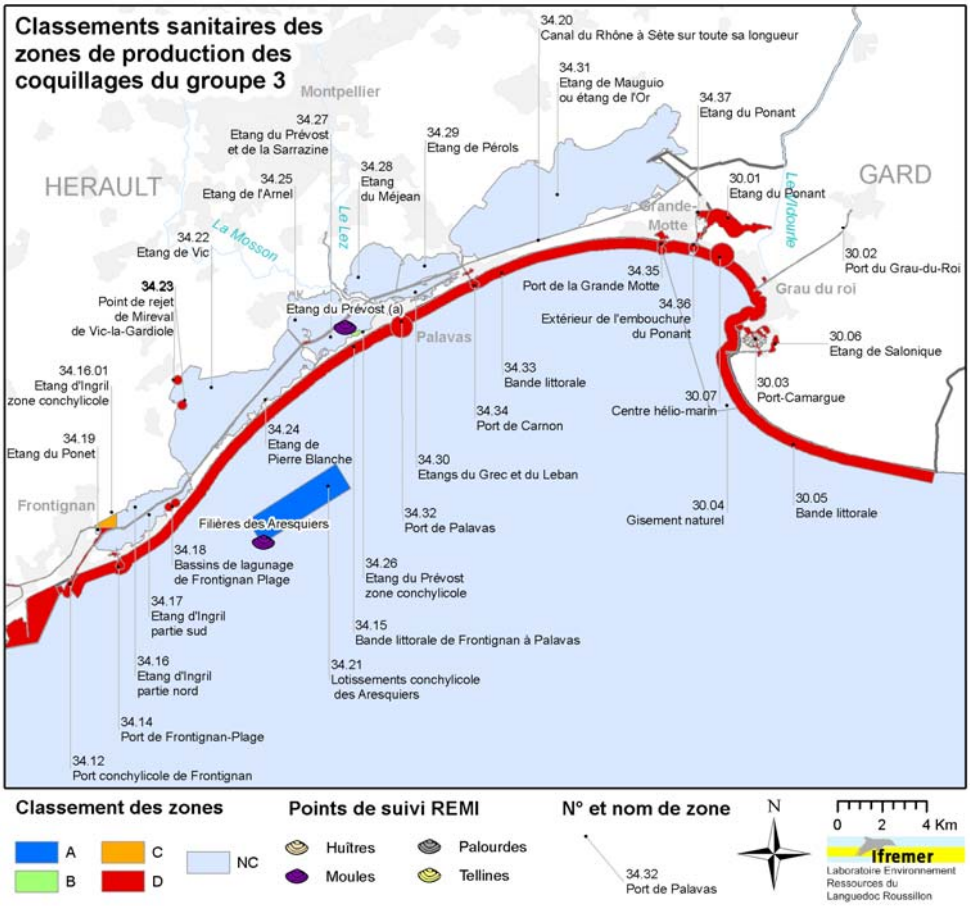


Figure 11. 20 : *Délimitations géographiques et classements sanitaires des zones de pêche et d'élevage des coquillages du groupe 3 du port de Sète dans l'Hérault au Rhône Vif dans le Gard et localisation des points de suivi REMI.*

L'année 2007 a été marquée par l'obtention de résultats de bonne qualité microbiologique des moules de la zone n°34.26 « Etang du Prévost – zone conchylicole». Les niveaux de contamination enregistrés en 2008 ne sont pas dans la lignée de ceux de 2007, et sont globalement comparables à ceux des années précédentes. La zone est impactée sporadiquement par des sources de pollution microbiologique fécale à l'origine de dégradations épisodiques de la qualité sanitaire des coquillages de la zone d'élevage. En 2008, les deux principaux pics de pollution sont enregistrés le 15/07 et le 09/06. Ces résultats sont consécutifs à des évènements pluvieux de faible amplitude (cumuls < 15 mm). Le 09/06 le résultat atteint 8 600 *E.coli* / 100 g de CLI, ce dépassement du seuil de 4 600 *E.coli* / 100 g de CLI d'alerte d'une zone B a donné lieu au déclenchement d'une alerte et donc d'un prélèvement supplémentaire. Le résultat du 11/06, < 130 *E.coli* / 100 g de CLI signe un retour à la normale (Figure 11. 21). Aucune mesure de restriction ou

d'interdiction temporaire de commercialisation des coquillages issus de la zone d'élevage du Prévost n'a été prise par l'Administration en 2008 consécutivement à des contaminations microbiologiques.

L'analyse de tendance[7] sur les données obtenues pour la stratégie de surveillance régulière (hors alerte) au niveau du point de suivi de la zone d'élevage du Prévost ne met pas en évidence de tendance générale significative sur l'ensemble de la période 1999-2008.

Pour la période 2006-2007-2008, la qualité microbiologique estimée de la zone conchylicole de l'étang du Prévost est B pour le groupe 3, selon les critères microbiologiques de l'arrêté du 21 mai 1999 et du règlement européen (CE) n°854/2004, en prenant en compte la tolérance de 10% admise au-delà de 4600 *E .coli*/100g CLI pour la classe B, définie de façon transitoire par le règlement CE n°1666/2006 (jusqu'à fin décembre 2009) (Annexe 1). Cette estimation est conforme au nouveau classement en B de cette zone d'élevage.

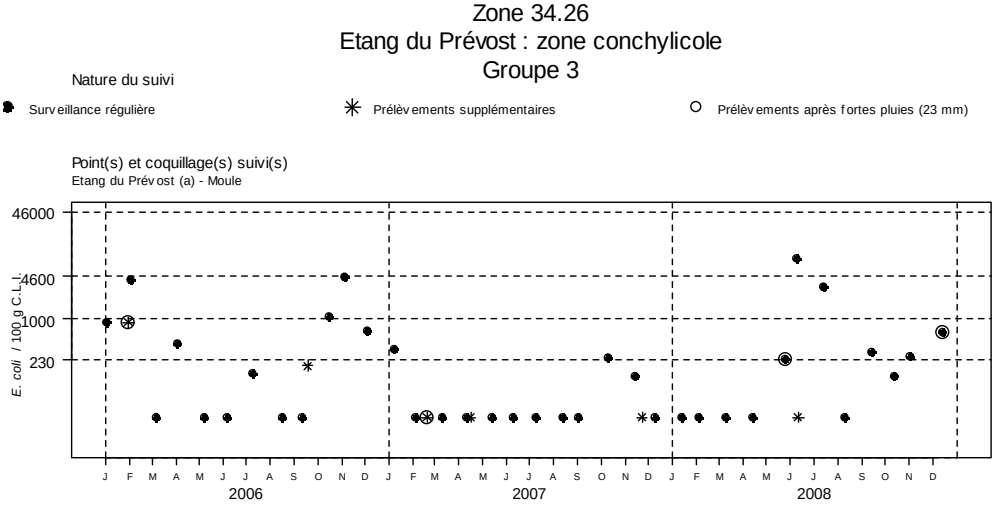


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	36	22	9	4	1	0	8600	70
%		61.1	25	11.1	2.8	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 11. 21 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone conchylicole n°34.28 de l'étang du Prévost pour le groupe 3 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

[7] Test non paramétrique de Mann-Kendall

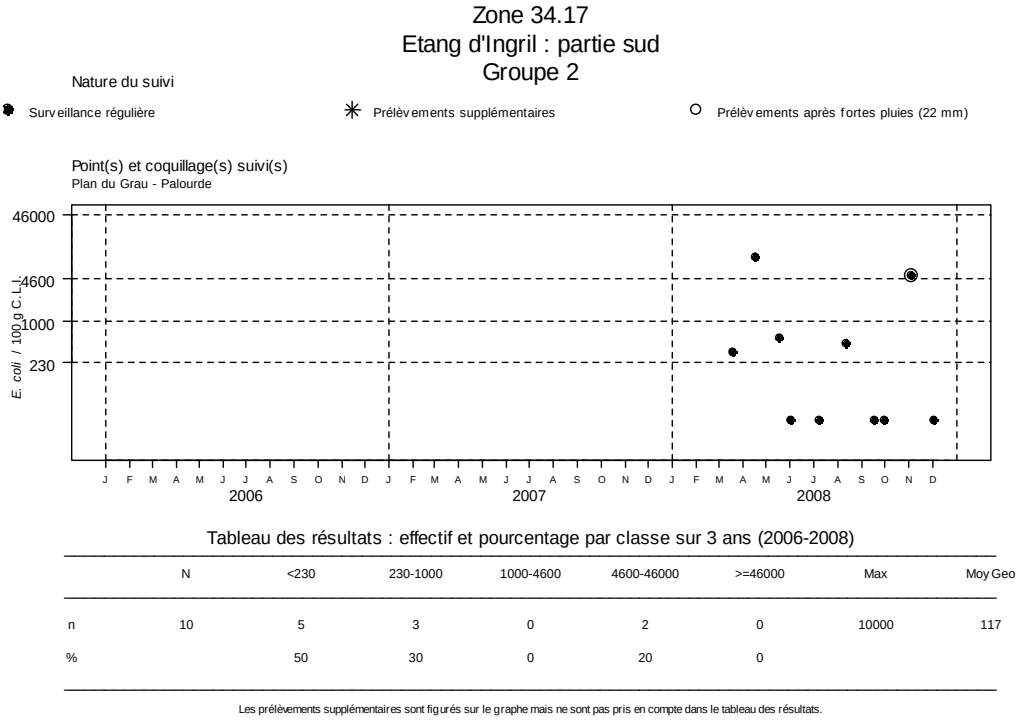


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	10	5	3	0	2	0	10000	117
%		50	30	0	20	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 11. 22 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone conchylicole n°34.17 de l'étang d'Ingril : partie Sud pour le groupe 2 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

La surveillance REMI des zones de pêche de palourdes n°34.17 « Etang d'Ingril : partie Sud » et n°34.16 « Etang d'Ingril : partie Nord » est effective depuis mars 2008, en conséquence, le nombre de résultat acquis au cours des trois dernières années, par groupe de coquillage et par zone, est insuffisant (<24) pour permettre une évaluation de la qualité microbiologique de ces zones.

En 2008, deux dépassements du seuil d'alerte de 4 600 *E.coli* / 100 g de CLI d'une zone B sont enregistrés dans le Sud de la lagune au niveau du point de suivi de palourdes localisé à proximité du Grau, le 17/04 (10 000 *E.coli* / 100 g de CLI) et le 05/11 (5 300 *E.coli* / 100 g de CLI) suite à l'événement pluvieux de plus intense de l'année (cumul du 1 au 5/11 de 158 mm à la station MF[8] de Sète) (Figure 11. 22). Ces résultats n'ont pas donné lieu à des alertes REMI car la zone était classée en C (seuil d'alerte de 46 000 *E.coli* / 100 g de CLI) lors de l'acquisition de ces résultats.

[8] Météo France

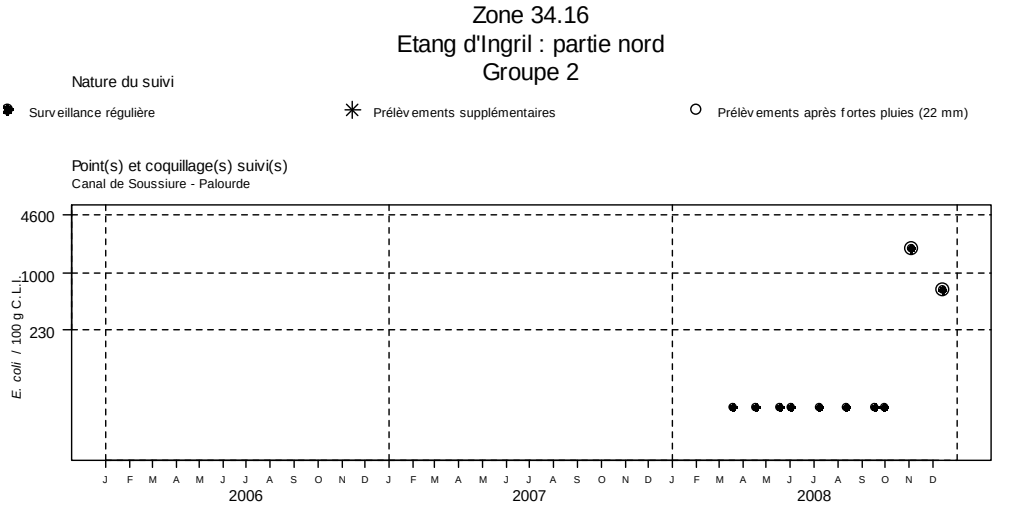


Tableau des résultats : effectif et pourcentage par classe sur 3 ans (2006-2008)

	N	<230	230-1000	1000-4600	4600-46000	>=46000	Max	Moy Geo
n	10	8	1	1	0	0	1900	26
%		80	10	10	0	0		

Les prélèvements supplémentaires sont figurés sur le graphe mais ne sont pas pris en compte dans le tableau des résultats.

Figure 11. 23 : *Résultats REMI acquis en surveillance régulière et en alerte au cours de la période 2006-2007-2008 sur la zone conchylicole n°34.16 de l'étang d'Ingril : partie Nord pour le groupe 2 et synthèse des résultats acquis en surveillance régulière.*

Les résultats acquis en 2008 au point de suivi de palourdes « Canal de Soussiure », localisé dans le Nord de la lagune, sont significativement différents de ceux enregistrés au niveau du même point au cours de l'étude de zone. La zone présente une très bonne qualité microbiologique de mars à octobre, puis est impactée en novembre et décembre par des sources de pollution d'origine fécale, consécutivement à des évènements pluvieux (Figure 11. 23). Les niveaux de contamination enregistrés à l'automne se maintiennent cependant en dessous du seuil d'alerte d'une zone B. L'obtention de résultats similaires en 2009 et 2010 pourrait conduire à une révision du classement sanitaire de cette zone en B pour le groupe 2. Une attention particulière sera donc portée aux résultats acquis dans la lagune d'Ingril les années à venir.

7.2. Réseau d'Observation de la Contamination Chimique (ROCCH)

Une seule station est suivie sur l'étang du Prévost dans le cadre du ROCCH (anciennement RNO) car c'est la seule lagune où historiquement sont produits des coquillages destinés à la consommation humaine sur les étangs

palavasiens. Les résultats des suivis réalisés en avril 2007[9] sur les moules du Prévost sont présentés sur la Figure 11. 24. Les données acquises sur les autres lagunes et leur comparaison avec les médianes nationales figurent dans Annexe 2. 1.

Les teneurs en Plomb, Cuivre et Lindane sont dorénavant du même ordre de grandeur que les médianes nationales. Le lindane poursuivant même en 2007 sa diminution amorcée depuis le milieu des années 1990. En ce qui concerne le Cadmium et le Fluoranthène, les teneurs observées dans les coquillages du Prévost sont largement en deçà des médianes nationales (moins de 50% de la médiane), et ceci malgré des tendances à l'augmentation ces dernières années pour ces deux contaminants.

Les teneurs en DDT et ses produits de dégradation sont toujours élevées et très largement supérieures à la médiane nationale (+1200% de la médiane). Malgré l'interdiction d'utilisation de cet insecticide depuis plus de 20 ans, les concentrations, après une forte décroissance, semblent se stabiliser à un niveau élevé par rapport à de nombreux sites français. L'utilisation massive en Languedoc-Roussillon de ce produit notamment pour la démoustication, avant son interdiction peut expliquer en partie cette situation. Les teneurs actuelles n'étant pas dues à des utilisations récentes mais plutôt à une remobilisation de stocks anciens adsorbés aux sédiments du bassin versant et qui sont régulièrement lessivés vers les lagunes, lors des épisodes cévenols très courants dans la région.

D'autres contaminants chimiques sont retrouvés dans les moules du Prévost à des teneurs supérieures aux médianes nationales mais à des niveaux bien moindre que celui du DDT. On note par exemple le Mercure, le Zinc et un congénère de PCB, le CB53 dont les teneurs sont 1,5 à 2 fois la médiane nationale. Le Zinc pourrait provenir de la lutte anti-corrosion de métaux immergés (structures des tables conchylicoles) et galvanisés. En revanche, l'origine du mercure et du CB53 est difficile à préciser. La piste de l'impact d'une décharge domestique est néanmoins privilégiée. En effet, on sait maintenant que la décharge du Thôt à longtemps laissé percoler ses eaux de ressuyage vers les milieux lagunaires proches, Arnel et Prévost notamment, avant d'être équipée d'un canal de ceinture. Sa réhabilitation a été achevée depuis peu mais son emprunte historique sur les milieux lagunaires est loin d'être effacée.

En ce qui concerne les contaminants récemment intégrés au suivi du ROCCH sur les moules, le Nickel, le Vanadium et l'Argent possèdent des niveaux proches des médianes nationales, et le chrome des teneurs largement inférieures à la médiane nationale. Il n'y a donc pas de problème particulier à souligner vis-à-vis de ces contaminants métalliques.

[9] Les résultats du ROCCH sont rendus avec un an de décalage pour des raisons techniques liées au traitement analytique.

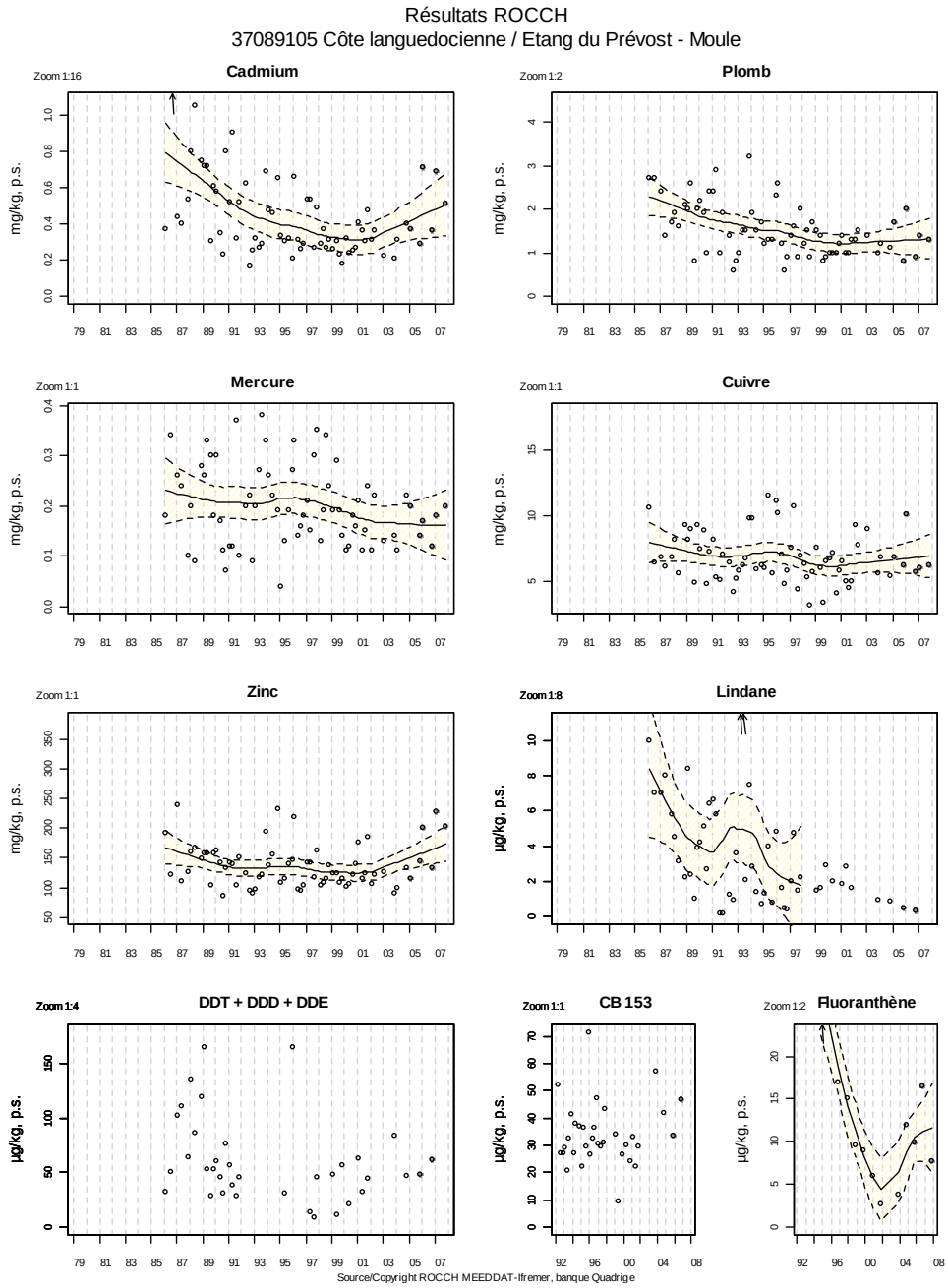


Figure 11. 24 : *Niveaux et tendances d'évolution de la contamination chimique dans les moules de la station du Prévost dans le cadre du réseau ROCCH.*

8. Conclusion générale

La question centrale qui gravite autour des étangs palavasiens ces dernières années est : « Est-ce qu'on peut observer une amélioration de leur qualité compte tenu qu'une importante mesure de gestion s'est mise en place en 2005 (mise en route de l'émissaire en mer de l'agglomération montpelliéraine et arrêt des rejet de la step MAERA dans le Lez) ? »

A l'heure actuelle, il ne nous ai pas possible de répondre à cette question. Tout simplement parce que pour pouvoir comparer l'avant 2005 avec un après 2005, il faudrait pouvoir comparer des années identiques en terme de météorologie et d'hydrologie. Car outre les apports anthropiques directs ces deux facteurs peuvent influencer considérablement la qualité de l'eau des lagunes. Or, les quatre dernières années ont été très maigres en terme de précipitations. Se pose alors la question de savoir si les bons résultats obtenus ces deux dernières années ne sont pas simplement le fait de conditions climatiques favorables, induisant une faiblesse des apports terrigènes et anthropiques. Toute la difficulté réside donc dans le fait de bien différentier la part de diminution naturelle, liée à un facteur climatique, et la part de diminution anthropique liée à l'arrêt des rejets de Maera dans le Lez, sachant que ces deux parts sont variables d'une lagune à l'autre et variables dans le temps.

Une analyse statistique lourde est donc nécessaire pour déconvoluer le signal « annuel » du signal « émissaire ». Un modèle hydro-sédimentaire pourrait nous aider à avancer sur cette question. Un sujet de thèse a donc été proposé à la Région LR dans le cadre d'un partenariat UMII-Geosciences/Ifremer LER-LR pour adapter et appliquer un modèle mathématique cohérent sur les étangs palavasiens. Dans cette attente, on peut néanmoins souligner que l'amélioration de la qualité des eaux du Lez entre 2005 et 2008 a été tellement importante que l'impact sera forcément positif sur la qualité de l'eau des lagunes. Il faut néanmoins attendre que cela soit perceptible de manière fiable, ce qui n'est toujours pas le cas aujourd'hui.

D'après Dupré (2002), sur la base de relations entre les apports en phosphore du bassin versant et les niveaux de concentration enregistrés dans les lagunes, la mise en route de l'émissaire de Montpellier pourrait permettre de retrouver un niveau général moyen (niveau jaune selon les classes de qualité du RSL) pour les lagunes palavasiennes. Mais il est probable que la durée de restauration dépendra du niveau de dégradation des écosystèmes. Personne n'est à l'heure actuelle en mesure de préciser ces durées. On peut simplement supposer que pour les lagunes les moins dégradées, l'unité de temps de restauration sera l'année ou le lustre (Or nous n'avons toujours pas un lustre de recul sur la mise en route de l'émissaire !). Et pour les plus dégradées, l'unité sera plutôt la décade voire le siècle. Il est donc important de poursuivre les actions de gestion et de restauration des ouvrages et des step

sur le bassin versant afin de continuer à limiter les apports en azote et en phosphore au complexe des étangs palavasiens. Dans cette optique, la step de Palavas, après un accord « historique » est en passe d'être raccordée à MAERA, ce qui éliminera encore un rejet direct dans une lagune trop confinée pour pouvoir le digérer.

Perspectives

Le complexe des étangs palavasiens, avec ses différents niveaux de qualité vis-à-vis de l'eutrophisation, constitue un excellent site atelier pour l'étude et la compréhension des phénomènes liés à la dégradation, mais maintenant aussi à la restauration naturelle des lagunes méditerranéennes. Ces phénomènes ont été peu étudiés jusqu'à présent, faute d'exemples pertinents. C'est pourquoi, afin de continuer à observer le comportement de ces lagunes suite à l'amélioration de qualité des eaux du Lez, le suivi mensuel de la colonne d'eau va être poursuivi pendant encore une année au moins jusqu'en décembre 2009. Les résultats de ce suivi seront présentés dans le prochain rapport RSL en 2010.

9. Références bibliographiques

SMNLR, 1991. Le comblement des étangs en Languedoc-Roussillon. Préfecture de Région L-R. Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon. 63p.

RNO, 1998. Surveillance du milieu marin. Travaux du RNO. Edition 1998. Ifremer et MATE, 52 p.

Ifremer-Créocéan-UMII, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes. Tomes I et II. Rapport marché public n°90 9851, 412 p.

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. Université Montpellier II. 202 p.

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

SMGEO, 2002. Etang de l'Or. Contrat de Baie 2003-2007. Juin 2002. 112p.

Aquascop, 2003. Les étangs et zones humides de Palavas à Frontignan : Diagnostic, objectifs, programme d'actions. Phase 3 objectifs & phase 4 : programme d'actions. SIEL Mai 2003. 87p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 523 p.

Cépralmar, 2004. Prud'homies du Languedoc Roussillon. Suivi de la pêche aux petits métiers.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 450 p.

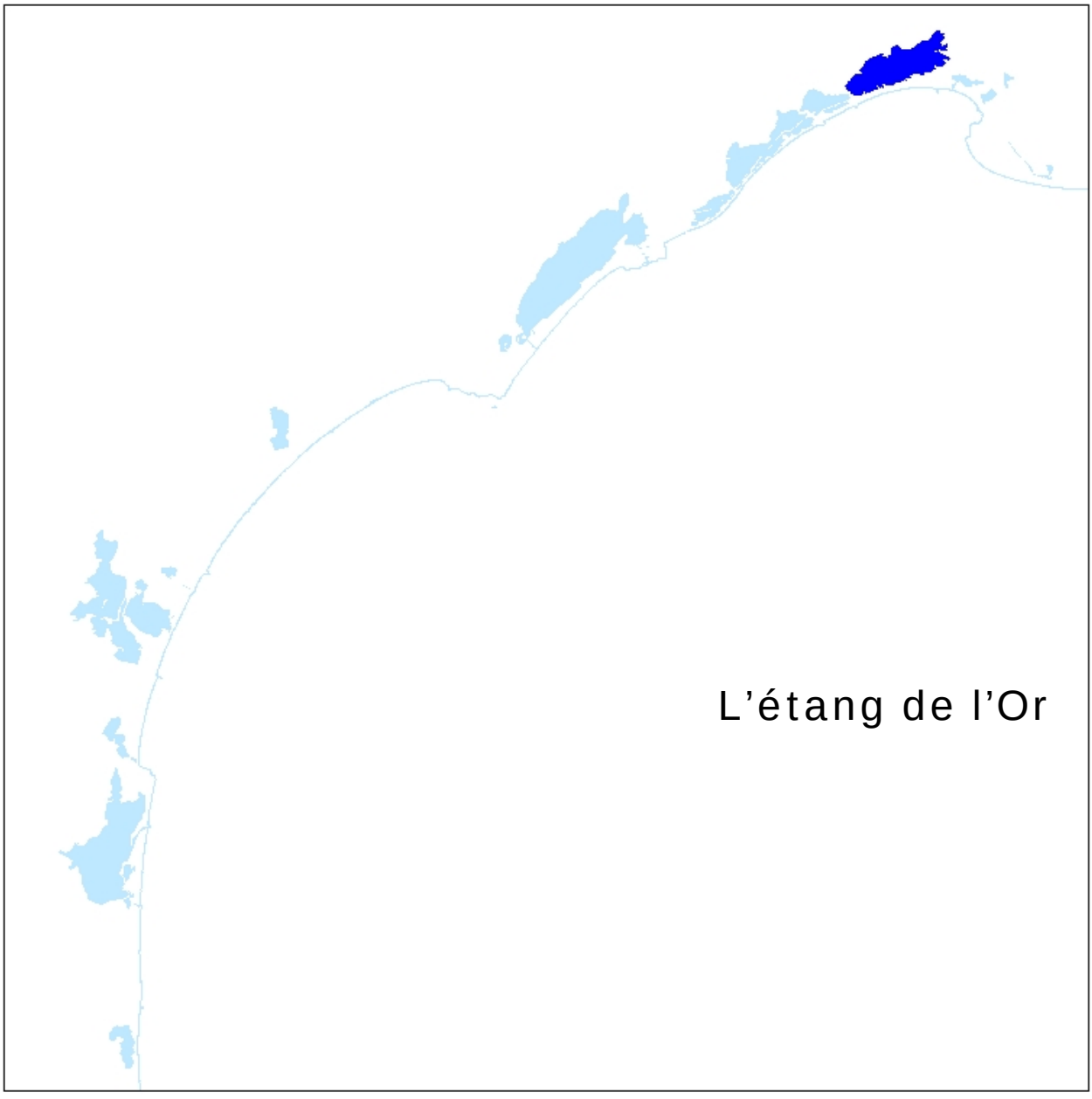
Andral B. & Tomasino. C., 2007. Réseau Intégrateurs Biologiques. Evaluation de la qualité des eaux basée sur l'utilisation de stations artificielles de moules en Méditerranée; résultats de la campagne 2006. RST.DOP/LER-PAC 07 - 24. Convention Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse n° 2006 - 1635. 98 pp + Annexes.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

DIREN LR, 2008. Bulletins de situation hydrologique et de la ressource en eau en Languedoc-Roussillon. Situations au 1er mars et 1er juillet 2008. www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr .

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

Météo France, 2008. Bulletins climatiques mensuels du département de l'Hérault. Mois de septembre 2007 (numéro 30) à août 2008 (numéro 41). www.meteo-france.fr.



L'étang de l'Or

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 279

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 283

2.1. LA TEMPERATURE 283
2.2. LA SALINITE 285
2.3. L'OXYGENE DISSOUS 285

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 286

3.1. DIAGNOSTIC DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 286
3.2. EVOLUTION PLURIANNUELLE 287

4. CONCLUSIONS 289

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 289

1. Introduction

Situé à une dizaines de kilomètres à l'Est de Montpellier (Hérault), l'étang de l'Or est une vaste lagune de 3170 ha, dont la bathymétrie est homogène et relativement peu profonde (80 cm en moyenne et 130 cm au maximum) (Ifremer, 2006). Séparé de la mer par un lido sableux, la seule communication de l'étang de l'Or avec la mer Méditerranée se fait par l'intermédiaire du canal de Carnon qui relie le sud-ouest de l'étang au grau de Carnon en croisant le canal du Rhône à Sète (Figure 12. 2). Ce dernier constitue un ouvrage hydraulique important pour l'étang car il communique avec lui par l'intermédiaire de cinq passes. D'une superficie de 410 km^2, le bassin versant de l'étang de l'Or est occupé par 31 communes qui totalisent une population permanente de 125 000 habitants (Figure 12. 2). Le développement du tourisme, avec notamment l'émergence de la Grande-Motte et de Carnon, a porté la population estivale actuelle du bassin versant à 250 000 habitants. La superficie urbanisée représente 13 % du bassin versant qui est principalement dominé par des terres à vocation agricole, sur plus de 50 % de sa surface (Dupré, 2003). Les principales cultures sont la vigne, notamment sur la partie amont du bassin versant, les céréales, le maraîchage et les vergers, sur la partie aval, au niveau de la plaine littorale de Mauguio-Lunel.

Depuis une trentaine d'années, l'eutrophisation n'a cessé de dégrader l'étang de l'Or, dont les eaux sont devenues totalement opaques en raison de la présence excessive de phytoplancton. En conséquence, *Ficopomatus enigmaticus* (le cascail), a trouvé un terrain favorable pour se développer. Les massifs calcaires qu'il édifie entravent les activités de pêche et tendent à bloquer l'hydrodynamisme de l'étang, accélérant dans le même temps les effets de l'eutrophisation et le comblement de la lagune. Les différents diagnostics réalisés dans le cadre du RSL depuis 1999 soulignent cet état de fait et la nécessité de réduire de manière drastique les apports en sels nutritifs en provenance du bassin versant.

L'année 2007 a été marquée par l'achèvement du contrat de baie signé en 2003-2007 réalisé par le SMGEO (Syndicat Mixte de Gestion de l'Etang de l'Or) et dont le bilan a été approuvé par le comité d'étang en novembre 2007. Ce contrat de baie a permis des avancées sur deux axes prioritaires : l'amélioration des stations d'épuration et la réduction des pollutions diffuses agricoles. Le comité d'étang a également validé l'évolution du SMGEO en syndicat de bassin, le principe d'un nouveau contrat élargi à de nouvelles thématiques et les orientations qui pourraient être données à ce futur contrat notamment en vue de l'amélioration de la qualité des eaux du bassin versant.

- dans le domaine de l'assainissement : la plupart des maîtres d'ouvrage ont réalisé les études préalables (Schéma Directeurs d'Assainissement, Dossiers Loi sur l'Eau) nécessaires à l'amélioration de leur dispositifs d'assainissement.

Les travaux d'amélioration des certaines stations d'épuration sont achevées (St Vincent de Barbeyrargues, Lunel Viel), en cours (Mauguio Bourg) ou en attente d'autorisation administratives (St Just et St Nazaire de Pézan). Ces efforts doivent être poursuivis en vue d'aboutir à des réalisations finalisées sur l'ensemble du bassin versant.

- sur le volet agricole, la Chambre d'agriculture et l'ADVAH (Association de Développement et de Valorisation de l'Agriculture de l'Hérault) en partenariat avec le SMGEO et le Département, l'Agence de l'eau et la Région concrétisent l'évolution des pratiques agricoles. Un premier programme d'actions a été mis en oeuvre en 2005-2006 pour réduire les risques de pollution agricole. Parmi ces actions, citons l'expérimentation de cultures visant à réduire les fuites de nitrates, les campagnes d'analyses de sol pour ajuster au mieux les apports de fertilisants aux besoins des cultures, ou encore l'information des techniciens agricoles et agriculteurs.

La plaine de Mauguio est un vaste territoire aux nombreuses activités et dont les enjeux peuvent parfois apparaître contradictoires. Un deuxième contrat de baie s'impose donc pour organiser à l'échelle cohérente du bassin versant des mesures de gestion dans le domaine de l'eau ainsi qu'un plan d'action pertinent pour la préservation et la restauration de l'étang de l'Or et de ses zones humides périphériques.

En 2008, l'étang de l'Or a fait l'objet d'un diagnostic estival de l'eau et du phytoplancton sur les deux stations RSL Or ouest (ORW) et Or est (ORE) (Figure 12. 2). Les prélèvements ont été réalisés avec le soutien technique du SMGEO.

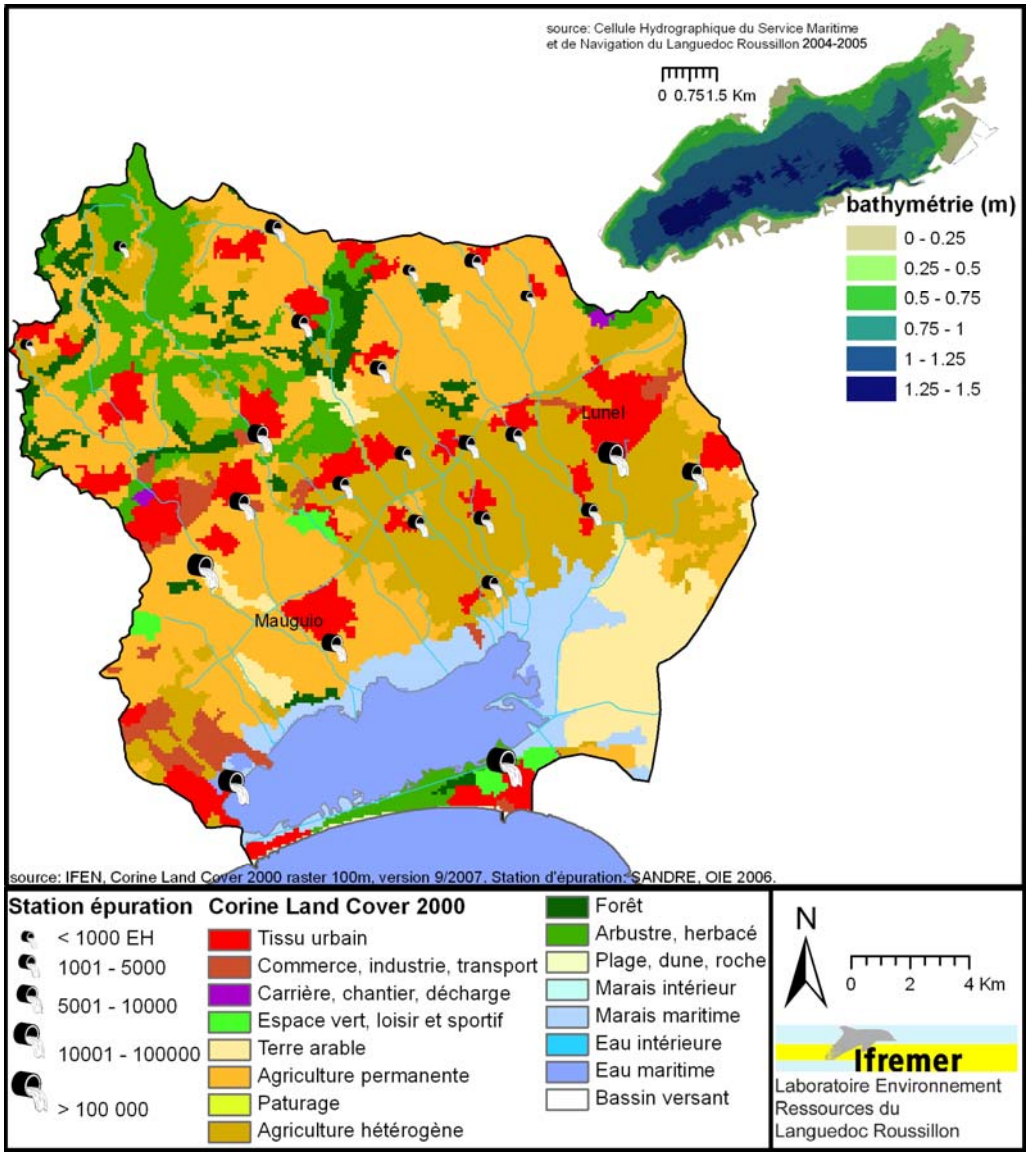


Figure 12. 1 : *L'étang de l'Or et son bassin versant.*

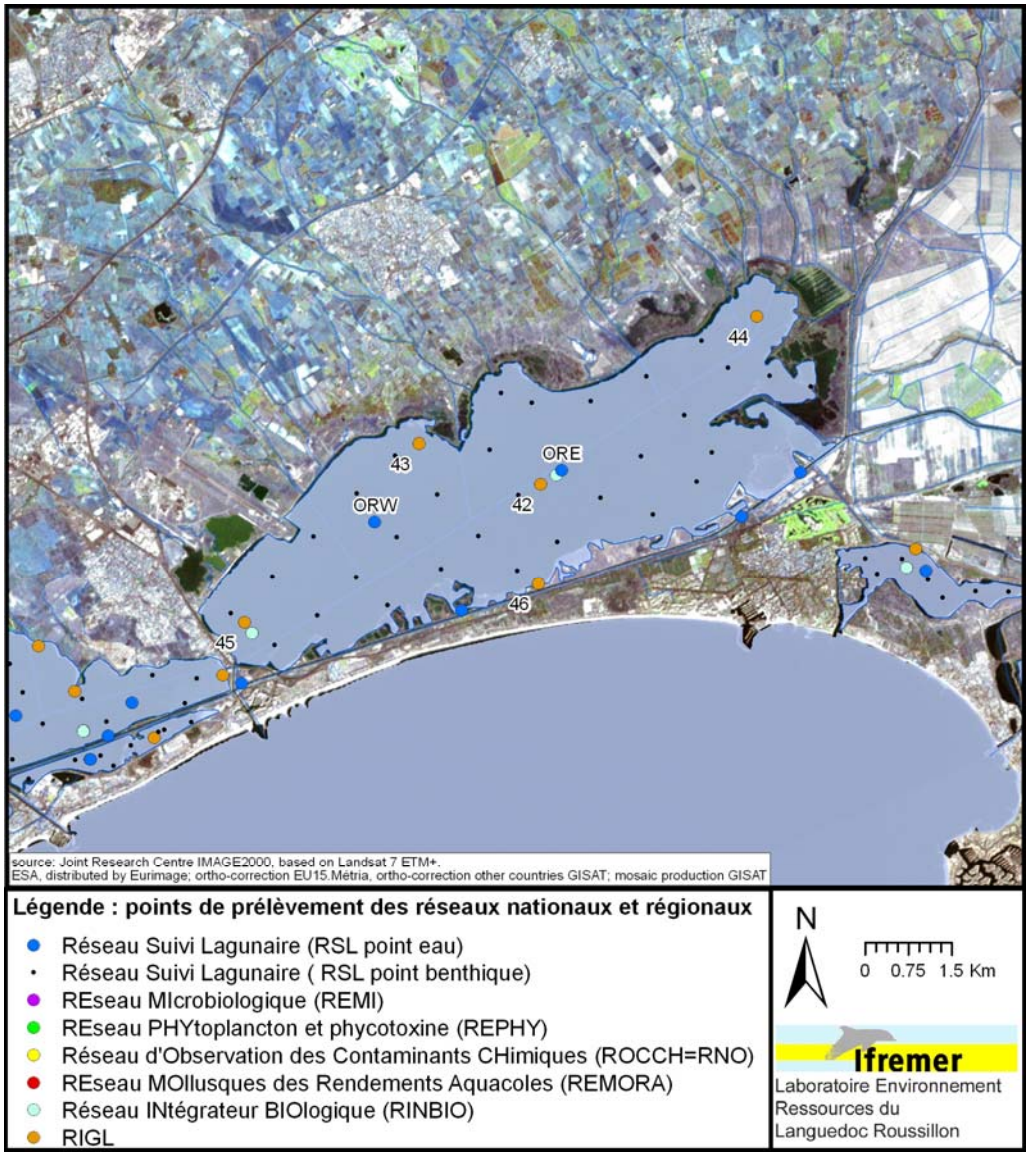


Figure 12. 2 : *Localisation des stations de prélèvement du RSL et des autres programmes de surveillance opérés sur l'étang de l'Or.*

2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL

Un suivi annuel des paramètres physico-chimiques a été réalisé, à un pas de temps mensuel, entre septembre 2007 et septembre 2008. Ces données, qui viennent compléter celles du RSL, ont été acquises par le Syndicat Mixte de Gestion de l'Etang de l'Or (SMGEO) dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes (RIGL). Depuis 2000, le SMGEO mesure et surveille 8 paramètres simples : la température, la salinité, la conductivité, l'oxygène dissous, la saturation en oxygène, le pH, le potentiel d'oxydo-réduction et la turbidité ou visibilité.

Ces mesures sont réalisées sur 5 points, stratégiquement répartis sur la lagune (Figure 12. 2) :

- La station 42 (Centre) est localisée au centre de la lagune
- La station 43 (Salaison) est positionnée près d'un des plus importants cours d'eau, le Salaison.
- La station 44 (Bastit) se trouve dans la partie est de l'étang, dans la partie la plus continentale et la plus éloignée du grau de Carnon.
- La station 45 (Carnon) se situe face aux cabanes de Pérols, très proche du Grau de Carnon.
- Enfin, la station 46 (Grand Travers) se situe face à la passe du « Grand Travers » qui fait communiquer l'eau de l'étang de l'Or avec le canal du Rhône à Sète.

La tournée s'effectue le matin entre 9h00 et 12h00, en bateau en débutant par la station 45 puis 43, 42, 44 et pour terminer par la station 46.

2.1. La température

La Figure 12. 3 montre l'homogénéité des 5 stations pour le paramètre température. La température moyenne mensuelle minimale est atteinte en décembre à la station « Bastit » avec 3,5 °C. Le maximum se situe toujours à la station « Bastit » avec 26,2 °C en septembre. L'amplitude des températures est plus importante qu'en 2007. La baisse rapide des températures entre septembre et décembre (21,4 à 4,9°C) est accentuée par rapport à 2007. On observe une hausse plus lente de la température pendant 8 mois (janvier à septembre) pour atteindre un maximum en septembre (26,2°C). Durant cette période, on ne note pas de baisse ponctuelle des températures comme ce fut le cas en en mai, juillet et août 2007.

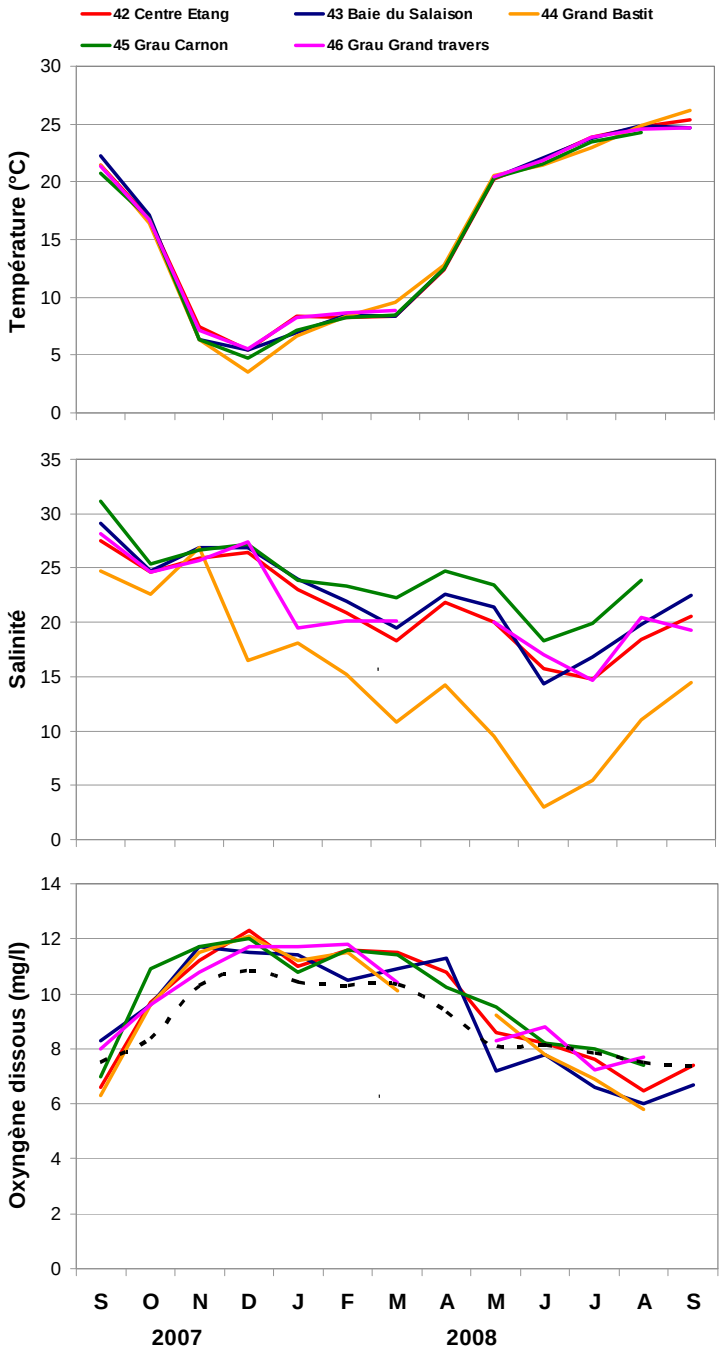


Figure 12. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies dans l'étang de l'Or dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

2.2. La salinité

La Figure 12. 3 permet de constater l'existence d'un gradient de salinité à l'intérieur de l'étang avec 1) une vaste partie maritime soulignée par les mesures prises aux stations grau de Carnon (18,3 à 31,2), 2) une partie homogène au centre de l'étang avec les stations Baie de Salaison, Centre étang et grau du Grand Travers (14,3 à 29,1) et 3) une partie plus continentale, à l'est, avec des valeurs de salinité beaucoup plus basses comprises entre 3 et 26,9 (station Bastit).

La salinité de cette dernière partie est influencée par les apports du bassin versant lors des pluies et par la station de pompage sur le Vidourle gérée par le SMGEO. La baisse exceptionnelle de salinité observée jusqu'en juin s'explique par une fin de printemps pluvieuse ainsi que par un apport record, entre avril et juin, de 3 119 504 m3 d'eau douce, via la station de pompage sur le Vidourle. Les valeurs plus élevées de salinité lors des mois d'été s'expliquent par une augmentation de l'évaporation, et une diminution des apports des cours d'eau, les variations des apports marins étant très mal connues.

La salinité sur la période 2007 / 2008 est différente de celle des autres années. En effet, les suivis des années précédentes présentaient un rythme saisonnier très marqué caractérisé par : une baisse rapide en automne et des valeurs basses pendant les mois d'hiver et une hausse lente de la salinité de 7 à 8 mois (janvier à août). Au cours de cette campagne, la baisse de la salinité a été lente à partir de septembre 2007 et s'est poursuivie jusqu'en juin 2008 pour remonter progressivement et très tardivement durant les mois de juillet, août et septembre 2008. La baisse de salinité a été peu marquée en automne, les faibles précipitations constatées durant cette période sont sans doute à l'origine de ce changement. Depuis 2000, année de démarrage de ce suivi, la période septembre 07 - juin 08 constitue une période de forte salinité des eaux comparée aux années précédentes. On constate également que l'été 2008 se caractérise par des salinités moyennes les plus faibles depuis 2000.

2.3. L'oxygène dissous

Suite à un dysfonctionnement de la sonde oxygène, les mesures du mois d'avril et septembre 2008 n'ont pu être effectuées en totalité. La Figure 12. 3 montre l'homogénéité des 5 stations pour le paramètre oxygène. Il n'y a donc pas de secteur géographique sensible vis-à-vis de ce paramètre sur l'étang de l'Or. Entre septembre 2007 et septembre 2008, il n'y a pas eu de crise sur l'étang car les taux d'oxygène ont tous été supérieurs à 6 mg/l (excepté en août 2008 où une valeur située à 5.8 mg/l) ; valeurs très au-delà des seuils critiques de 3-4 mg/l pour la vie des poissons. Une baisse tardive du taux d'oxygène est constatée à partir du mois de mai due à l'augmentation progressive de la température de l'eau.

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Diagnostic de l'eau et du phytoplancton

En 2008 comme pour les années précédentes, les grilles estivales de l'eau et du phytoplancton sont de mauvaise qualité pour les deux stations de l'étang de l'Or (Tableau 12. 1). Toutefois il est clair que le fonctionnement de l'étang de l'Or a été modifié cette année et également entre la partie ouest et est de l'étang. Pour la première fois, 1) la concentration en phosphore total est réduite affichant un état bon à médiocre (avec des concentrations 2 à 5 fois plus faibles quand 2007) ; le phosphore total combiné avec de faible concentration en orthophosphate (P inorganique) est indicateur du phosphore organique sous forme majoritairement biologique, et 2) les sels nutritifs affichent un état mauvais en juin, bon à mauvais en juillet pour revenir aux états très bon de 2007 en août pour la station ORW. Sur la station ORE, la diminution des concentrations en phosphore total ainsi que la hausse des concentrations en sels nutritifs azotés, sont également marquées bien que moins flagrantes.

Or, habituellement sur l'étang de l'Or, les sels nutritifs sont entièrement consommés par la production phytoplanctonique restant ainsi à des niveaux très faibles (très bon état) et se traduisant directement par des concentrations en chlorophylle *a* élevées et indirectement pas des turbidités également fortes. Le phosphore total affiche généralement un état mauvais signe de concentration forte en phosphore organique biologique.

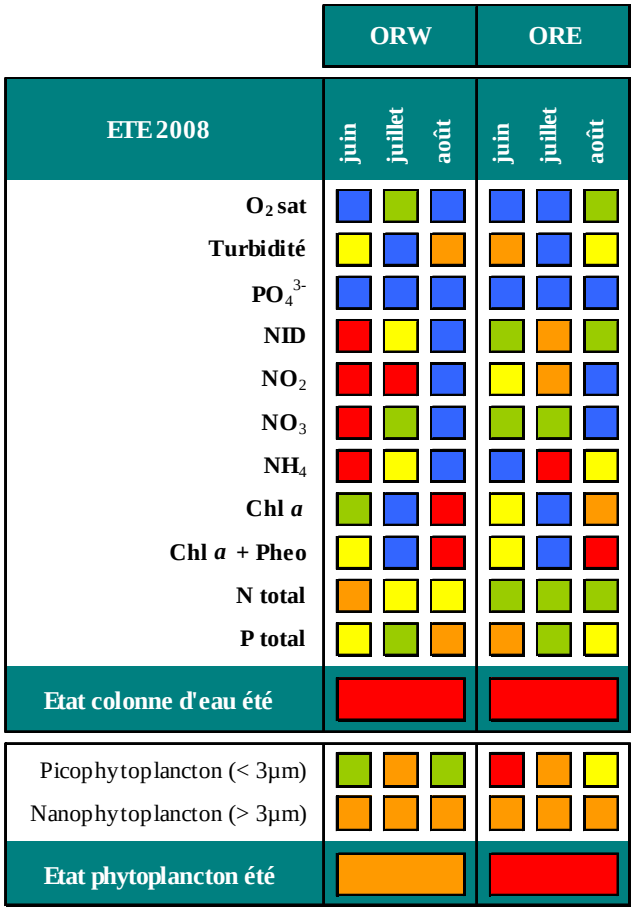
Deux sources potentielles peuvent alors expliquer les concentrations élevées en sels nutritifs. Tout d'abord des conditions réductrices intenses au niveau des sédiments peuvent conduire à une diffusion des formes réduites dans la colonne d'eau. Or, ce processus aurait également entraîné une augmentation des concentrations d'orthophosphate dans la colonne d'eau. Deuxièmement, et c'est probablement l'hypothèse qui explique le mieux le phénomène, des apports d'eaux usées, dont l'ammonium et les nitrites sont par ailleurs de bons indicateurs, ont été apportés à la lagune lors des pluies de mai et juin (cf Chapitre 1) mais n'ont pas été consommés par la production phytoplanctonique, limitée par les conditions hydroclimatiques. Entre avril et juin les apports importants d'eau douce via les pompages sur le Vidourle ont également pu participer à ces apports azotés. Le début de l'été a été marqué par des températures plus fraîches moins favorables au développement phytoplanctonique. Juillet et août enregistrent des températures plus chaudes de quelques degrés induisant le développement de blooms phytoplanctoniques ; les concentrations en chlorophylle *a* augmentent et par conséquent les concentrations en sels nutritifs azotés diminuent pour afficher un état très bon en août.

Sur l'étang de l'or plus particulièrement, un phénomène de compétition entre macrophytes et phytoplancton peut également expliquer la diminution des

concentrations en phosphore au détriment du développement de la biomasse microalgale.

Il est également à noter que les biomasses de pico-et nano-phytoplancton reflètent cette faible production microalgale. En effet, à la station ORW, pico- et nano-phytoplancton affichent une diminution de 14 fois leur nombre de cellule par rapport à 2007 et de 4 fois à la station ORE.

Tableau 12. 1 : *Grille estivale de la qualité de l'eau et du phytoplancton pour les stations ORE et ORW de l'étang de l'Or.*



3.2. Evolution pluriannuelle

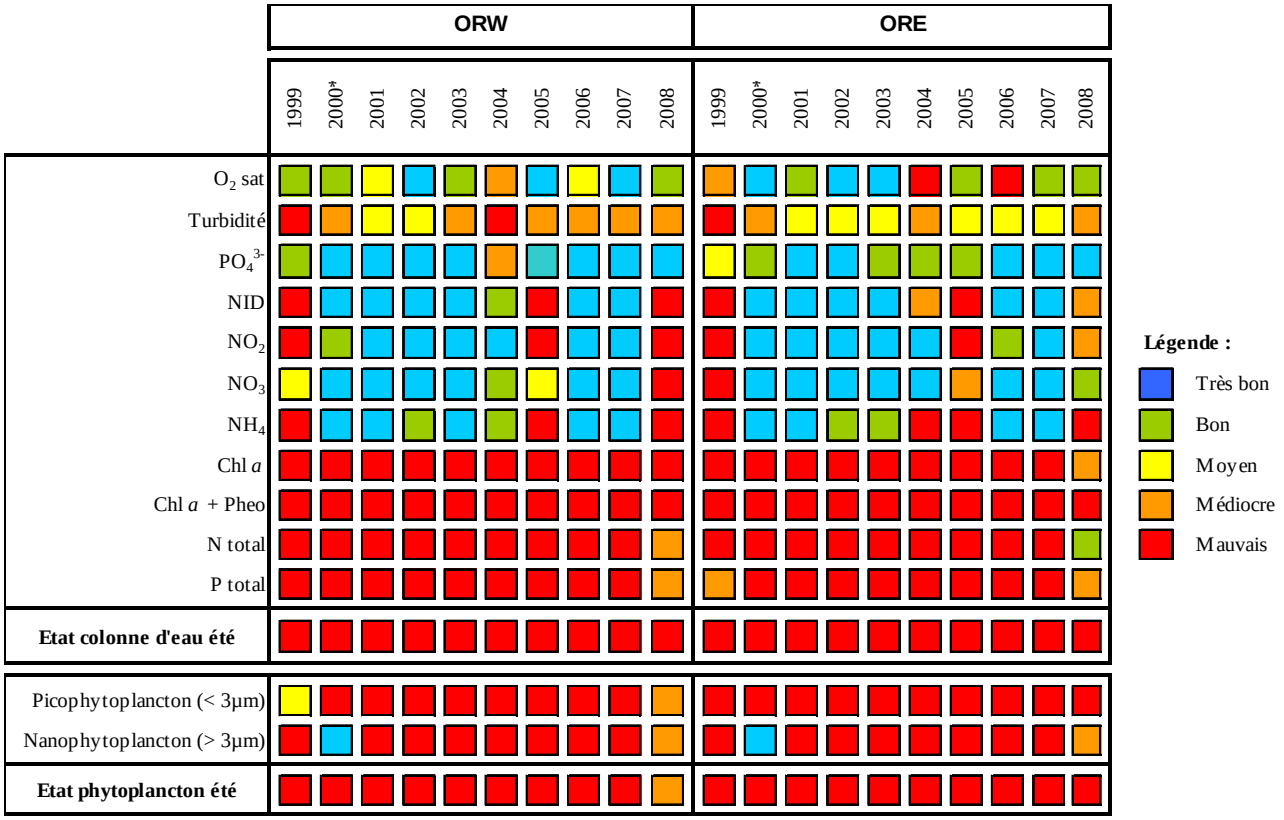
Le diagnostic estival mené en 2008 confirme le statut d'eutrophisation extrême de l'étang de l'Or, le classant ainsi parmi les lagunes les plus dégradées du Languedoc-Roussillon (Tableau 12. 2). Cette année, le fonctionnement vis-à-vis de l'eutrophisation de l'étang de l'Or a été modifié comme en témoigne l'état

médiocre du paramètre phosphore total et l'état mauvais des paramètres des sels nutritifs azotés pour ORW et les états bons à mauvais pour ORE.

Cependant, le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des données sur la période 2001-2008 (annexe 4) n'a pas permis d'identifier d'évolution significative ce qui confirme statistiquement l'état dégradé stable de cette lagune.

Les efforts entrepris dans le cadre du premier contrat de baie pour mettre en place des actions de gestion ont souvent permis d'amorcer une dynamique positive sur le bassin versant mais pas encore de diminuer les apports de manière sensible. Les efforts doivent donc impérativement se poursuivre, avec un deuxième contrat, afin de ne pas laisser retomber cette dynamique positive. L'étang de l'Or a un besoin vital de cet outil.

Tableau 12. 2 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics estivaux de l'eau et du phytoplancton dans l'étang de l'Or. * Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille dans l'été. Ils ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne constituent pas un réel diagnostic estival. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (cf Annexe 4).*



4. Conclusions

L'étang de l'Or reste encore cette année en mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation. Les apports importants, dont cet étang fait l'objet depuis de nombreuses années via son bassin versant (apports agricoles et domestiques), couplés au confinement qui constitue un facteur aggravant, expliquent cet état de fait. La restauration de l'étang de l'Or prendra du temps, notamment du fait des stocks importants d'azote et de phosphore accumulés dans ses sédiments.

En 2007, les partenaires institutionnels (Agence de l'Eau, Département et Région) ont encouragé le SMGEO à assurer la continuité du contrat de baie, en particulier sur les volets assainissement et agriculture et à inclure de nouvelles thématiques, notamment la gestion de la ressource et celle des cours d'eau. Cette continuité est pour le moment interrompue. La dynamique positive du premier contrat devra être ré-impulsée à l'échelle cohérente que nécessite son action : l'ensemble du bassin versant de l'étang de l'Or.

Le document d'objectifs Natura 2000 du site « Etang de Mauguio » a été validé par le Comité de pilotage (COPIL) en décembre 2008. Le COPIL, qui regroupe les élus, socio-professionnels, associations, scientifiques, est l'instance d'information, de concertation et de négociation des mesures de gestion qui seront adoptées pour le site puis contractualisées en vue de préserver ses richesses naturelles. Le périmètre de Natura 2000 est le territoire d'application des MAE Territoire « Etang de Maugio ».

5. Références bibliographiques

Ifremer-Créocéan-UMII, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes. Tomes I et II. Rapport marché public n°90 9851, 412 p.

Ifremer, 2002. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2001. Rapport RSL-02/2002, 366 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 523 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

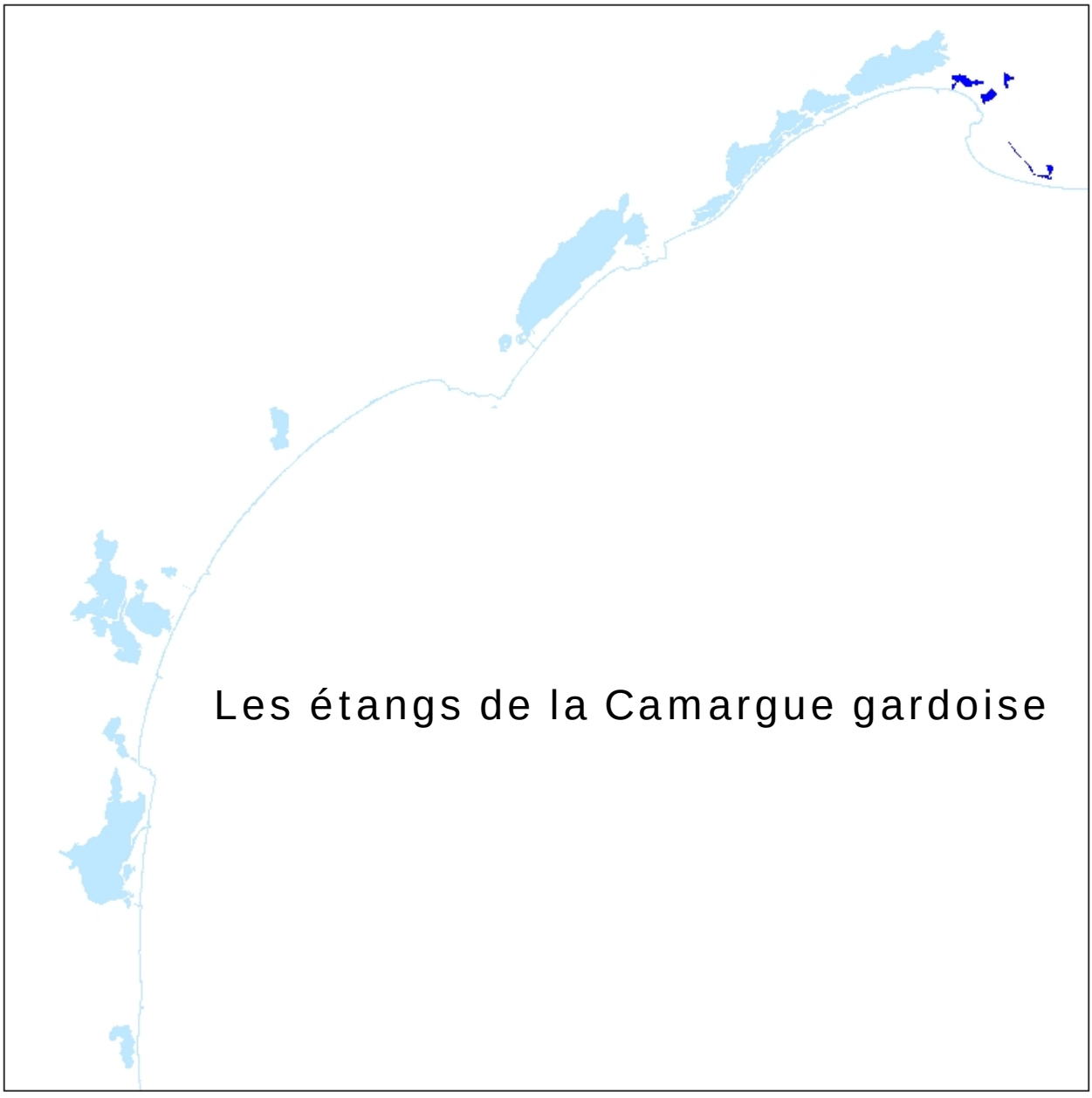
Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 434 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

13



Les étangs de la Camargue gardoise

Ifremer

mars 2009

sommaire

1. INTRODUCTION 295

2. CONDITIONS HYDROLOGIQUES : SUIVI DU RIGL 298

2.1. ETANG DU PONANT 298
2.1.1. Température 298
2.1.2. Salinité 298
2.1.3. Oxygène dissous 298
2.2. ETANG DU MEDARD 298
2.2.1. Température 298
2.2.2. Salinité 299
2.2.3. Oxygène dissous 299
2.3. ETANG DE LA MARETTE 299
2.3.1. Température 299
2.3.2. Salinité 299
2.3.3. Oxygène dissous 299

3. DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 301

3.1. INTRODUCTION 301
3.1.1. Etang du Ponant 301
3.1.2. Etang du Médard 301
3.1.3. Etang de la Marette 302
3.2. DIAGNOSTIC DE LA COLONNE D'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 303
3.2.1. Etang du Ponant 303
3.2.2. Etang du Médard 304
3.2.3. Etang de la Marette 305
3.3. EVOLUTION PLURIANNUELLE 307
3.3.1. Etang du Ponant 307
3.3.2. Etang du Médard 308
3.3.3. Etang de la Marette 310

4. CONCLUSION 311

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 311

1. Introduction

La Camargue Gardoise, ou « Petite Camargue » est une zone du littoral gardois située entre le Vidourle à l'Ouest et le petit Rhône à l'est. Composée de vastes zones humides d'origine deltaïque, la Petite Camargue couvre près de 325 km² (BRL, 2002). Elle se découpe en différentes zones hydrologiques, une zone de marais d'eau douce, une zone de riziculture, une zone de salines (les salins d'Aigues-Mortes, toujours exploités à l'heure actuelle), et une zone de lagunes littorales qui compte une dizaine d'étangs, naturels ou artificiels. Le Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion de la Camargue Gardoise ainsi que le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres sont les principaux acteurs de la préservation et de la restauration de ces zones naturelles préconisées par le SAGE Camargue Gardoise (BRL, 2000).

Quatre lagunes faisant partie de la Camargue gardoise étaient jusqu'à présent suivies dans le cadre du RSL. Il s'agissait des étangs du Ponant et du Médard (depuis 2000), et des étangs de la Marette et du Rhône de St Roman (depuis 2003). Ce dernier ne fait désormais plus l'objet d'un suivi dans le cadre du RSL en raison de son statut privé et de son fonctionnement complètement artificialisé par les salins du Midi. Le Ponant et le Médard ne seront quand à eux suivis qu'une année sur trois, le rythme annuel pouvant être récupéré si des mesures de gestions limitant les apports eutrophisants sont envisagées prochainement sur leur bassin versant. Les diagnostics précédents ont révélé des signes d'une dégradation réelle de l'ensemble de ces milieux lagunaires, liée au confinement et à l'eutrophisation excessifs dont ils sont l'objet.

En 2008, les étangs du Ponant, du Médard et de la Marette ont donc fait l'objet d'un suivi estival de la colonne d'eau (physico-chimie et phytoplancton).

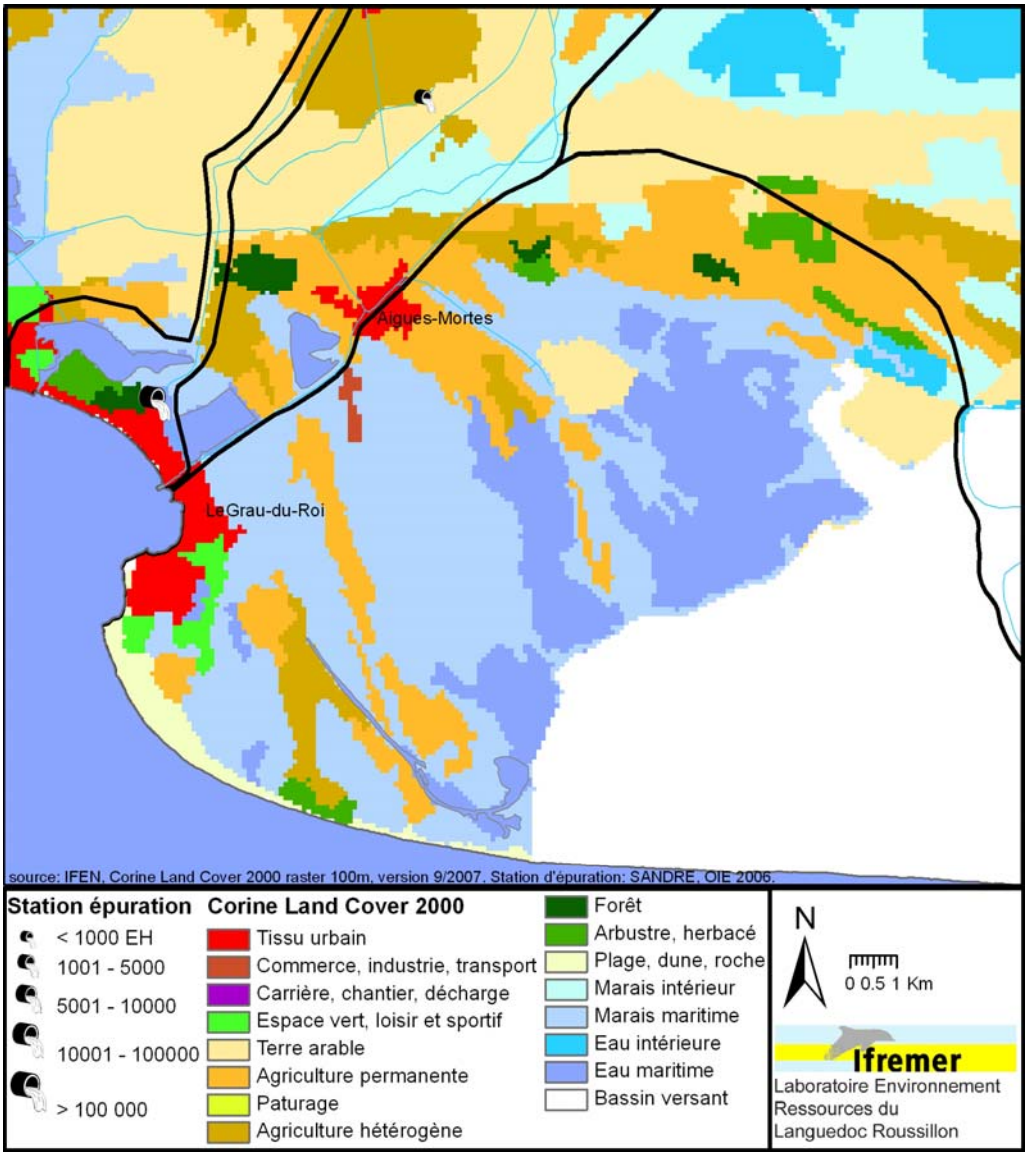


Figure 13. 1*: Présentation des étangs de la Camargue Gardoise (Ponant, Médard, Marette) et de leur bassin versant.*

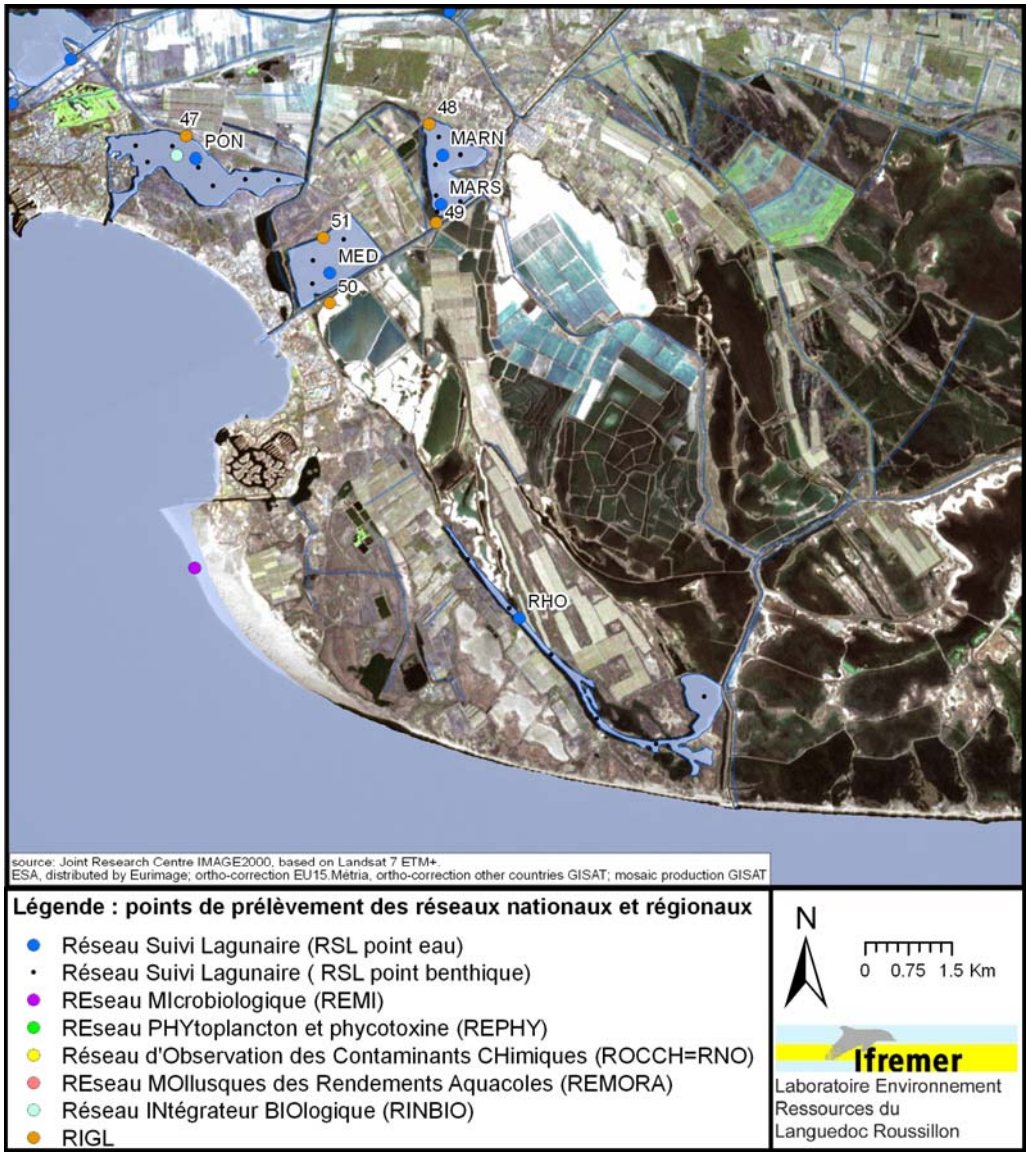


Figure 13. 2 : *Localisation des stations de prélèvement du RSL et des autres programmes de surveillances opérées sur les étangs de la Camargue gardoise (Ponant, Médard, Marette).*

2. Conditions hydrologiques : suivi du RIGL

Un suivi annuel des paramètres physico-chimiques a été réalisé, à un pas de temps mensuel, entre septembre 2007 et septembre 2008 (Figure 13. 3). Ces données, qui viennent compléter celles du RSL, ont été acquises par le Syndicat Mixte de Gestion et de Protection de la Camargue Gardoise (SMCG) dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires de Lagunes. Il y a 4 stations de suivi dont deux sur l'étang de la Marette. La station Médard nord a été retirée du suivi en août 2007.

2.1. Etang du Ponant

2.1.1. Température

La température moyenne de la masse d'eau est de 16,7 °C avec un minimum de 7°C mesuré en janvier 2008 et un maximum de 24.7°C en août 2008. Cette fluctuation annuelle correspond aux variations de températures atmosphériques qui influent sur cette masse d'eau.

2.1.2. Salinité

La salinité moyenne du Ponant est de 18,8 et les variations générales sont comprises entre 10 minimum et 31 maximum. En mai 2008, on enregistre une très faible salinité de 3,7 s'expliquant probablement par les importantes pluies survenues au cours de ce mois.

Cette lagune est en communication avec la mer, et la variation de salinité s'explique par la pénétration des eaux marines via la passe des abîmes lors de vent marin.

2.1.3. Oxygène dissous

Globalement, la teneur en oxygène dissous mesurée mensuellement est bonne, avec des valeurs supérieures à 6 mg/l et s'en rapprochant fortement en été.

2.2. Etang du Médard

2.2.1. Température

La température moyenne de l'étang du Médard est de 17,0°C avec un minimum de 8,5°C mesuré en janvier 2008 et un maximum de 24,5°C en juillet 2008.

2.2.2. Salinité

La salinité moyenne du Médard est de 21,2. Les variations de salinité, cette année, sont plus importantes que d'ordinaire en raison des pluies importantes du mois de mai entraînant une baisse de salinité (minimum de 11,4). Plus généralement, les variations se situent entre 15 et 30 avec des salinités plus faibles en hiver qu'en été.

2.2.3. Oxygène dissous

Globalement la teneur en oxygène dissous mesurée est bonne et reste dans des valeurs supérieures à 6 mg/l (moyenne annuelle égale à 6,3 mg/l). Cependant on observe en été un passage en situation hypoxique avec des valeurs proches ou inférieures à 4 mg/l à partir du mois d'août 2008.

2.3. Etang de la Marette

2.3.1. Température

La température moyenne de l'étang de la Marette est de 16,7°C avec une amplitude comprise entre un minimum de 8,1°C mesuré en mars 2008 et un maximum de 25,9°C en juillet 2008.

2.3.2. Salinité

La salinité moyenne de l'étang de la Marette est de 11,5 et les variations sont comprises entre 8 et 17. On observe une baisse de la salinité en mai qui s'explique par une forte pluviométrie ce mois-ci. Une gestion visant à limiter les apports d'eau salée en limitant les entrées du canal du Rhône à Sète lors de vent marin fait de la Marette une lagune saumâtre relativement douce.

2.3.3. Oxygène dissous

L'étang de la Marette présente une teneur en oxygène dissous qui fluctue entre une sursaturation automnale et une mesure anoxique à partir d'août 2008. Des teneurs de 3,6 mg/l et 3,8 mg/l ont respectivement été mesurées aux stations Sud et Nord en septembre 2008. Cependant, le reste des mesures montre une oxygénation correcte de la colonne d'eau, avec des valeurs moyennes supérieures à 4 mg/l.

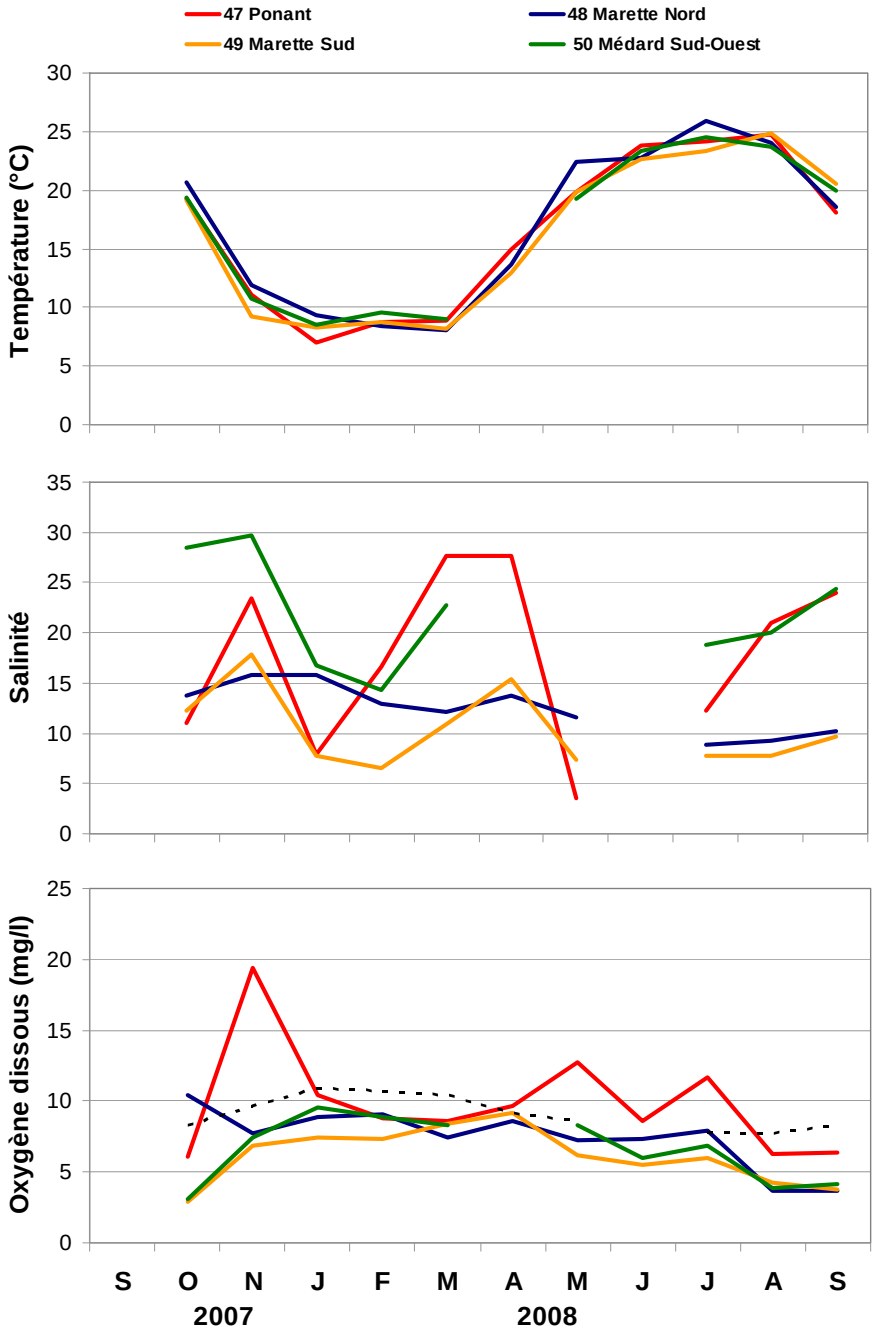


Figure 13. 3 : *Evolution saisonnière (sept 2007 - sept 2008) de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous (la courbe en pointillé noir représente la concentration pour 100% de saturation d'oxygène dissous) dans les différentes stations suivies sur les étangs de la Camargue gardoise dans le cadre du Réseau Interrégional des Gestionnaires des Lagunes.*

3. Diagnostic de l'eutrophisation

3.1. Introduction

3.1.1. Etang du Ponant

La lagune du Ponant est une étendue d'eau de 280 ha, d'une profondeur moyenne de 2,7 m, deuxième lagune la plus profonde du Languedoc-Roussillon, après l'étang de Thau (Figure 13. 1). La pêche y est pratiquée mais la majeure partie de sa surface est dédiée à diverses activités nautiques et récréatives.

En 2002, lors du suivi mensuel réalisé sur cet étang pendant plus d'une année, une stratification des eaux de la lagune a été mise en évidence (Ifremer, 2003). Les eaux douces du Vidourle s'écoulent de façon quasi-permanente au-dessus des eaux marines, plus denses, qui pénètrent dans l'étang par la passe des Abîmes.

En 2006, un diagnostic de l'eau et du phytoplancton a été réalisé sur l'étang du Ponant. Ce diagnostic a montré que la lagune était en mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation. La qualité de l'eau est fortement influencée par les eaux en provenance du Virdoule en fonction des évènements hydro-climatiques. Par moments, de fortes concentrations en sels nutritifs y sont observées sous des apports importants du Virdoule, à d'autres moments, ces apports sont presque totalement consommés et transformés en phytoplancton.

3.1.2. Etang du Médard

Ce petit étang (Figure 13. 1), d'une superficie de 140 ha et d'une profondeur moyenne de 0,60 m, appartient au Conservatoire du Littoral depuis 2007. Il n'est pas exploité pour le sel, et de ce fait, est resté pendant de longues années sans véritable gestion hydraulique, ce qui a abouti à son eutrophisation. Aujourd'hui, il est géré par le domaine de Jarras-Listel, en collaboration avec la commune du Grau-du-Roi, la Prud'homie des pêcheurs et les agriculteurs du Môle. Il communique avec le Vidourle par l'intermédiaire de deux petits délaissés, et avec le chenal maritime. Ces quatre ouvrages sont constitués de buses en béton équipées de vannes martelières mais il semble que seuls les deux situés au sud soient réellement fonctionnels, ce qui limite d'autant les échanges hydrauliques. Son fonctionnement hydraulique a été décrit dans le cadre du programme Life (BRL, 1996). En substance, il s'agit d'ouvrir les vannes lors des périodes de migration des poissons ainsi qu'en été afin d'éviter le confinement du milieu, puis de les fermer en hiver afin d'éviter l'inondation des terres agricoles du Môle, situées au Nord-Est de la lagune.

Le diagnostic estival de 2006 de l'étang du Médard révèle un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation. Cette lagune, en terme d'eutrophisation, se situe à un

point critique où la production primaire oscille entre microphytes et macrophytes au grès des conditions physico-chimiques.

3.1.3. Etang de la Marette

D'une superficie d'environ 100 ha, l'étang de la Marette n'a pas un bassin versant précisément défini mais, en raison des infrastructures hydrauliques qui le cernent de toutes parts (chenal maritime, terres agricoles drainées, Vidourle, canal du Rhône à Sète...), il est vraisemblablement assez réduit (Figure 13. 1). La gestion hydraulique réalisée il y a quelques années par la commune d'Aigues-Mortes tendait simplement à limiter les apports d'eau salée à l'étang, ce qui en fait une lagune saumâtre relativement douce. Dernièrement des travaux ont été réalisés par le Syndicat Mixte de gestion et de protection de la Camargue Gardoise pour améliorer la gestion hydraulique de la lagune. Des ouvrages de gestion de l'eau ont été posés sur la roubine nord et entre le chenal maritime et l'étang, les roubines ont été curées, le cascail a été retiré des roubines. Ces travaux ont été réalisés dans le but de déconfiner la partie nord de la lagune et d'induire une circulation nord-sud afin d'éviter la stagnation des eaux et limiter l'eutrophisation de la lagune en été. Le seul problème est la qualité de l'eau injectée dans la Marette pour induire cette circulation : il s'agit de l'eau du chenal maritime qui est malheureusement de très mauvaise qualité (cf. le nouveau point de suivi RSL sur le canal du Rhône à Sète : CAIG) et qui limite sans doute considérablement les effets bénéfiques induits par cette remise en mouvement de la colonne d'eau.

Plusieurs sources de contamination (notamment le chenal maritime reliant Aigues-Mortes au Grau-du-Roi) tendent à dégrader la qualité des eaux de l'étang de la Marette, qui malgré une gestion positive, semble touché par le phénomène d'eutrophisation de manière importante et durable (BRL, 2002, Ifremer, 2004, 2005, 2006 et 2007).

L'étang de la Marette est suivi dans le cadre du RSL depuis 2003 en distinguant le bassin sud et le bassin nord. En 2004, il a fait l'objet d'un diagnostic complet de l'eutrophisation (Ifremer, 2005) qui concluait à un mauvais état général vis-à-vis de l'eutrophisation pour les deux sous-bassins, essentiellement en raison du mauvais état des peuplements macrophytes (Figure 13. 2). En 2007, l'étang de la Marette a fait l'objet d'un diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton et d'un diagnostic complet (Ifremer, 2008) qui concluait à un mauvais état général vis-à-vis de l'eutrophisation avec une dégradation des eaux de la lagune depuis 2004 confirmée par des stocks croissants de phosphore dans les sédiments. Les macrophytes enregistraient des états médiocres.

En 2008, l'étang de la Marette a fait l'objet d'un diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton.

3.2. Diagnostic de la colonne d'eau et du phytoplancton

3.2.1. Etang du Ponant

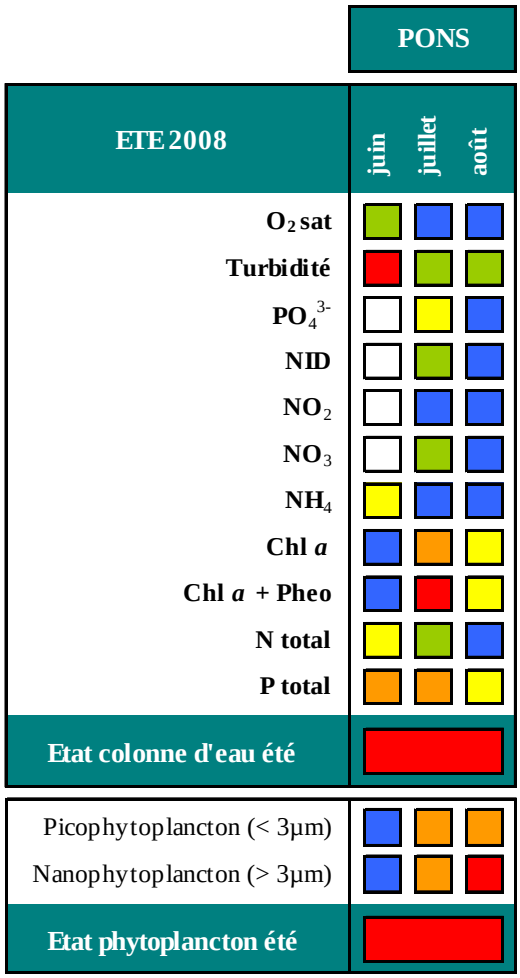
Une seule station est suivie sur la lagune du Ponant et seulement en surface depuis 2008. De fortes dessalures au cours de l'été 2008 (0,1 en juin et 21 en moyenne en juillet et août) traduisent des apports d'eaux douces via le Virdoule suite aux pluies de mai et juin.

Le diagnostic estival de la colonne d'eau affiche un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 13. 1). Ce sont les paramètres chlorophylle *a* et turbidité qui sont déclassants. Cette grille de l'eau est similaire à celle de 2006. La forte turbidité de l'eau en juin peut s'expliquer par les apports particulaires associés aux pluies de mai et juin et non par le développement microalgale très faible (le paramètre chlorophylle *a* affichant un très bon état en juin). A la fin de l'été, les concentrations en sels nutritifs dissous restent faibles, car ils sont assimilés dans leur quasi-totalité par la production primaire.

A noter qu'au mois de juin le nombre de cellule du nanophytoplancton est divisé par 100 et le nombre de cellule du picophytoplancton par 35 par rapport à 2006 pour retrouver progressivement des biomasses similaires à celles de 2006 en août.

Il est également fort probable dans cette lagune, que la biomasse macroalgale benthique se soit développée au détriment de la biomasse phytoplanctonique pélagique au début de l'été, induisant de ce fait des diminutions en phosphore organique dans la colonne d'eau et peu de développement phytoplanctonique.

Tableau 13. 1 : *Grille estivale de la qualité de l'eau et du phytoplancton de l'étang du Ponant. (Les analyses du mois de juin n'ont pas pu être réalisées pour les éléments nutritifs azotés et les orthophosphates).*

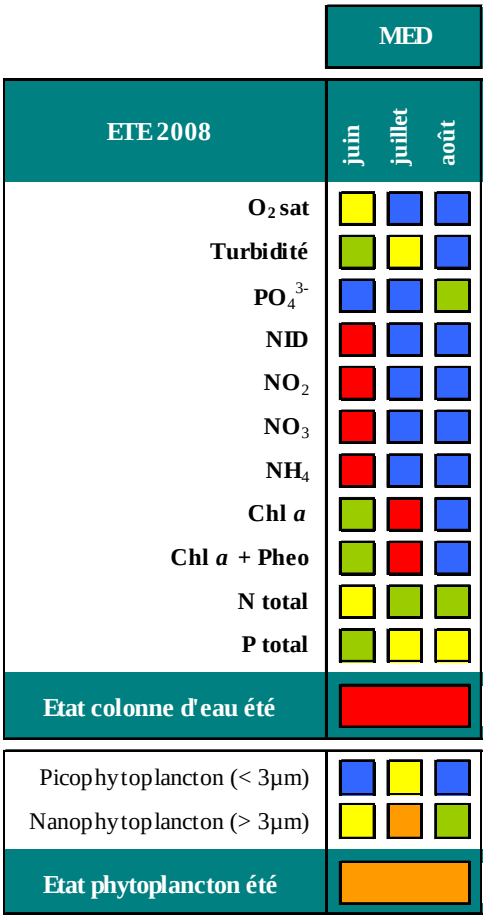


3.2.2. Etang du Médard

Le diagnostic estival de la colonne d'eau de l'étang du Médard révèle une mauvaise qualité vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 13. 2). Au début de l'été, le paramètre chlorophylle *a* affiche un bon état ; les blooms phytoplanctoniques sont faibles probablement en raison des conditions climatiques. Les pluies des mois de mai et juin ont entraîné un ruissellement sur le bassin versant. Ce ruissellement chargé en éléments nutritifs a permis un fort développement phytoplanctonique au mois de juillet. Il est toutefois à noter que ce développement microalgal est environ 100 fois inférieur à celui de 2006 en terme

de nanophytoplancton. Les concentrations en phosphore sont également divisées par 3 par rapport à 2006 probablement au bénéfice du développement de la biomasse macroalgale ; développement clairement visible sur la lagune au mois d'août.

Tableau 13. 2*: Grille estivale de la qualité de l'eau et du phytoplancton de l'étang du Médard.*



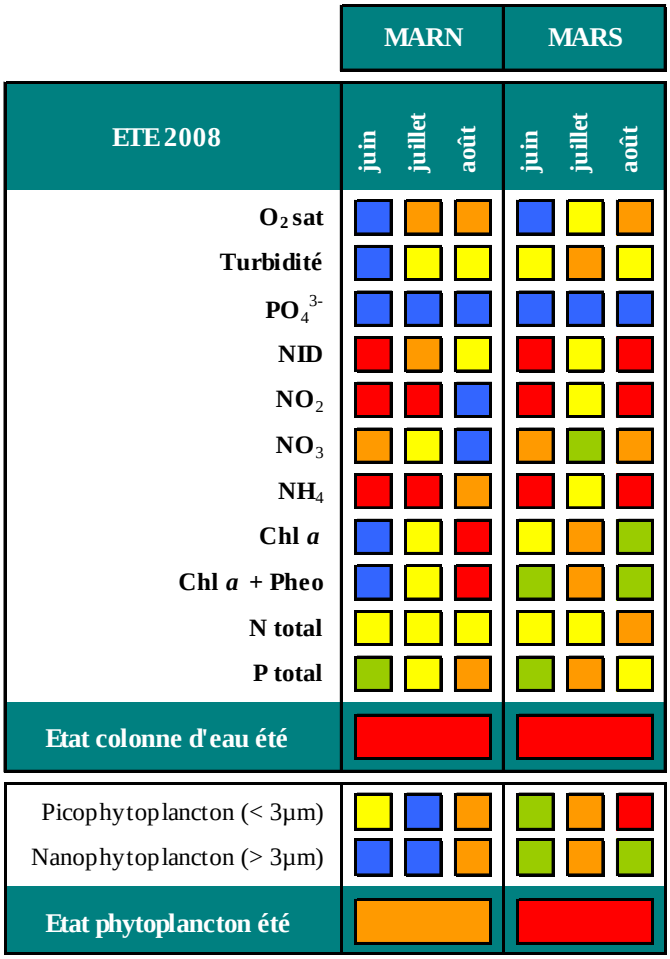
3.2.3. Etang de la Marette

Les grilles estivales de l'eau (Tableau 13. 3) révèlent un mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation dans les deux parties de l'étang. Il en va de même pour les grilles du phytoplancton. Comme pour l'ensemble des écosystèmes lagunaires du secteur, les niveaux de chlorophylle *a* ont été plus faibles cette année mais toutefois multiplié par 3 à 7 par rapport à 2007 et dépassant ainsi le seuil

médiocre / mauvais en août à la station MARN. Il s'agit sans doute d'un effet hydro-climatique proche de celui de 2007 après une seconde année très sèche (apports nutritifs réduits, températures fraîches en début d'été).

Ces proliférations phytoplanctoniques extrêmement réduites (biomasse nanophytoplanctonique 300 fois plus faible quand 2006) cette année proche de celles de 2007 se traduisent par des niveaux d'azote et de phosphore moins élevés que d'habitude. L'ammonium affiche un état médiocre à mauvais. Cela pourrait indiquer des apports extérieurs d'eau résiduaire pendant l'été.

Tableau 13. 3: *Grille estivale de la qualité de l'eau et du phytoplancton des stations nord (MARN) et sud (MARS) de l'étang de la Marette.*



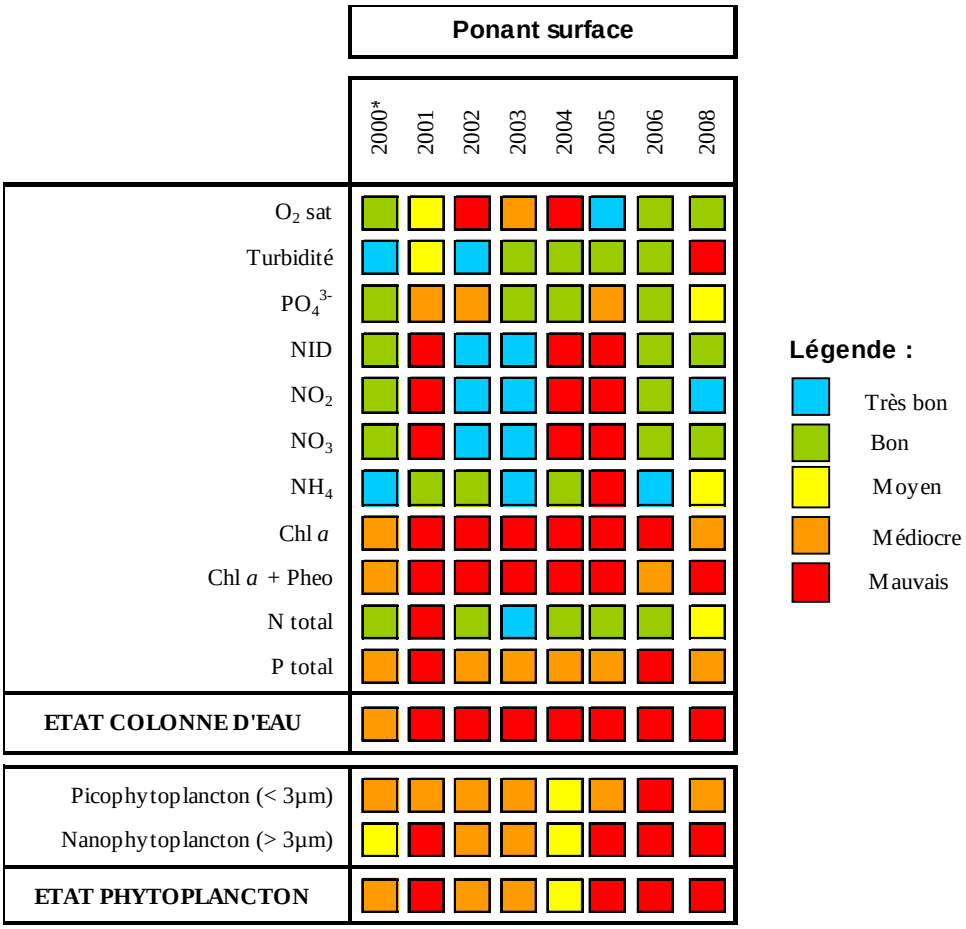
3.3. Evolution pluriannuelle

3.3.1. Etang du Ponant

Le diagnostic pluriannuel de l'eau et du phytoplancton (Tableau 13. 4) montre que la qualité vis-à-vis de l'eutrophisation de la lagune du Ponant reste mauvaise et constante au fil des ans. Depuis 2006, il est à noter un maintient des concentrations en chlorophylle *a* ainsi qu'une diminution des concentration en sels nutritifs dissous. Les apports en éléments nutritifs via les apports d'eaux douces du Virdoule sont donc en quasi totalité consommés et transformés en phytoplancton. Du fait vraisemblablement de temps de résidence relativement courts, cette lagune semble cependant évoluer rapidement face aux apports excessifs en éléments nutritifs et n'aboutit pas pour le moment à une eutrophisation sévère comme d'autre lagune du Languedoc-Roussillon.

Le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des données sur la période 2001-2008 (annexe 4) n'a pas permis d'identifier d'évolution significative ce qui confirme statistiquement l'état dégradé stable de cette lagune.

Tableau 13. 4 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics estivaux de la colonne d'eau et du phytoplancton de l'étang du Ponant. *Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (Cf Annexe 4).*

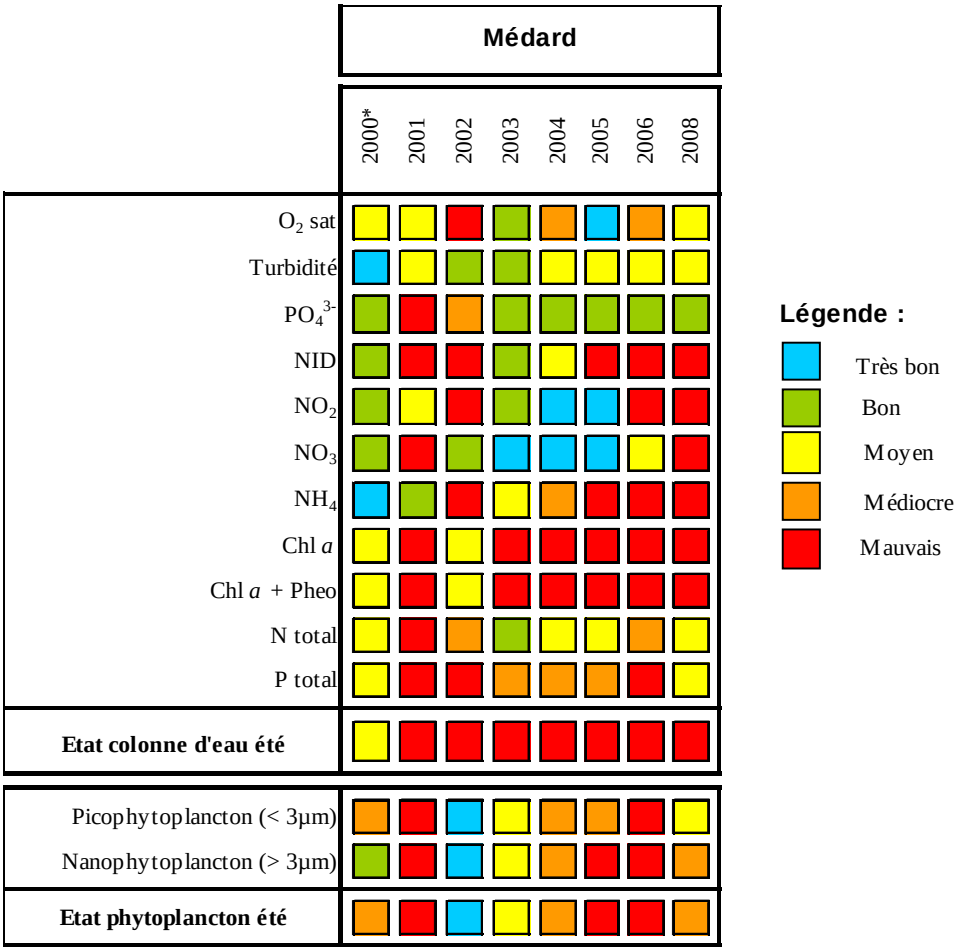


3.3.2. Etang du Médard

Depuis 2001, l'étang du Médard est en mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 13. 5). Cet étang reste à un point critique de son évolution pouvant basculer vers un état stable eutrophisé, contrôlé à la fois par la biomasse phytoplanctonique et les forts développements de macroalgues.

Le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des données sur la période 2001-2008 (annexe 4) n'a pas permis d'identifier d'évolution significative ce qui confirme statistiquement l'état dégradé stable de cette lagune.

Tableau 13. 5 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton de l'étang du Médard. *Les résultats de 2000 ne correspondent qu'à une seule grille et ne peuvent donc être considérés comme un diagnostic. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (cf Annexe 4).*

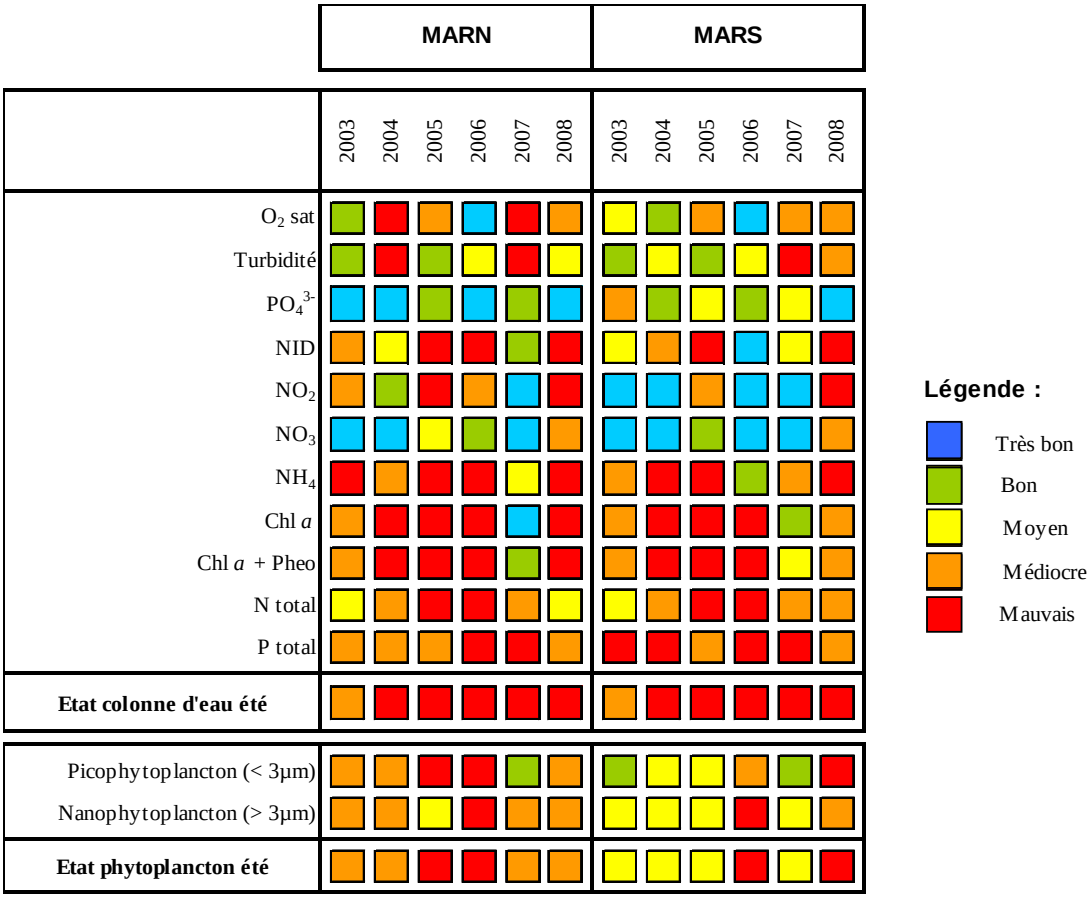


3.3.3. Etang de la Marette

Depuis 2003, le diagnostic estival de la colonne d'eau aboutit à qualifier les deux bassins de la Marette en mauvais état vis-à-vis de l'eutrophisation (Tableau 13. 6). Le diagnostic 2008, même s'il bénéficie d'un réel effet climatique bénéfique sur la qualité de l'eau (clorophylle *a*, biomasse phytoplanctonique) affiche un mauvais état, qui met clairement en évidence l'importance du niveau d'eutrophisation et son caractère durable.

Le test de tendance d'évolution appliqué à l'ensemble des données sur la période 2001-2008 (annexe 4) n'a pas permis d'identifier d'évolution significative ce qui confirme statistiquement l'état dégradé stable de cette lagune.

Tableau 13. 6 : *Evolution pluriannuelle des diagnostics de l'eau et du phytoplancton pour les stations nord (MARN) et sud (MARS) de l'étang de la Marette. Les symboles « ☹ » et « ☺ » indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années ; l'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être décelée (cf Annexe 4).*



4. Conclusion

Les étangs de la Camargue Gardoise affichent un mauvais état de la colonne d'eau depuis 2001. La Marette est dans une phase de dégradation en 2007 d'après le diagnostic complet. Si aucune tendance d'évolution marquée n'est observable sur la colonne d'eau, en revanche, les sédiments se dégradent bel et bien ce qui est le signe d'une évolution négative de la qualité globale de la lagune vis-à-vis de l'eutrophisation. L'étang de la Marette et, vraisemblablement, l'étang du Médard, peu profonds et confinés se rapprochent progressivement des états hautement eutrophisés. C'est essentiellement via les connexions hydrauliques que se font les apports en éléments nutritifs excessifs. Sur l'étang de la Marette, à l'heure actuelle sans amélioration de la qualité du chenal, il semble difficile d'envisager une amélioration de la qualité de la Marette. Une gestion hydraulique appropriée des connexions, comme le réalise à l'heure actuelle le SMCG est sans doute de nature à freiner la dégradation. Des actions de réduction des apports sur le bassin versant du Vistre et du Vidourle paraissent incontournables.

5. Références bibliographiques

AQUASERVICE, 1981 Projet d'aménagement de l'étang du Ponant. Rapport pour le Groupement Aquacole Grauléen.

AQUASCOP, 1984. Etangs côtiers du Languedoc-Roussillon. 1-Situation actuelle. Rapport pour Cépralmar et Le Secrétariat d'Etat à la mer. pp 293.

BRL, 1996. Plan de gestion de l'étang de la Marette. Commune d'Aigues-Mortes Programme européen Life Lagunes.

BRL, 1996. Plan de gestion des étangs littoraux gardois. Commune du Grau-du-Roi. Programme européen Life. Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres. 137p.

BRL, 1997. Etude des pollutions du port de la Grande Motte et de l'étang du Ponant. Rapport d'étude pour le SIVOM de l'étang de l'or, la Commune de la Grande Motte et l'Agence de l'Eau RMC, pp. 46.

BRL, 2000. SAGE Camargue Gardoise. Syndicat Mixte pour la Protection et la Gestion de la Camargue Gardoise, février 2000. Cahiers 1 à 5.

BRL, 2002. Observatoire de l'eau en Camargue Gardoise. Rapport de fin d'étude pour le syndicat mixte pour la protection et la gestion de la Camargue Gardoise. 88p.

Ifremer-Créocéan-UMII, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des lagunes méditerranéennes. Tomes I et II. Rapport marché public n°90 9851, 412 p.

Ifremer, 2003. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2002. Rapport RSL-03/2003, 366 p.

Ifremer, 2004. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2003. Rapport RSL-04/2004, 424 p.

Ifremer, 2005. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2004. Rapport RSL-05/2005, 434 p.

Ifremer, 2006. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2005. Rapport RSL-06/2006, 434 p.

Ifremer, 2007. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2006. Rapport RSL-07/2007, 482 p.

Ifremer, 2008. Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon : Bilan des résultats 2007. Rapport RSL-08/2008, 363 p.

Météo-France, 2008. Suivi climatique national. Adresse électronique : http://france.meteofrance.com/france/climat_france

ANNEXES

1. REMI 317

1.1. PRINCIPES TECHNIQUES DU REMI 317
1.1.1. Surveillance régulière des zones classées A, B et C 317
1.1.2. Surveillance en alerte 318
1.2. EVALUATION DE LA QUALITE D'UNE ZONE 319

2. LE RESEAU D'OBSERVATION DE LA CONTAMINATION CHIMIQUE DU MILIEU MARIN (ROCCH) 321

2.1. ROCCH MATIERE VIVANTE 321
2.2. ROCCH SEDIMENT 321
2.3. TOXICITE ET PROVENANCE 321

3. OUTIL D'EVALUATION DU NIVEAU D'EUTROPHISATION DES MILIEUX LAGUNAIRES 327

3.1. INTRODUCTION 327
3.2. LE PHYTOPLANCTON 328
3.3. LES MACROPHYTES 328
3.4. LES SEDIMENTS 329
3.5. ETAT GENERAL ISSU DU DIAGNOSTIC DE L'EUTROPHISATION 330
3.6. GRILLE DE QUALITE DE L'EAU 331
3.7. PANORAMAS REGIONAUX DES DIAGNOSTICS MENSUELS DE L'EAU ET DU PHYTOPLANCTON 332
3.7.1. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels de l'eau 332
3.7.2. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels du pico- et nanophytoplancton 337

4. ANALYSES DE DONNEES 348

4.1. PARAMETRES DE KRIGEAGE 348
4.2. ANALYSE STATISTIQUE DES TENDANCES A 8 ANS 349

1. REMI

1.1. Principes techniques du REMI

Créé en 1989, le REMI, réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages, a pour objet d'effectuer la surveillance sanitaire des zones classées A, B et C dans les conditions prévues par la réglementation; la finalité étant de vérifier la conformité des classements aux estimations de la qualité des zones.

Sur la base du dénombrement dans les coquillages vivants des bactéries *Escherichia coli*, le REMI a pour objectifs :

- d'évaluer les niveaux de contamination microbiologique dans les coquillages et de suivre leurs évolutions,

- de détecter et suivre les épisodes de contamination.

Il s'articule en deux volets : la surveillance régulière et la surveillance en alerte.

1.1.1. Surveillance régulière des zones classées A, B et C

Les prélèvements de coquillages s'effectuent sur des points pérennes, dont les coordonnées sont définies géographiquement. Ces points sont jugés représentatifs de la contamination dans les zones de production classées (en général un point de suivi est défini par zone classée). Ce point doit être placé de telle sorte qu'il permette la mise en alerte sur la zone : il est donc situé dans un secteur exposé à un risque d'insalubrité dû à un éventuel apport contaminant. L'espèce de coquillage prélevée est définie pour chaque zone classée et suivie. Rappelons ici que sur la base de l'arrêté du 21 mai 1999, une zone peut être classée pour 3 groupes de coquillages distincts en regard de leur physiologie :

- groupe 1 : les gastéropodes, échinodermes et tuniciers,
- groupe 2 : les bivalves fouisseurs,
- groupe 3 : les bivalves non fouisseurs.

La fréquence de base du suivi est mensuelle, dans certains cas, la fréquence peut être bimestrielle. La détermination de la fréquence d'échantillonnage est basée sur une approche statistique de la répartition des résultats acquis durant les trois dernières années calendaires. La fréquence peut être bimestrielle lorsqu'il n'existe pas de risque significatif de conclure à tort sur la qualité de la zone, et inversement, la fréquence est mensuelle lorsqu'il existe un risque significatif de conclure à tort sur la qualité estimée de la zone. La fréquence est par conséquent adaptée au classement, au risque de dégradation épisodique de la qualité sanitaire de la zone classée. L'approche statistique permet d'aboutir à une grille de lecture

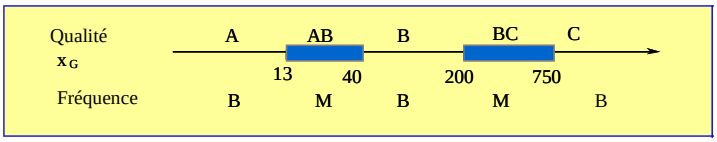


Figure 14. 1 : *Détermination de la fréquence d'échantillonnage en fonction de la qualité de la zone et de la moyenne géométrique (X_G) des résultats.*

Si la zone n'est exploitée qu'une partie de l'année (cas notamment des gisements naturels classés administrativement), la fréquence peut être adaptée à la période d'exploitation. Afin que la surveillance puisse être la plus efficace possible, l'administration informe le laboratoire Ifremer des périodes d'ouvertures et de fermetures des gisements.

L'évaluation de la contamination, basée sur la recherche des bactéries Escherichia coli, est exprimée par le nombre de germes cultivables dans 100 g de chair et de liquide intervalvaire. Les méthodes d'analyses utilisées sont normalisées : NF V 08-600 - Technique du nombre le plus probable (NPP 3x5 Tubes) et NF V 08-106 – Technique par impédancemétrie directe. L'analyse doit débuter dans les 24 h suivant la réalisation du prélèvement. Depuis 1992, les LER utilisent en majorité la méthode impédancemétrique, cette méthode est actuellement étalonnée par rapport à la méthode NF V 08 600.

La programmation annuelle de la surveillance par zone classée est précisée dans l'Inventaire cartographique.

Les résultats obtenus sont saisis dans la base de données Quadrige. A l'issue des contrôles qualité, ces données sont mises en ligne et directement téléchargeables depuis le site Ifremer Environnement : www.ifremer.fr/envlit/ surveillance.

1.1.2. Surveillance en alerte

Le dispositif d'alerte est organisé en niveau d'alerte, il peut être déclenché de façon préventive en cas de risque de contamination (niveau 0), ou en cas de contamination détectée, par exemple en cas de résultat défavorable dans le cadre de la surveillance régulière (niveau 1), et peut être maintenu en cas de contamination persistante (niveau 2). Un résultat est considéré comme défavorable lorsqu'il est supérieur ou égal au seuil défini pour chaque classe de qualité (inversement un résultat est favorable lorsqu'il est inférieur à ces seuils):

- Zone A ≥ 1 000 *E. coli*/100 g CLI
- Zone B ≥ 4 600 *E. coli*/100 g CLI
- Zone C ≥ 46 000 *E. coli*/100 g CLI

Le déclenchement du dispositif d'alerte (niveau 0 ou 1) se traduit par :

- l'émission immédiate d'un bulletin d'alerte (niveau 0 ou 1) vers une liste définie de destinataires comprenant notamment des administrations (Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Préfecture, Direction Départementale des Affaires Maritimes, Direction Départementale des Services Vétérinaires, Direction

Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales…) de façon à ce que l'autorité compétente puisse prendre les mesures adaptées en terme de protection de la santé des consommateurs ;

- la réalisation dans les 48 h de prélèvement sur le ou les points de suivi de la zone concernée (sous réserve de possibilité d'accès aux points). Les points de prélèvement du dispositif d'alerte sont les points de prélèvement du dispositif de surveillance régulière.

Si le résultat (ou la série de résultat si la zone comporte plusieurs points de suivi) est favorable le dispositif d'alerte est levé, s'il est défavorable et qu'il y a persistance de la contamination (niveau 2), cela se traduit par l'émission immédiate d'un bulletin d'alerte vers une liste définie de destinataires comprenant, en plus des destinataires précédemment cités, des administrations centrales : Direction Générale de l'Alimentation, Direction Générale de la Santé, Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes. La surveillance est renforcée, la fréquence de suivi des points de la zone est hebdomadaire (sous réserve de possibilité d'accès aux points), jusqu'à la levée de l'alerte qui intervient suite à deux séries consécutives de résultat favorable.

Un dispositif complémentaire est mis en place pour les zones classées A. Ce dispositif prévoit l'envoi d'un bulletin d'information pour tout résultat obtenu entre 230 et 1000 *E. coli*/100 g CLI vers la liste définie pour les alertes niveaux 0 et1.

L'efficacité du dispositif d'alerte peut être significativement améliorée par des informations préventives transmises par les partenaires des services administratifs intervenants sur le littoral (Direction Départementale des Affaires Maritimes, Direction Départementale des Services Vétérinaires, Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales, Direction Départementale de la Consommation de la Concurrence et de la Répression des Fraudes, la capitainerie de Sète, la Direction Régionale de l'Equipement, La Direction Départementale de l'équipement), ainsi que par les professionnels de la conchyliculture. Il s'agit en particulier de toute information sur des circonstances pouvant conduire à une augmentation du risque sanitaire (rejets polluants, incident sur un réseau d'assainissement, événement météorologique, épidémie constatée ou présumée d'origine coquillière).

1.2. Evaluation de la qualité d'une zone

Chaque année, le laboratoire vérifie la conformité des résultats obtenus par rapport au classement de la zone et transmet ces informations à l'Administration.

L'estimation de la qualité microbiologique de la zone utilise les données acquises en surveillance régulière REMI sur des périodes de trois années consécutives (année calendaire). L'interprétation se fait ensuite par rapport aux critères microbiologiques définis réglementairement.

L'estimation de la qualité microbiologique des zones de production indiquée dans ce rapport se fera successivement par rapport aux seuils microbiologiques fixés :

- par l'arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants (*J.O. de la République française du 10 juin 1999)*, et décrit au Tableau 14.1.

Tableau 14. 1: *Classes et seuils de qualité microbiologique suivant l'arrêté du 21/05/1999.*

Nombre d'*Escherichia coli* dans 100 g (C.L.I)$^{-1}$				
Classe	230	1 000	4 600	46 000
A	≥ 90 %	≤ 10 %	0 %	
B	≥ 90 %		≤ 10 %	0 %
C	≥ 90 %			≤ 10 %
D				> 10 %

par le règlement CE n° 854/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine (*J.O.C.E., L 139 du 30 avril 2004*), et décrit au Tableau 14.2**. Le Règlement (CE) n° 1666/2006**[1] **qui introduit 10% de tolérance au delà du seuil de 4600 *E. coli* /100 g de C.L.I. pour les zones B de façon transitoire** (jusqu'à fin décembre 2009), est pris en compte dans l'estimation de la qualité suivant le règlement (CE) n°854/2004.

Tableau 14. 2 : *Classes et seuils de qualité microbiologique suivant le Règlement CE 854/2004.*

Nombre d'*Escherichia coli* dans 100 g (C.L.I)$^{-1}$				
Classe	230	1 000	4 600	46 000
A	100 %			
B	≥ 90 %		≤ 10 %	
C	100 %			

L'évaluation du niveau de contamination chimique d'une zone est basée sur la contamination moyenne en mercure total, cadmium et plomb, exprimée en milligramme par kilogramme de chair humide de coquillage. Pour être classées A, B, ou C d'après les critères microbiologiques, ces zones doivent respecter les critères chimiques suivants : Mercure : ≤ 0,5 mg/kg chair humide ; Cadmium : ≤ 1 mg/kg chair humide ; Plomb : ≤ 1,5 mg/kg chair humide (Règlement modifié CE 466/2001). En cas de dépassement de l'un de ces critères chimiques, l'estimation de la qualité de la zone est D. Les données utilisées sont celles du ROCCH Réseau d'Observation de la Contamination CHimique. Un point ROCCH même situé hors délimitation de la zone, s'il n'en est pas trop distant, est considéré comme représentatif de la contamination chimique de cette zone.

[1] Règlement (CE) n° 1666/2006 du 06/11/2006 modifiant le règlement (CE) n° 2076/2005 portant dispositions d'application transitoires des règlements du Parlement Européen et du Conseil (CE) 853/2004, 854/2004, 882/2004

2. Le Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du milieu marin (ROCCH)

A partir de 2007, le Réseau National d'Observation (RNO), programme national mis en place par le ministère chargé de l'environnement et coordonné par l'IFREMER en 1979, est devenu le Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du milieu marin (ROCCH). Son objectif premier est l'évaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques et des paramètres généraux de la qualité du milieu.

Ce suivi se fait à la fois sur des sédiments littoraux à raison d'une campagne tous les dix ans, et sur des organismes filtreurs (moules) à raison de deux campagnes par an (février et novembre).

2.1. ROCCH matière vivante

Plusieurs paramètres sont analysés : métaux lourds (cadmium, plomb, mercure), organochlorés (lindane, DDT, DDE, DDD…) depuis 1979 et hydrocarbures aromatiques polycycliques (fluoranthène…) depuis 1994.

De nouveaux contaminants sont recherchés : argent, chrome, nickel et vanadium.

Pour les séries chronologiques de plus de 10 ans, une régression locale pondérée est ajustée, permettent de résumer l'information contenue dans la série par un tendance. Pour les séries de moins de 10 ans, seule la courbe est visualisée.

Les seuils réglementaires sont :

- Plomb : 1.5 mg/kg poids humide (= 7,5 mg/Kg poids sec)
- Cadmium : 1.0 mg/kg poids humide (= 5 mg/Kg poids sec)
- Mercure : 0.5mg/kg poids humide (= 2,5 mg/Kg poids sec)

Les dernières données RNO prises en compte datent de février 2005 (les données sont rendues avec un an de décalage pour des raisons techniques).

Dans le cas d'échantillonnages réalisé en zone d'élevage de mollusques, les résultats ROCCH peuvent être comparée aux seuils fixés pour la protection du consommateur. Les niveaux des différents contaminants mesurés dans les lagunes du Languedoc Roussillon et leurs comparaisons aux médianes nationales sont fournis sur la Figure 14. 2 et la Figure 14. 3.

2.2. ROCCH Sédiment

La dernière campagne date de 1995-1996, les résultats ont été présentés dans le rapport RSL 2002 (IFREMER, 2003).

2.3. Toxicité et provenance

Cadmium

Le cadmium est un métal toxique, utilisé dans l'industrie de la galvanoplastie, des accumulateurs alcalins, des alliages et autrefois dans les pigments pour peintures et matières plastiques.

La consommation tend à s'accroître avec l'apparition de véhicules électriques et des divers appareils portables qui utilisent des batteries rechargeables.

Dans les sédiments, l'adsorption du cadmium est principalement en relation avec les concentrations en carbone organique. Pour considérer une contamination significative en cadmium dans les sédiments, il faut que la valeur reste inférieure à 0.15µg/g.

L'intoxication chronique chez l'homme se manifeste par des pathologiques rénales graves. Il est très cumulatif (la teneur est de moins d'un µg à la naissance contre 40 mg à l'âge adulte)

Plomb

Le plomb est un composé naturellement présent dans l'écorce terrestre ; son utilisation est importante dans l'industrie (métallurgie) et comme agent antidétonant dans les carburants. Ainsi le plomb est transporté par voie atmosphérique et le régime climatique méditerranéen favorise son transfert à la mer ouverte et aux lagunes.

Généralement la contamination des sédiments décroît de la surface vers le fond (effets de l'ère industrielle). Si la valeur en plomb est inférieure à 30µg/g dans les sédiments alors il n'y a pas de contamination significative.

Une teneur en plomb peu provoquer des troubles, rénaux, cardio-vasculaires, thyroïdiens et a un effet toxique sur le système nerveux central.

Mercure

Compte tenu de sa toxicité, de son cycle bio géochimique et de ses capacités de biomagnification par la chaîne alimentaire, le mercure présente un risque majeur pour l'écosystème marin et pour le consommateur humain. La fabrication et l'utilisation de catalyseurs, de fongicides, de pigments et composés mercuriels, les piles au mercure, la fabrication de chlore par électrolyse sur cathode de mercure, le traitement des minerais non ferreux, l'incinération de déchets et la combustion du charbon sont les principales sources anthropiques recensées.

Le mercure est très réactif vis à vis des particules en suspension. Le sédiment est un réservoir important pour ce contaminant. Le bruit de fond géochimique est voisin de 0.1µg/g. On considère les résultats supérieurs à 0.5 µg/g comme indice de contamination

Une teneur important en mercure peut provoquer des troubles rénaux caractérisés (différentes néphropathies selon l'intensité d'exposition) et des troubles neurologiques.

Cuivre

Le cuivre est un élément indispensable à la vie (oligo-élément) qui peut présenter des caractères toxiques lorsque certains seuils sont dépassés. Il est employé dans l'agriculture (viticulture) comme agent fongicide et utilisé comme matière active de certaines peintures antisalissures. La teneur à partir de laquelle les sédiments sont considérés comme contaminés est de 20µg/g.

Les teneurs mesurées se situent dans des niveaux de contamination faible ; il n'existe pas de seuil pour la protection du consommateur.

Zinc

Le zinc est un oligo-élément, dont l'introduction directe en milieu marin est liée à l'utilisation de masses de zinc pur pour assurer la protection des bateaux contre la corrosion et à l'oxyde zinc contenu dans les peintures antisalissures. Les apports anthropiques peuvent être aussi liés à la combustion du bois. Il n'existe pas de seuil pour la protection du consommateur.

Lmes teneurs dans les sédiments non contaminés sont généralement inférieurs à 90µg/g(poids sec).

Lindane

Le lindane est utilisé comme insecticide dans de nombreuses applications agricoles (traitement des sols, des semences, foliaires…) et également utilisé pour le traitement de bois d'œuvre (charpentes, meubles…) et en médecine vétérinaire pour le traitement antiparasitaire des animaux.

Il est peu soluble dans l'eau et fortement adsorbé par les sols riches en matière organique.

Il présente des effets néfastes sur le foie et les reins ainsi que sur le système nerveux et le système immunitaire. Cette substance est classée dans le groupe des cancérogènes possibles pour l'Homme par le centre international de recherche sur le cancer.

Il est interdit à l'utilisation depuis 1998.

DDT

Pesticide organochloré qui fut découvert en 1939 par le chimiste Paul Muller, il a été accueilli comme un miracle. Il pouvait éradiquer un large éventail d'insectes parasites et semblait inoffensif pour les mammifères. Il était utilisé pour contrôler la malaria en tuant les moustiques. Le DDT a été interdit en en France en 1976, mais ses effets destructeurs persistent toujours à l'heure actuelle. Les courants atmosphériques et aquatiques peuvent transporter le DDT sur de grandes distances. Des études en laboratoire sur le rat ont montré que le DDT peut dérégler les processus hormonaux, provoquer un dysfonctionnement des glandes surrénales ainsi que des troubles du système nerveux. Il peut aussi être la cause de cancers.

CB153

Il appartient à la famille de composés organochloré : PCB (PolyChloroBiphényles). Ces composés ont été utilisés comme lubrifiant dans les équipements électriques, refroidisseurs…

Ils ne se décomposent pas rapidement et demeurent dans l'air pendant longtemps. Ils peuvent être transportés sur de longues distances. On les retrouve dans les décharges de matériel usagé, dans les rejets urbains…

La limite analytique dans les sédiments est de 0.1µg/g. La capacité du sédiment superficiel à piéger les PCB augmente avec la quantité de particules fine et le taux de carbone organique.

La fabrication de PCB a été stoppé en France en 1987 car il a été démontré que l'accumulation dans l'environnement est potentiellement nocive Il ne présentent pas de caractère de toxicité aiguë mais une exposition excessive peut affecter le cerveau, les yeux, le cœur, le système immunitaire, le système reproducteur, les reins et le foie. .

Fluoranthène

Il appartient à la famille des HAP (Hydrocarbures Poly aromatiques). Ces composés peuvent être issus de différents processus : la biosynthèse par des organismes vivants, la perte à partir de transports ou de l'utilisation des carburants fossiles, charbons, pétroles et enfin de la pyrolyse des matières organiques à haute température, feu de forêts, combustion de bois et de pétroles. Il est aussi très utilisé pour le revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution des eaux potables.

Pour une indication de faible contamination par les HAP, on prend 10µg/g.

Il est classé toxique pour l'environnement par l'EAP (agence de protection de l'environnement aux EU). Ils peuvent induire une diminution du système immunitaire. Aucune toxicité aiguë n'est mise en évidence chez l'Homme.

Argent

Il provient essentiellement des rejets urbains et des laboratoires de photographie.

Chrome

Il est utilisé principalement dans la métallurgie et dans l'industrie chimique. Peu cde données sont disponibles sur la toxicité du chrome. A forte dose, le dichromate de potassium peut provoquer des anomalies dans le développement larvaire des bivalves.

Nickel

Il est très répandu sur la croûte terrestre sous forme d'oxydes de carbonates, silicates et sulfures. Ses sources anthropiques sont le résultat de l'utilisation des combustibles fossiles te de la production des métaux non ferreux. Sa toxicité est considérée comme faible. Des effets sur la reproduction des huîtres ont été observés.

Vanadium

Il est très utilisé en métallurgie pour fabriquer des aciers spéciaux et autres alliages ayant une forte résistance mécanique et/ou à la corrosion ainsi que dans l'industrie chimique. Il est émis par le raffinage du pétrole et la combustion de charbon.

L'intoxication par inhalation provoque des oedèmes pulmonaires, les poussières provoquent l'irritation des voies respiratoires et du rythme cardiaque. Il a aussi des effets neurologiques, peut inhiber certaines enzymes chez les animaux et peut engendrer des problèmes rénaux et de foie.

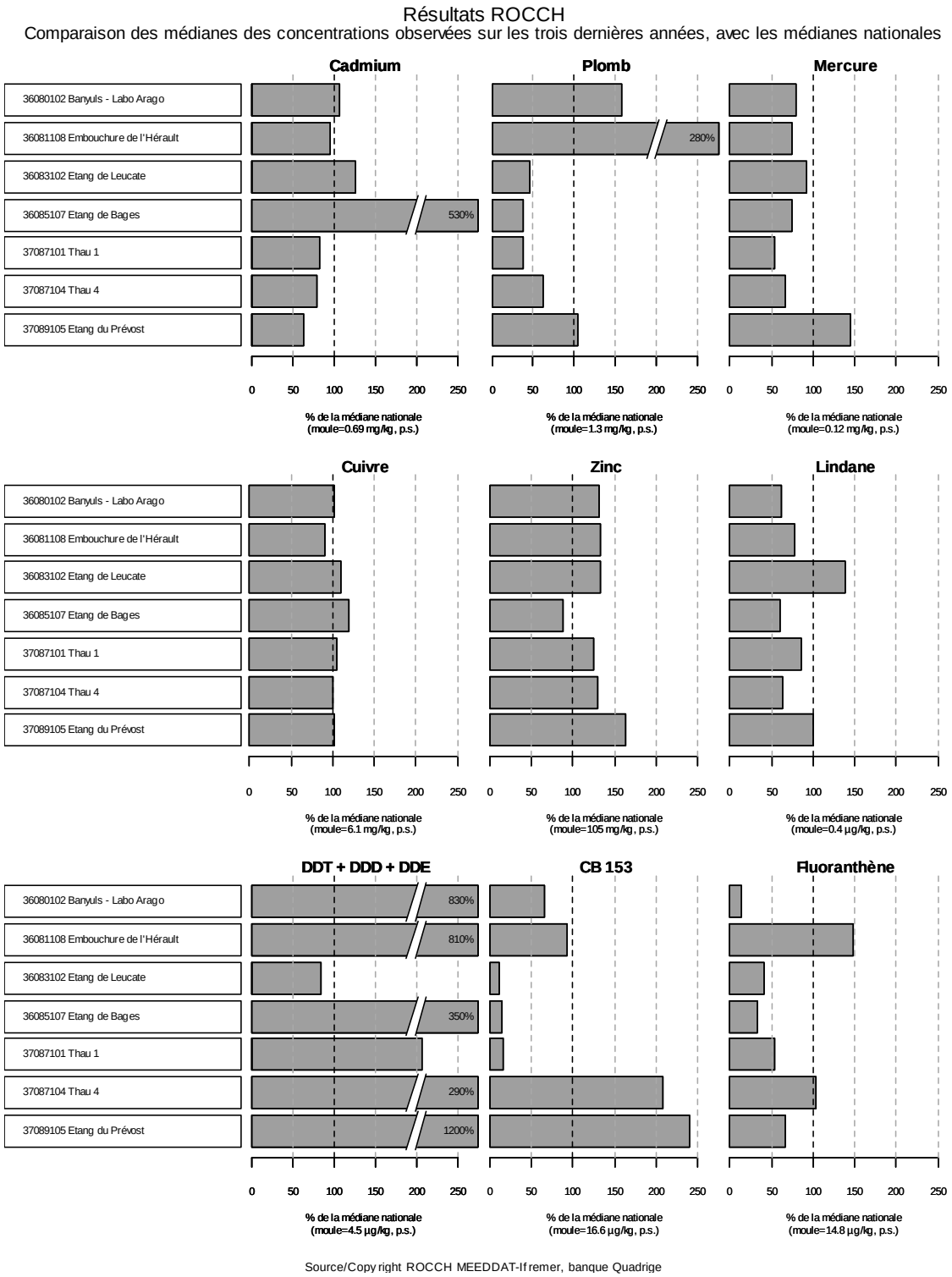


Figure 14. 2 : *Comparaison des contaminants aux médianes nationales pour les trois dernières années.*

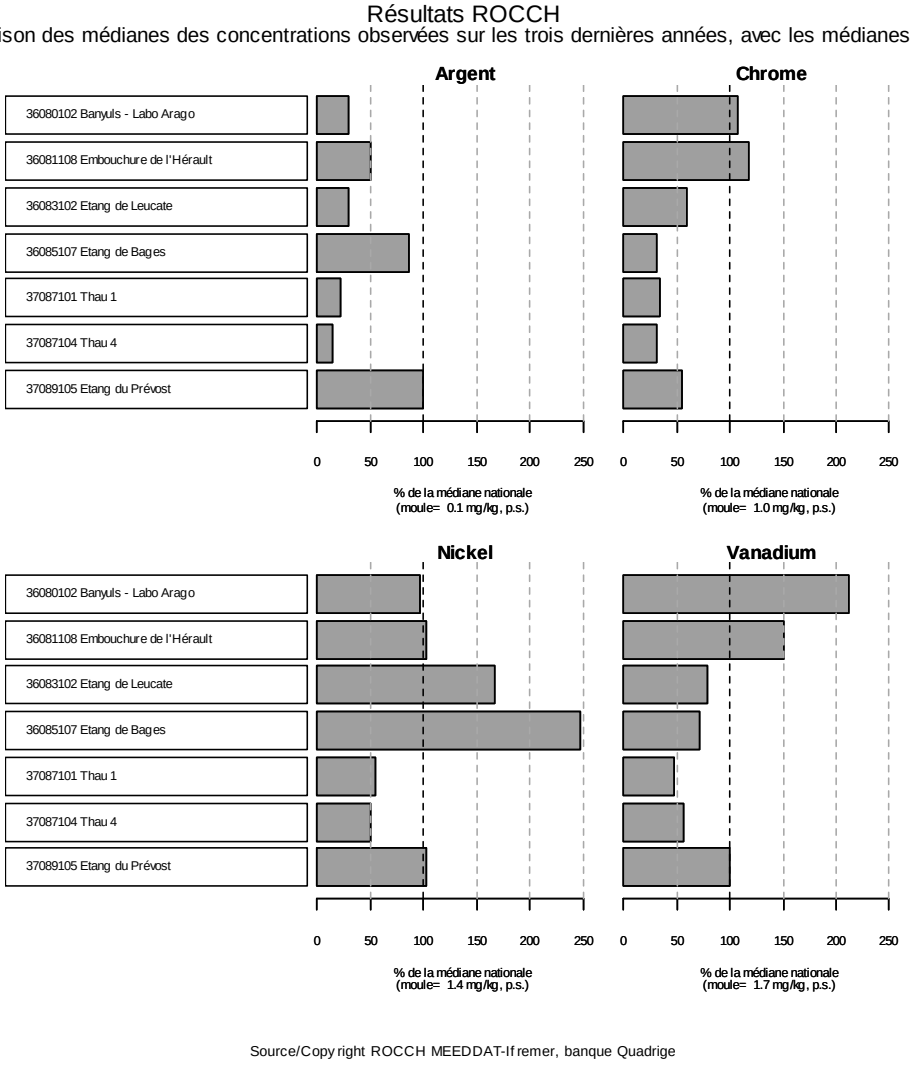


Figure 14. 3 : *Comparaison des contaminants aux médianes nationales pour les trois dernières années.*

3. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires

3.1. Introduction

Selon la directive du Conseil des Communautés européennes du 21 mai 1991 (91/271/CEE), **l'eutrophisation se définit comme l'enrichissement en éléments nutritifs, notamment des composés de l'azote et/ou du phosphore, provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau en question.**

Les signes de l'eutrophisation vont se manifester dans des compartiments de l'écosystème concernés par les apports en éléments nutritifs dans l'eau :

- Le **phytoplancton** peut être considéré comme un indicateur "objectif" de l'eutrophisation. Les proliférations phytoplanctoniques ou blooms sont en relation étroite avec les apports d'azote et de phosphore. Les niveaux de proliférations doivent être formalisés au travers des comptages. Les chlorophylles qui constituent des indicateurs de biomasses phytoplanctoniques sont associées aux variables de routine.
- Les **macrophytes** sont aussi en relation directe et indirecte avec les apports d'azote et de phosphore dans le milieu. La relation indirecte provient de l'augmentation de turbidité liée à l'accroissement des densités phytoplanctoniques. Ce dernier entraîne le déclin des phanérogames au profit des algues. La prolifération d'algues vertes constitue la relation directe sur les apports en azote de phosphore dans les lagunes. Les changements dans les biomasses de macrophytes, au fur et à mesure que les apports en azote et phosphore augmentent, doivent faire l'objet d'une formalisation.
- Le **sédiment** est en relation indirecte avec les apports d'azote et de phosphore car il constitue le "lieu de passage" des matières eutrophisantes dans l'écosystème lagunaire. Le phytoplancton et les macrophytes sont recyclés à son interface, consommant de l'oxygène et libérant des sels minéraux. Ces derniers viennent enrichir en partie le sédiment. Ce processus fait du sédiment un compartiment intégrateur des apports d'azote et du phosphore dans le milieu. Aussi, les niveaux de concentration en matière organique, azote et phosphore, doivent présenter une graduation.
- La **colonne d'eau** comporte une batterie de variables, certaines révéleront les causes et d'autres les conséquences de l'eutrophisation. Les sels nutritifs constituent les causes, la turbidité et les chlorophylles restituent les conséquences. Enfin, les formes totales d'azote et de phosphore intègre les causes et les conséquences, car les formes organiques (plancton, matière détritique) constituent à terme des matières eutrophisantes en raison du recyclage efficace à l'interface eau-sédiment.

La mise à jour d'une grille de seuil des variables de l'eau pouvant permettre, au moins chaque année, d'indiquer l'état trophique des environnements lagunaires, repose au préalable sur **la définition des états de l'eutrophisation**. Cette définition ne peut s'effectuer qu'à partir des variables biologiques indicatrices couplées à celles du sédiment très intégratrices dans le temps.

3.2. Le phytoplancton

Le diagnostic du phytoplancton est obtenu à partir du comptage des cellules phytoplanctoniques sur deux gammes de taille : > 3 µm et < 3 µm. Cette distinction de taille arbitraire permet de distinguer des groupes phytoplanctoniques au comportement écologique différent. Les analyses par cytométrie en flux permettent de remplir la grille suivante :

Tableau 14.1 : *Grille de diagnostic pour le phytoplancton.*

		Très bon		**Bon**		**Moyen**		**Médiocre**		**Mauvais**
< 3µm	Cel/L 10^6		20		50		100		500	
> 3µm	Cel/L 10^6		2		5		10		50	

L'état retenu est le plus déclassant de la grille.

3.3. Les macrophytes

Diagnostic simplifié des macrophytes

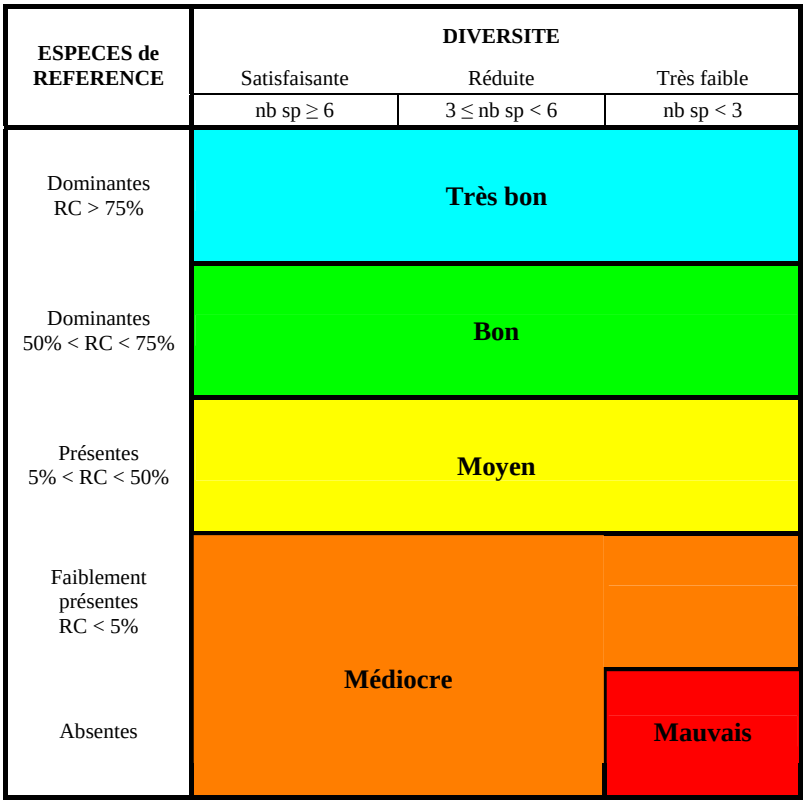
Peu de lagunes pouvaient être diagnostiquées en une seule année par la technique des relevés phytosociologiques. Une autre technique basée sur l'observation qualitative d'une zone de 100 hectares centrée sur une station peut constituer un outil de validation sur un nombre plus important de lagunes. Du point de vue logistique et des coûts, les prélèvements qualitatifs sont moins contraignants que les relevés phytosociologiques. Le temps à passer sur le terrain est plus court. Le traitement des échantillons demande un travail de laboratoire moins long ce qui permet de multiplier les prélèvements.

Le diagnostic simplifié prend en compte le pourcentage de recouvrement des espèces de référence et le nombre d'espèce (Tableau 14.2). La biomasse est remplacée par le pourcentage de recouvrement des espèces de référence sur la surface de chaque zone visitée.

Les **espèces de référence** sont considérées comme les espèces sensibles à l'eutrophisation qui disparaissent lorsque le milieu est soumis à des apports nutritifs excessifs. Le terme « espèce climax », utilisé jusqu'alors, renvoyait à la notion de succession écologique soit le processus naturel d'évolution de l'écosystème d'un stade initial à un stade théorique, le plus stable dans les conditions existantes, dit climacique. Or, c'est un état stable et abouti théorique. En réalité, tout milieu est en

évolution constante ce qui rend difficile l'appréciation par une espèce ou groupe d'espèces de ce stade « climax » particulièrement en milieu lagunaire.

Tableau 14.2 : *Grille de diagnostic simplifié par les macrophytes. Ce tableau peut être utilisé pour le diagnostic global d'une lagune ou d'un secteur lagunaire lorsque le taux de recouvrement est supérieur à 5%.*



C: recouvrement relatif des espèces de référence (% de la surface du fond occupé par les espèces de Référence ; **nb sp** : nombre total d'espèces observées.

Les états peuvent ainsi être cartographiés, permettant un diagnostic de l'eutrophisation à partir des macrophytes.

Remarque[1] : *En dessous de 5% de recouvrement des macrophytes, le diagnostic n'est pas possible. Dans ce cas, la station, la lagune ou le secteur de lagune sont symbolisés par la couleur noire.*

3.4. Les sédiments

Les sédiments sont diagnostiqués en cartographiant les données de concentrations en matière organique (MO), azote et phosphore (NT et PT), après encodage suivant la grille de diagnostic suivante :

Tableau 14.3 : *Grille de diagnostic pour les sédiments.*

VARIABLE		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
MO	%		3,5		5,0		7,5		10,0	
NT	g/kg PS		1,0		2,0		3,0		4,0	
PT	mg/kg PS		400		500		600		700	

Chaque station échantillonnée donne accès à un état défini par la grille de qualité trophique des sédiments. Des cartes, montrant la distribution spatiale des états, permettent d'identifier notamment les secteurs les plus dégradés. La détermination de l'état général d'un secteur ou d'une lagune est donnée pour chaque variable en retenant le rang (rangement par ordre croissant) correspondant à l'entier le plus proche de la quantité 0,8 x N où N est le nombre de stations échantillonnées. L'état retenu pour une lagune ou un secteur de lagune est le plus déclassant de la grille.

3.5. Etat général issu du diagnostic de l'eutrophisation

Les résultats pour chaque écosystème peuvent être rassemblés dans une planche qui conduit à un état global de l'écosystème pour ce qui concerne l'eutrophisation.

Tableau 14.4 : *Planche de diagnostic global de l'écosystème vis-à-vis de l'eutrophisation.*

PLANCHE DE RESULTATS

SEDIMENTS

PHOSPHORE SEDIMENTS

PHYTOPLANCTON

MACROPHYTES

PROLIFERATIONS

ETAT GENERAL VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION

Légende : Très bon | Bon | Moyen | Médiocre | Mauvais

L'ensemble des résultats rassemblés dans cette planche permet d'identifier sommairement dans quel(s) compartiment(s) les éventuelles dégradations entraînées par le niveau d'eutrophisation se font sentir. Cette planche doit être accompagnée de l'interprétation d'un expert.

La détermination de l'état général de l'écosystème par rapport à l'eutrophisation est effectuée en prenant l'état le plus déclassant des variables suivantes (en rouge dans Tableau. 14.7) :

- **le phosphore des sédiments**
- **le phytoplancton**
- **les macrophytes**

3.6. Grille de qualité de l'eau

La grille de lecture de l'eau est remplie à partir d'un triple échantillonnage reparti sur les trois mois d'été (juin, juillet et août). Pour chaque variable, la valeur la plus élevée des trois mois est retenue pour remplir la grille. La grille permet de guider l'interprétation de l'expert sur le niveau d'eutrophisation (Tab 16.8).

Chaque grille conduit à un état général obtenu en retenant l'avant dernier état le plus déclassant.

Tableau 14.5 : *Grille de lecture de l'eau utilisée dans le RSL.*

Variable			Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$\lvert \Delta\ \%O_2\ SAT \rvert$		0		20		30		40		50	
TUR	(NTU)	0		5		10		25		40	
PO_4^{3-}	(µM)	0		0,3		1		1,5		4	
NID	(µM)	0		2		6		10		20	
NITRI	(µM)	0		0,3		0,5		0,75		1	
NITRA	(µM)	0		1		3		5		10	
AMMO	(µM)	0		1		3		5		10	
Chl-a	(mg m^{-3})	0		5		7		10		20	
Chlaphe	(mg m^{-3})	0		7		10		15		25	
NT	(µM)	0		50		75		100		120	
PT	(µM)	0		0,75		1,5		2,5		4,5	

Les variables utilisées dans la grille sont les suivantes :

- $|\Delta\%O_2\ SAT|$: Ecart par rapport à 100% de saturation (sans unité)
- TUR : Turbidité (NTU)
- PO_4^{3-} : Concentration en phosphates (µM)
- NID : Concentration en azote inorganique dissous (µM)
- NITRI : Concentration en nitrites (µM)
- NITRA : Concentration en nitrates (µM)
- AMMO : Concentration en ammonium (µM)
- CHL-A : Concentration en chlorophylle-a (µg/l)
- Chlaphe : Concentration en chlorophylle-a + phéophytine-a (µg/l)
- NT : Concentration en azote total (µM)
- PT : Concentration en phosphore Total (µM)

3.7. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels de l'eau et du phytoplancton

3.7.1. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels de l'eau

Les distributions des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau sont présentées pour les mois de juin, juillet et août 2007, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan (Figure 14. 4 à 14. 6) et de l'étang de Thau à celui de la Marette (Figure 14. 7 à 14. 9).

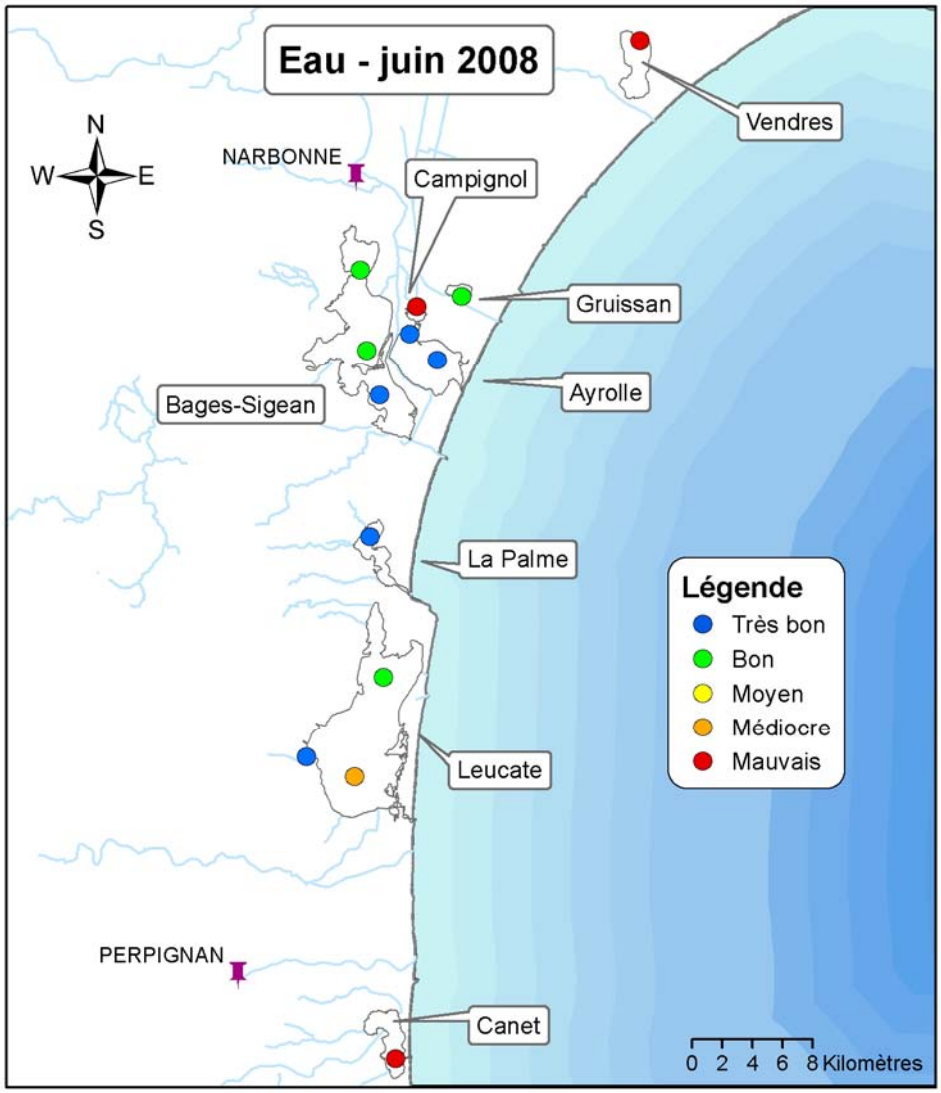


Figure 14. 4 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois de juin 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

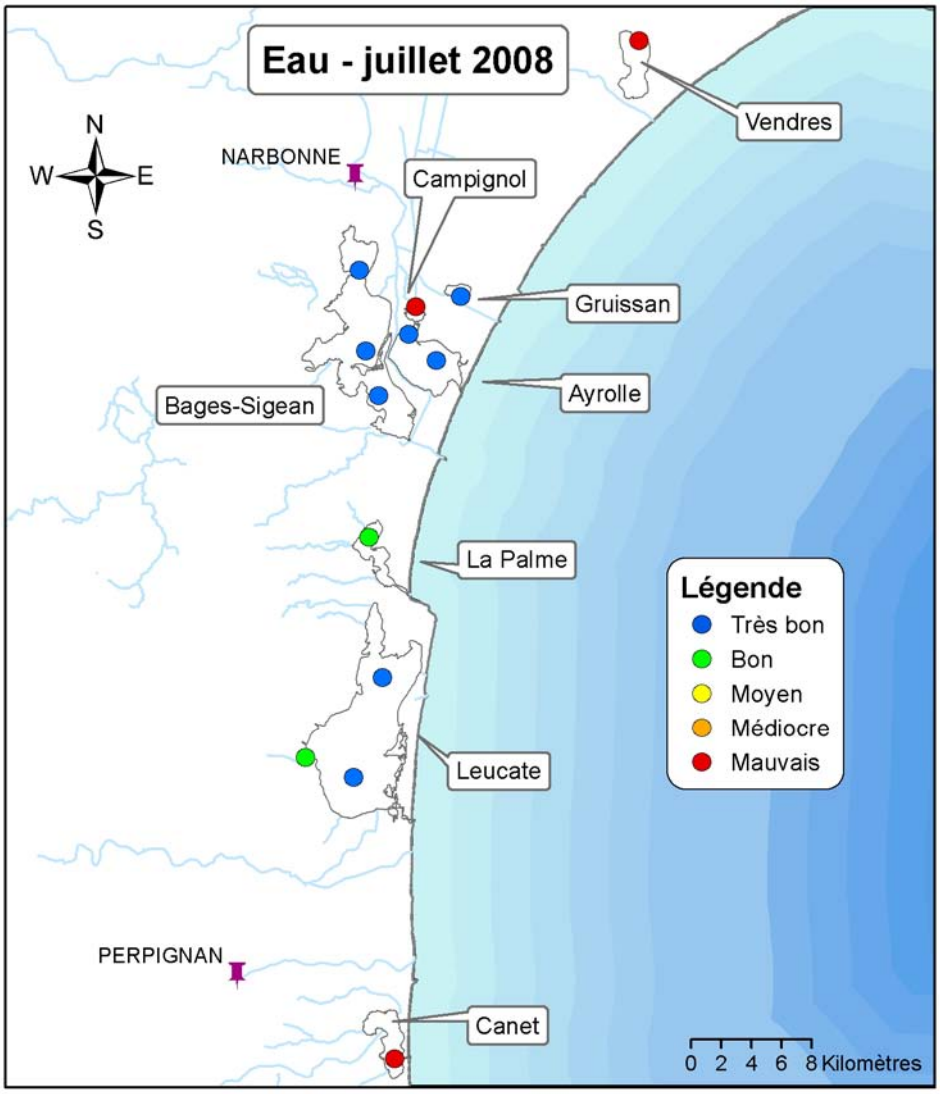


Figure 14. 5 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

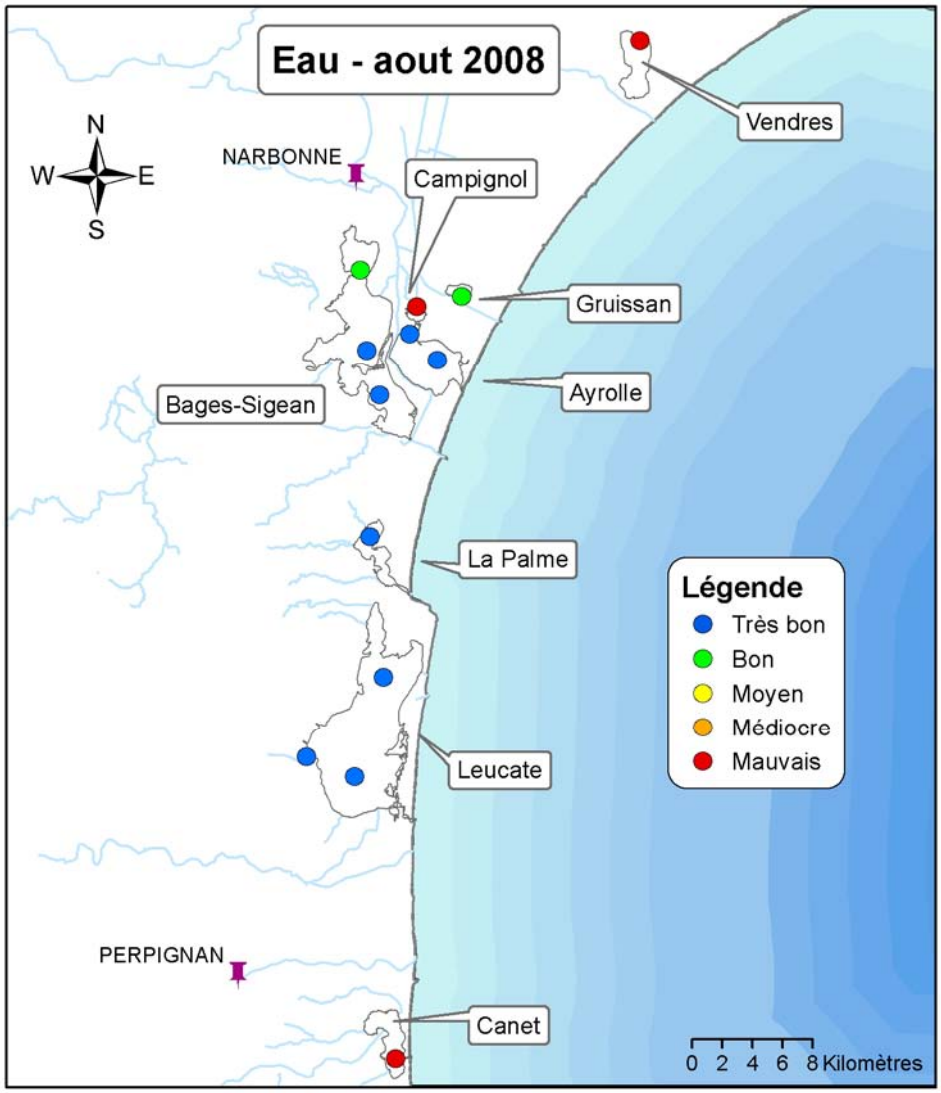


Figure 14. 6 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois d'août 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

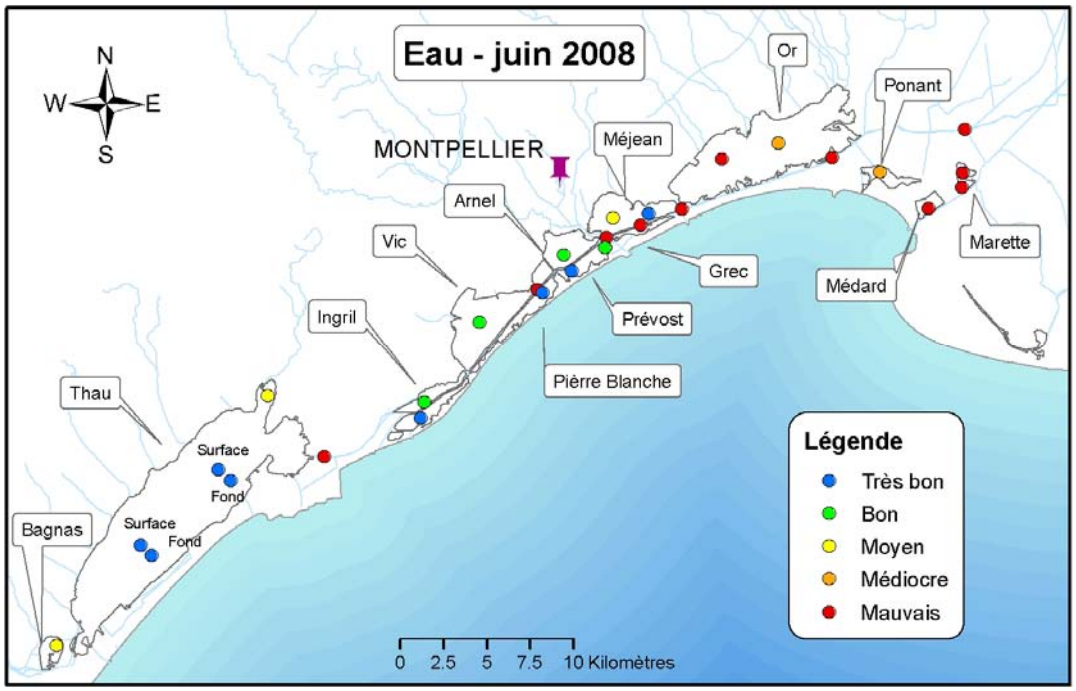


Figure 14. 7 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois de juin 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

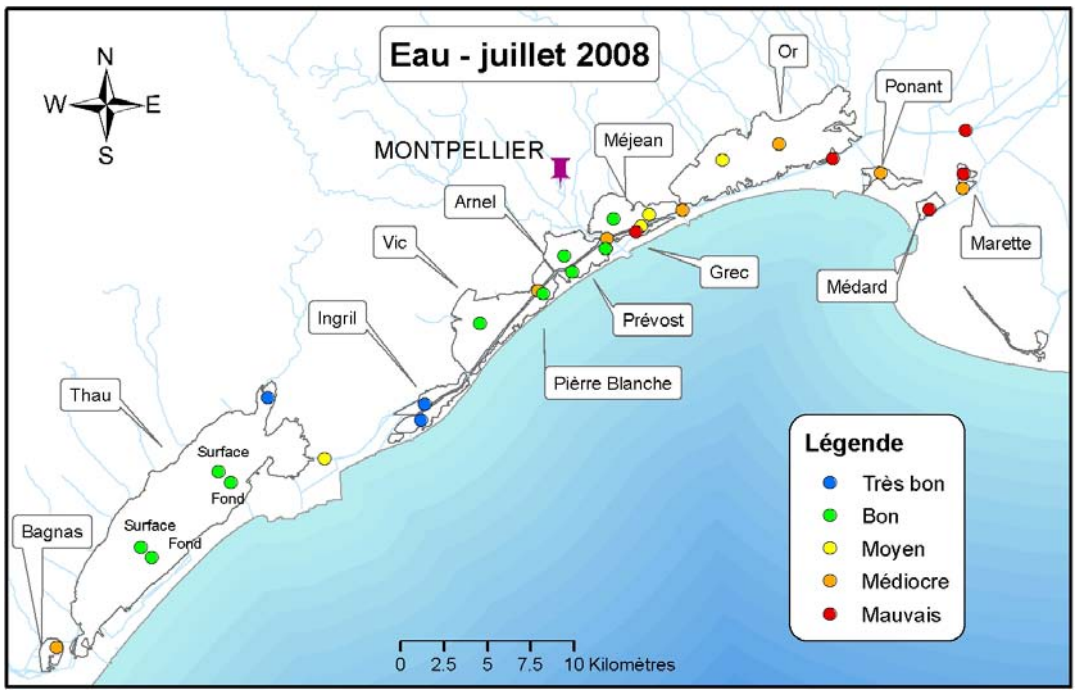


Figure 14. 8 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

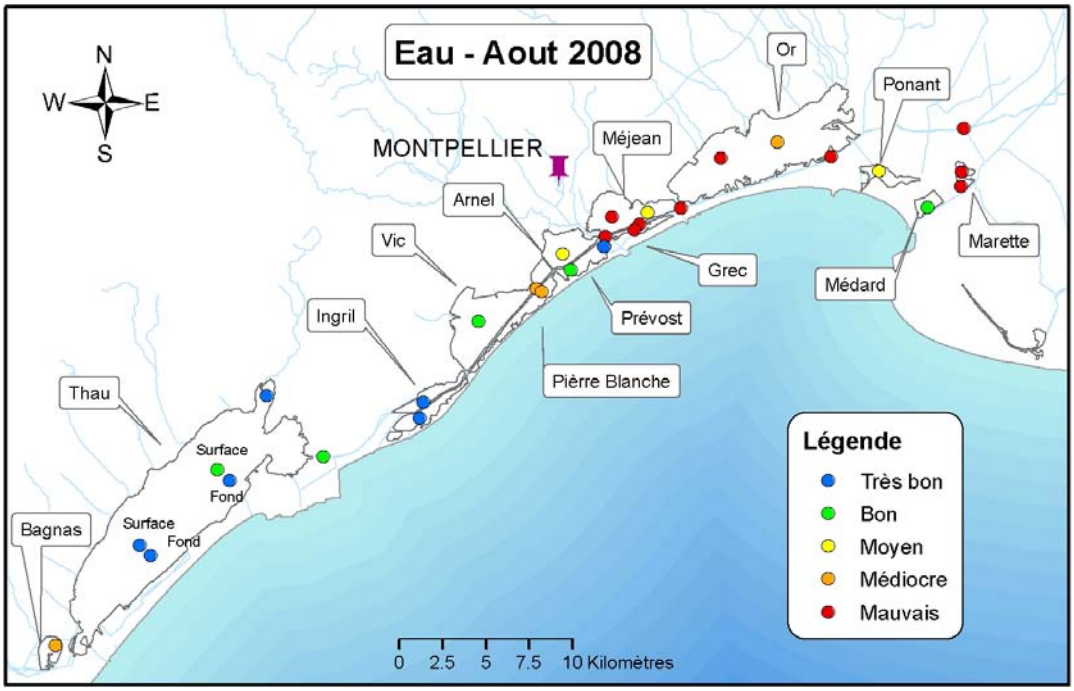


Figure 14. 9 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture de l'eau pour le mois d'août 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette*

3.7.2. Panoramas régionaux des diagnostics mensuels du pico- et nanophytoplancton

Les distributions des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du phytoplancton sont présentées pour les mois de juin, juillet et août 2007,

- pour le picophytoplancton de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan (Figures 14. 10 à 14. 12) et de l'étang de Thau à celui de la Marette (Figures 14. 13 à 14. 15).
- pour le nanophytoplancton, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan (Figures 14.16 à 14.18) et de l'étang de Thau à celui de la Marette (Figures 14. 19 à 14. 21).

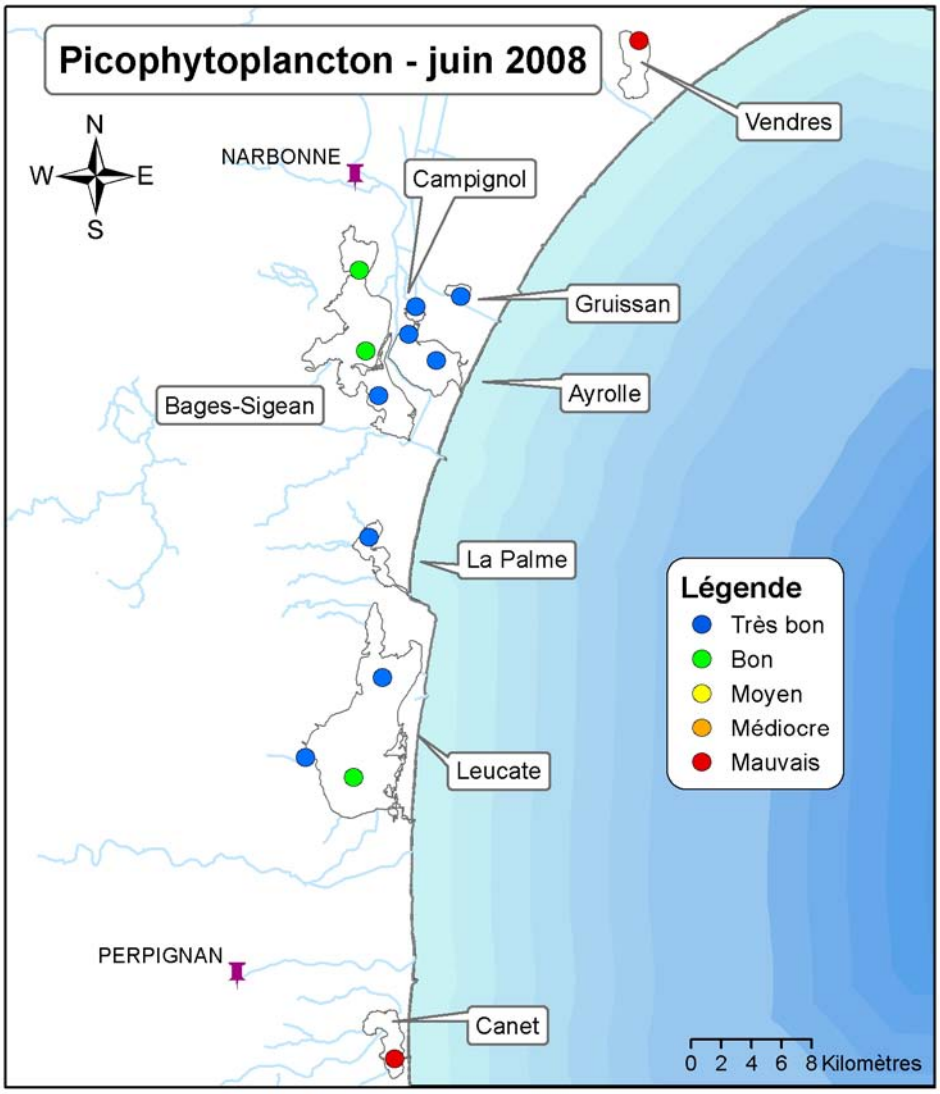


Figure 14. 10 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois de juin 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

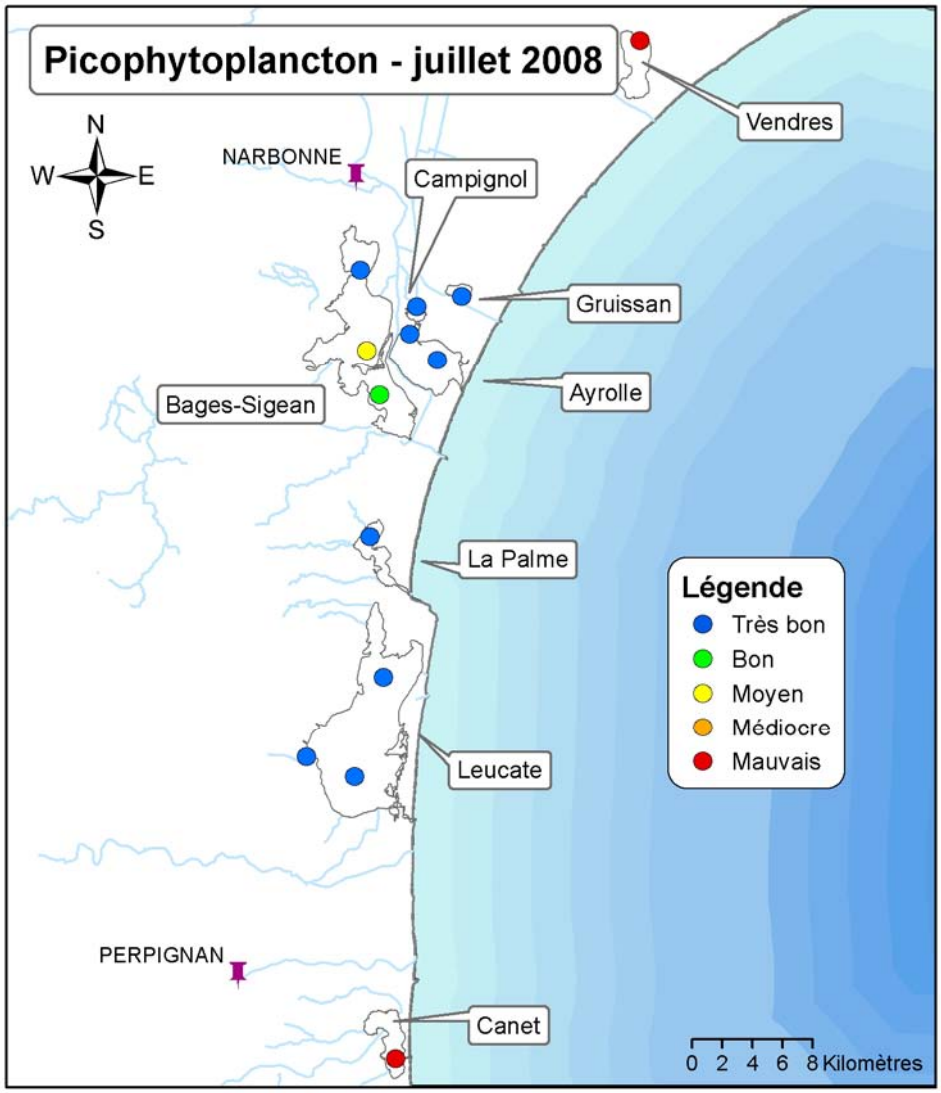


Figure 14. 11 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

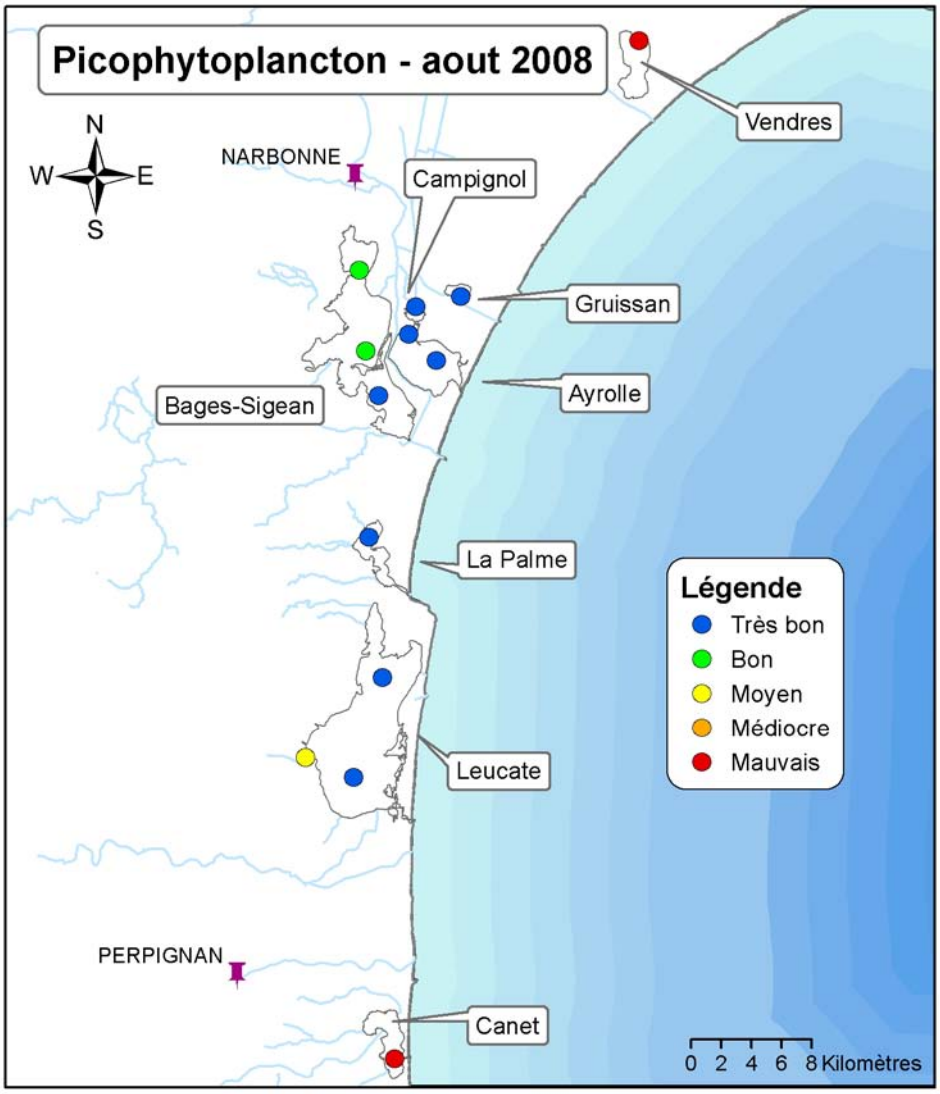


Figure 14. 12 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois d'août 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

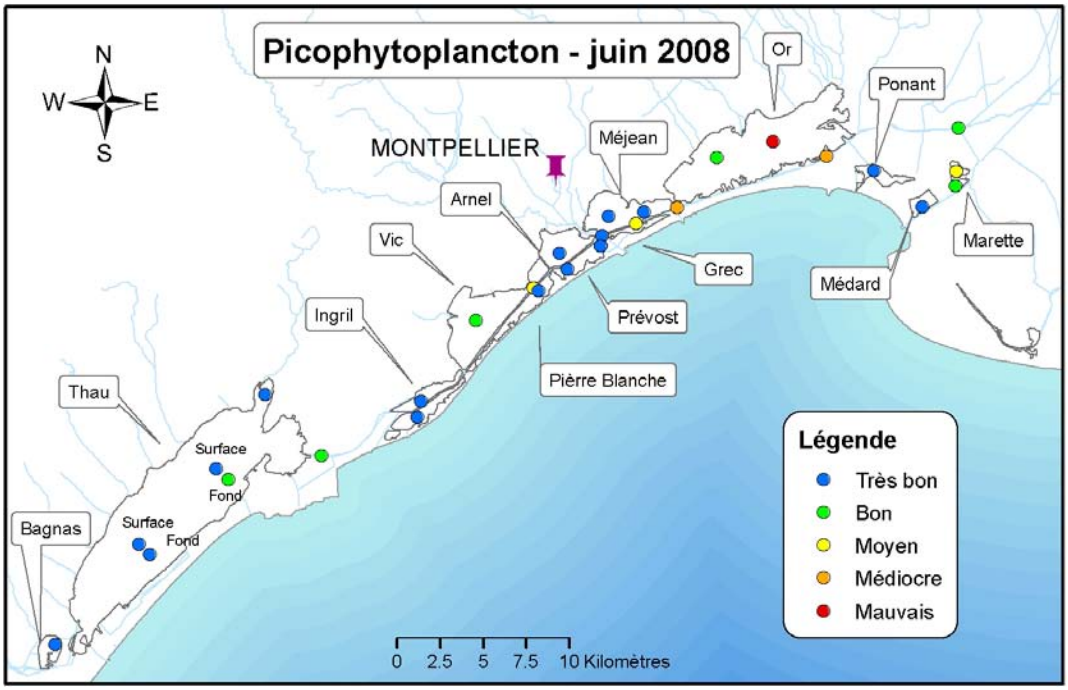


Figure 14. 13 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois de juin 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

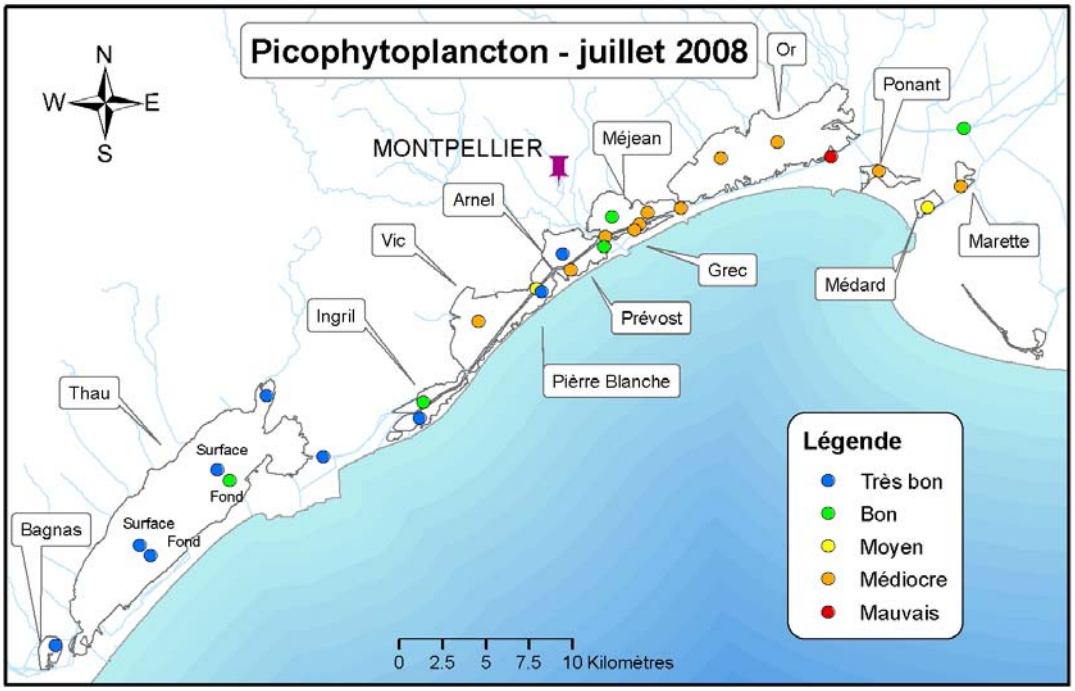


Figure 14. 14 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

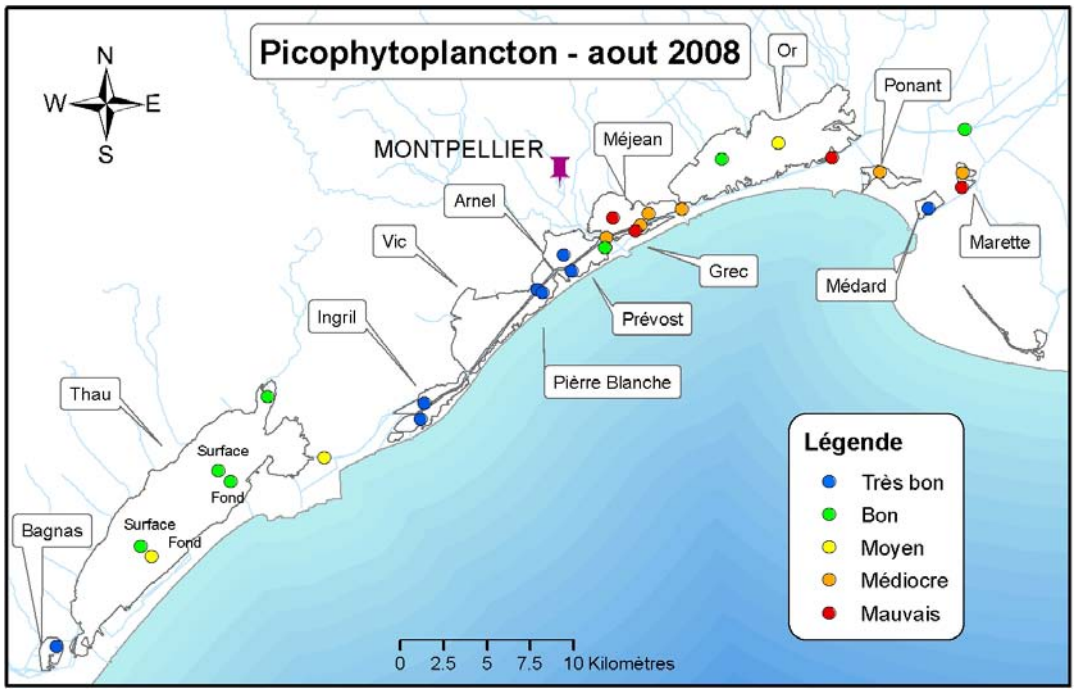


Figure 14. 15 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du picophytoplancton pour le mois d'août 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

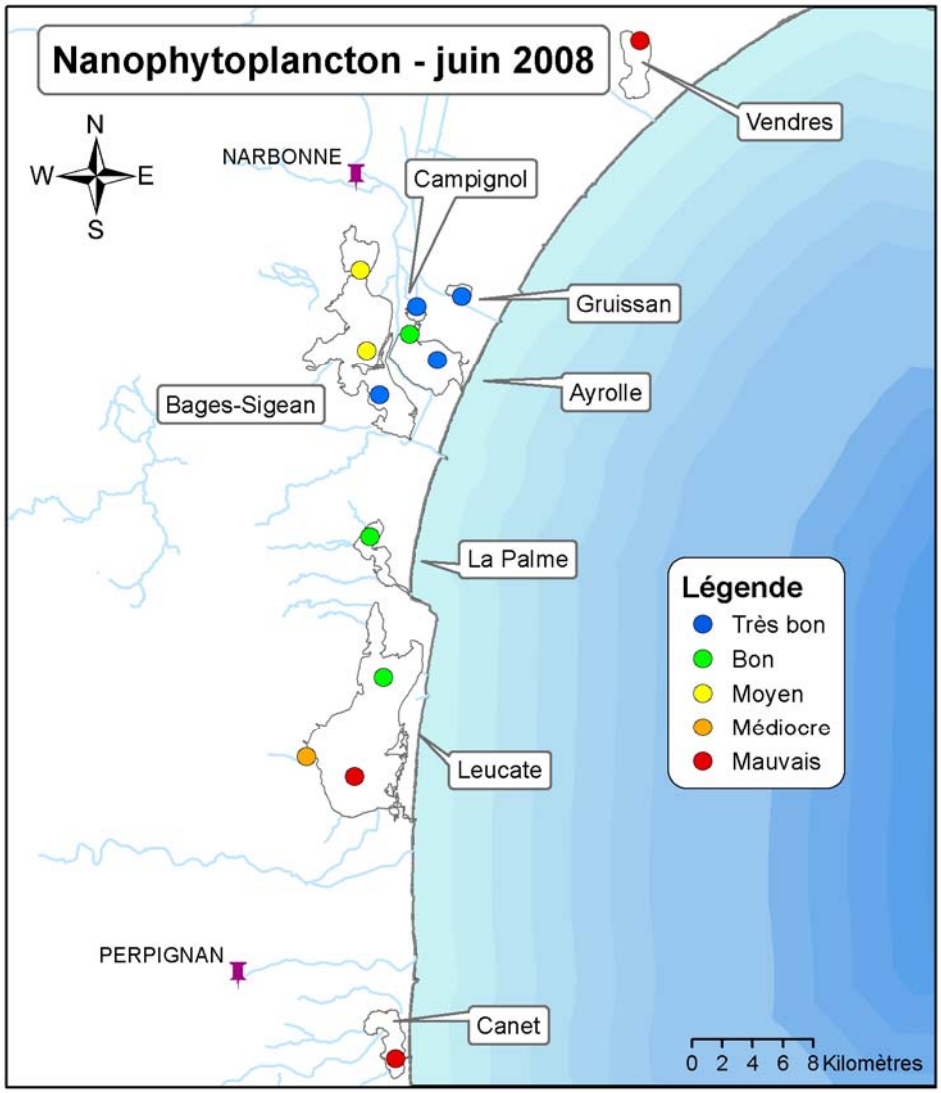


Figure 14. 16 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois de juin 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

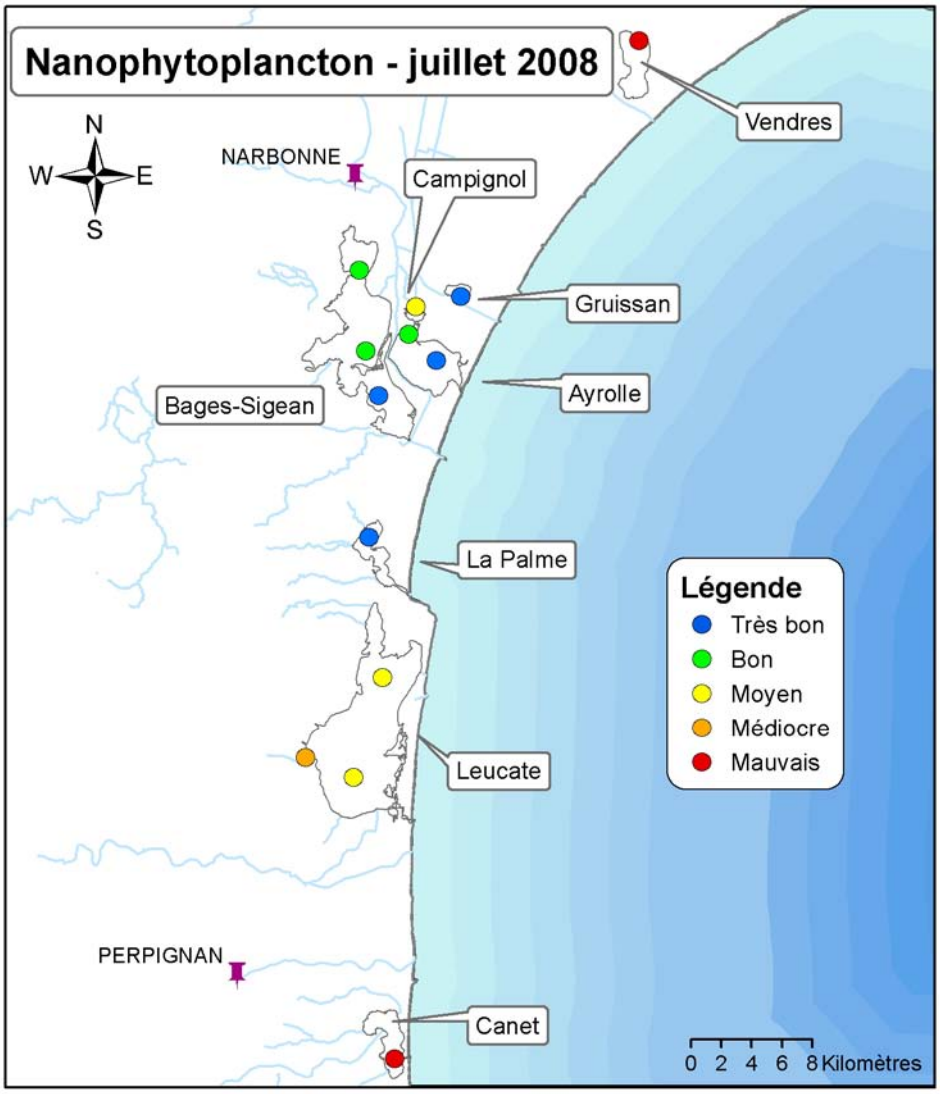


Figure 14. 17 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

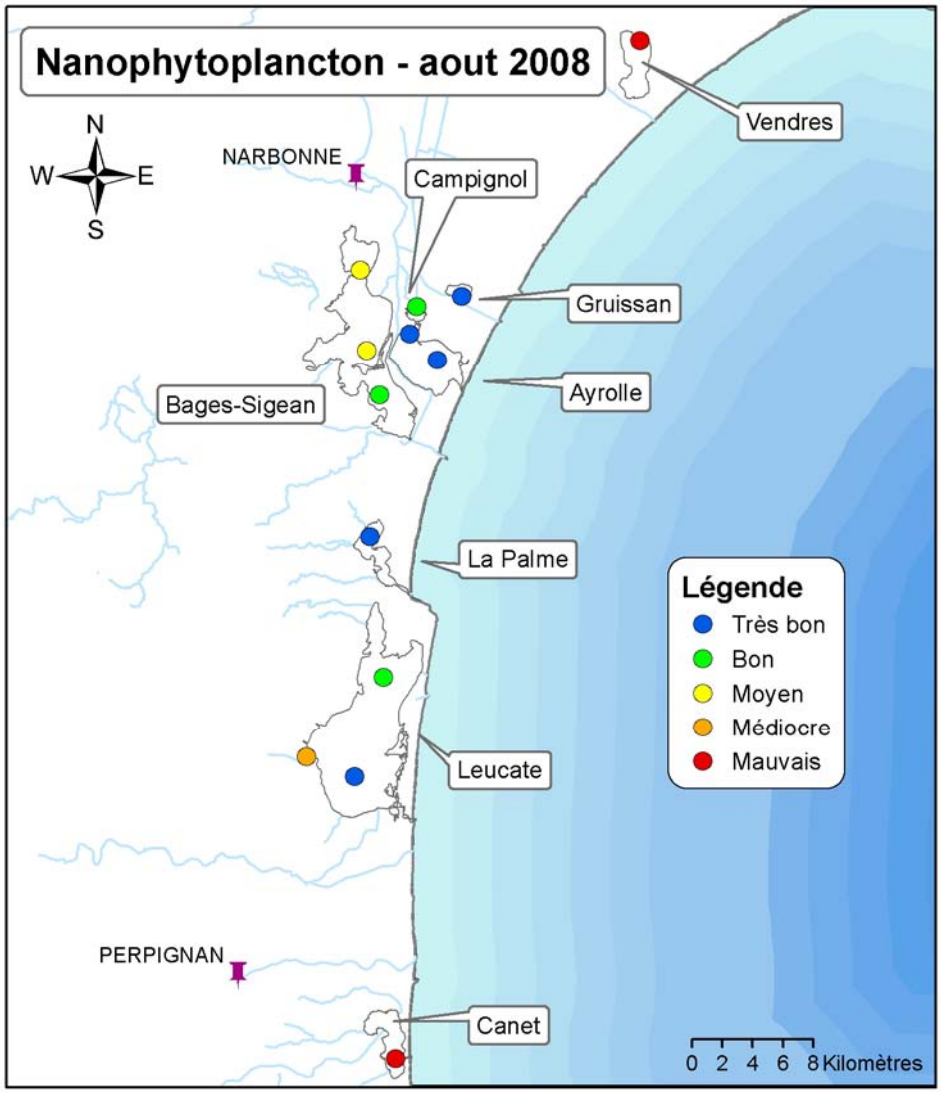


Figure 14. 18 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois d'août 2008, de l'étang de Salses-Leucate à celui de Gruissan.*

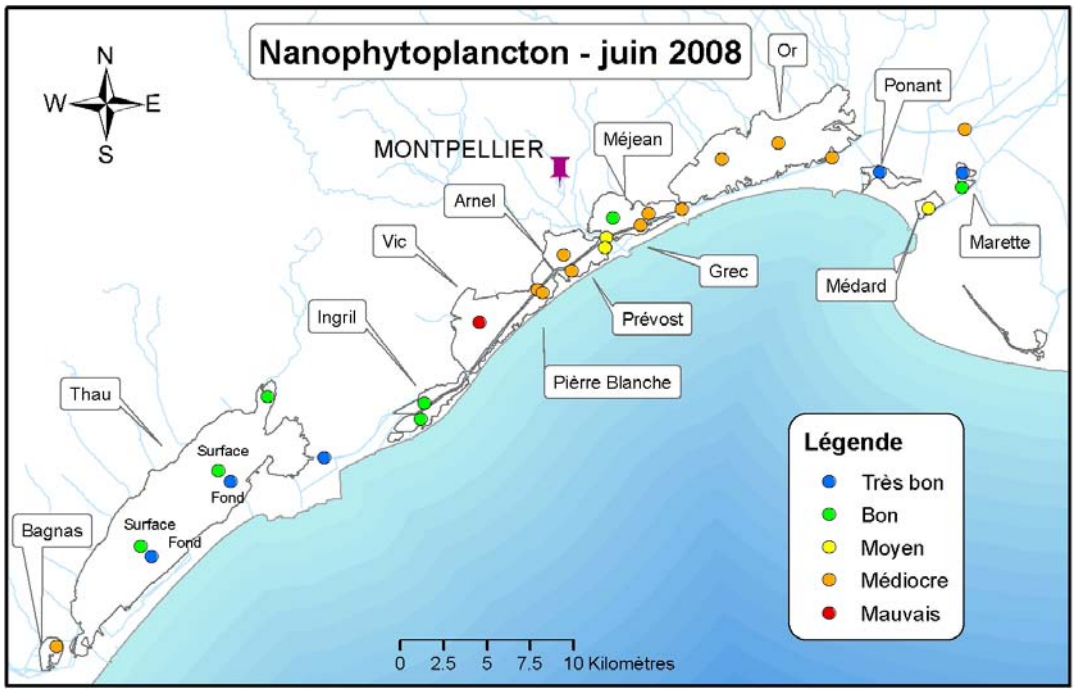


Figure 14. 19 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois de juin 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

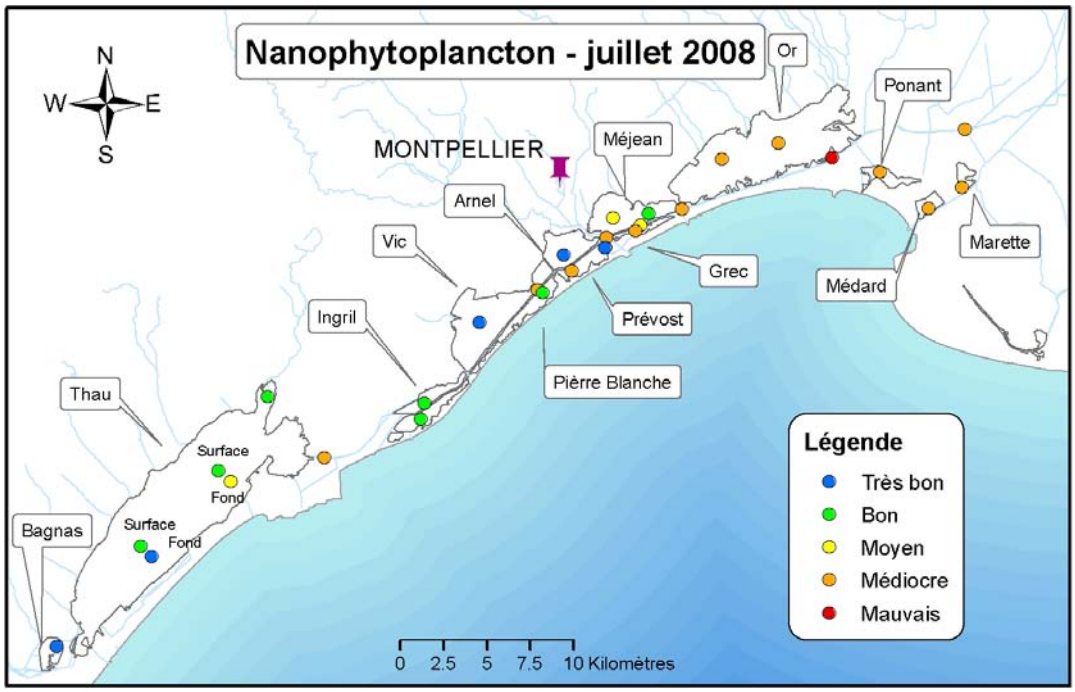


Figure 14. 20 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois de juillet 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

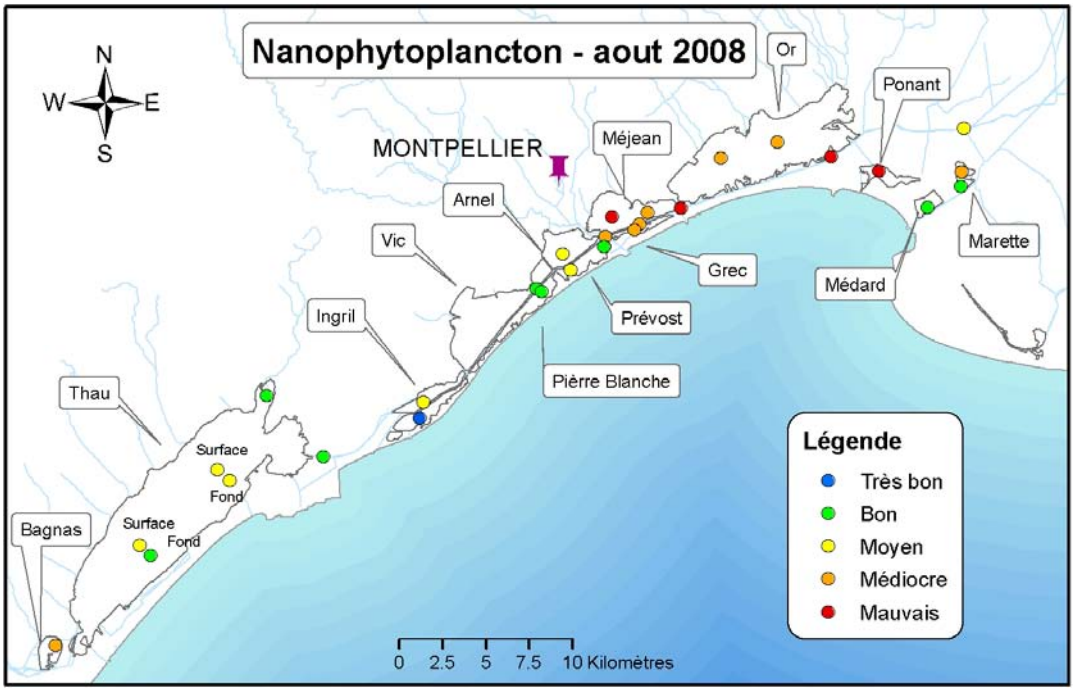


Figure 14. 21 : *Distribution des états vis-à-vis de l'eutrophisation déduits des grilles de lecture du nanophytoplancton pour le mois d'août 2008, de l'étang de Thau à celui de la Marette.*

4. Analyses de données

4.1. Paramètres de krigeage

Le krigeage est une méthode d'interpolation des valeurs d'un paramètre, sur un domaine (à deux dimensions) discrétisé suivant une grille régulière, à partir de mesures réalisées en des points discrets de ce domaine et en tenant compte de la variabilité spatiale des valeurs de ce paramètre. L'objectif du krigeage n'est pas de reproduire la réalité en tous point de la grille d'interpolation mais est de **donner les cartes les plus probables en minimisant le risque d'erreur.**

Les cartographies des paramètres caractéristiques du sédiment et des macrophytes dans l'étang de Thau (chapitre 9) sont obtenues par krigeage, sous le logiciel ArcGis 9.2. En 2008, les paramètres ont été mesurés en 36 stations distantes en moyenne de 2000 m, et leurs valeurs ont été estimées par krigeage sur une grille régulière de 50 m de côté. Le diagnostic complet de 2003 avait été réalisé sur 70 stations benthiques. Afin de disposer de cartographies comparables entre 2003 et 2008, les cartes krigées de 2003 ont été faites à partir des seules stations échantillonnées en 2008.

A noter que le nombre de stations échantillonnées sur chacun des étangs Palavasiens n'est pas suffisant pour réaliser un krigeage.

Les paramètres des modèles de variogramme, calés sur les variogrammes expérimentaux, pour les sédiments et les macrophytes de l'étang de Thau, sont les suivants :

- Un modèle sphérique avec un effet de pépite[2]. Ces caractéristiques traduisent des phénomènes qui présentent de la variabilité à petite échelle. L'effet de pépite en particulier, peut rendre compte d'incertitudes sur la mesure.

- La portée, définie comme la distance telle que : deux points séparés d'une distance supérieure à la portée ne sont plus corrélés, est de 3500 m pour les macrophytes et de 2500 m pour les sédiments.

- Le pas de calcul, correspondant à la distance moyenne entre les mesures les proches est de 1100 m. Le variogramme est calculé sur 12 pas de calcul, soit sur une distance d'environ 13 km.

- Le voisinage est défini comme une ellipse dont l'axe principal est suivant la direction principale de l'étang. Le voisinage est découpé en quatre secteurs angulaires et on impose d'avoir au moins de 2 mesures dans chaque secteur angulaire pour estimer une valeur aux nœuds de la grille.

[2] Effet de pépite : rajoute de la variabilité à très petite échelle, qui peut être due à de l'incertitude sur la mesure. Si un point de la grille correspondant exactement à une station échantillonnée, avec un effet de pépite, la valeur estimée par krigeage en ce point n'est pas égale à la valeur mesurée.

4.2. Analyse statistique des tendances à 8 ans

En 1955, Cox et Stuart[3] établissent un test de tendance basé sur le test du signe afin de dégager statistiquement des tendances monotones.
Des paires, ordonnées par année, sont formées entre la première moitié et la seconde moitié des observations (2001-2005, 2002-2006, 2003-2007, 2004-2008).

- Chaque paire comprend N = 11 couples de paramètres de la colonne d'eau. Un signe « + » ou « - » est attribué à chaque couple de paramètres en fonction du signe de la différence $X - X_{+4}$. Ainsi un signe « - » indique un caractère de dégradation pour ce paramètre.
Selon la loi de probabilité binomiale, on pose l'hypothèse nulle H_0 (n = 11, P = ½) qu'il n'y a ni caractère « de dégradation », ni caractère « d'amélioration » entre les deux années du couple. H_0 est rejetée quand la valeur de la probabilité P est inférieure à $\alpha = 0.2$ (20 %) ; le caractère de dégradation ou d'amélioration pour un couple d'année est alors confirmé statistiquement.
- Pour la période de huit années, 4 résultats issus des N = 4 couples d'années sont donc établis. La loi de probabilité binomiale est encore une fois appliquée sur ces 4 résultats. L'hypothèse nulle H_0 qu'il n'y a pas de tendance à la dégradation ou à l'amélioration sur la période de 8 ans est posée. H_0 est rejetée quand la valeur de la probabilité P est inférieure à $\alpha = 0.2$ (20 %) ; la tendance à la dégradation ou à l'amélioration pour un couple d'année est alors confirmée statistiquement.

Le test offre l'avantage de ne pas faire porter tout le poids de l'analyse à 8 ans sur une année T_0 de référence. Le délai de 4 années pour chaque couple d'années permet également de prendre en considération l'inertie du système à la restauration.

Les symboles « ☹ » et « ☺ », présentés en bas des tableaux pluriannuels, indiquent une tendance significative à la dégradation ou à l'amélioration de l'état de la colonne d'eau sur les 8 dernières années. L'absence de symbole signifie qu'aucune tendance d'évolution significative n'a pu être mise en évidence.

[3] Cox DR, Stuart A (1955) Some quick tests for trend and dispersion. Biometrika, 42: 80-95