

Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition



## **Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition**

### **Fish Index development for transitional waters**

Programme **LITEAU2 2005**  
Rapport de fin de contrat

Michel GIRARDIN  
Cemagref  
50 Av de Verdun  
33610 Cestas

Date : **.15/01/2009**

N° de contrat : **CV 05000160**  
Date du contrat : **06/02/2006**

## **TABLE DES MATIERES**

Remarques concernant ce document .....	4
Synthèse .....	5
Résumés .....	19
Rapport scientifique .....	21
Annexe : tirés à part des publications.....	24
Annexe : partie confidentielle .....	25

## REMARQUES CONCERNANT CE DOCUMENT

- ❖ La mise en forme de ce rapport, hormis sa partie scientifique et les annexes, doit être respectée. Ce format imposé permettra au SRP une copie automatique vers d'autres documents à usage interne ou externe.
- ❖ Merci de limiter la taille de votre document à 5Mo.
- ❖ Votre rapport doit nous parvenir sous forme électronique sur CD ainsi que sous format papier en 5 exemplaires au moins pour le responsable du programme et en 1 exemplaire pour son animateur scientifique, en recto-verso, interligne simple, sans couverture plastique ni spirales. Des exemplaires supplémentaires, à la charge du ou des bénéficiaire(s), seront éventuellement demandés (art. 4 de la convention).
- ❖ Les versions électroniques des résumés et de la synthèse de votre rapport doivent impérativement nous parvenir sous format modifiable rtf afin de pouvoir être réutilisés pour valorisation ou publiés (après relecture de votre part), ainsi que sous format pdf (art. 4 de la convention).
- ❖ Les documents de ce rapport, en dehors de l'éventuelle partie confidentielle, serviront aussi bien pour l'évaluation du projet que pour la valorisation des résultats.

Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

## **SYNTHESE**

(destinée aux utilisateurs et gestionnaires publics)

(Environ 10 pages, hors liste des publications et autres valorisations)

*Merci de rédiger l'ensemble de cette partie de manière à ce qu'elle soit aisément compréhensible par un utilisateur non spécialiste.*

# **Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition**

**LITEAU2 2005**

**Michel Girardin**

**Noms des autres partenaires scientifiques bénéficiaires**

**Rachid Amara**

## En français

---

### CONTEXTE GENERAL

*Quelle situation, quels enjeux motivent ce projet ?*

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) impose de suivre et d'évaluer l'état des masses d'eau à partir de critères écologiques basés sur divers compartiments biologiques, dont le poisson, dans le cas des masses d'eau de transition (estuaires et lagunes). Jusqu'à présent aucun indicateur « poisson » français n'avait encore été développé sur ces milieux, permettant de qualifier l'état de ces masses d'eau, ni aucune échelle de référence associée, apte à situer les résultats obtenus par rapport à un objectif de « bon état », visé par la DCE

La haute variabilité de l'environnement des milieux de transition induit une complexité importante au niveau biologique. Mais pour utiliser les poissons comme indicateur de la qualité de l'écosystème, il est impératif de connaître, au moins qualitativement, la réponse induite par une pression d'origine anthropique sur la structure ou la dynamique de leurs peuplements. Ceci afin de pouvoir traduire l'état d'un peuplement en *état écologique* à l'échelle du milieu. Idéalement, cette caractérisation doit se fonder sur une référence de ce qu'on pourrait attendre d'un écosystème non altéré ou correspondant à un *bon état écologique*. Pour caractériser de façon pertinente l'état écologique du système considéré (estuaire ou lagune), il faut prendre en compte les fonctionnalités écologiques assurées par ce système, vis à vis du compartiment biologique considéré. Les milieux de transition assurent pour l'ichtyofaune de nombreuses fonctions écologiques (nourriceries, alimentation, etc) qu'il est donc nécessaire de prendre en compte et d'évaluer.

Diverses propositions d'indices synthétiques susceptibles d'être utilisés pour évaluer la qualité d'une population, d'un peuplement ou d'un écosystème sont disponibles dans la littérature, mais, peu ont été développées pour le suivi de l'état des peuplements ichtyologiques estuariens. Deux exemples sont souvent cités : ce sont les travaux de Ramm sur un *Community Degradation Index* (CDI) et les travaux de Deegan sur un *Estuarine Biotic Integrity Index* (EBI) soit un indice composite adapté aux estuaires. Ces deux indices sont de bons exemples de la diversité qui existe en la matière. Le premier repose sur la comparaison entre une composition et une richesse spécifique observée et une composition et une richesse spécifique potentielle. L'EBI est, quant à lui, un indice composite reposant en partie sur la notion de guildes (c'est à dire de groupes fonctionnels, par exemple : nombre d'espèces benthiques, nombre d'espèces utilisant l'estuaire comme nourricerie...).

### OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

L'objectif de ce projet est de produire un indicateur multi-métriques basé sur la composante ichtyologique (dit *indicateur poisson*), visant à évaluer l'état écologique des masses d'eau de transition (MET), estuariennes et lagunaires.

En l'absence de connaissances sur la plupart des MET françaises (au moins pour le poisson), vu le manque d'intérêt pour ces milieux, longtemps ignorés, une première action, avec la collaboration des Agences de l'Eau des façades, s'est imposée, en préalable indispensable à la concrétisation de ce projet. Elle repose sur la réalisation des inventaires du compartiment poisson dans les MET des 5 districts côtiers, soient, sur la façade Atlantique et Manche : - Adour Garonne, - Loire Bretagne, - Seine Normandie, - Artois Picardie ; et sur la

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

Méditerranée : - Rhône Méditerranée Corse, qui abrite deux types particuliers, les lagunes et le delta du Rhône.

La collecte, l'archivage et la mise à disposition de cette masse de données issue des inventaires, requérait un outil spécifique, soit un système d'information opérationnel, pour tous les acteurs concernés au niveau national. La base de données dénommée POMET (poissons des Masses d'Eau de Transition) a donc été élaborée pour répondre à ce besoin. Outre son utilité pour les analyses sous tendant le développement de l'indicateur poisson, elle a aussi une vocation plus large ; d'une part recevoir et gérer les futures données des contrôles de surveillance DCE et permettre de renseigner périodiquement les métriques faisant partie de l'indicateur poisson du Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE) de l'ONEMA, d'autre part fournir un accès à ces données grâce à un site Web dédié, pour tous les acteurs et usagers concernés.

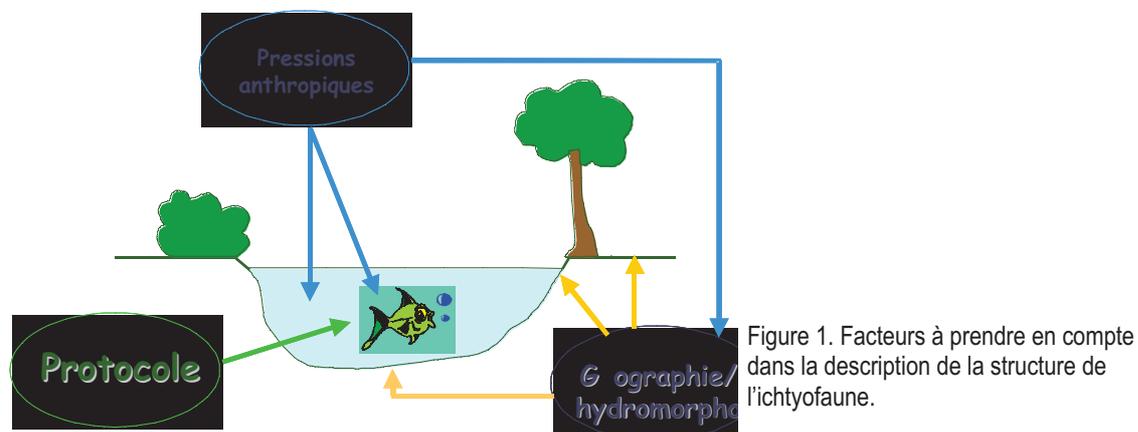
L'élaboration de l'indicateur poisson, de ce projet Liteau II, repose donc exclusivement sur l'ensemble des inventaires des communautés ichtyologiques menés, selon les districts, entre 2005 et 2007.

L'objectifs initial se déclinait en deux parties : (1) définir des états de référence par type de masses d'eau et (2) développer un indicateur multi-métriques de la qualité des masses d'eau, basé sur la composante ichtyofaunistique.

Plusieurs constats se sont rapidement imposés, à savoir l'absence de données relatives à une situation dite de référence (non altérée par l'activité humaine) et à des séries chronologiques sur l'ichtyofaune (excepté pour la Seine et la Gironde). Dans ce contexte, puisqu'il s'avère impossible de mesurer la dégradation de l'état écologique par rapport à une situation historique, seule une démarche comparative entre masses d'eau restait possible. Cependant, aucun des milieux étudiés ne peut être réellement considéré comme un milieu de référence (i.e. non altéré). En conséquence, la démarche proposée ici, repose sur une comparaison inter-systèmes, prenant en compte les spécificités physiques des masses d'eau. Les références qui seront définies seront donc relatives au jeu de données disponibles (inventaires 2005 à 2007).

### QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE (ET EVENTUELLES DIFFICULTES RENCONTREES)

De nombreuses études montrent que la structure des peuplements ichtyologiques, dans les estuaires, dépend essentiellement de la dimension physique du système (taille et morphologie) et du degré d'anthropisation du milieu. La méthode d'échantillonnage s'avère aussi un paramètre important à considérer, dans les études comparatives.



## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

Dans le cadre de ce travail, la méthodologie générale repose sur l'analyse de triplets statistiques *inventaire ichtyofaunistique x caractéristiques physiques x pressions anthropiques* pour un spectre étendu de masses d'eau (Figure 1).

Par souci de cohérence, les masses d'eau définies au sens de la DCE ont été regroupées par système écologique (estuaire ou lagune) lorsque ceux-ci étaient découpés en plusieurs masses d'eau (cas des estuaires de la Seine, de la Gironde, de l'Adour).

Les données faunistiques (composition spécifique et l'abondance) proviennent des inventaires effectués dans la première phase du projet. La diversité fonctionnelle du peuplement piscicole est appréhendée au travers des guildes écotrophiques (il s'agit de groupes fonctionnel, comme par exemple les espèces benthiques, les migrateurs d'origine marine, etc.).

Des descripteurs du peuplement (appelées métriques) sont préalablement identifiés. Il s'agit par exemple du nombre d'espèces de juvéniles d'origine marine, du nombre d'espèces benthiques, etc.

Des données physiques de l'environnement (profondeur, salinité) ont permis de compléter la description des caractéristiques physiques des masses d'eau.

Enfin, la caractérisation des pressions anthropiques sur le système a nécessité le recensement de nombreuses données (pollution, occupation des sols, activités humaines) et la définition d'un indice de pression, afin d'étudier la réponse de l'ichtyofaune à la pression anthropique.

La démarche d'analyse du triplet **inventaire ichtyofaunistique x caractéristiques physiques x pressions anthropiques** est résumée à la Figure 2.

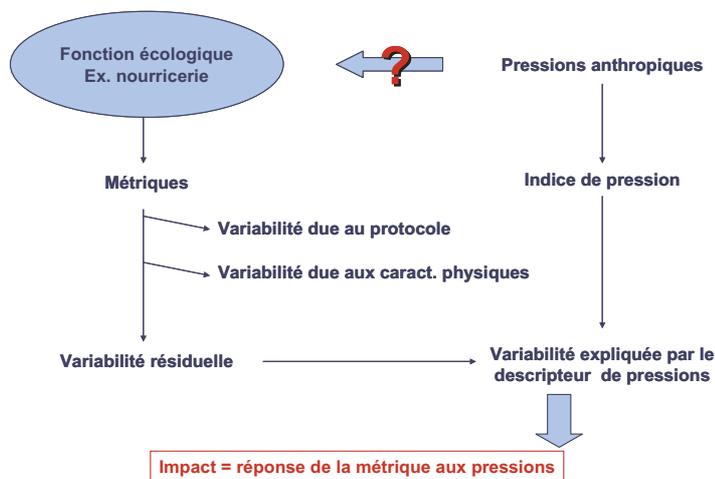


Figure 2. Résumé de la démarche générale d'analyse des triplets *inventaire ichtyofaunistique x caractéristiques physiques x pressions anthropiques*

### *Analyses statistiques*

La variabilité d'une métrique biologique en fonction du protocole, des caractéristiques hydromorphologiques de la masse d'eau et des pressions anthropiques subies a été testée à l'aide de modèles linéaires généralisés (GLMs).

Des analyses de variance (ANOVA) ont pu qualifier la part de déviance expliquée par chacune des variables explicatives et tester la significativité de leur effet. La nature de l'effet des différentes variables explicatives (effet positif ou négatif) sur l'indicateur considéré est décrit par leur coefficient dans le modèle. Des analyses graphiques des résidus des divers modèles ont permis de vérifier la validité des hypothèses de départ, en particulier pour les GLMs gaussien. Enfin, l'observation des distances de Cook permet de déceler les données qui ont le plus de poids dans les modèles, afin de s'intéresser aux éventuelles valeurs aberrantes.

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

### *Indice de pression*

Trois grandes catégories de pressions anthropiques sont décrites dans cette étude (Figure 3). Les deux premières concernent celles qui touchent directement le milieu aquatique. Il s'agit des pressions de pollution (métaux lourds, polluants organiques, ...) et des pressions directes sur le vivant et l'habitat (pêche, ...).

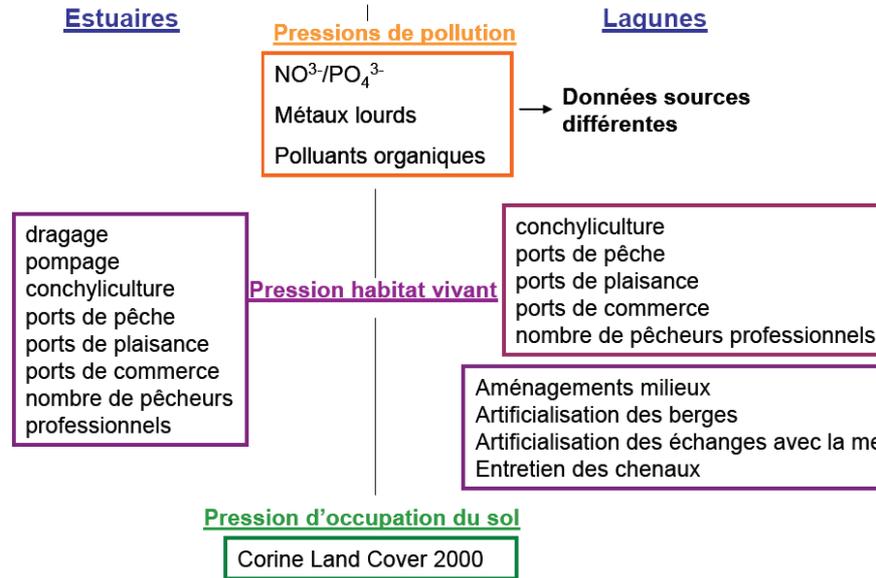


Figure 3. Pressions anthropiques subies par les masses d'eau de transition, regroupées dans 3 catégories

La troisième concerne non plus la masse d'eau elle-même, mais son environnement terrestre rivulaire. Elle reflète donc, selon la nature de ses aménagements (urbains, industriels, agricoles, etc.) les pressions humaines qui l'affectent.

Après avoir analysé les 3 grandes catégories de pressions, celles-ci sont groupées afin de dégager un indice de pression anthropique global. Ce dernier a été calculé suivant deux méthodes (approche nominale, analyses factorielles).

### *Indicateur*

La démarche de cette phase d'analyse s'est articulée en quatre points : 1) présélection des métriques biologiques traduisant la diversité spécifique et les fonctionnalités importantes des MET ; 2) Tests sur la capacité des métriques retenues à discriminer la qualité des masses d'eau de transition ; 3) Détermination de normes de références et de scores de qualité par métrique, à partir des modèles GLM ; 4) Assemblage des métriques et construction de l'indicateur.

## RESULTATS OBTENUS

### *Inventaires poisson sur 47 masses d'eau*

Toutes les MET retenues par chaque district, soit au total 46 MET, ont été échantillonnées, plus une masse d'eau côtière (La Gironde externe) qui bien que non incluse dans les MET officielles fait partie intégrante de l'écosystème estuarien de la Gironde, ainsi que deux petits estuaires du district Artois Picardie (Authie et Canche), également non inclus dans les MET officielles, mais particulièrement intéressants en raison de leur environnement relativement peu anthropisé. Ces deux estuaires ont été échantillonnés par le laboratoire UPRESA 8013 ELICO de l'Université du Littoral Côte d'Opale à Wimereux, partenaire de ce projet LITEAU, qui nous a gracieusement mis à disposition ses données.

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

### *Système d'information*

Un système d'information complet et fonctionnel a été créé, de la fiche de saisie des données des campagnes de pêche expérimentale, à la base de données POMET, maintenant validée. Elle inclut toutes les données des inventaires et est aussi apte à recevoir celles à venir : contrôles de surveillance DCE, plus d'éventuelles campagnes non issues de la DCE.

Cette base de données POMET est accessible en ligne, grâce au site web <http://haddock.bordeaux.cemagref.fr/dcemet/> et comporte déjà un certain nombre de requêtes standardisées pour des interrogations de base (par exemple la liste des espèces par ME et/ou district, par saison/année, etc.).

Un référencement de ce système au niveau des SDDE national et régionaux est prévu. De plus un interfaçage avec le système SANDRE et SEEE y est aussi inclus.

### *Indicateur de pression*

#### *Estuaires*

Les résultats obtenus (Figure 4) sont en accord avec différents travaux déjà réalisés sur le sujet (ex. Gilliers et al., 2006). En terme de pollution par les métaux, ce sont les estuaires de l'Adour, la Seudre, la Bidassoa et la Gironde qui apparaissent les plus touchés. En ce qui concerne les pollutions organiques, c'est l'estuaire de la Seine qui apparaît le plus touché.

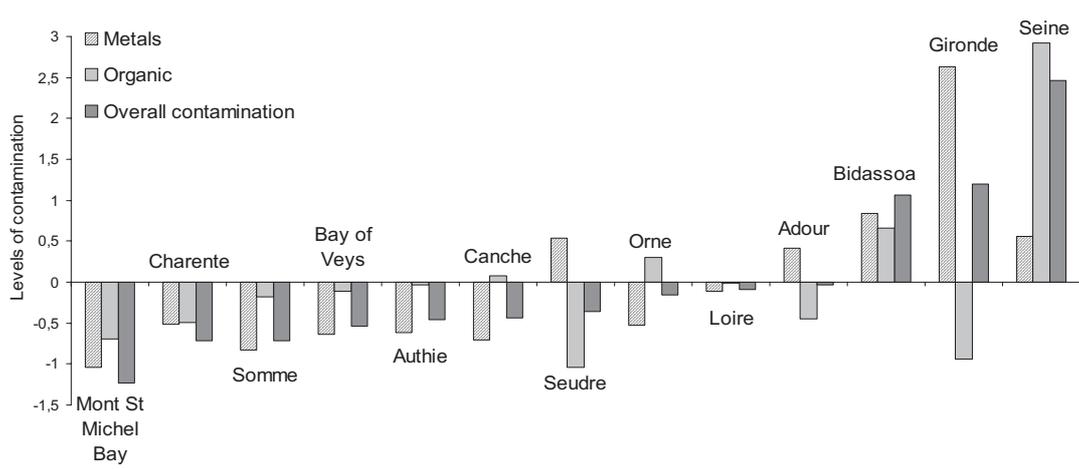


Figure 4. Valeurs des indices de contamination issus de l'ACP réalisée sur les données de pollutions métalliques et organiques des 13 estuaires retenus dans l'analyse.

#### *Lagunes*

Les lagunes de Thau et de Grand Bagnas apparaissent comme les lagunes les plus fortement impactées par les pressions d'occupation du sol (Figure 5). La lagune de Thau présente une forte pression due à la proximité de zones urbanisées (Sète). La lagune de Grand Bagnas est caractérisée par de fortes superficies de zones agricoles et notamment de cultures. Les lagunes de Pissevaches et de Canet-St Nazaire apparaissent les moins touchées par les pressions d'occupation du sol.

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

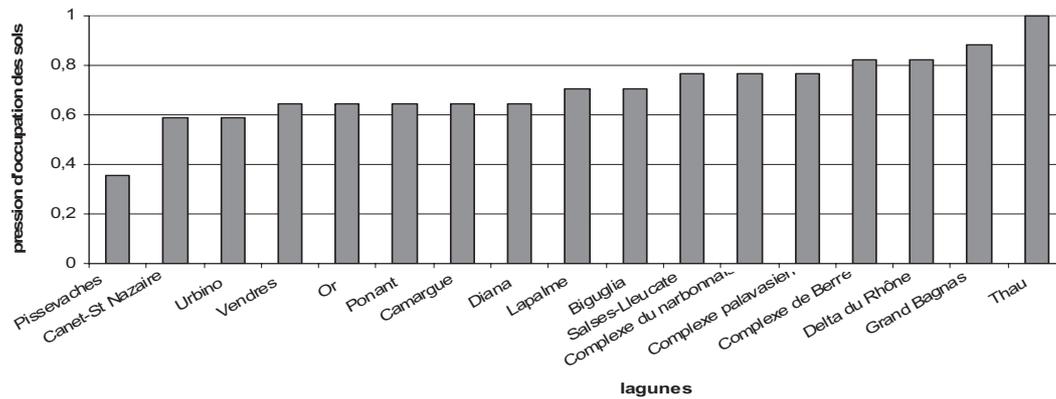


Figure 5. Classement des lagunes selon les pressions d'occupation du sol.

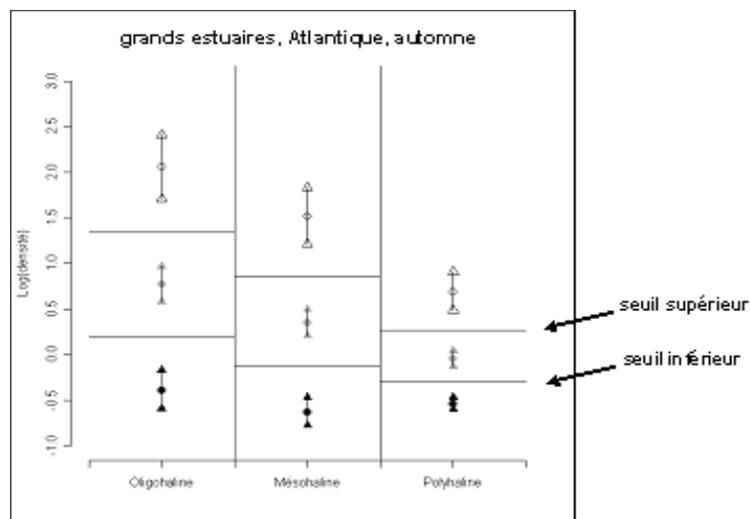
### Métriques retenues

Une métrique est retenue pour la construction de l'indicateur poisson lorsque sa réponse face à la pression est conforme à celle que nous attendions (par exemple : la densité d'espèces benthiques diminue si la pression augmente). Les seules métriques retenues sont :

- Pour les estuaires
  - La richesse taxonomique
  - La densité totale
  - La densité des espèces migratrices amphihalines
  - Le nombre d'espèces marines juvéniles
  - La densité d'espèces marines juvéniles
  - Le nombre d'espèces benthiques
  - La densité d'espèces benthiques
- Pour les lagunes
  - La densité des espèces migratrices amphihalines
  - Le nombre d'espèces marines juvéniles
  - Le nombre d'espèces résidentes
  - La densité d'espèces résidentes
  - La densité d'espèces benthiques
  - La densité d'espèces zooplanctonophages

### Seuils et sélection finale des métriques

Pour chaque métrique retenue, un modèle est paramétré pour chaque "cas" (taille d'estuaire, écorégion, saison). Sur cette base, les prédictions du modèle pour les trois états de contamination (très, peu ou moyennement contaminé), ainsi que les quantiles de ces prédictions à 10 et 90 % sont étudiés (exemple en Figure 6).



## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

Lorsque les quantiles des valeurs prédites ne se chevauchent pas entre les trois états de contamination, nous pouvons ainsi définir des seuils robustes, ce qui a été le cas pour 4 métriques de densité pour les estuaires :

- densité totale,
- densité de migrateurs amphihalins (CA),
- densité des espèces benthiques (B),
- densité de juvéniles marins (MJ),

et pour 3 métriques de densités pour les lagunes :

- densité de migrateurs amphihalins (CA),
- densité des espèces benthiques (B),
- densité des espèces zooplanctonophages (Z)

### *Effort minimal d'échantillonnage*

Afin que les valeurs des métriques ichtyologiques calculées soient représentatives et puissent être prises en compte dans le calcul final de l'indicateur, il faut que l'échantillonnage par classe de salinité soit suffisant. Une méthodologie a été développée, pour les estuaires, afin d'évaluer le nombre minimal de traits par classe de salinité. Cette méthodologie est basée sur des tirages aléatoires, effectués parmi une grande quantité de traits fictifs générés artificiellement (modèles bootstrap). Elle a montré qu'il est impératif de respecter à minima le protocole de pêche DCE : il faut donc, au minimum, 6 traits par classe de salinité, pour que les log-densités estimées puissent être prises en compte dans le calcul final de l'indicateur.

### *Indicateur*

L'indicateur final est constitué de l'assemblage des métriques retenues. Les scores obtenus pour chaque saison et classe de salinité ont d'abord été compilés afin d'obtenir une seule note par système, pour la métrique considérée.

La combinaison des notes obtenues pour chaque métrique, peut se faire de diverses manières pour parvenir à un indicateur final. Un examen des indicateurs présents dans la littérature nous a conduit à procéder à la moyenne des notes de chaque métrique sans les pondérer.

Ainsi, nous disposons pour chaque système d'un indicateur multi-métriques permettant d'évaluer la qualité des masses d'eau de transition basé sur la composante ichtyofaunistique. Il permet de classer les systèmes en leur assignant une note de qualité (Figure 7 et Figure 8).

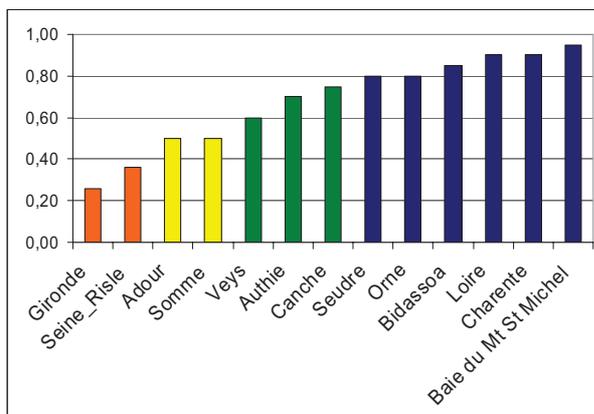


Figure 7. Classification des estuaires selon leur note finale. Les couleurs représentent les différentes classes de qualité définies dans le Tableau 1.

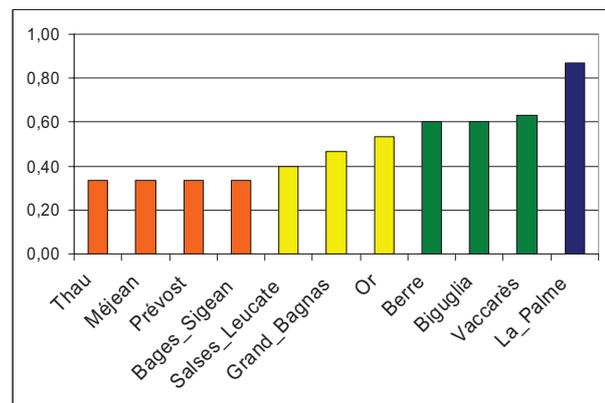


Figure 8. Classification des lagunes selon leur note finale. Les couleurs représentent les différentes classes de qualité définies dans le Tableau 1.

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

Dans le cadre de la DCE, 5 classes de qualités peuvent être définies (du très bon au mauvais état). Pour cela, nous avons choisi de diviser la plage de notes finales (0 à 1) que nous obtenons en 5 classes égales (Tableau 1).

Tableau 1. Seuils établis pour la note finale et état de qualité associé.

Etat	mauvais	médiocre	moyen	bon	très bon
note finale	[0 - 0,20[	[0,20 - 0,40[	[0,40 - 0,60[	[0,60 - 0,80[	[0,80 - 1]
couleur associée					

### IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

- Implications pratiques :

L'originalité de ce travail par rapport aux autres études internationales portant sur l'élaboration d'indicateur poisson réside dans le fait que sa construction s'appuie sur la quantification des pressions liées aux activités humaines affectant les masses d'eau. La mise en regard de données de pêche et de données de pression anthropiques sur de nombreux systèmes a permis de modéliser cette relation pression-impact et ainsi de déterminer de façon objective les descripteurs biologiques qui méritaient d'être retenus dans l'indicateur final. Le choix du trait de chalut, dans les estuaires, ou de la station de capetichade, dans les lagunes, comme individus statistiques a permis de prendre en compte la variabilité du protocole d'échantillonnage et l'influence des facteurs géographiques et des caractéristiques des systèmes échantillonnés dans la réponse observée. Enfin, sur un plan méthodologique, l'approche mise en œuvre montre qu'il est possible de calculer des normes de références robustes basées sur des données objectives dans le cadre d'une démarche rigoureuse. L'indicateur obtenu satisfait aux exigences de la DCE en ceci qu'il prend en compte des métriques de diversité et d'abondance des assemblages ichthyologiques dans le cadre d'une approche qui intègre les fonctions écologiques remplies par les estuaires pour les poissons.

- Recommandations et limites éventuelles :

L'approche, satisfaisante sur le plan méthodologique, reste toutefois encore incomplète au niveau des pressions prises en compte, des systèmes inclus dans l'analyse et des tests et analyses de sensibilités. A l'issue de ce travail, plusieurs perspectives à court et moyen termes peuvent donc être envisagées.

#### Prise en compte des données Loire-Bretagne

Les données des inventaires ichthyofaunistiques dans les estuaires du district Loire-Bretagne (hormis la Loire) n'ont pu être incluses dans les analyses. Or, les estuaires bretons appartiennent, pour la plupart, à un type particulier de MET estuarienne. Il s'avère donc nécessaire d'incorporer les données dans la démarche. Ceci peut s'envisager de 2 manières : (1) en testant à nouveau les réponses des métriques aux données de pression en incluant les données nouvelles ou (2) en utilisant ces nouvelles données comme un jeu de données-test pour vérifier la cohérence des résultats précédemment obtenus.

#### Scoring et combinaison des métriques

La méthode mise en place dans le projet LITEAU a permis de définir des seuils pour les métriques retenues à partir des modèles explorés dans une gamme de valeurs de pression disponibles dans les données. Afin de pouvoir mieux définir les seuils extrêmes, il est nécessaire d'explorer une plus large gamme de valeurs et d'extrapoler aux limites des

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

modèles. Il serait aussi pertinent d'étudier différentes techniques pour combiner les métriques dans l'indicateur.

### Test de l'indicateur

A ce stade, l'indicateur multi-métrique peut être calculé pour chaque MET. Si la capacité de réponse des métriques incluses dans l'indicateur à la pression anthropique a été testée, il est nécessaire de vérifier la cohérence des réponses de l'indicateur global. La même démarche (modèle pression-impact) que pour les métriques individuelles pourra être appliquée. A partir de la définition des seuils par métrique et de la combinaison des métriques, les Ecological Quality Ratios de l'indicateur pourront être calculés.

Des tests plus approfondis devront être menés sur l'indicateur en terme de robustesse (ré-échantillonnage, inclusion de nouvelles données poisson et/ou pression) et d'évaluation du risque de mauvais classement. Afin d'observer le comportement de l'indicateur dans le cadre des futurs suivis à long terme, il est indispensable d'étudier les valeurs et tendances prises par l'indicateur sur des séries chronologiques disponibles (ex. Gironde) et ainsi évaluer la variabilité inter-annuelle et les capacités de détection des tendances, des points de rupture, etc.

- Réalisations pratiques et valorisation :

L'ensemble des connaissances sur les poissons, d'un ensemble important de masses d'eau de transition, est accessible à un large public par Internet grâce au site web développé pour accueillir la base POMET.

### **PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES**

#### *Au niveau international :*

Des contacts ont été établis avec des équipes sud africaines et australienne, lors du 44<sup>ième</sup> colloque de l'ECSA (Estuarine and Coastal Sciences Association) intitulé : « Science and management of estuaries and coasts : a tale of two hemispheres », qui se tenait en Argentine, en septembre 2008. Un projet de coopération avec l'Afrique du Sud, sur les indicateurs, ainsi que sur les relations entre communautés estuariennes (poissons) et environnement, est projeté.

#### *Au niveau européen :*

Participation active au GIG NEA (North East Atlantic Geographical Intercalibration Groupe) pour les travaux d'intercalibration des indicateurs poisson, développés dans les divers pays européens.

Deux campagnes d'intercalibration européennes ont déjà été menées dans ce cadre: en Irlande (2006) sur 2 estuaires et sur l'estuaire de la Gironde (2007).

En 2009 une autre campagne d'intercalibration est prévue en Catalogne (Espagne)

Cela a favorisé un rapprochement et une collaboration avec d'autres équipes européennes, engagées sur ces problématiques d'indicateur poisson.

#### *Au niveau français :*

Hormis la collaboration avec l'Université de la côte d'Opale, un groupe d'experts français sur les poissons des milieux estuariens et lagunaires a été mis en place et s'est réunis à plusieurs reprises, pour aider à la réalisation de ce projet.

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

### POUR EN SAVOIR PLUS (QUELQUES REFERENCES)

Breine, J.J., Maes, J., Quataert, P., Van den Bergh, E., Simoens, I., Van Thuyne, G., and Belpaire, C. 2007. A fish-based assessment tool for the ecological quality of the brackish Schelde estuary in Flanders (Belgium). *Hydrobiologia* 575(1): 141.

Harrison, T.D. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries* 8(3): 241-268.

Whitfield, A.K., and Elliott, A. 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61: 229-250.

### LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues	Lobry J., Lepage M., Girardin M., 2006. L'échantillonnage de la diversité piscicole en estuaires : stratégies et représentativité dans le contexte de la Directive cadre européenne sur l'eau. <i>Ingénieries</i> 45, p 3-14. Jonathan Selleslagh, Rachid Amara, Pascal Laffargue, Sandric Lesourd, Mario Lepage, Michel Girardin. 2009. Fish composition and assemblage structure in three Eastern English Channel macrotidal estuaries: A comparison with other French estuaries. <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> , Volume 81, Issue 2, Pages 149-159 Courrat, A., Lobry, J., Nicolas, D., Laffargue, P., Amara, R., Lepage, M., Girardin, M., and Le Pape, O. 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> . <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> , Volume 81, Issue 2, Pages 179-190
Publications scientifiques à paraître	Nicolas D, Lobry J, Lepage M, Sautour B, Le Pape O, Cabral HN, Uriarte A, Boet P (soumis) Toward a macroscopic analysis of European tidal estuaries fish assemblages patterns. <i>Estuarine and Coastal Marine Science</i>
Publications scientifiques prévues	Delpech et al. Development of a fish-based index to evaluate the ecological status of transitional waters: the case of French estuaries and lagoons
COLLOQUES	
Participations passées à des colloques	NEAGIG Transitional Fish Meeting. Bordeaux (F), 17 – 18 février 2005 (Organisateur) NEAGIG Transitional Fish Meeting. La Haie (NL), 6 - 8 mars 2006 NEAGIG Transitional Fish Meeting. Lisbonne (P), 30 janvier au 2 février 2007 NEAGIG Transitional Fish Meeting – Edinburgh (UK) 10-

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

12th November 2008

Lepage M, Girardin M, Parlier E, Boët P (2006)  
Development of a fish-based index for transitional water in France ECSA 41st International Conference - Measuring and managing changes in estuaries and lagoons, Venice (oral presentation)

Parlier E, Lepage M, Girardin M, Boët P, Aymeric G (2006)  
Développement d'un indicateur multimétrique de la qualité des estuaires basé sur les peuplements de poissons. Quatrièmes journées autour de l'estuaire, Octobre 2006, Communication orale, Cestas

Lepage M, Girardin M, Boët P (2006) Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition Séminaire Seine-Aval, "Indicateurs dans les estuaires", Rouen, 19 et 20 juin 2006, Présentation orale

Girardin M, Lepage M, Boët P, Girard P, Élie P, Guibert A, Durozoi B, Parlier E (2007) Développement d'un indicateur poisson pour les estuaires français. Séminaire scientifique de restitution des travaux Seine-Aval III, Rouen 5-6 septembre 2007, (Poster)

Delpech C, Lepage M, Pasquaud S, Courrat A, Nicolas D, Girardin M, Boët P, Le Pape O, Pont D (2008) Etat d'avancement des travaux sur l'indicateur poisson Séminaire AQUAREF, 3-4 Juin 2008, Antony

Participations futures à des colloques NEAGIG Transitional Fish Meeting 2009

### THESES

Thèses passées

Thèses en cours

### ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION

Articles de valorisation parus

Articles de valorisation à paraître

Articles de valorisation prévus

### AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS

Actions vers les médias

(interviews...) effectuées

Actions vers les médias prévues

### ENSEIGNEMENT - FORMATION

Enseignements/formations dispensés Master II Bordeaux

Enseignements/formations prévus

### EXPERTISES

Expertises menées

GT DCE Eaux littorales MEEDDAT, SEEE, ONEMA

Expertises en cours

idem

Expertises prévues

### METHODOLOGIES (GUIDES...)

méthodologies produites

Lepage M., Girardin M., (2006). Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Protocole d'échantillonnage

pour le District Rhône Méditerranée et Corse. Cemagref. Procédure EPBX\_802.doc. 31p.

Lepage M., Girardin M., (2006). Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Protocole d'échantillonnage pour la façade atlantique et Manche. Cemagref. Procédure EPBX\_801. 28p

Lepage M, Girardin M, Bouju V (2008) Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Mise à jour du protocole d'échantillonnage pour le District Rhône Méditerranée et Corse. Procédure EPBX\_802\_3, Cemagref - groupement de Bordeaux, Cestas, 30p.

Lepage M, Girardin M, Bouju V (2008) Inventaire Poisson dans les eaux de transition. Mise à jour du protocole d'échantillonnage de la façade Atlantique et Manche. Procédure EPBX\_801\_3, Cemagref - groupement de Bordeaux, Cestas, 29p.

méthodologies prévues

**AUTRES**

Projets de recherche

Participation au projet européen WISER, dès 2009

Participation au projet BEEST (Liteau III), dès 2008

Rapports en relation avec le projet :

Bouju V., Cottet M., Delpech C., Girardin M., Lepage M., 2008. Comparaison des pêches aux chaluts et verveux. Etude Cemagref n°130. 20 p

Lepage M., Courrat A., Delpech C., Durozoi B., Girardin M., Boët P. et Gonthier P., 2008. Appui scientifique et méthodologique à la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau dans les eaux de transition. Rapport final Convention MEDAD-Cemagref, rapport n°120

Lepage M, Girardin M, Durozoi B, De Maisonneuve L, Poulain F, Gonthier P (2007) Etat des lieux des peuplements de poissons dans les eaux de transition du bassin Adour Garonne. Etude Cemagref n° 117, Unité Ecosystèmes Estuariens et Poissons Migrateurs Amphihalins, , Cemagref de Bordeaux, 132 p.+ annexes

Lepage M, Aliaume C, Crivelli AJ, Lebel I, Abdallah Y, Bouchoucha M, Orsoni V (2008) Etat des lieux des peuplements piscicoles dans les eaux de transition du bassin Rhône Méditerranée et Corse, Etude Cemagref n°125, 209 p.

Site Web

Base de données POMET et résultats synthétiques accessibles en ligne url : <http://haddock.bordeaux.cemagref.fr/dcemet/>

## Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

## RESUMES

### En français

---

#### RESUME

Ce projet vise à développer pour les besoins de la Directive Cadre sur l'Eau, un indicateur multi-métriques de la qualité des masses d'eau de transition (MET), basé sur la composante ichtyologique. Il se décline à l'origine en 4 actions, dont les 2 dernières ont été fusionnées pour les besoins de ce rapport : Action 1) Réalisation d'inventaires ichtyologiques des MET, de types différents, dans les 5 bassins français soit au total 46 MET. Les données des inventaires 2007 en Loire Bretagne (excepté pour la Loire réalisée en 2006), n'ont pu être incluses dans le développement de l'indicateur car disponible trop tardivement (mars 2008) . Action 2) Les données poisson et physico-chimie des sites de pêche, issues des inventaires, sont intégralement stockées dans la base de données « POMET », créée à cet effet. Ces données sont compatibles avec le système d'administration national des données et référentiels sur l'eau (SANDRE) et avec le système d'évaluation de l'état des eaux (SEEE), actuellement en développement par l'ONEMA pour les besoins de rapportage européen. La base POMET accueillera aussi les futures données des contrôles de surveillance. Ce système d'information opérationnel est aussi consultable par Internet. Action 3) et 4) Toutes ces données « poisson » sont ensuite croisées, avec des données sur les caractéristiques physiques et les pressions anthropiques des MET. Un indice de pressions anthropiques (pollutions organiques et métalliques, pressions sur le vivant et l'habitat, pressions d'occupation du sol rivulaire) a d'ailleurs été développé spécifiquement dans cette optique. En effet, en l'absence de toute référence naturelle pour les eaux de transition françaises (c'est-à-dire non impactée), nous avons choisi une approche comparative entre masses d'eau (ou systèmes estuarien regroupant plusieurs MET), plus ou moins soumises à la pression des activités humaines. Cette étude est donc basée sur l'analyse des triplets - *caractéristiques physiques x - pressions anthropiques x - inventaire ichtyofaunistique*. L'utilisation de modèles linéaires généralisés (GLM) a permis de mettre en évidence des relations pression-impact sur plusieurs métriques candidates. Les métriques ayant la meilleure significativité et ayant un comportement conforme à la réponse attendue de la métrique vis-à-vis d'une augmentation de la pression ont été sélectionnées. Parmi elles, 4 métriques sur les estuaires et 3 métriques sur les lagunes ont permis de calculer des seuils discriminant 3 «états» des peuplements. Une méthode de scoring et des règles d'agrégation des métriques ont été développées pour obtenir au final un indicateur multi-métriques. Son application à toutes les MET, ou systèmes estuariens, fourni une note globale pour l'élément de qualité « poisson », avec la classe de qualité dans laquelle la masse d'eau se situe. Des évolutions de l'indicateur actuel sont déjà prévues, de façon à mieux ajuster les seuils du «bon état» et à améliorer la robustesse du diagnostic. Les travaux actuellement en cours, pour l'intercalibration européenne des outils de classification, pourront également conduire à des ajustements.

#### MOTS CLES

Indicateur poisson, masse d'eau de transition, multi-métriques, inventaire ichtyologique, état de référence, DCE, indice pressions anthropiques

**In English**

---

**ABSTRACT**

The aim of this project is to develop a multi-metrics fish index assessing the ecological quality of the transitional waterbodies (TW) within the Water Framework Directive (WFD). It was originally composed of four Actions but in this report, the last two were merged. Action 1 concern the Fish Surveys conducted in 46 TW of different types in the five French hydrographic district. Surveys were conducted from 2005 to 2007 depending on the hydrographic district. The dataset obtained from district Loire Bretagne was not included for the construction of the multi-metrics fish index, excepted for the Loire estuary sampled in 2006, because of their late availability (March 2008). In average, 22 samples were collected from each TW. Action 2, a national database called POMET was developped in order to archive all the biological data on the fish captured and physico-chemical information related to the fishing station. This datadase is compatible with the national SANDRE standard and the reporting tool (SEEE) presently developped by ONEMA for the WFD purposes. This database should upload the future data coming from the surveillance monitoring. A website was developped to consult information contained in the POMET database. Actions 3 and 4 are about crossed analyses of physical characteristics of the TW, anthropogenic pressures on the system and observed fish community. A « human pressure index » based on heavy metal and organics pollution on one hand and on costal land use on the other hand, was developped in order to classify the TW on their level of human pressure. As no reference conditions for TW exist in France, statistical models (Global Linear Model GLM) were used to assess the answer of biological metrics in front of an increase of a human pressure in a particular physical habitat. This enabled us to define the boundary for a « Good ecological » status for four metrics in estuaries and three metrics in Mediterranean transitional lagoons. A scoring system and aggregation rules were then applied to obtain the multi-metric quality class for the fish component of the biological elements. Some evolution are already foreseen in order to improve the robustness of the diagnosis. The intercalibration work process undergoing may also bring some slight changes.

**KEY WORDS**

Fish Index, Transitional Water Bodies, multi metrics, Fish surveys, reference status, WFD, human pressure index

Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

## **RAPPORT SCIENTIFIQUE**

### **DEVELOPPEMENT D'UN INDICATEUR POISSON POUR LES EAUX DE TRANSITION**

**LITEAU II 2005**

**Michel Girardin, Mario Lepage, Philippe Boët, Anne Courrat, Christine Delpech,  
Bénédicte Durozoi, Pascal Laffargue, Olivier Le Pape, Jérémy Lobry, Emmanuel  
Parlier, Stéphanie Pasquaud**

**Noms des autres partenaires scientifiques bénéficiaires**

**Rachid Amara**

Développement d'un indicateur poisson pour les eaux de transition

**Note importante**

---

*Son format est laissé à la libre appréciation de ses rédacteurs.*

La partie concernant le rapport scientifique est donnée à part dans un fichier pdf distinct



## **ANNEXE : TEXTES DES PUBLICATIONS**

*Cette partie peut être rendue sous forme non modifiable (fichier pdf de préférence).*

*Son format est laissé à la libre appréciation de ses rédacteurs.*

### **PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PARUES**

*Merci de joindre des tirés à part, et d'indiquer les restrictions éventuelles en termes de droits de reproduction (notamment sur le site Internet du MEDD). Notez que ce rapport pourra être mis en ligne sur le site Internet du MEDD.*

Lepage M., Girardin M., 2006. L'échantillonnage de la diversité piscicole en estuaires : stratégies et représentativité dans le contexte de la Directive cadre européenne sur l'eau. *Ingénieries* 45, p 3-14.

Jonathan Selleslagh, Rachid Amara, Pascal Laffargue, Sandric Lesourd, Mario Lepage, Michel Girardin. 2009. Fish composition and assemblage structure in three Eastern English Channel macrotidal estuaries: A comparison with other French estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 81, Issue 2, Pages 149-159

Courrat, A., Lobry, J., Nicolas, D., Laffargue, P., Amara, R., Lepage, M., Girardin, M., and Le Pape, O. 2009. Anthropogenic disturbance on nursery function of estuarine areas for marine species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 81, Issue 2, Pages 179-190

### **PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES A PARAITRE**

Nicolas D, Lobry J, Lepage M, Sautour B, Le Pape O, Cabral HN, Uriarte A, Boet P (soumis) Toward a macroscopic analysis of European tidal estuaries fish assemblage patterns. *Estuarine and Coastal Marine Science*

### **PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PREVUES**

Delpech et al. Development of a fish-based index to evaluate the ecological status of transitional waters: the case of French estuaries and lagoons

## **ANNEXE : PARTIE CONFIDENTIELLE**

*Vous pouvez insérer ici toute information ou résultat qui revêt une part de confidentialité.*

*Merci de préciser le degré de confidentialité de ces données.*

*Nous vous recommandons de préciser dans la partie non confidentielle l'existence de ces données confidentielle et d'expliquer la raison de leur confidentialité.*

*Cette partie ne sera pas diffusée sur le site Internet du Ministère.*

*Cette partie peut être rendue sous forme non modifiable (fichier pdf de préférence).*

*Son format est laissé à la libre appréciation de ses rédacteurs.*