REGION LANGUEDOC ROUSSILLON

Agence de l'Eau rhône méditerranée corse

IFREMER

RESEAU DU SUIVI LAGUNAIRE

Potentialité biologique liée à la macrofaune dans les étangs de Canet/stNazaire, La Palme, Vendres, Bagnas, Ponant, Médard

---

Proposition technique et financière

Dossier 101122

Montpellier, novembre 2001

CREOCEAN

Les Athamantes, bât. 6 - 740 avenue des Apothicaires - Parc Euromédecine - 34090 MONTPELLIER - FRANCE
Tél. : (33) 4 99 23 31 65 - Fax : (33) 4 99 23 31 71 – e-mail : creocean.montpellier@wanadoo.fr

CONTEXTE GENERAL

L'objectif de cette proposition est de mettre en œuvre, en ce qui concerne le compartiment benthique, les méthodes décrites au cours de l'étude de mise à jour des indicateurs de niveau trophique des milieux lagunaires méditerranéens (Ifremer, Creocean, UMII, 2000[1]) et rappelées en annexe.

Une première approche a été réalisée en 2001[2] à la demande d'Ifremer sur les étangs palavasiens. Les résultats de cette première phase de la mise en œuvre du RSL montrent qu'au niveau du compartiment benthique, certaines améliorations doivent être impérativement intégrées pour garantir la qualité des résultats. Conformément aux conclusions du suivi 2001, ces améliorations ont trait aux points suivants :

- L 'application de l'outil simplifié, basé uniquement sur la diversité et la densité des peuplements, n'est pas suffisante pour obtenir une bonne image de la station d'étude. Il apporte une information très globale sur le milieu, utile comme première approximation, mais insuffisante pour identifier l'existence de problèmes liés à la qualité. Cette potentialité biologique est notamment très fortement influencée par des variables totalement naturelles liées principalement à l'inertie physique de la colonne d'eau. S'abstraire de cette contrainte pour déterminer une potentialité biologique peu conduire à de graves erreurs d'interprétation. Il est donc nécessaire d'appliquer la méthode complète décrite lors de l'étude méthodologique (chapitre V).

- Le caractère intégrateur du benthos permet d'utiliser cette variable pour caractériser une lagune ou une portion de lagune. Toutefois pour garantir qu'une station soit représentative d'un territoire donné, il est essentiel de le vérifier auparavant (ou même *a posteriori*), au travers de la réalisation d'un point 0, effectué en début de suivi et une fois pour toutes. Les stations échantillonnées dans le cadre de l'étude méthodologique n'avaient pas pour objectif de caractériser les lagunes mais uniquement de mettre au point un indice de qualité. Les données publiées n'ont donc qu'une valeur ponctuelle. Il en est de même dans le cadre de la mise en œuvre du suivi 2001 (Etangs palavasiens), pour lequel les stations ne peuvent être considérées comme représentatives de l'ensemble de la lagune. Si la description des états initiaux n'est pas faite sur les étangs retenus pour 2002, ces stations ne pourront pas non plus être considérées comme représentatives. Afin de rester dans l'ordre de grandeur des efforts financiers consentis pour l'étude de ce compartiment, nous proposons cependant de limiter la mesure de l'indice benthique sur les stations demandées, sachant que les études complémentaires devront être faites par ailleurs.

[1] Ifremer, Créocéan, UMII, 2000 : Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. Rapport final. Etude réalisée pour le compte de l'Agence de l'Eau et de la Région Languedoc-Roussillon.

[2] Canovas S. et E. Dutrieux, 2001 : Réseau du suivi lagunaire. Potentialité biologique liée à la macrofaune dans les étangs palavasiens. Rapport final. Etude réalisée par CREOCEAN pour le compte de IFREMER.

- La réalisation des prélèvements après d'éventuelles phases de mortalités est de nature à perturber les résultats et les rendre peu cohérents avec la qualité réelle de la lagune. Ce phénomène semble d'ailleurs s'être produit sur certaines lagunes échantillonnées en 2001. Par ailleurs, la bibliographie sur le sujet montre que la période hivernale est celle où les peuplements sont les plus stables. Il est donc important de réaliser les prélèvements au cours de la période hivernale, de préférence avant fin Février.

La proposition technique suivante tient compte de ces remarques, sauf en ce qui concerne les descriptions des états initiaux qui devront être réalisées dans un autre cadre.

METHODOLOGIE

Plan d'échantillonnage

Conformément à la demande, l'évaluation de la potentialité biologique sera réalisée sur les étangs de Canet/stNazaire, La Palme, Vendres, Bagnas, Ponant, Médard au travers de l'échantillonnage de 7 stations, soit une station par étang sauf pour Canet où deux stations seront implantées. Toutefois, certaines lagunes semblent sous-échantillonnées. Nous proposons donc à titre optionnel d'augmenter le nombre de stations sur ces lagunes. En l'absence d'informations plus précises (point 0), les propositions d'implantation de stations suivantes peuvent être réalisées :

Etang de Canet/St Nazaire

D'une longueur de 4 à 5 Km, l'étang de Canet est de forme allongée, la communication avec la mer se faisant à l'extrémité sud. Il existe donc très certainement un gradient marqué depuis les zones amonts, recevant les eaux continentales et les zones avales, en communication avec la mer. Les stations sont donc placées dans la partie centrale de l'étang, le long de ce gradient supposé (voir figure).

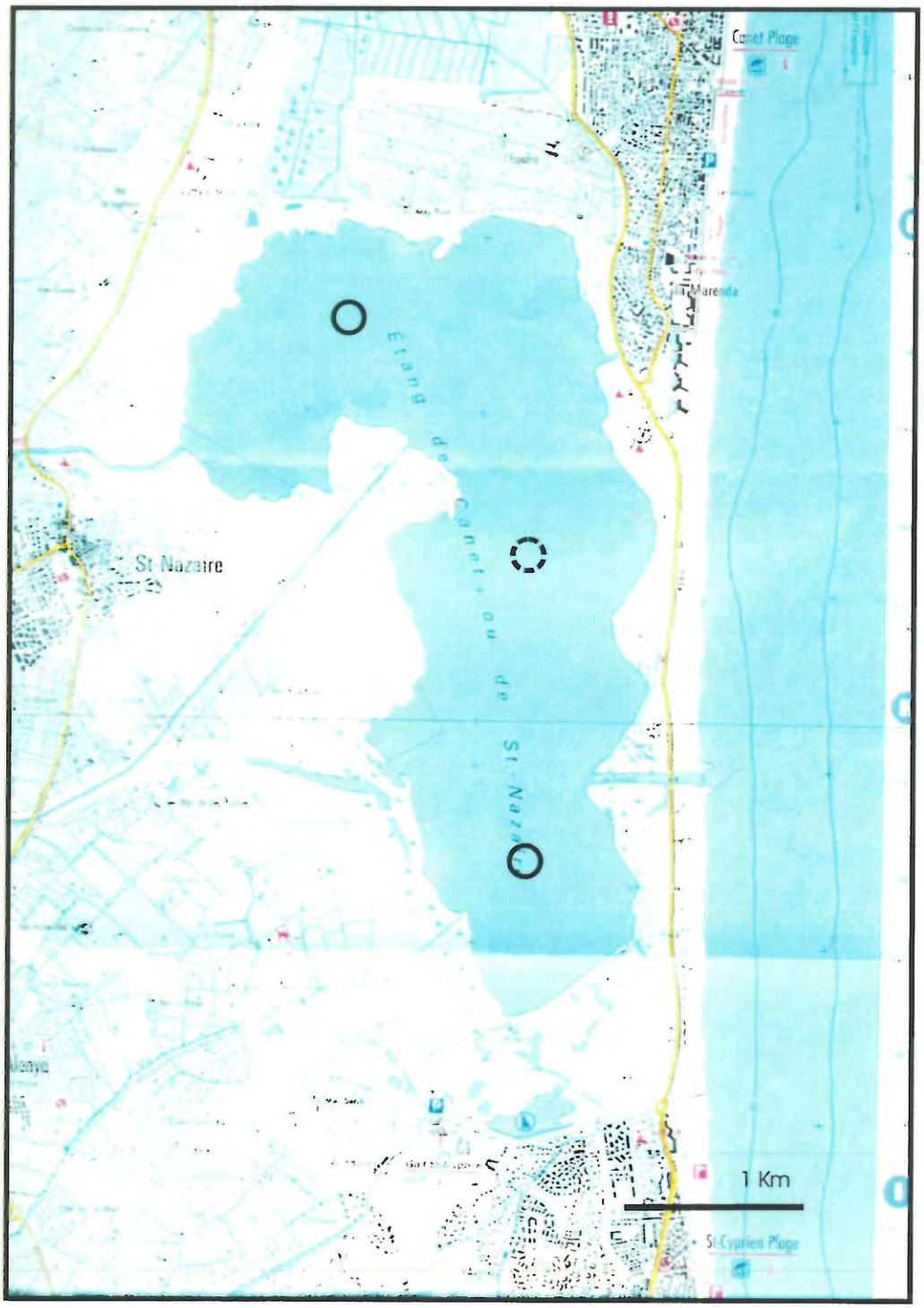
Compte tenu du milieu, deux stations semblent un nombre insuffisant. Nous proposons donc à titre optionnel d'échantillonner trois stations, réparties le long de ce gradient.

Etang de Lapalme

L'étang de Lapalme est composé de deux bassins bien différenciés, le bassin sud étant en communication avec la mer. Les caractéristiques écologiques de ces deux bassins sont donc probablement très différentes, ce qui justifie l'échantillonnage d'un point dans chacun d'eux.

Nous proposons donc la mise en place d'un second point d'échantillonnage, conformément au schéma ci-joint.

Etang de Canet / St Nazaire



○ : Station d'échantillonnage

◌ : Station d'échantillonnage optionnelle

Etang de Lapalme



○ : Station d'échantillonnage

◌ : Station d'échantillonnage optionnelle

Etangs de Vendres et du Bagnas

Ces deux milieux sont des marais très dessalés dont les intrusions d'eaux salées sont limitées à quelques chenaux de drainage. Il s'agit de milieux pour lesquels le niveau de contrainte physique est considérable. La macrofaune lagunaire y sera vraisemblablement très pauvre.

Par ailleurs, il est difficile de localiser le point d'échantillonnage optimal tant ces milieux sont morcelés, et les surfaces d'eau libre réduites.

La localisation des points d'échantillonnage sur les deux figures ci-jointes est donc fournie à titre approximatif. Il est indispensable de mettre en place des investigations complémentaires (ou préliminaires ?) sur des milieux aussi atypiques.

Etang du Ponant

L'étang du Ponant est de petite taille mais de forme allongée, la communication avec la mer se trouvant à une extrémité opposée à celle qui communique avec le Vidourle. Ce milieu est donc soumis à un gradient très marqué qui justifie l'implantation de plusieurs stations (sur ce type de milieux, une étude plus approfondie initiale serait particulièrement utile).

Nous proposons donc d'implanter au moins une station supplémentaire, conformément au schéma ci-joint.

Etang du Médard

De forme rectangulaire, cette lagune semble relativement homogène, même s'il existe probablement un gradient entre sa partie sud et sa partie nord. Nous proposons de localiser la station de prélèvement dans sa partie centrale.

Etang de Vendres



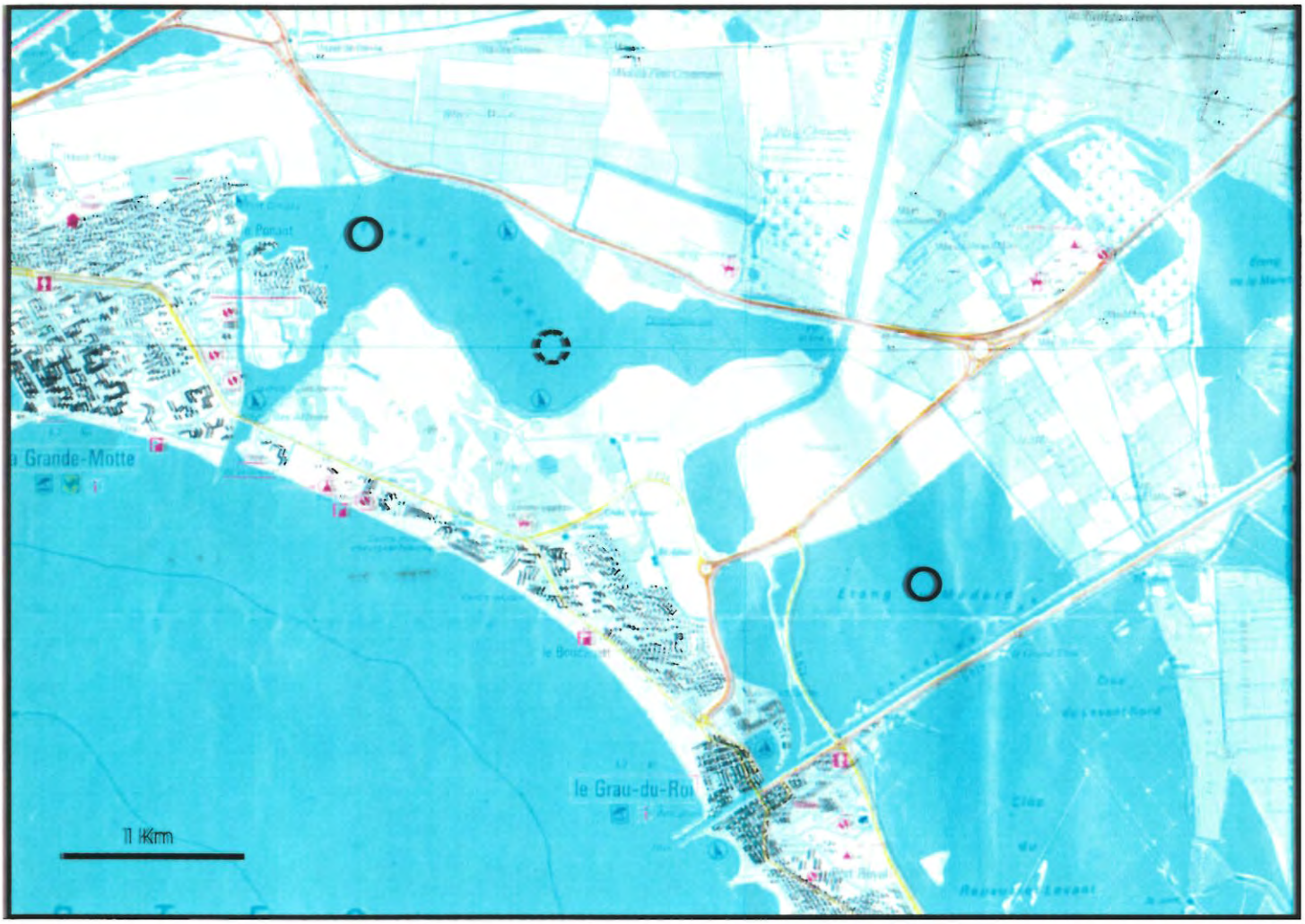
○ : Station d'échantillonnage

Etang du Bagnas



○ : Station d'échantillonnage

Etangs du Ponant et de Médard



○ : Station d'échantillonnage

◌ : Station d'échantillonnage optionnelle

Choix des variables

Conformément à la méthode de détermination de l'IGBL (annexe), les variables suivantes ont été retenues.

- Les variables concernant la macrofaune benthique, à savoir la richesse spécifique, la densité totale et la présence d'espèces indicatrices de matière organique.
- Le potentiel d'oxydo-réduction du sédiment.
- Les variables liées à la typologie du milieu et plus particulièrement la salinité et la profondeur, cette dernière intégrant les influences des variations de température.

Méthodes d'échantillonnage

Au sein d'une zone considérée en première approximation (voir ci-dessus), comme représentative de la lagune, **trois stations** sont échantillonnées. Les stations sont séparées les unes des autres par une distance de 100 à 300 mètres maximum et repérées par leurs coordonnées géographique (GPS non différentiel). Les cartes ci-jointes situent l'ensemble des stations.

Chaque station donne lieu au prélèvement de sédiment à l'aide d'une benne Eckmann-Birge de 0,025 m^2, prélèvement destiné à l'analyse du benthos. **Quatre bennes** séparées de quelques mètres sont prélevées. Leurs contenus sont mélangés. Le sédiment est tamisé sur un tamis de 1 mm de vide de maille et le refus mis en sac et formolé.

Analyses

Peuplements benthiques

Les échantillons de benthos sont acheminés dans un laboratoire spécialisé pour détermination et comptage des espèces selon une méthode normalisée.

Les organismes sont identifiés et comptés par espèce. La détermination spécifique sera poussée au maximum, certaines espèces indicatrices apportant une information très riche (groupe des néréidiens notamment).

Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox)

Le potentiel rédox est mesuré sur des carottiers le jour même des prélèvements de préférence sur le terrain. L'analyse est réalisée à l'aide de sondes de faible diamètre permettant la mesure sans déstructurer le sédiment. Une mesure est réalisée tous les deux centimètres jusqu'à la profondeur de 20 cm.

Salinité et profondeur

Ces deux variables ne sont pas mesurées au cours des campagnes benthiques mais sont évaluées préliminairement.

Descripteurs synthétiques

Afin de pouvoir comparer les données obtenues à des valeurs seuil, il est nécessaire de transformer les données brutes en descripteurs synthétiques. Ces descripteurs doivent obéir à une définition très précise :

- Richesse spécifique : il s'agit du nombre total d'espèces identifiées sur l'ensemble des trois stations échantillonnées sur la zone représentative correspondant à une surface totale d'échantillonnage de 0,3 m^2 (voir paragraphe suivant).
- Densité totale : il s'agit de la moyenne des nombres totaux d'individus toutes espèces confondues de trois stations échantillonnées sur la zone représentative.
- Espèces indicatrices : il s'agit de la présence d'une ou plusieurs espèces indicatrices d'enrichissement en matière organique et de pollution sur l'ensemble des trois stations échantillonnées sur la zone représentative. Ces informations sont qualitatives mais une éventuelle prolifération de l'une ou de l'autre de ces espèces est signalée.
- Cas particulier du Ficopomatus (Cascail) : cette espèce sera prise en compte chaque fois qu'elle sera observée.
- Potentiel Rédox de surface : il s'agit de la moyenne des valeurs de potentiel rédox mesurées à 2 cm de profondeur et à 4 cm. Les valeurs mesurées à 2 et 4 cm sont elles mêmes les moyennes de l'ensemble des valeurs mesurées (3 carottiers pour chacune des 3 stations soit 9 valeurs en tout).
- Potentiel Rédox de fond : il s'agit de la moyenne des valeurs de potentiel rédox mesurées de 10 à 20 cm de profondeur. Les valeurs élémentaires sont elles mêmes les moyennes de l'ensemble des valeurs mesurées (3 carottiers pour chacune des 3 stations soit 9 valeurs en tout).
- Salinité : la salinité d'une lagune est par nature variable. Son évaluation doit essayer de tenir compte à la fois des valeurs moyennes de la lagune et de l'importance des écarts saisonniers. Il s'agit d'une estimation.
- Profondeur : la profondeur est estimée à partir de la profondeur moyenne de la lagune dans sa partie centrale ou, d'une manière générale, dans la zone représentative. La profondeur influence fortement l'inertie de la masse d'eau vis à vis de variables physiques telles que la température.

Calcul de l'indice

Chaque descripteur synthétique apporte une information spécifique concernant la qualité du milieu, information concernant soit la qualité globale soit des éléments plus ciblés comme la qualité liée au niveau trophique.

Afin de pouvoir retirer de ces descripteurs l'information qu'ils apportent, il est nécessaire de les comparer à des valeurs seuil préétablies. La méthode de calcul est détaillée en annexe.

CALENDRIER

Conformément aux recommandations émises, les prélèvements doivent être réalisés en janvier ou février 2002.

Le rapport sera remis dans un délais de 4 mois après la fin des opérations de terrain.

EVALUATION FINANCIERE

L'évaluation financière se compose de l'hypothèse de base, concernant le prélèvement de 7 stations sur les 6 lagunes, ainsi que d'une hypothèse optimisée, concernant le prélèvement de 10 stations sur les 6 lagunes.

Hypothèse de base :

Le montant total de la prestation est évalué à 117 200 F Hors Taxes décomposés comme suit :

Phase 1 : campagne de prélèvements incluant temps de préparation

(2 j Canet + Lapalme ; 1 j Vendres + Bagnas ; 1 j Ponant + Médard, soit 4 jours de terrain)

4 jours Chef de Projet (4200 F/j) :	16 800 FHT
4 jours Chargé d'Etudes (3500 F/j) :	14 000 FHT
3 jours location bateau[3] (1400 F/j) :	4 200 FHT
Déplacements + matériel (forfaitaire) :	4 000 FHT

Total phase 1 : 39 000 F HT

Phase 2 : analyses

Le nombre d'échantillons est évalué à 21 (7 stations représentées par 3 prélèvements).

21 analyses de benthos (2000 F/analyse) :	42 000 FHT
Frais d'envoi et de conditionnement (forfaitaire) :	2 000 FHT

Total phase 2 : 44 000 FHT

Phase 3 : synthèse et rédaction du rapport

1 jours Chef de Projet (4200 F/j) :	4 200 FHT
8 jours Chargé d'Etudes (3500 F/j) :	28 000 FHT
Frais d'édition, photos, dessins (forfaitaire) :	2 000 FHT

Total phase 3 : 34 200 FHT

Total Général :	**117 200 F HT**
TVA (19,6%) :	**22 971,20 F**
TOTAL TTC :	**140 171,20 F TTC**

[3] pas de bateau de prévu pour Vendres et Bagnas

Hypothèse optimisée :

Le montant total de la prestation est évalué à 142 200 F Hors Taxes décomposés comme suit :

Phase 1 : campagne de prélèvements incluant temps de préparation

(2 j Canet + Lapalme ; 1 j Vendres + Bagnas ; 1 j Ponant + Médard, soit 4 jours de terrain)

4 jours Chef de Projet (4200 F/j) :	16 800 FHT
5 jours Chargé d'Etudes (3500 F/j) :	17 500 FHT
3 jours location bateau[4] (1400 F/j) :	4 200 FHT
Déplacements + matériel (forfaitaire) :	4 000 FHT

Total phase 1 : 39 000 F HT

Phase 2 : analyses

Le nombre d'échantillons est évalué à 30 (10 stations représentées par 3 prélèvements).

30 analyses de benthos (2000 F/analyse) :	60 000 FHT
Frais d'envoi et de conditionnement (forfaitaire) :	2 000 FHT

Total phase 2 : 62 000 FHT

Phase 3 : synthèse et rédaction du rapport

1 jours Chef de Projet (4200 F/j) :	4 200 FHT
10 jours Chargé d'Etudes (3500 F/j) :	35 000 FHT
Frais d'édition, photos, dessins (forfaitaire) :	2 000 FHT

Total phase 3 : 41 200 FHT

Total Général :	**142 200 F HT**
TVA (19,6%) :	**27 871,20 F**
TOTAL TTC :	**170 071,20 F TTC**

A Montpellier , le 28 novembre 2001

p.o.

Jean-Marc Sornin

Directeur général

[4] pas de bateau de prévu pour Vendres et Bagnas

Annexe

Méthodologie détaillée pour le suivi des lagunes : Compartiment benthique

INTRODUCTION

L'utilisation de la macrofaune benthique pour déterminer la qualité d'un milieu aquatique est fondamentale, comme le montrent les nombreuses utilisations en milieux d'eau douce (IBGN) ou marins. L'analyse critique des nombreuses méthodes existant en milieu marin, que ce soit au travers de la littérature française (travaux de Bellan, Glémarec, Hily) ou étrangère (Pearson, Rosenberg et Sanders), ont permis, lors de l'étude bibliographique de 1992, de retenir celles pouvant s'appliquer au milieu lagunaire. Ces méthodes ont été affinées et adaptées à partir des données récentes acquises lors de l'étude de mise à jour des indicateurs lagunaires de niveau trophique (Etude Ifremer, Créocéan, UMII, 2000).

SPECIFICITE DES MILIEUX LAGUNAIRES

La spécificité des peuplements lagunaires est essentiellement liée à l'influence prépondérante des variables physico-chimiques. Peu profonds et situés à l'interface entre le continent et la mer, ils sont sujets à la fois à l'action des variables naturelles climatiques (température, vent, apports d'eau douce) et à celle des variables anthropiques (apports polluants). Contrairement aux peuplements marins, dont les caractéristiques sont contrôlées par des facteurs biotiques (prédation, compétition, etc...), les peuplements lagunaires sont contrôlés par les facteurs physiques. En d'autres termes, en mer, la présence d'une espèce benthique dépend essentiellement de la place que lui laisse une autre espèce. En lagune une espèce est présente car elle n'a pas été éliminée depuis sa métamorphose par une température excessive ou un manque d'oxygène. Les conditions de vie difficiles et variables des lagunes font que la plupart des espèces ont développé des stratégies adaptatives leur permettant soit de résister mieux que d'autres à des conditions défavorables, soit d'être capables de recoloniser rapidement et massivement le milieu après leur disparition (cycle de reproduction rapide, formes de résistance).

A priori, il devrait donc être facile, en lagune, de définir des indicateurs de pollution puisque les espèces répondent individuellement aux facteurs de stress. Ce travail est cependant compliqué par le fait que la réponse des peuplements est la même quel que soit le facteur de stress. Là où la profondeur est peu importante les conditions naturelles sont souvent très variables (eurythermie notamment). Les peuplements sont donc naturellement résistants et adaptés à ce facteur de stress. Une perturbation anthropique supplémentaire comme un rejet organique ne sera pas à l'origine d'une modification considérable des peuplements. En revanche dans les étangs profonds où les conditions sont plus stables, un apport organique sera très perturbant.

Il est donc indispensable d'intégrer dans les indicateurs de qualité globaux des lagunes un facteur typologique incluant notamment la salinité et la profondeur.

LE PRINCIPE D'UN INDICE GLOBAL

Les peuplements benthiques peuvent être caractérisés par les variables simples que sont la richesse spécifique, le nombre d'espèces et la biomasse. Ces variables ont souvent été utilisées dans le cas de suivi des effets d'un enrichissement organique en mer où elles sont particulièrement bien adaptées et permettent une classification des milieux en fonction d'un enrichissement organique. En lagune leur utilisation est possible mais plus limitée, le milieu lagunaire s'apparentant déjà à un des stades de dégradation.

Leur mise en oeuvre, une fois les déterminations d'espèces effectuées est facile (simple traçage de courbes ou comparaison à des valeurs seuil).

L'utilisation des espèces indicatrices

Là encore, la difficulté consiste à différencier les espèces indicatrices de stress naturel et de stress anthropique. Les rares études disponibles ont heureusement traité le problème en ce sens. Nous disposons donc de listes complètes d'espèces indicatrices de perturbation maximale et de pollution, d'enrichissement organique et à large répartition. Il est indispensable de ramener ces groupes à la typologie définie ci-dessus, beaucoup d'espèces indicatrices de richesse en matière organique par exemple, étant les mêmes que celles naturellement présentes dans les lagunes à fort niveau de stress naturel. L'exploitation de ces données est aisée puisqu'il suffit de comparer la présence d'une espèce à la liste fournie. En revanche cette méthode demande une détermination spécifique précise et est par ailleurs sujette aux explosions démographiques de certaines espèces. D'une manière générale il faut tenir compte de la présence d'une espèce plutôt que de son absence éventuelle. Deux espèces peuvent être considérées comme indicatrices exclusives d'un excès de matière organique et de pollution : *Capitella capitata* et *Malacoceros fuliginosus* (ou *Malacoceros indicus*)[1]. La répartition des néréidiens semble aujourd'hui pouvoir apporter également des informations intéressantes.

Le Redox : une méthode efficace mais non spécifique

Bien que faisant l'objet d'une mesure de type physico-chimique, le Redox constitue en réalité, au même titre que les peuplements benthiques, une variable synthétique puisqu'il traduit l'activité biologique du compartiment bactérien du sédiment. Le Redox résulte en effet d'un ensemble de processus physico-chimiques et biologiques qui ont pour origine la dégradation de la matière organique. De très nombreux exemples montrent que le Redox constitue une méthode opérationnelle d'analyse de l'enrichissement organique, qu'il soit diffus ou ponctuel. Il permet de plus, dans une certaine mesure, d'évaluer l'ancienneté de l'enrichissement et sa réversibilité, ce qui présente un avantage considérable pour la mise en place de procédures de gestion. Sauf en cas de sources d'apports bien identifiées, il ne permet pas d'identifier avec précision la nature de l'enrichissement et en cela encore il se rapproche plus d'un indicateur synthétique que d'un descripteur physico-chimique. Sa mesure est facile et peu coûteuse, notamment parce qu'elle ne demande pas de laboratoire et peut être réalisée le jour même du prélèvement.

Associé aux variables biologiques, le redox apporte donc une information précieuse sur la niveau trophique des lagunes, notamment dans le compartiment benthique.

[1] Note : Ces deux espèces résistent non seulement à un excès de matière organique mais aussi aux métaux lourds et aux pesticides. Elles sont donc bien indicatrices de pollution.

DETERMINATION DE L'INDICE BENTHIQUE GLOBAL LAGUNAIRE

L'ensemble des résultats précédents nous permet de proposer un indice simplifié basé sur l'utilisation d'un faisceau de variables.

Choix des variables

En fonction des résultats des phases précédentes de l'étude et conformément aux objectifs initiaux, un nombre réduit de variables représentatives a été retenu :

- Les variables concernant la macrofaune benthique, à savoir la richesse spécifique, la densité totale et la présence d'espèces indicatrices de matière organique.
- Le potentiel d'oxydo-réduction du sédiment.
- Les variables liées à la typologie du milieu et plus particulièrement la salinité et la profondeur, cette dernière intégrant les influences des variations de température.
- L'utilisation de la biomasse n'est pas encore intégrée au calcul de l'IBGL, mais sa détermination systématique en fait un paramètre de plus en plus utile.

Méthodes d'échantillonnage

Une **zone représentative** doit être définie initialement[2]. Cette zone doit pouvoir être considérée comme suffisamment **homogène** pour être représentée par l'ensemble des stations.

Au sein de la zone représentative **trois stations** sont échantillonnées. Les stations sont séparées les uns des autres par une distance de 100 à 300 mètres maximum et repérées par leurs coordonnées géographique (GPS non différentiel).

Chaque station donne lieu :

- au prélèvement de sédiment à l'aide d'une benne Eckmann-Birge de 0,025 m2, prélèvement destiné à l'analyse du benthos. **Quatre bennes** sont prélevées. Elles sont séparées de quelques mètres et leurs contenus sont mélangés. Le sédiment est tamisé sur un tamis de 1 mm de vide de maille et le refus mis en sac et formolé.
- Au prélèvement de **trois carottiers** destinés à l'analyse du rédox. La forme des carottiers ainsi que le protocole d'analyse a été décrit au cours des phases précédentes de l'étude.

Par ailleurs, la profondeur de la zone représentative ainsi que la salinité moyenne sont évalués au cours de la description de l'état initial, préliminaire à la mise en place du suivi.

[2] Cette zone représentative devra être définie à partir d'une étude préliminaire de la lagune. Cette étude préliminaire permettra de définir si la lagune doit être décrite par une ou plusieurs zones représentatives.

Analyses

Le benthos

Les échantillons de benthos sont acheminés dans un laboratoire spécialisé pour détermination et comptage des espèces.

Le contenu des sacs doit d'abord être trié : le refus est déversé dans un tamis de 1 mm de vide de maille et rincé à l'eau douce. Une petite quantité de sédiment est ensuite placé dans une cuvette et le tri s'effectue en séparant les particules de sédiment une à une à la pince. Ce travail de tri doit être réalisé minutieusement, certains organismes étant de très petite taille.

Les organismes sont ensuite identifiés et comptés par espèce. L'apparente simplicité des peuplements lagunaires ne doit pas laisser penser que ce travail d'identification pourrait être réalisé par des non spécialistes. Il doit être confié impérativement à un laboratoire spécialisé sous peine d'aboutir à des erreurs importantes, notamment en ce qui concerne l'identification des espèces indicatrices.

Le résultat de ces analyses est un tableau présentant en ligne les différentes espèces et en colonne les stations. Une zone représentative sera alors caractérisée par trois listes d'espèces (3 stations).

Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox)

Le potentiel rédox est mesuré le jour même des prélèvements de préférence sur le terrain. L'analyse est réalisée à l'aide de sondes de faible diamètre permettant la mesure sans déstructurer le sédiment. Une mesure est réalisée tous les deux centimètres jusqu'à la profondeur de 20 cm.

Les résultats sont exprimés sous la forme d'un tableau présentant en ligne les différentes profondeurs et en colonne le résultat pour chaque carottier. Les données sont ensuite corrigées de manière à exprimer les résultats par rapport à une électrode à hydrogène.

Pour chaque zone représentative, les résultats bruts de rédox sont donc constitués d'un tableau contenant 9 mesures (3 carottiers pour chacune des 3 stations) pour 10 niveaux de profondeur. Le nombre relativement important de mesures permet de compenser la variabilité naturelle de ce paramètre.

Salinité et profondeur

Ces deux variables ne sont pas mesurées au cours des campagnes benthiques mais doivent être évaluées préliminairement.

La salinité est évaluée à partir du suivi de la colonne d'eau. Elle doit prendre en compte une valeur moyenne correspondant à l'année précédent l'échantillonnage du benthos, ainsi qu'une estimation de ses variations (écarts moyens).

La profondeur est estimée en début de suivi et n'est pas sensée varier significativement d'une année à l'autre. Elle s'exprime par une valeur moyenne ou éventuellement par une plage de variation. Au cas où la profondeur serait très différente au sein de la zone représentative, cela signifierait que cette zone représentative a été mal définie. Il sera alors nécessaire de revoir la définition de cette zone (travail réalisé avant la mise en œuvre proprement dite du suivi).

Descripteurs synthétiques

Afin de pouvoir comparer les données obtenues à des valeurs seuil, il est nécessaire de transformer les données brutes en descripteurs synthétiques. Ces descripteurs doivent obéir à une définition très précise :

- Richesse spécifique : il s'agit du nombre total d'espèces identifiées sur l'ensemble des trois stations échantillonnées sur la zone représentative correspondant à une surface totale d'échantillonnage de 0,3 m2 (voir paragraphe suivant).

- Densité totale : il s'agit de la moyenne des nombres totaux d'individus toutes espèces confondues de trois stations échantillonnées sur la zone représentative.

- Espèces indicatrices : il s'agit de la présence d'une ou plusieurs espèces indicatrices d'enrichissement en matière organique et de pollution sur l'ensemble des trois stations échantillonnées sur la zone représentative. Ces informations sont qualitatives mais une éventuelle prolifération de l'une ou de l'autre de ces espèces est signalée.

- Potentiel Rédox de surface : il s'agit de la moyenne des valeurs de potentiel rédox mesurées à 2 cm de profondeur et à 4 cm. Les valeurs mesurées à 2 et 4 cm sont elles mêmes les moyennes de l'ensemble des valeurs mesurées (3 carottiers pour chacune des 3 stations soit 9 valeurs en tout).

- Potentiel Rédox de fond : il s'agit de la moyenne des valeurs de potentiel rédox mesurées de 10 à 20 cm de profondeur. Les valeurs élémentaires sont elles mêmes les moyennes de l'ensemble des valeurs mesurées (3 carottiers pour chacune des 3 stations soit 9 valeurs en tout).

- Salinité : la salinité d'une lagune est par nature variable. Son évaluation doit essayer de tenir compte à la fois des valeurs moyennes de la lagune et de l'importance des écarts saisonniers. Il s'agit d'une estimation.

- Profondeur : la profondeur est estimée à partir de la profondeur moyenne de la lagune dans sa partie centrale ou, d'une manière générale, dans la zone représentative. La profondeur influence fortement l'inertie de la masse d'eau vis à vis de variables physiques telles que la **température**.

Valeurs seuils

Chaque descripteur synthétique apporte une information spécifique concernant la qualité du milieu, information concernant soit la qualité globale soit des éléments plus ciblés comme la qualité liée au niveau trophique.

Afin de pouvoir retirer de ces descripteurs l'information qu'ils apportent, il est nécessaire de les comparer à des valeurs seuil préétablies. Cette phase d'interprétation se fait en trois étapes :

a. Comparaison de la valeur du descripteur synthétique à un intervalle de valeurs (valeurs seuils),

b. Attribution à cet intervalle d'un indice de classe de qualité (entre 0 et100),

c. Attribution à cette classe de qualité d'une appréciation qualitative (interprétation).

Par ailleurs, chaque variable apportant une information spécifique, celles-ci ont été regroupées au sein de quatre étapes :

Etape I : Caractérisation globale de la lagune

Cette étape est basée uniquement sur l'interprétation de la richesse spécifique. Ce descripteur est suffisamment sensible pour permettre à lui seul de caractériser la qualité d'un milieu lagunaire. Il varie pratiquement de 0 à 60 espèces.

Le tableau suivant donne les valeurs seuils et les classes de qualité retenues :

Paramètre		Valeurs seuils	Classes de qualité	Interprétation
ETAPE I : CARACTERISATION GLOBALE DE LA LAGUNE	I : Richesse spécifique	0	0	Très forte contrainte
		1 à 3	20	Très forte contrainte
		4 à 10	30	Très forte contrainte
		11 à 15	40	Forte contrainte
		16 à 20	60	Contrainte moyenne
		21 à 30	80	Peu de contraintes
		> 30	100	Très peu de contraintes

Ce descripteur est sensible à tout type de contraintes, qu'elles soient liées au milieu naturel ou à des dégradations anthropiques comme l'eutrophisation. Il est donc impossible sur la base de ce seul descripteur d'identifier la cause d'une éventuelle pauvreté du milieu.

Etape II : Caractérisation de l'enrichissement trophique

Le degré d'enrichissement trophique peut être évalué par ses conséquences sur le peuplement benthique ainsi que par les valeurs de rédox. Ce dernier paramètre est particulièrement sensible à l'enrichissement organique du sédiment, cadre de vie des organismes benthiques.

En ce qui concerne les peuplements, deux descripteurs peuvent être reliés directement à l'enrichissement trophique : la présence d'espèces indicatrices de matière organique et de pollution et les densités.

La présence de l'une ou de l'autre des deux espèces indicatrices de matière organique et de pollution indique un excès de matière organique. Des densités très importantes (proliférations) montrent que l'enrichissement est très marqué. L'ensemble de ces manifestations traduisent une phénomène plus global de déséquilibre écologique du peuplement au cours duquel les espèces les plus sensibles sont éliminées et où les espèces les plus résistantes profitent de l'abondante matière organique pour proliférer.

Les deux descripteurs liés au potentiel rédox sont utilisés au cours de cette étape.

Le tableau suivant donne les valeurs seuils et les classes de qualité retenues :

Paramètre		Valeurs seuils	Classes de qualité	Interprétation
ETAPE II : CARACTERISATION DE L'ENRICHISSEMENT TROPHIQUE	II.1 : Espèces indicatrices	Aucune	-	Pas de diagnostic
		Bivalves ou autres filtreurs benthiques (espèces et abondance à définir), palourde de taille > 2 cm	80	Milieu sain – enrichissement moyen
		Présence de Capitella capitata ou de Malacoceros fuliginosus ou prolifération de Nereis ou d'une espèce du même type (Corbula gibba, spécifique d'un excès de M.O.)	50	Enrichissement fort
		Prolifération de Capitella capitata ou de Malacoceros fuliginosus	20	Enrichissement très fort
	II.2 : Densité	0 à 4000	100	Pas d'enrichissement trophique marqué
		4001 à 6000	80	Enrichissement probable
		5001 à 8000	40	Enrichissement marqué
		> 8000	0	Milieu très dégradé par un excès de MO
	II.3 : Rédox surface	> 0	100	Normal
		-1 à 35	80	Normal
		-36 à 70	60	Moyennement enrichi
		-71 à -200	40	Très enrichi
		-200 à –250	20	Forte dégradation
		< -250	0	Très forte dégradation
	II.4 : Rédox fond	> -150	100	Normal
		-151 à -200	80	Normal
		-201 à -250	60	Moyennement enrichi
		-251 à -300	40	Très enrichi
		-301 à -350	20	Forte dégradation
		< -351	0	Très forte dégradation

En ce qui concerne les densités, seules les proliférations sont indicatrices d'un fort enrichissement trophique. Les valeurs très faibles ne sont donc pas considérées comme déclassantes vis à vis du niveau trophique.

Par ailleurs, l'absence d'une espèce indicatrice ne peut être considérée comme un signe de bonne qualité, de multiples causes pouvant être responsables de cette absence. Dans ce cas, il n'est pas attribué de classe de qualité.

Etape III : Caractérisation physique du milieu

Il s'agit au cours de cette étape d'évaluer l'importance des contraintes physiques naturelles s'exerçant sur le milieu. Si ce type de contrainte est responsable de la pauvreté d'un milieu lagunaire (qualité globale, étape I), une amélioration du niveau trophique aura peu de chance de se traduire par une augmentation de cette qualité. En revanche si ces facteurs ne sont pas contraignants la pauvreté éventuelle pourrait être due à des causes que l'on peut supprimer.

Les deux contraintes naturelles retenues sont la profondeur et la salinité.

Le tableau suivant donne les valeurs seuils et les classes de qualité retenues :

Paramètre		Valeurs seuils	Classes de qualité	Interprétation
ETAPE III : CARACTERISATION PHYSIQUE DU MILIEU	III.1 : Salinité	Toujours < 5 ‰	0	Milieu très contraignant
		< 10 ‰ ou variation forte	20	Milieu très contraignant
		5 à 20 ‰ et variation forte	40	Milieu assez contraignant
		10 à 25 ‰	60	Milieu assez contraignant
		20 à 35 ‰	80	Milieu peu contraignant
		Stable 35 ‰	100	Milieu très peu contraignant
	III.2 : Profondeur	Peu profond (0à1 m) avec assèchement temporaire	20	Très forte contrainte
		0,5-2 m sans assèchement	40	Forte contrainte
		2 - 3 m	60	Contrainte moyenne
		> 3 m	100	Faible contrainte

Etape IV : Autres contraintes

Lorsque ni le niveau trophique, ni les contraintes naturelles ne permettent d'expliquer la pauvreté du milieu, d'autres causes doivent être recherchées. Cette étape n'est pas destinée à identifier ces autres causes mais uniquement à indiquer qu'il est nécessaire de procéder à des investigations plus poussées.

Ces autres contraintes se traduisent par une pauvreté importante des peuplements. A la faible qualité globale (étape I) est associé de faibles densités. Ainsi des densités inférieures à 1500 individus/m2 traduisent généralement en milieu lagunaire l'influence de contraintes physiques.

Le tableau suivant donne les valeurs seuils et les classes de qualité retenues :

Paramètre		Valeurs seuils	Classes de qualité	Interprétation
ETAPE IV : AUTRES CONTRAINTES	IV : Densité	0	0	Très forte contrainte
		1 à 100	10	Très forte contrainte
		101 à 200	20	Forte contrainte
		201 à 500	40	Forte contrainte
		501 à 1500	70	Peu de contraintes
		> 1500	100	Pas de contraintes marquées

Calcul de l'indice

La première étape du calcul de l'indice consiste à comparer les valeurs obtenues à l'issu de l'échantillonnage des lagunes à chacune des valeurs seuils, descripteur par descripteur.

Dans un souci de cohérence avec l'architecture du SEQ[3] Eau Douce, et conformément à l'architecture de l'outil présentée au chapitre VI, ces valeurs élémentaires sont utilisées de deux manières différentes :

- SEQ Eau
- SEQ Bio

[3] SEQ : Système d'Evaluation de la Qualité

SEQ Eau

Il s'agit d'évaluer la fonction "potentialité biologique".

Cette potentialité est évaluée à partir de la richesse spécifique et des densités totales. Des densités importantes (proliférations) sont mises en parallèle avec la présence ou la prolifération d'espèces indicatrices.

Le tableau suivant permet de classer les lagunes selon un code de couleur.

				Richesse spécifique			
				Très satisfaisante	Satisfaisante	Réduite	Très faible
Espèces indicatrices de matière organique		Densité	Nulle				ROUGE
			Très faible			ORANGE	ROUGE
			Faible	BLEU	VERT	JAUNE	ORANGE
			Normale	BLEU	BLEU	VERT	JAUNE
	Présence		Forte	BLEU	VERT	JAUNE	ORANGE
	Prolifération		Très forte		JAUNE	ORANGE	ROUGE

Remarque : La zone encadrée par un double trait correspond à l'échelle spécifique à l'enrichissement trophique.

L'attribution d'une classe de qualité (satisfaisant, très satisfaisant, etc) se fait à partir des valeurs seuil établies au chapitre précédent en fonction de la correspondance suivante :

Richesse spécifique :	**Densités :**
Très satisfaisante : plus de 30 espèces Satisfaisante : 21 à 30 espèces Réduite : 11 à 20 espèces Très faible : 0 à 10 espèces	Nulle : 0 Très faible : 1 à 200 Faible : 201 à 1500 Normale : 1501 à 6000 Forte : 6001 à 8000 Très forte : plus de 8000

Les couleurs mentionnées dans le tableau s'interprètent de la manière suivante :

Etat bleu : potentialité de l'eau à héberger un grand nombre de taxons exigeants représentés par un nombre d'individus suffisant.

Etat vert : potentialité de l'eau à provoquer la disparition des espèces d'origine marines les plus sensibles à la variation des facteurs physico-chimiques.

Etat jaune : potentialité de l'eau à réduire de manière importante le nombre d'espèces exigeantes (et/ou d'origine marine), certaines espèces restantes pouvant faire l'objet de proliférations.

Etat orange : potentialité de l'eau à empêcher la présence de toute espèce exigeante, ce qui limite fortement la diversité spécifique. Les densités ne sont jamais normales (plus élevées ou moins élevées que la normale).

Etat rouge : potentialité de l'eau à ne conserver que les taxons les plus résistant avec dans les cas extrêmes disparition totale de la faune benthique. Les densités sont soit très faibles soit très fortes.

SEQ Bio

L'architecture du SEQ Bio suppose d'associer plusieurs indices biologiques pour évaluer les potentialités de l'eau à plusieurs fonctions ou usages.

L'indice global benthique lagunaire (IGBL) présenté ici est l'un de ces indices. Il se veut l'équivalence de l'IBGN développé en eau douce et doit être intégré de la même manière dans le SEQ Bio. Son calcul comporte cependant une différence fondamentale par rapport à l'IBGN : il s'agit de l'intégration de variables typologiques du milieu comme la salinité et la profondeur, et de variables physico-chimiques comme le rédox. Il ne s'agit donc pas d'un indice purement biologique. Il est destiné à mettre en évidence les potentialités biologiques du milieu.

Son calcul s'appuie sur les étapes définies au paragraphe "valeurs seuils". Il se calcule en deux phases :

a. Calcul d'un indice partiel par étape : pour chaque étape, l'indice partiel est égal à la moyenne des valeurs de classes de qualité. Lorsqu'il n'y a qu'une classe de qualité, cet indice est égal à la valeur de la classe. Au total quatre indices partiels sont donc calculés.

b. Calcul d'un indice global : l'indice global est l'indice le plus déclassant des quatre indices partiels.

Une feuille de calcul développée sous Excel permet de calculer l'IGBL facilement.

Cette feuille de calcul doit être complétée par une interprétation qualitative permettant d'y inclure l'expérience de l'opérateur. Cette interprétation se fait à plusieurs niveaux :

- Au niveau de chaque descripteur : l'interprétation est élémentaire et permet de traduire les valeurs de chaque descripteur en une phrase commentant la classe de qualité.

- Au niveau de chaque étape : l'interprétation par étape est résumée dans un champ intitulé "Diagnostic" et qui souligne quels sont les facteurs responsables d'une éventuelle pauvreté du milieu.

- Au niveau global : il est important de savoir si les mesures prises en amont notamment en relation avec une amélioration du niveau trophique vont se traduire par une amélioration de la valeur de l'indice. Si les causes d'un éventuel faible indice sont liées à des facteurs naturels, il ne faudra pas, par exemple, s'attendre à une augmentation spectaculaire de l'indice en cas de réduction d'apports trophiques. Ces considérations sont résumées dans un champ intitulé "Perspectives d'amélioration".

MISE EN ŒUVRE DU SUIVI

La mise en œuvre du suivi proprement dit doit être impérativement précédée d'une phase de description de l'état initial, description pouvant notamment servir à préciser l'emplacement des stations et leur nombre. Cette phase peut être considérée comme déjà réalisée pour certaines lagunes (Etang de l'Or, ou Thau).

Description d'un état initial, définition de la zone représentative

Avant toute mise en œuvre du suivi simplifié, il est nécessaire de connaître avec précision l'état de santé de la lagune, de vérifier son homogénéité puis de définir la zone représentative. Le suivi simplifié s'appuiera en effet sur un nombre réduit de variables et de stations d'échantillonnage. Il est nécessaire de vérifier leur représentativité.

Le nombre de stations à échantillonner dépend de la taille et de la complexité de la lagune. En première approximation on peut retenir un nombre d'environ 10 stations par lagune (pour une lagune de 3000 hectares type Etang de l'Or).

Les variables devant être mesurées sont les suivantes :

- Macrofaune benthique : tous les descripteurs doivent être calculés,
- Granulométrie (et notamment fraction<63 microns),
- Matière organique (perte au feu),
- Rédox (méthode standardisée),
- Azote et Phosphore total.

Une carte bathymétrique doit être disponible ainsi qu'une bonne estimation de la salinité et de ses variations au cours du temps.

La synthèse de ces données doit faire apparaître le degré de stress naturel des peuplements, leur répartition dans l'espace, et, notamment, une éventuelle zonation. Elle doit proposer enfin des sites d'implantation des stations du suivi simplifié en fonction des résultats obtenus.

Fréquence et époque des campagnes de suivi

Le suivi simplifié peut être mis en œuvre tous les deux ans sur une même lagune. La méthodologie est celle décrite précédemment, à savoir étude de trois stations considérées comme représentatives d'une lagune ou d'une portion de lagune. Les variables à mesurer sont les suivantes :

- Macrofaune benthique
- Rédox

Les échantillonnages doivent être réalisés de préférence en dehors de la période estivale, si possible entre décembre et mars.

Les couleurs mentionnées dans le tableau s'interprètent de la manière suivante :

Etat bleu : potentialité de l'eau à héberger un grand nombre de taxons exigeants représentés par un nombre d'individus suffisant.

Etat vert : potentialité de l'eau à provoquer la disparition des espèces d'origine marines les plus sensibles à la variation des facteurs physico-chimiques.

Etat jaune : potentialité de l'eau à réduire de manière importante le nombre d'espèces exigeantes (et/ou d'origine marine), certaines espèces restantes pouvant faire l'objet de proliférations.

Etat orange : potentialité de l'eau à empêcher la présence de toute espèce exigeante, ce qui limite fortement la diversité spécifique. Les densités ne sont jamais normales (plus élevées ou moins élevées que la normale).

Etat rouge : potentialité de l'eau à ne conserver que les taxons les plus résistant avec dans les cas extrêmes disparition totale de la faune benthique. Les densités sont soit très faibles soit très fortes.

SEQ Bio

L'architecture du SEQ Bio suppose d'associer plusieurs indices biologiques pour évaluer les potentialités de l'eau à plusieurs fonctions ou usages.

L'indice global benthique lagunaire (IGBL) présenté ici est l'un de ces indices. Il se veut l'équivalence de l'IBGN développé en eau douce et doit être intégré de la même manière dans le SEQ Bio. Son calcul comporte cependant une différence fondamentale par rapport à l'IBGN : il s'agit de l'intégration de variables typologiques du milieu comme la salinité et la profondeur, et de variables physico-chimiques comme le rédox. Il ne s'agit donc pas d'un indice purement biologique. Il est destiné à mettre en évidence les potentialités biologiques du milieu.

Son calcul s'appuie sur les étapes définies au paragraphe "valeurs seuils". Il se calcule en deux phases :

a. Calcul d'un indice partiel par étape : pour chaque étape, l'indice partiel est égal à la moyenne des valeurs de classes de qualité. Lorsqu'il n'y a qu'une classe de qualité, cet indice est égal à la valeur de la classe. Au total quatre indices partiels sont donc calculés.

b. Calcul d'un indice global : l'indice global est l'indice le plus déclassant des quatre indices partiels.

Une feuille de calcul développée sous Excel permet de calculer l'IGBL facilement.

Cette feuille de calcul doit être complétée par une interprétation qualitative permettant d'y inclure l'expérience de l'opérateur. Cette interprétation se fait à plusieurs niveaux :

- Au niveau de chaque descripteur : l'interprétation est élémentaire et permet de traduire les valeurs de chaque descripteur en une phrase commentant la classe de qualité.

- Au niveau de chaque étape : l'interprétation par étape est résumée dans un champ intitulé "Diagnostic" et qui souligne quels sont les facteurs responsables d'une éventuelle pauvreté du milieu.

- Au niveau global : il est important de savoir si les mesures prises en amont notamment en relation avec une amélioration du niveau trophique vont se traduire par une amélioration de la valeur de l'indice. Si les causes d'un éventuel faible indice sont liées à des facteurs naturels, il ne faudra pas, par exemple, s'attendre à une augmentation spectaculaire de l'indice en cas de réduction d'apports trophiques. Ces considérations sont résumées dans un champ intitulé "Perspectives d'amélioration".

MISE EN ŒUVRE DU SUIVI

La mise en œuvre du suivi proprement dit doit être impérativement précédée d'une phase de description de l'état initial, description pouvant notamment servir à préciser l'emplacement des stations et leur nombre. Cette phase peut être considérée comme déjà réalisée pour certaines lagunes (Etang de l'Or, ou Thau).

Description d'un état initial, définition de la zone représentative

Avant toute mise en œuvre du suivi simplifié, il est nécessaire de connaître avec précision l'état de santé de la lagune, de vérifier son homogénéité puis de définir la zone représentative. Le suivi simplifié s'appuiera en effet sur un nombre réduit de variables et de stations d'échantillonnage. Il est nécessaire de vérifier leur représentativité.

Le nombre de stations à échantillonner dépend de la taille et de la complexité de la lagune. En première approximation on peut retenir un nombre d'environ 10 stations par lagune (pour une lagune de 3000 hectares type Etang de l'Or).

Les variables devant être mesurées sont les suivantes :

- Macrofaune benthique : tous les descripteurs doivent être calculés,
- Granulométrie (et notamment fraction<63 microns),
- Matière organique (perte au feu),
- Rédox (méthode standardisée),
- Azote et Phosphore total.

Une carte bathymétrique doit être disponible ainsi qu'une bonne estimation de la salinité et de ses variations au cours du temps.

La synthèse de ces données doit faire apparaître le degré de stress naturel des peuplements, leur répartition dans l'espace, et, notamment, une éventuelle zonation. Elle doit proposer enfin des sites d'implantation des stations du suivi simplifié en fonction des résultats obtenus.

Fréquence et époque des campagnes de suivi

Le suivi simplifié peut être mis en œuvre tous les deux ans sur une même lagune. La méthodologie est celle décrite précédemment, à savoir étude de trois stations considérées comme représentatives d'une lagune ou d'une portion de lagune. Les variables à mesurer sont les suivantes :

- Macrofaune benthique
- Rédox

Les échantillonnages doivent être réalisés de préférence en dehors de la période estivale, si possible entre décembre et mars.