



Direction des opérations
Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc Roussillon

Avril 2006

Réseau de Suivi Lagunaire du Languedoc-Roussillon

Bilan des résultats 2005

Ifremer



Le grau de l'étang de l'Ayrolle – Photo : Henri Farrugio – Ifremer.

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

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

1. Panorama régional du suivi

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Introduction | 3. Suivi global de l'eutrophisation |
| 2. Conditions hydroclimatologiques | 4. Conclusion |

2. Etang de Canet Saint-Nazaire

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Introduction | 5. Diagnostic simplifié par les macrophytes |
| 2. Diagnostic de la colonne d'eau | 6. Conclusions |
| 3. Diagnostic par le phytoplancton | 7. Références bibliographiques |
| 4. Evolution pluriannuelle | |

3. La lagune de Salses-Leucate

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Introduction | 5. Autres réseaux de surveillance |
| 2. Hydrologie générale | 6. Conclusions |
| 3. Diagnostic de l'eutrophisation | 7. Références bibliographiques |
| 4. Suivi des stations d'épuration | |

4. Etang de La Palme

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Introduction | 5. Diagnostic simplifié par les macrophytes |
| 2. Diagnostic de la colonne d'eau | 6. Conclusion |
| 3. Diagnostic du phytoplancton | 7. Références bibliographiques |
| 4. Evolution pluriannuelle | |

5. Etang de Bages Sigean

- | | |
|---|--|
| 1. Introduction | 6. Autre réseau de surveillance |
| 2. Suivi annuel de la colonne d'eau | 7. Mesures de courants - Estimation de débits dans le grau de Port-La-Nouvelle |
| 3. Diagnostic complet de l'eutrophisation | 8. Conclusions |
| 4. Diagnostic de la colonne d'eau | 9. Références bibliographiques |
| 5. Suivi des stations d'épuration | |

6. Les étangs de Campagnol–Ayrolle et Gruissan

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Réseau Microbiologique (REMI) |
| 2. Diagnostic complet de l'eutrophisation | 5. Conclusions |
| 3. Diagnostic de la colonne d'eau | 6. Références bibliographiques |

7. L'étang de Vendres

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

8. Etang du Bagnas

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Conclusions |
| 2. Diagnostic de l'eutrophisation | 5. Références bibliographiques |
| 3. Diagnostic simplifié par les macrophytes | |

9. Etang de Thau

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Autres réseaux de surveillance |
| 2. Hydrologie générale | 5. Conclusions |
| 3. Diagnostic de l'eutrophisation | 6. Références bibliographiques |

10. Le Canal du Rhône à Sète

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Introduction | 4. Diagnostic du phytoplancton |
| 2. Hydrologie et météorologie générales | 5. Conclusions |
| 3. Diagnostic de l'eau | 6. Références Bibliographiques |

11. Les étangs palavasiens

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction | 5. Autres réseaux |
| 2. Diagnostic de l'eau | 6. Conclusions |
| 3. Diagnostic du phytoplancton | 7. Références bibliographiques |
| 4. Diagnostics pluriannuels | |

12. L'étang de l'Or

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Introduction | 4. Diagnostic estival de la colonne d'eau |
| 2. Suivi mensuel de la colonne d'eau | 5. Conclusions |
| 3. Diagnostic complet | 6. Références bibliographiques |

13. Etangs de la Camargue gardoise

- | | |
|---|--|
| 1. Introduction générale | 4. L'étang de la Murette |
| 2. Etang du Médard (ou étang du Repausset Couchant) | 5. Etang du Rhône de St Roman (ou bras mort de St Roman) |
| 3. Etang du Ponant | 6. Références bibliographiques |

14. Evaluation de la toxicité globale des sédiments des lagunes du complexe Narbonnais et de l'étang de l'Or

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Introduction, problématique | 4. Discussion |
| 2. Méthodologie | 5. Perspectives |
| 3. Résultats | 6. Références bibliographiques |

15. Annexes

1.	Le réseau REMI	431
1.1.	Principes techniques du REMI	431
1.2.	Evaluation de la qualité d'une zone.....	432
1.3.	Surveillance en alerte	433
2.	Le Réseau National d'Observation (RNO)	435
2.1.	RNO matière vivante.....	435
2.2.	RNO Sédiment	435
2.3.	Toxicité et provenance	436
3.	Outil d'évaluation du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires	443
3.1.	Introduction	443
3.2.	Le phytoplancton.....	444
3.3.	Les macrophytes.....	444
3.4.	La macrofaune benthique	447
3.5.	Les sédiments	447
3.6.	Etat général issu du diagnostic de l'eutrophisation.....	448
3.7.	Grille de qualité de l'eau.....	449



ANNEXES

1. Le réseau REMI

1.1. Principes techniques du REMI

En amont du classement

Avant la mise en place d'une surveillance régulière, une étude sanitaire est conduite sur la zone. Cette étude doit permettre au laboratoire d'estimer la qualité microbiologique et chimique de la zone, de définir la stratégie d'échantillonnage dans le cadre de la surveillance régulière. Cette étude d'une durée minimale d'un an consiste à prélever sur différents points jugés représentatifs de la contamination de la zone, le coquillage défini. A l'issue de l'étude de zone, chaque point doit disposer de 26 résultats au moins.

Toute demande de réalisation d'étude au laboratoire Ifremer est accompagnée d'un dossier complété par l'Administration sur les délimitations de zone (limites administratives et limites de la zone réellement exploitée), les activités socio-économiques (production de coquillages, nombre de producteurs), les principales sources de rejets de polluants microbiologiques et chimiques.

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). 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 prélèvement sur les points est fonction de la qualité moyenne estimée de la zone et de sa variabilité, elle peut être mensuelle ou bimestrielle. La détermination de la fréquence d'échantillonnage est basée sur une approche statistique de la répartition des résultats acquis durant les 3 dernières années calendaires.

Lorsque les zones A, B et C présentent un risque de dégradation de la qualité microbiologique tel qu'il déclasserait régulièrement A en B, ou B en C ; ou que des zones de qualité B et C présentent une amélioration telle qu'elles seraient reclassées respectivement en A ou B, l'échantillonnage devient mensuel.

La zone peut n'être exploitée qu'une partie de l'année (cas notamment des gisements naturels classés administrativement), dans ce cas 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 est basée sur le dénombrement des *Escherichia coli*, bactérie utilisée comme indicateur de contamination fécale, dans 100 grammes de chair et de liquide intervalvaire de mollusques bivalves vivants. Les méthodes d'analyses utilisées sont les méthodes du nombre le plus probable NF V 08-600 et l'impédancemétrie NF V 08-106.

L'ensemble des résultats obtenus sont saisis dans la base de données Quadrigé Ifremer. 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.

Les documents de prescription : *Cahier des spécifications techniques et méthodologiques REMI* et *l'Inventaire cartographique des points de prélèvement REMI et des listes de zones classées et surveillées* sont les documents de référence pour la mise en œuvre et la conduite du réseau REMI. Ces documents font l'objet d'une mise à jour régulière au plus annuelle.

1.2. Evaluation de la qualité d'une zone

Chaque année, le laboratoire vérifie la conformité des résultats obtenus dans le cadre de la surveillance régulière par rapport au classement de la zone et transmet ces informations à l'Administration.

Contamination microbiologique

L'estimation de la qualité microbiologique de la zone utilise les données acquises en surveillance régulière REMI sur des périodes de 3 années consécutives (année calendaire). L'interprétation se fait ensuite par rapport aux critères microbiologiques définis réglementairement.

De façon transitoire, en 2006, 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 15. 1,
- fixés par le règlement 854/2004 CE 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 15. 2.

Tableau 15. 1 : Classes et seuils de qualité microbiologique définis par l'arrêté du 21/05/1999 ;

Nombre d' <i>Escherichia coli</i> 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 %

Tableau 15. 2: Classes et seuils de qualité microbiologique définis par le Règlement 854/2004.

Nombre d ' <i>E. coli</i> dans 100 g CLI				
Classe	230	1 000	4 600	46 000
A	100%			
B	100%			
C	100%			

Contamination chimique

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. Ces données sont acquises dans le cadre du RNO Réseau National d'Observation. Un point RNO même situé hors délimitations de la zone peut être considéré comme représentatif de la contamination chimique de cette zone.

1.3. Surveillance en alerte

Le déclenchement de la surveillance en alerte (phase de pré-alerte) peut avoir plusieurs origines :

① le résultat obtenu dans le cadre de la surveillance régulière dépasse les seuils définis pour chaque classement de zone :

- - 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

- ② risque de contamination (événement météorologique, rejet polluant, information par un tiers...)
- ③ épidémie constatée.

Le déclenchement du dispositif d'alerte (pré-alerte) se traduit par l'information des partenaires locaux, suivant une liste de diffusion définie au niveau national et par la réalisation de prélèvements sur les points de la zone dans les 48 heures qui suivent le déclenchement de l'alerte (sous réserve de conditions d'accès favorables).

La zone est en alerte « confirmée » lorsque la contamination est avérée ou lorsqu'il y a persistance de la contamination détectée dans le cadre de la surveillance régulière. L'alerte « confirmée » se traduit par une information immédiate des Administrations locales et nationales, de façon à ce que celles-ci puissent prendre les mesures de protection de santé publique appropriées. La mise en alerte implique une surveillance renforcée de la zone considérée. Les prélèvements sont hebdomadaires, sous réserve de conditions d'accès favorables, jusqu'à la levée de l'alerte. Cette levée intervient lorsque deux résultats inférieurs aux seuils de déclenchement sont obtenus consécutivement.

2. Le Réseau National d'Observation (RNO)

Le Réseau National d'Observation (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 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. RNO 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, permettant de résumer l'information contenue dans la série par une 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 prises en compte datent de février 2005 (les données du RNO sont rendues avec un an de décalage pour des raisons techniques).

Dans le cas d'échantillonnages réalisés en zone d'élevage de mollusques, les résultats RNO 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 sur les figures 15.1 et 15.2.

2.2. RNO Sédiment

La dernière campagne date de 1995-1996, les résultats ont été présentés dans le rapport RSL 2002 (IFREMER, 2003). La prochaine aura lieu en avril 2006.

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 0.15 µg/g.

L'intoxication chronique chez l'homme se manifeste par des pathologies 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 30 µg/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 0.1 µg/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.

Les teneurs dans les sédiments non contaminés sont généralement inférieures 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 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 mis 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 de 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.

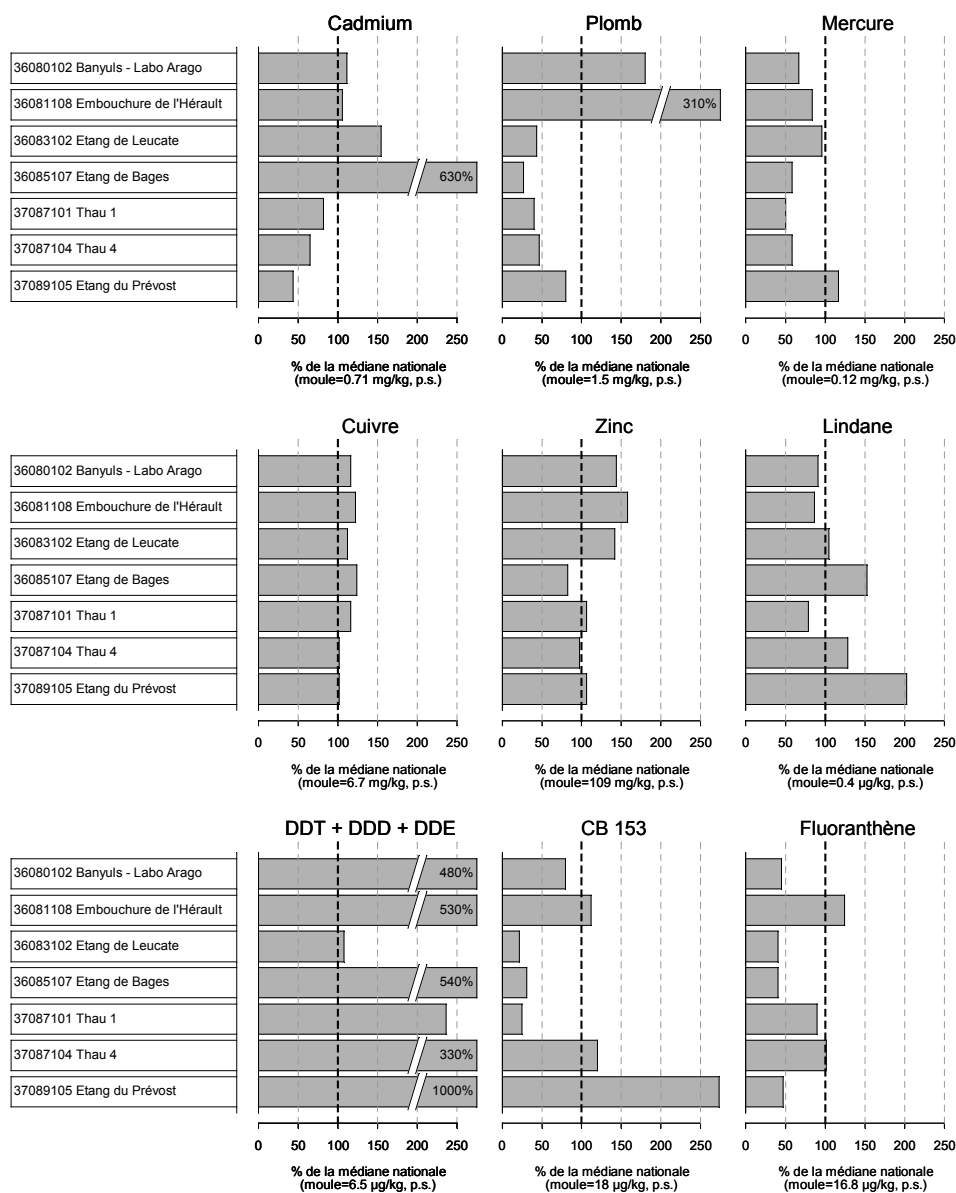
Nickel

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 et de la production des métaux non ferreux. Sa toxicité est considérée comme faible. Des effets sur la reproduction des huîtres a été observé.

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.

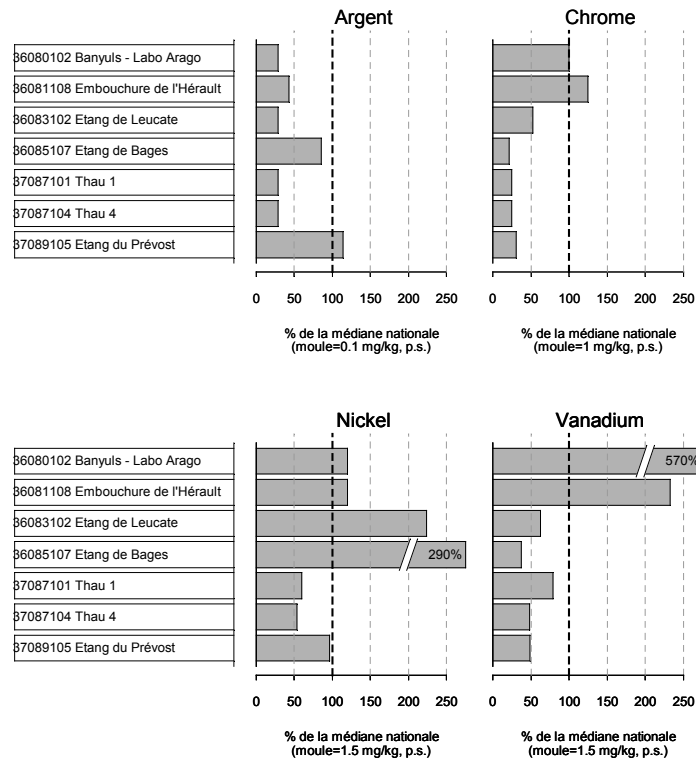
L'intoxication par inhalation provoque des oedèmes pulmonaires, les poussières provoquent l'irritation des voies respiratoires et du rythme cardiaque. Il a aussi des effets neurologiques, peut inhiber certaines enzymes chez les animaux et peut engendrer des problèmes rénaux et de foie.



Source/Copyright RNO MEDD-Iframer, banque Quadrige

Figure 15.1 : Comparaison des contaminants aux médianes nationales pour les trois dernières années.

Résultats RNO
 Comparaison des contaminants aux médianes nationales pour les trois dernières années



Source/Copyright RNO MEDD-Iframer, banque Quadrige

Figure 15. 2 : 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.
- 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.

3.2. Le phytoplancton

Le diagnostic du phytoplancton est obtenu à partir du comptage des cellules phytoplanctoniques sur deux gammes de taille : $> 3 \mu\text{m}$ et $< 3 \mu\text{m}$. 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 15. 3 : Grille de diagnostic pour le phytoplancton.

		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$< 3\mu\text{m}$	Cel/L 10^6		20		50		100		500	
$> 3\mu\text{m}$	Cel/L 10^6		2		5		10		50	

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

3.3. 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 15. 4 : 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		Mauvais
Absentes			

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 15. 5 : 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 nb sp > 6	Réduite 3 < nb sp < 6	Très faible nb sp < 3
Dominantes RC > 75%	Très bon		
Dominantes 50% < RC < 75%	Bon		
Présentes 5% < RC < 50%	Moyen		
Faiblement présentes RC < 5%	Médiocre		Mauvais
Absentes			

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

3.4. 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 15. 6 : Grille de diagnostic pour la potentialité biologique liée à la macrofaune.

		RICHESSE 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	Moyen
		Forte	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
		Très forte		Moyen	Médiocre	Mauvais
		Présence				
Prolifération						

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 15. 7 : Valeurs seuils pour la macrofaune benthique.

RICHESSE 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 *Ficopomatus enigmaticus* qui se caractérise par la présence de cascails doit être indiquée.

3.5. 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 15. 8 : 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.

3.6. 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 15. 9 : 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: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	MACROPHYTES <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	PROLIFERATIONS <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	POTENTIALITE BIOLOGIQUE MACROFAUNE <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
ETAT GENERAL VIS-A-VIS DE L'EUTROPHISATION	<input style="width: 100px; 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

3.7. 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 15. 10 : Grille de lecture de l'eau utilisée dans le RSL.

Variable			Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais
$\Delta \%O_2$ SAT		0		20		30		40		50	
TUR	(NTU)	0		5		10		25		40	
PO ₄ ³⁻	(μ M)	0		0,3		1		1,5		4	
NID	(μ M)	0		2		6		10		20	
NITRI	(μ M)	0		0,3		0,5		0,75		1	
NITRA	(μ M)	0		1		3		5		10	
AMMO	(μ M)	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	(μ M)	0		50		75		100		120	
PT	(μ M)	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)