

Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires

Chapitre tiré du rapport ci-dessous



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

Mars 2004



Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon



Bilan des résultats 2003



Image LANDSAT, Source GEOSYS

Rapport RSL-04/2004

sommaire général

1. Panorama régional du suivi

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 3. Diagnostic du phytoplancton |
| 2. Grilles de lecture de l'eau | 4. Conclusions |

2. Etang de Canet ou de Saint-Nazaire

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Evolution pluriannuelle |
| 2. Diagnostic de la colonne d'eau | 5. Conclusions |
| 3. Diagnostic par le phytoplancton | 6. Références bibliographiques |

3. Etang de Salses-Leucate

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Introduction | 6. <i>Valonia aegagropila</i> : avancées des connaissances |
| 2. Hydrologie générale | 7. Conclusions |
| 3. Suivi de l'eutrophisation | 8. Références bibliographiques |
| 4. Suivi des stations d'épuration | |
| 5. Autres réseaux de surveillance | |

4. Etang de La Palme

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Conclusions |
| 2. Diagnostic de l'eau | 5. Références bibliographiques |
| 3. Autres réseaux | |

5. Etang de Bages Sigean

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Introduction | 5. Application du modèle sur le site de Bages-Sigean |
| 2. Diagnostic de l'eutrophisation | 6. Conclusions |
| 3. Suivi des stations d'épuration | 7. Références bibliographiques |
| 4. Autres réseaux de surveillance | |

6. Etangs de Campagnol, Ayrolle et Gruissan

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Conclusions |
| 2. Diagnostic de l'eutrophisation | 5. Références bibliographiques |
| 3. Autres réseaux | |

7. Etang de Vendres

1. Introduction
2. Grille de lecture de l'eau
3. Diagnostic du phytoplancton
4. Evolution pluriannuelle
5. Conclusions
6. Références bibliographiques

8. Etang du Grand Bagnas

1. Introduction
2. Diagnostic de l'eau
3. Diagnostic du phytoplancton
4. Evolution pluriannuelle
5. Conclusions
6. Références bibliographiques

9. Etang de Thau

1. Introduction
2. Malaïgue d'août 2003
3. Diagnostic complet
4. Diagnostic de la colonne d'eau
5. Evolution pluriannuelle
6. Réseaux mollusques
7. Qualité bactériologique : Réseau microbiologique (REMI)
8. Phytoplancton toxique
9. Contamination chimique
10. Conclusions générales
11. Références bibliographiques

10. Canal du Rhône à Sète

1. Introduction
2. Hydrologie générale
3. Diagnostic de l'eau
4. Diagnostic du phytoplancton
5. Conclusions
6. Références Bibliographiques

11. Etangs palavasiens

1. Introduction
2. Diagnostic de l'eau
3. Diagnostic du phytoplancton
4. Diagnostic complet de l'eutrophisation
5. Autres réseaux
6. Conclusions
7. Références bibliographiques

12. Etang de l'Or

1. Introduction
2. Diagnostic de l'eau
3. Phytoplancton
4. Evolution pluriannuelle
5. Diagnostic simplifié par les macrophytes

sommaire général

- | | |
|--|--------------------------------|
| 6. Bioconstructions de <i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Cascaïls) | 8. Conclusions |
| 7. Autres réseaux | 9. Références bibliographiques |

13. Etangs de la Camargue gardoise

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 5. Etang du Rhône de St Roman |
| 2. L'étang du Médard | 6. Références bibliographiques |
| 3. Etang du Ponant | |

14. Etude chronologique de la contamination des sédiments dans les étangs de Bages-Sigean, de l'Arnel et du Méjean

- | | |
|-----------------|---|
| 1. Introduction | 5. Références bibliographiques |
| 2. Méthodes | Annexe I : Localisation des carottages dans les étangs de référence |
| 3. Résultats | |
| 4. Conclusions | Annexe II : Plan d'échantillonnage |

15. Etat de la contamination des milieux aquatiques par des pesticides en Languedoc-Roussillon

- | | |
|--|---|
| 1. Introduction | 5. Suivi des fleuves côtiers en communication avec les lagunes littorales |
| 2. Réseaux de suivi des pesticides en Languedoc Roussillon | 6. Conclusions |
| 3. Eaux de surface | 7. Références bibliographiques |
| 4. Eaux souterraines | |

16. Evaluation des apports en azote et phosphore aux lagunes du Languedoc-Roussillon

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Conclusions et perspectives |
| 2. Matériels et méthodes | 5. Références bibliographiques |
| 3. Résultats et discussion | |

17. Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires

1. Introduction.....	417
2. Le phytoplancton.....	418
3. Les macrophytes	418
4. La macrofaune benthique.....	421
5. Les sédiments	421
6. Etat général issu du diagnostic de l'eutrophisation.....	422
7. Grille de qualité de l'eau	423

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.
- Placée en aval de la production primaire dans la chaîne trophique, la **macrofaune** benthique est en relation indirecte avec les apports d'azote et de phosphore. Les excès de matière organique entraînent une diminution de l'oxygène dissous dans les sédiments ce qui change les conditions de vie pour les animaux. L'excès de phytoplancton peut aussi entraîner la prolifération de filtreurs benthiques.
- 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.

2. Le phytoplancton

Le diagnostic du phytoplancton est obtenu à partir du comptage des cellules phytoplanctoniques sur deux gammes de taille : $> 2 \mu\text{m}$ et $< 2 \mu\text{m}$. 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 16.1. : Grille de diagnostic pour le phytoplancton.

		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$< 2\mu\text{m}$	Cel/L 10^6		20		50		100		500	
$> 2\mu\text{m}$	Cel/L 10^6		2		5		10		50	

L'état retenu est le plus déclassant de la grille.

3. Les macrophytes

L'inventaire des espèces de macrophytes, leur biomasse en poids sec et leur taux de recouvrement à chaque station échantillonnée permet de définir l'état d'eutrophisation.

Les macrophytes sont d'abord classés en 4 catégories :

- - phanérogames d'eau douce (Potamot)
- - espèces climax (phanérogames marines et algues permanentes)
- - algues dérivantes
- - algues opportunistes

Le pourcentage de la biomasse des espèces climax par rapport à la biomasse totale est calculé pour chaque prélèvement. L'utilisation de la diversité spécifique (nombre



d'espèces) en deuxième entrée permet de lever d'éventuelles ambiguïtés soulevées par certains prélèvements (mélange d'espèces climax et d'algues opportunistes par exemple). La grille suivante est alors utilisée :

Tableau 16.2. : Grille de diagnostic pour les macrophytes.

ESPECES CLIMAX	DIVERSITE		
	Satisfaisante nb sp > 6	Réduite 3 < nb sp < 6	Très faible nb sp < 3
Dominantes 75% < BMC	Très bon		
Dominantes 50% < BMC < 75%	Bon		
Présentes 5% < BMC < 50%	Moyen		
Faiblement présentes BMC < 5%		Médiocre	
Absentes			Mauvais

BMC : biomasse relative des espèces climax ;

Nb sp : nombre total d'espèces dans le relevé

Les états peuvent ainsi être cartographiés, permettant un diagnostic de l'eutrophisation à partir des macrophytes.

L'état général de la lagune est obtenu en utilisant la grille avec les proportions moyennes en d'espèces climax et le nombre total d'espèces observées dans l'ensemble des prélèvements où le taux de recouvrement est supérieur à 5%. Les seuils déterminant si la diversité est satisfaisante, réduite ou très faible, sont calés sur le nombre d'espèces observées aux stations (cadre de 0,25 m²).

Remarque : 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.

Diagnostic simplifié des macrophytes

Peu de lagunes peuvent être diagnostiquées en une seule année par la technique utilisée. 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 climax et le nombre d'espèce (Tab. 16.3). Le tableau suivant est utilisé. La biomasse est remplacée par le pourcentage de recouvrement des espèces climax sur la surface de chaque zone visitée.

Dans le diagnostic simplifié, le nombre total d'espèces a des chances de varier car les prélèvements sont effectués sur la zone entière de 100 ha correspondant à la station.

Le second critère est donc moins sévère que dans le diagnostic normal.

Tableau 16.3 : 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%.

ESPECES CLIMAX	DIVERSITE		
	Satisfaisante	Réduite	Très faible
	nb sp > 6	3 < nb sp < 6	nb sp < 3
Dominantes RC > 75%	Très bon		
Dominantes 50% < RC < 75%	Bon		
Présentes 5% < RC < 50%	Moyen		
Faiblement présentes RC < 5%	Médiocre		
Absentes			Mauvais

C: recouvrement relatif des espèces climax (% de la surface du fond occupé par les espèces climax ; **nb sp** : nombre total d'espèces observées.

4. La macrofaune benthique

L'inventaire des espèces et leur nombre d'individus par mètre carré permet, grâce à un tableau à double entrée, de définir la **potentialité biologique liée à la macrofaune**.

Les espèces indicatrices de forte charge en matière organique sont : *Capitella capitata* et *Scololepsis fuliginosus* (ou *Malacoceros indicus*).

Tableau 16.4 : Grille de diagnostic pour la potentialité biologique liée à la macrofaune

			RICHESSSE SPÉCIFIQUE			
			Très satisfaisante	Satisfaisante	Réduite	Très faible
Espèces indicatrices de matière organique	Densité	Nulle				Mauvais
		Très faible			Médiocre	Mauvais
		Faible	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
		Normale	Très bon	Très bon	Bon	Mauvais
		Présence	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
		Prolifération		Moyen	Médiocre	Mauvais
		Très forte		Moyen	Médiocre	Mauvais

Le double encadré représente les situations généralement rencontrées dans les lagunes du Languedoc Roussillon

L'attribution d'un état se fait à partir des valeurs seuils présentées dans le tableau suivant :

Tableau 16.5 : Valeurs seuils pour la macrofaune benthique.

RICHESSSE SPÉCIFIQUE :	DENSITÉS :
Très satisfaisante : plus de 30 espèces	Nulle : 0
Satisfaisante : 21 à 30 espèces	Très faible : 1 à 200 individus
Réduite : 11 à 20 espèces	Faible : 201 à 1500 individus
Très faible : 0 à 10 espèces	Normale : 1501 à 6000 individus
	Forte : 6001 à 8000 individus
	Très forte : plus de 8000 individus

La prolifération du polychète *Ficopotamus enigmaticus* qui se caractérise par la présence de cascaills doit être indiquée.

5. 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 16.6 : 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 $0,8 \times N$ 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.

6. 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 16.7 : Planche de diagnostic global de l'écosystème vis-à-vis de l'eutrophisation.

PLANCHE DE RESULTATS	
SEDIMENTS	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
PHOSPHORE SEDIMENTS	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	PHYTOPLANCTON <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
	MACROPHYTES <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
	PROLIFERATIONS <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
	POTENTIALITE BIOLOGIQUE MACROFAUNE <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
ETAT GENERAL VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION	<input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
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 Tab. 16.7) :

- - le phosphore des sédiments
- - le phytoplancton
- - les macrophytes

7. 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 16.8 : Grille de lecture de l'eau utilisée dans le RSL.

Variable			Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$ \Delta \%O_2 \text{ SAT} $		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		11		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 :

- $|\Delta \%O_2 \text{ SAT}|$: 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 ($\mu\text{g/l}$)
- Chlaphe : Concentration en chlorophylle-a + phéophytine-a ($\mu\text{g/l}$)
- NT : Concentration en azote total (μM)
- PT : Concentration en phosphore Total (μM)