

BEEEST

Le bon potentiel des estuaires

Conclusions et perspectives du projet BEEEST



Coordinateur :
Christian Lévêque
2011

**Projet BEEEST : Vers une approche multicritère du
Bon Etat écologique des grands ESTuaires**



Programme liteau

Le bon potentiel des estuaires

- Conclusions et perspectives du projet BEEST -

Responsable Scientifique : Lévêque C.¹

Coordination : Moussard S.¹ ; Foussard V.¹

Auteurs : Bouleau G.² ; Foussard V.¹ ; Lévêque C.¹ ; Lobry J.³ ; Moussard S.¹ ; Sirost S.⁴

¹ GIP Seine-Aval

² Cemagref Montpellier - UMR G-EAU

³ Cemagref Bordeaux – UR EPBX

⁴ Université de Rouen – EA 3832 CETAPS

N° de contrat : 0001139

Années 2008 - 2011



INTRODUCTION

En 2007, en réponse à la question du Ministère en charge de l'Écologie, posée dans l'Appel à Propositions de Recherche Liteau III, et relative à la « Définition et critères du bon état écologique », une vingtaine d'équipes scientifiques s'est réunie au sein du projet BEEST (vers une approche multicritère du Bon Etat écologique des grands ESTuaires), pour répondre à la question relative à la « Définition et critères du bon état écologique ». Le projet BEEST, coordonné pendant trois années par le GIP Seine-Aval en association avec le GIP Loire-Estuaire et le CEMAGREF de Bordeaux, a rassemblé ces équipes scientifiques, des gestionnaires et des organismes institutionnels (ONEMA, Ministère, Agence de l'Eau), autour de trois axes de recherche :

- Axe 1 : Contribuer à la mise en œuvre de la DCE sur les grands estuaires atlantiques
- Axe 2 : Réflexion sur la notion de « bon état » ou « de bon potentiel » pour un estuaire
- Axe 3 : Vers une approche multicritère du bon état ou du bon potentiel d'un estuaire

La DCE incite les États membres à améliorer la qualité écologique des écosystèmes aquatiques, en leur imposant des objectifs de résultats. La démarche prévue à l'origine consiste à définir des indicateurs de qualité basés principalement sur des paramètres structurels (ex. : diversité biologique) auxquels sont associés des systèmes de classement se rapportant à une référence ; un système de surveillance adapté aux indicateurs ; et des mesures environnementales d'amélioration (ou pour le moins de non-dégradation) des milieux.

A l'interface fleuve – océan, les estuaires restent des milieux « orphelins », les estuaires ou eaux de transition pour la DCE, pour lesquels les fortes contraintes hydrodynamiques et sédimentaires compliquent sérieusement l'exercice de caractérisation du bon état écologique. En outre, les grands estuaires européens sont tous fortement anthropisés, de telle sorte qu'il est difficile de les comparer à des systèmes non perturbés (problème de la référence). Ils ont généralement été classés dans la catégorie DCE des « Masses d'Eau Fortement Modifiées » (MEFM).

Sur les grands estuaires aménagés, les gestionnaires et services de l'État s'interrogent sur la manière de mettre en place un programme de suivi et des mesures de restauration écologique qui répondent à la réglementation européenne, tout en tenant compte des contraintes économiques et sociales liées aux usages. En 2007, pour ces acteurs l'enjeu se situait avant tout sur l'élaboration d'indicateurs de qualité écologique DCE adaptés aux grands estuaires. Certains de ces indicateurs n'étant pas opérationnels, les scientifiques du projet BEEST ont répondu à cet enjeu en proposant des pistes et des recommandations pour l'élaboration d'indicateurs. Plusieurs d'entre elles ont été développées en partie sur la base de travaux effectués dans d'autres pays européens (Axe 1 du projet).

Par ailleurs, partant du constat que les estuaires sont des milieux intrinsèquement dynamiques, soumis à des forçages naturels autant qu'anthropiques et qui s'inscrivent non pas dans l'équilibre et la stabilité, mais sur des trajectoires d'évolutions, les scientifiques du projet BEEST s'interrogeaient, quant à eux, sur :

- Les notions mêmes de « bon » « état » ou « potentiel » « écologique » dans les estuaires. Telles que conçues et mis en œuvre par la DCE, ces notions sont éminemment normatives.

Elles amènent à revenir sur l'origine et les motivations ayant conduit au principe de bon état et de bon potentiel écologique par les instances européennes et rechercher la signification de ces concepts pour différents groupes sociaux (Axe 2 du projet) dans le but de proposer une définition plus opérationnelle et consensuelle du bon potentiel écologique.

- La manière (indicateurs, outils, méthodes) de mieux comprendre et caractériser le fonctionnement écologique des estuaires, de fixer des objectifs de bon potentiel, de les évaluer et de s'y référer (Axe 3 du projet).
- La manière d'associer les usagers ordinaires à l'atteinte d'un bon potentiel écologique sur leur estuaire (Axe 2 du projet).

1- LES CONCEPTS : FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE ET BON POTENTIEL DES ESTUAIRES

1.1- GENESE DES CONCEPTS DE BON ÉTAT ET DE BON POTENTIEL

L'idée de bon état s'inscrit dans une vision philosophique de la nature depuis longtemps véhiculée par la religion et par la philosophie anglo-saxonne, opposant l'homme à la nature.

Le concept même de bon état écologique est apparu avec la DCE. Il n'avait pas de précédent et semble issu du monde des gestionnaires (« scientifiques experts ») (Synthèse BEEST, 2011. § III-A-1) sans bases scientifiques bien établies. Il a été décliné en « bon potentiel » sur les MEFM. Dans le contexte juridique anglo-saxon de Common Law, cette notion s'apprécie « au cas par cas » en fonction des impacts que l'on cherche à quantifier sur un site (Synthèse BEEST, 2011. § III-A-2). La DCE, dans un souci de codification, a transposé cette notion en vue d'établir une norme pour tous les cas, quels que soient les impacts considérés et y a ajouté une dimension programmatique (ce « bon état » est un objectif), un principe de précaution (ce bon état est défini par le paramètre le plus déclassant) et une dimension normative (ce bon état est une référence pour tous les cas). Mais cette extension se heurte notamment au fait qu'on ne peut pas décrire scientifiquement et définitivement la dynamique d'un milieu sans aucun impact.

On peut faire un parallèle avec les notions « d'intégrité biotique » et de « santé » des hydrosystèmes développées en Amérique du Nord dans les années 1990 (Synthèse BEEST, 2011. § III-B-1). L'idée de « bon état », comme celle « d'intégrité biotique », s'inscrit dans une vision philosophique de la nature considérée comme immuable ou pour le moins en équilibre, et soumise aux agressions de l'homme (Lévêque et al., 2010). Il en découle tout un appareillage de mesures de protection et de sanctuarisation de la nature afin de la préserver. C'est dans ce contexte moral et esthétisant de la nature qu'a émergé l'idée de bon état écologique, ainsi que ses grilles de lecture (inventaires de biodiversité, espèces à protéger, espaces sanctuaires).

Les scientifiques nord-américains ont été confrontés, eux aussi, à la difficulté de définir la notion « d'intégrité biotique » sur la base de critères purement écologiques. En fin de compte, la définition retenue semble plutôt relever de la nécessité de trouver un consensus, que de la pertinence scientifique, sachant que ce terme relève plutôt de la communication dans la mesure où il est bien reçu par le public et les gestionnaires.

Ainsi, plutôt que de chercher à définir scientifiquement le « bon état », il est apparu plus pertinent aux scientifiques du projet BEEST de caractériser les moteurs du « bon fonctionnement » de l'écosystème ou le « bon potentiel », notamment lorsqu'il est fait référence à des systèmes fortement anthropisés (anthroposystèmes ou socio-écosystèmes).

1.2- LE BON POTENTIEL A NÉCESSAIREMENT UNE DIMENSION SOCIALE

L'idée de bon potentiel, telle que retenue dans le projet BEEST, est alors à rapprocher des réflexions menées antérieurement sur les notions de « santé » des rivières (Synthèse BEEST, 2011. § III-B-1). Après plusieurs années de débat, les auteurs nord-américains ont fini par conclure que la « santé des rivières » ne se limite pas aux seuls aspects écologiques (couverts par la notion d'intégrité biotique), mais couvre également les aspects sociétaux en prenant en compte les usages et les aménités fournies par ces systèmes (figure 1) (Boulton, 1999). On introduit ainsi les notions de bien et de services rendus par les écosystèmes qui seront par la suite développées par le Millenium Assessment (2001). De même que pour la notion « d'intégrité biotique », on fait remarquer que l'idée de « bonne santé » a le mérite d'être facilement compréhensible par le public et permet de légitimer des politiques de restauration.

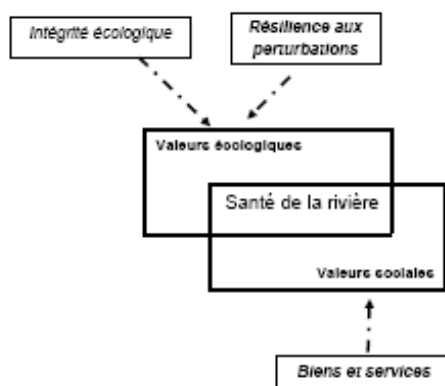


Figure 1 : – La santé des écosystèmes inclut non seulement les aspects écologiques, mais aussi les représentations sociales et les usages tirés des systèmes aquatiques. (d'après Boulton, 1999)

Par assimilation, les scientifiques de BEEST affirment que le **bon potentiel ne peut se limiter aux seuls aspects écologiques et doit nécessairement intégrer une dimension sociale** que l'on peut traduire simplement par la prise en compte des contraintes liées aux usages des estuaires, mais aussi des perceptions et des attentes des citoyens. Ces usages économiques, écologiques, ludiques ou esthétiques s'appuient pour partie sur les notions de « biens et services » fournis par ces écosystèmes (épuration, pêche, observations...). On pourrait presque associer à chaque usage sa représentation du bon potentiel écologique : **Un bon potentiel pour....** (Lévêque *et al*, BEEST, 2011. § IV)

Le bon potentiel correspond donc nécessairement à un **compromis entre un état peu perturbé et les usages actuels et futurs du système**, ces usages étant considérés comme souhaitables par la société. Les citoyens, leurs représentants et les scientifiques peuvent envisager de partager un objectif commun en matière de restauration, dans la mesure où cet objectif trouve un écho auprès du public

par ses dimensions économique, éthique ou ludique. Se fixer seulement des objectifs en matière de biodiversité n'aurait pas de sens dans ce contexte.

1.3- LE BON POTENTIEL S'APPUIE SUR UNE VISION DU FUTUR

En l'absence de toute intervention humaine, l'évolution hydro-morpho-sédimentaire des estuaires nord-européens irait vers le comblement, entraînant par la même occasion une modification progressive des habitats et des peuplements associés. Dans ce contexte, il est **scientifiquement non-fondé de définir une référence fixe** (ou peu évolutive) qui irait à l'encontre des processus naturels. Le bon potentiel doit être évolutif et tenir compte également des changements globaux à venir.

Le bon potentiel peut évoluer en fonction des usages des estuaires, mais aussi des besoins exprimés ou revendiqués par différents groupes sociaux, en matière de restauration ou d'usages récréatifs par exemple. **Le bon potentiel n'a donc pas de caractère immuable.** Par ailleurs, les trois estuaires étudiés ont des niveaux d'anthropisation différents et donc des états morphologiques et écologiques différents... (Synthèse BEEST, 2011. § Introduction, §VI-B). **Le bon potentiel de l'un ne correspond donc pas nécessairement au bon potentiel de l'autre.** Chacun se situe en effet sur des trajectoires différentes tant en ce qui concerne le passé qu'un futur prévisible. En conséquence, une évaluation du bon potentiel doit prendre en compte des caractéristiques communes en matière de fonctionnement écologique, mais aussi des aspects spécifiques à chaque estuaire notamment en matière d'usages et de gouvernance locale (figure 2).

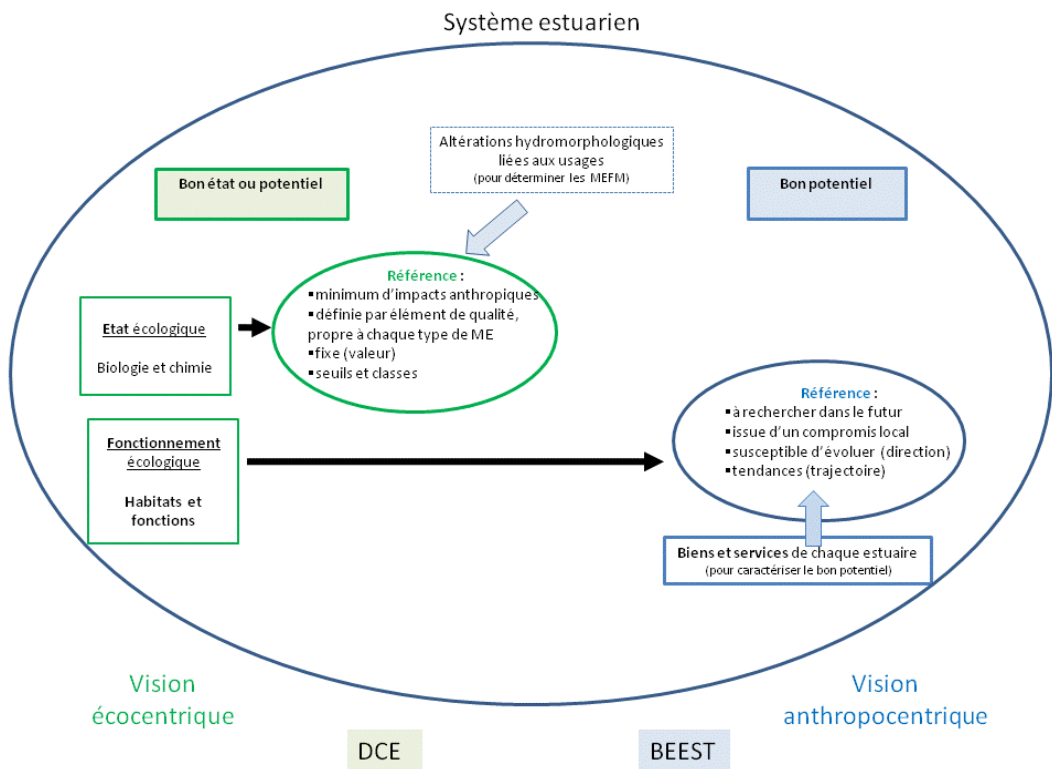


Figure 2 : Le bon état écologique au bon potentiel des estuaires

Les **perspectives d'avenir sont incertaines**. Le changement climatique entraînera probablement des modifications hydro-morpho-sédimentaires importantes. Des modifications probables des activités économiques auront sûrement, elles aussi, une influence sur le fonctionnement de l'estuaire.

Au final, la référence du bon potentiel ne doit donc pas être un objectif normatif ni nostalgique mais renvoyer aux fonctions exercées, attendues par les écosystèmes. Ces systèmes seront-ils toujours capables d'auto-épuration, de production biologique, de servir de support à des activités économiques ou récréatives ? **La référence du bon potentiel n'est pas à rechercher dans le passé, mais doit résulter d'une construction prospective** à partir d'attentes et de revendications et de ce que nos incertitudes sur l'évolution de ces systèmes nous permettent de fixer raisonnablement comme objectifs de gestion qui deviendront opposables. (Synthèse BEEST, 2011 § VI-C).

Les trois estuaires étudiés sont des systèmes fortement anthropisés. Leur gestion doit être envisagée dans le cadre d'une approche systémique combinant les relations structurelles et fonctionnelles de ces différentes composantes. Même si des tronçons semblent actuellement moins anthropisés que d'autres, ils ne sont pas à l'abri des pressions qui s'exercent sur les autres tronçons. Ils appartiennent de fait à un système sous contrainte et ne peuvent être considérés de manière isolée.

Pour la DCE, les masses d'eau doivent constituer les unités de gestions. Elles n'ont, dans les faits, pas été déterminées dans cette optique, mais plutôt en tant qu'unités de caractérisation. Le découpage actuel est souvent contesté.

Les priorités en matière de gestion ne s'appliquent donc pas à cette échelle, mais bien à celle de l'estuaire dans son ensemble. Les outils en cours de développement (SIG Habitats Fonctionnels, indicateurs...) doivent contribuer à aider la hiérarchisation de ces priorités par les gestionnaires.

Néanmoins, l'effort de surveillance doit rester bien réparti (en tenant compte également des zones qui à l'heure actuelle ne sont pas systématiquement étudiées ; ex. : zone fluviale tidale) et ne pas être focalisé uniquement sur les zones prioritaires en matière de gestion.

2 - COMPRENDRE LE FONCTIONNEMENT ÉCOLOGIQUE POUR ÉCLAIRER LE BON POTENTIEL

Selon la théorie des systèmes, un écosystème est caractérisé par une structure et des fonctions. Au sens de la DCE, la définition du bon état repose essentiellement sur des caractéristiques relatives à la structure des communautés biologiques (éléments constitutifs -sels minéraux, espèces, populations, habitats... -, réseaux -trophiques, de communications... - et stocks -de matière vivante, de minéraux-). Or les aspects fonctionnels (production, flux et recyclage de matière et d'énergie, stockage et piégeage...) sont au moins aussi importants pour évaluer l'état d'un écosystème.

En dépassant l'approche de bon état développée par la DCE¹ (Synthèse BEEST, 2011. § II), le projet BEEST propose de caractériser les éléments-clés du fonctionnement écologique de l'écosystème estuarien en s'appuyant sur :

- La notion d'habitat ;
- Des indicateurs intégrant mieux les aspects fonctionnels de l'écosystème ;
- Des tendances d'évolution plutôt que des seuils.

De même, pour le bon potentiel (basé sur le concept d'anthrosystème), le projet BEEST propose de s'appuyer sur les notions de biens et de services pour prendre en compte la dimension socio-économique, faisant par là écho à la question : quels estuaires voulons-nous ? Par ailleurs, il faut aussi noter que les relations des hommes à leur territoire ne sont pas qu'utilitaires. Elles mettent également en jeu des aspects patrimoniaux et des questions de justice et d'identité.

2.1- L'HABITAT, UN CONCEPT OPERATIONNEL

La notion d'habitat, à la suite du concept d'**Habitat temple** formulé par Southwood (1977), est devenue incontournable en écologie des peuplements. L'habitat agit comme un « filtre » qui va sélectionner les espèces partageant des traits biologiques « adaptés » aux caractéristiques de l'habitat. Plus le milieu sera diversifié en termes d'habitats, plus grande sera la probabilité d'y rencontrer un grand nombre d'espèces. C'est à partir de « l'habitat temple » qu'a été développée la démarche dite des « traits biologiques ».

Ce concept met l'accent sur :

- Le rôle structurant des facteurs physiques dans la composition des peuplements ;
- Les caractéristiques biologiques des espèces (« traits biologiques »), premier pas vers une approche fonctionnelle des peuplements qui permet de s'affranchir des taxons.

Sur le plan opérationnel, on ne peut agir directement sur les espèces composant les peuplements, mais on peut agir sur des paramètres hydro-morphologiques qui conditionnent leur présence. La DCE attire d'ailleurs l'attention sur le fait que la dégradation des systèmes aquatiques résulte en grande partie de la disparition des habitats et de la pollution des eaux.

2.1.1- VERS UNE VISION DYNAMIQUE ET INTERACTIVE DE L'HABITAT

L'approche du fonctionnement écologique reposant sur les habitats doit être pragmatique et s'appuyer sur quelques caractéristiques de l'estuaire ayant un rôle structurant sur le fonctionnement des communautés biologiques.

¹ Le projet BEEST propose, au regard des positions prises dans certains pays européens, un point quasiment exhaustif de l'état d'avancement de l'élaboration des indicateurs de qualité estuariens en France en 2010 et ses justifications. Il propose également des pistes pour la construction d'indicateurs d'hydromorphologie et des préconisations de surveillance des paramètres physicochimiques des eaux estuariennes.

Une première démarche est d'identifier les facteurs structurants et notamment ceux qui, dans une approche hiérarchique, sont susceptibles de constituer des freins à toute autre initiative (facteurs limitants).

Il y a tout d'abord **les caractéristiques physique et chimique** du milieu : diversité des substrats, salinité, courantologie ou teneur en oxygène des eaux qui sont des paramètres fondamentaux de l'habitat et qui ont été analysés en vue de préciser leur influence sur divers compartiments biologiques, dans le cadre du groupe technique Hydro-morpho-sédimentaire, afin de définir des indicateurs de qualité (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-2-b). Les travaux sur la stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques pour la DCE ont également essayé de préciser les liens entre les paramètres hydro-morpho-sédimentaire, biologique et physico-chimique (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-3). Ces travaux ont mis en évidence que les interactions entre les paramètres sont aussi importantes à considérer que le rôle de chaque facteur évalué de manière isolée. Parmi ces facteurs, certains sont limitants : si les périodes d'anoxie sont importantes, il y a peu de chances de pouvoir y rencontrer des communautés diversifiées (mortalité des organismes sessiles, barrière physique pour les organismes mobiles), même si les autres paramètres sont bons. Il est probable que le retour du saumon dans la Seine (encore timide, certes !) soit en grande partie lié à l'amélioration de l'oxygénation des eaux ainsi qu'à la réduction des pollutions par l'ammonium.

D'autre part, l'habitat n'est pas une notion statique. **L'existence, la disponibilité et l'accessibilité d'habitats** clés pour les différentes étapes du cycle de vie des espèces (ex. nourricerie, reproduction, migration pour les poissons, les oiseaux...) sont des paramètres déterminants pour que les espèces accomplissent leur cycle biologique². Sur la base d'une analyse des liens entre biologie et paramètres du milieu identifiés comme structurants (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-2-b), les experts du projet BEEST ont montré que pour satisfaire, aussi bien la faune benthique que l'ichtyofaune, il est impératif d'avoir une mosaïque d'habitats fonctionnels connectés et répartis le long de l'estuaire, de manière à ce qu'ils répondent aux besoins de la majorité des espèces présentes. Les outils, tels que les SIG ou la modélisation, peuvent s'avérer nécessaires pour, d'une part, effectuer une analyse précise et globale d'un estuaire à partir de données plus ponctuelles, et cibler, d'autre part, les zones estuariennes jugées les plus problématiques sur lesquelles il faudrait focaliser les efforts (ex. absence de continuité bathymétrique ou secteurs complets à forte courantologie).

2.1.2- LE S.I.G. HABITATS FONCTIONNELS

Le SIG Habitats Fonctionnels que BEEST a contribué à développer concomitamment sur les trois estuaires représente une perspective particulièrement intéressante dans ce domaine (Synthèse BEEST, 2011. § VI-1). Cet outil permet d'intégrer **différentes** sources d'informations dans une approche systémique, spatialisée et fonctionnelle. Il présente en outre l'avantage de prendre en compte le lit majeur et le lit mineur des estuaires, qui participent tous deux au fonctionnement global de l'écosystème et surtout, bien qu'encore incomplet, il a le mérite d'être évolutif. Très vite, il est prévu de mieux prendre en compte les traits biologiques des espèces, les flux d'énergie (hydrologie,

² voir les théories du match/mismatch

ressources trophiques...) et la dynamique temporelle de l'utilisation des habitats. A terme, il pourrait être envisageable de faire évoluer cet outil en y intégrant d'autres fonctions écologiques, sources de services pour la société estuarienne telles que l'épuration.

Les experts du projet BEEST sont convaincus que cette approche globale et spatialisée du fonctionnement de l'estuaire, par l'identification des habitats potentiels couplée aux traits de vie, est actuellement la voie la plus intéressante pour mettre au service des gestionnaires un véritable outil, scientifiquement fondé et pertinent d'un point de vue opérationnel (réflexion/évaluation de scénarios de restauration, de changement climatique...), qui permettrait de mieux préciser les domaines ou les secteurs sur lesquels il faut agir en priorité.

Pour valider l'outil SIG Habitats Fonctionnels, il faut adapter les stratégies d'observation. Il faut stratifier les plans de mesures vis-à-vis de l'échantillonnage par habitats ou par types d'habitats. Ce type de démarche est plus ou moins accessible selon qu'il existe des suivis ou non sur les estuaires et selon que les stratégies d'observation sont figées ou flexibles.

2.2 – VERS DES INDICATEURS DE FONCTIONNEMENT

À l'image de certains indicateurs DCE (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-1-a) et des nouveaux indicateurs recherchés dans le projet BEEST (zooplancton, microphytobenthos), une autre approche serait, de développer des indices caractérisant mieux le fonctionnement de l'écosystème au-delà de son état structurel. (Synthèse BEEST, 2011. § V)

Dans la DCE, certains indicateurs abordent ce lien fonctionnel au travers de métriques qui sont considérées comme des proxys de certaines fonctions ou de certains processus écologiques. C'est le cas notamment des métriques basées sur des guildes écologiques ou trophiques. Dans l'indicateur poisson, par exemple, les métriques relatives à la guildes des juvéniles de poissons marins caractérisent le rôle de nourricerie de l'estuaire. L'indicateur benthos le plus répandu en Europe, quant à lui, est calibré pour caractériser l'enrichissement en matière organique du milieu. Le choix de certains éléments de qualité peut également être fondamentalement relié à certains aspects du fonctionnement de l'écosystème. La teneur en chlorophylle, par exemple, pourrait être considérée comme un proxy de la production primaire. De même, si l'on considère le reste du réseau trophique, l'importance de la macrofaune benthique (biomasse) peut permettre d'approcher la production secondaire. La prise en compte de la dimension fonctionnelle de l'habitat est aussi abordée dans le cadre de l'indicateur hydro-morphologie de la DCE qui considère les paramètres hydrologiques et morphologiques comme des supports à la biologie. Cependant, de manière générale, les indicateurs DCE ne permettent pas d'aborder les aspects fonctionnels des systèmes estuariens.

Les conclusions du projet BEEST suggèrent d'aller plus loin.

1. Il s'agit, en premier lieu, de **lister les fonctions et les processus écologiques** caractéristiques du fonctionnement estuarien. Parmi elles, on trouve : les productions primaires, secondaires et halieutiques, l'épuration et le recyclage des nutriments, le stockage des polluants, le stockage des sédiments et de la matière organique, la respiration et le relargage de CO₂ dans l'atmosphère...

2. Ces processus associés au fonctionnement écologique des estuaires ne sont sans doute pas mesurés assez directement. Si la mesure de la biomasse de certains compartiments écologiques et leur production sont sans doute très accessibles, pour les autres, l'approche passe souvent par des proxys. Il s'agit alors de bien évaluer **dans quelle mesure les métriques et les indicateurs développés peuvent servir de proxy** (ex. production primaire, production secondaire, nourricerie...) et de **proposer si nécessaire de nouveaux éléments**. Dans le cadre du projet BEEST, il est proposé d'utiliser d'autres communautés écologiques qui semblent plus pertinentes pour certaines de ces fonctions : le microphytobenthos pour la production primaire et le zooplancton pour la production secondaire. Selon certains experts, ce dernier pourrait même s'avérer un excellent proxy de la production primaire souvent difficile à mesurer.

3. Parce que les processus biologiques et écologiques sont étroitement liés à leur environnement abiotique, il est nécessaire de **poursuivre le développement d'indicateurs d'habitats**, sur la base de paramètres hydro-morpho-sédimentaire et des caractéristiques physico-chimiques.

4. Le **SIG-Habitats Fonctionnels** peut opportunément contribuer à spatialiser ces indicateurs fonctionnels et à en construire de nouveaux basés sur les surfaces d'habitats liées à ces aspects fonctionnels.

5. Enfin, il est sans aucun doute pertinent d'**élargir notre vision du fonctionnement de l'écosystème estuarien au lit majeur et à la plaine alluviale** afin d'appréhender certains processus clés, tels que le stockage de nutriment, le piégeage de la matière organique, les échanges trophiques ou tout simplement la production biologique (notamment végétale). Cela permettrait en outre de mieux tenir compte de l'avifaune qui est liée à de nombreux services écosystémiques emblématiques des estuaires (tourisme, patrimonialité...) mais qui est aussi un élément important du réseau trophique.

2.3- DES TENDANCES D'ÉVOLUTION PLUTÔT QUE DES SEUILS

Les milieux estuariens sont des systèmes, par nature, dynamiques et évolutifs dans lesquels il est souvent difficile de faire la part entre les modifications d'origine naturelle et celles d'origine anthropique. Dans ce contexte, les experts du groupe de travail Hydro-morpho-sédimentaire se sont interrogés sur l'intérêt et la pertinence de fixer des seuils de qualité. Dans ces milieux dynamiques, rien ne justifie en effet de privilégier des conditions hydro-morpho-sédimentaires fixées *a priori*, plus que d'autres. Les experts du projet BEEST ne voient donc pas la logique de privilégier une sélection arbitraire d'habitats (et des espèces associées) en définissant des seuils fixes.

Outre qu'ils soient difficiles à fixer, de tels seuils impliqueraient en effet sur le plan conceptuel que les systèmes soient stables, ce qui n'est pas le cas. Qui plus est, cette idée de stabilité pourrait même être interprétée par les géomorphologues comme une perturbation en soi de l'évolution du milieu. Il semble donc plus pertinent :

- de chercher à identifier des tendances, souhaitables ou non, plutôt que des gammes de tolérance ou des seuils fixes. Les tendances d'évolution des facteurs hydro-morpho-sédimentaires sont certainement à examiner en premier lieu, car elles auront un impact en

chaîne sur les tendances d'évolution et/ou d'adaptation des milieux (ex. comblement, envasement, marinisation...) et des peuplements biologiques (en fonction de leur préférendum) (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-2-d).

- d'associer à ces tendances d'évolution hydro-morpho-sédimentaires, les réponses biologiques (adaptations, modifications structurelles et fonctionnelles) .

Même si cette approche soulève un certain nombre de problèmes méthodologiques (difficultés pour déterminer les tendances et leur significativité, nécessité de disposer de séries chronologiques...), elle pourrait être une voie de recherche intéressante et mieux adaptée aux questions d'évolution à moyen et long terme.

3- PLURALITE DES RELATIONS À L'ESTUAIRE SELON LES ACTEURS

3.1- LA PERCEPTION DU BON ÉTAT/BON POTENTIEL PAR LES USAGERS

Les populations interrogées sur les trois estuaires parlent rarement d'estuaire et encore moins de bon état écologique (Synthèse BEEST, 2011. § IV-B). Dans le contexte de la DCE qui parle de gouvernance et de participation du public, c'est une dimension essentielle à retenir. Il en résulte :

- qu'il va falloir inventer un langage commun entre populations et gestionnaires afin de parler de la même chose, ce qui est toujours difficile compte tenu du fait que nous vivons dans une société de surinformation et de temporalités sociales très chargées ;
- que cette dimension peut être d'emblée vécue négativement comme un forçage non désiré qui place le message dans un contexte de suffisance (on n'a pas le choix, mais pas envie non plus) ou de suspicion (si on communique sur le bon état c'est qu'il y a danger et qu'on ne m'a pas informé avant).

Il y a plusieurs types d'indicateurs permettant aux hommes de qualifier l'état écologique de leurs estuaires. Ces derniers dépendent avant tout de l'expérience et de la relation au milieu estuarien, qui peut être par exemple une position institutionnelle, une activité de prélèvement (pêche), un regard savant ou passionné, une emprise ordinaire liée au lieu de travail ou de résidence. Pour l'essentiel des habitants et usagers, la qualité de l'environnement estuarien se manifeste par des indicateurs visuels où se mélangent bestiaires (espèces communes ou emblématiques), herbiers, alertes à la pollution, activités sociales et ludiques, rapport esthétique au milieu. Du point de vue savant, les indicateurs sont tournés davantage vers la compréhension de processus estuariens comme les connexions entre les milieux ou la production biologique.

Il convient surtout de retenir que l'état écologique lié à l'eau en milieu estuarien est perçu majoritairement (deux cas sur trois) à travers des éléments de pollution. Ce phénomène est intrinsèquement lié aux trajectoires d'aménagement des estuaires français qui ont été fortement médiatisées à travers des incidents de marée noire, des interdictions de pêche et de baignade ou

l'installation d'une industrie à risque. La vision des usagers imprègne les perceptions sociales de l'état écologique des estuaires français. Elle est avant tout une vision en miroir : les jugements de valeur sont conditionnés par une référence négative (« l'estuaire est pollué et on le sait ») inscrite dans les mémoires et l'histoire du développement des territoires. Des épisodes de fortes pollutions (mousses, poissons sur le ventre, marées noires) continuent de hanter la mémoire collective à partir de laquelle se construisent les indicateurs sociaux. Pour les usagers, ces épisodes passés ne sont pas référencés à une échelle de temps, mais avant tout à une catastrophe pouvant s'abattre sur eux du jour au lendemain.

En période de récession économique, la priorité est à l'emploi et l'estuaire est avant tout un lieu d'activités économiques. On ne va donc pas détruire cette économie nourricière pour les hommes, même si elle a un impact sur la qualité écologique de l'estuaire. Les appréciations de la qualité écologique – et surtout le désintérêt affiché face à cette question – s'expliquent en partie par ce fatalisme.

Lorsque les populations s'intéressent au bon état écologique, en évacuant enjeux économiques et catastrophisme, l'intérêt pour la qualité du milieu est lié à une activité de loisirs ou professionnelle. Ainsi, les pêcheurs, les sportifs, les jardiniers ou les touristes fondent leur connaissance du milieu estuarien sur des herbiers et bestiaires issus du passé (voire d'un certain folklore). Il semble souvent que deux mondes se tutoient sans réellement se rencontrer. La passion pour la culture de fruits, légumes et plantes ornementales en bord d'eau reste intacte. Ce sont des ressources de qualité de vie comme les produits de la pêche pour les usagers. Fruits, légumes, plantes, poissons, coquillages sont inscrits dans la cosmogonie de l'estuaire. Même si on observe des interdictions de prélèvement ou des épuisements de stocks, cela n'enlève rien à la passion éprouvée pour ces usages ordinaires. Dans cette réalisation de soi, on fait « comme si » rien ne se passait à côté. Jardiniers, pêcheurs et sportifs ont une connaissance certaine de la qualité des eaux et des terres en bord d'eau, mais font avec. L'appauvrissement de terrains, les eaux contaminées par l'agriculture et l'industrie, l'urbanisation et l'industrialisation ne remettent aucunement en question les usages sociaux.

3.2- LE « BON » FONCTIONNEMENT ET SES CRITÈRES D'ÉVALUATION

La rétrospective menée sur les trois estuaires, selon différents angles de vues (« multi-critères »), a permis d'identifier les principales contraintes passées (physique, sociales, économiques, politiques...) et les spécificités de chaque estuaire qui ont pesé sur la trajectoire de chacun. Le projet BEEST permet ainsi de comprendre pourquoi l'endiguement et l'approfondissement du chenal ont déplacé le bouchon vaseux de la Seine vers l'aval, alors que les mêmes pressions ont eu l'effet inverse sur la Loire et la Gironde.

La trajectoire passée des estuaires révèle que les politiques publiques ont donné la priorité à des usages différents des estuaires au cours du temps et parfois de manière contradictoire : la navigation, la pêche, l'écologie et plus récemment le développement urbain résidentiel et tertiaire. Chaque fois, le « bon » fonctionnement des estuaires a été étudié au regard de ces usages prioritaires (Synthèse BEEST, 2011. § VI-B).

Le regard porté sur le « bon » fonctionnement change avec le temps, l'échelle ou le lieu d'observation ; les critères de jugement (les fonctions / services) considérés évoluent selon les lieux et les époques.

3.3- LES FONCTIONS DES ESTUAIRES SONT DES CONSTRUCTIONS DU FUTUR

Tout n'est pas connu sur les interactions entre les différents compartiments des systèmes d'un point de vue écologique, ni sur les jeux d'acteurs, et il est nécessaire de continuer à développer nos connaissances dans ce domaine. Mais cet argumentaire ne peut être considéré comme une entrave à l'action. Pour cela, il est important d'imaginer ce qui pourrait se passer dans le futur, parce qu'implicitement ce futur joue déjà dans la façon dont on définit les fonctions actuelles de l'estuaire : dire qu'un estuaire assure une fonction de nourricerie, c'est affirmer implicitement que sans les habitats nécessaires à cette fonction, certains cortèges d'espèces seraient fortement diminués dans le futur ; dire qu'un estuaire assure une fonction déterminante vis-à-vis du commerce des marchandises, c'est s'inquiéter de l'impact d'une diminution de l'accessibilité de ces ports sur l'économie...

En réalité, ces fonctions de l'estuaire sont des constructions du futur : il n'est jamais certain que sa quantification et le lien de causalité entre ce qui apparaît comme une fonction aujourd'hui, au regard d'un impact éventuel futur, soient effectifs. Les fonctions se définissent par rapport à l'utilité qu'elles ont pour une communauté. Trois facteurs jouent dans la construction subjective de ces fonctions :

- L'échelle de la communauté considérée : ce qui n'est pas une fonction vitale pour l'économie française peut être une fonction vitale pour l'économie nantaise ; ce qui est utile pour le zooplancton et la pyramide trophique d'un estuaire n'est peut-être pas utile pour être un bon élève vis-à-vis de la DCE ;
- La hiérarchie des facteurs limitants : si le transport maritime, la reproduction des oiseaux, la survie des poissons sont fortement contraints par des facteurs extra-estuariens, alors la fonction que joue l'estuaire peut sembler secondaire ;
- Le futur que l'on imagine. Que se passera-t-il si le bouchon vaseux est expulsé plus fréquemment ? Certains pensent que les flux de polluants toxiques arrivant dans l'estuaire seront toujours importants, qu'ils ne seront plus adsorbés sur des particules fines et seront alors biodisponibles. Le bouchon vaseux semble donc avoir une fonction de stockage et de protection. Mais d'autres pourraient imaginer que les flux de polluants toxiques vont diminuer ou bien s'adsorber sur des particules fines ailleurs : le bouchon vaseux dans ce cas n'aurait pas de fonction.

Il est donc intéressant d'organiser le débat sur ce qui pourrait arriver dans le futur et quelles sont les combinaisons de facteurs intéressantes à explorer pour envisager quelles sont les fonctions que l'estuaire pourrait assurer, et comment éviter les tendances qui menacent ces fonctions potentielles. (Synthèse BEEST, 2011. § VI-C).

4- COMMENT MOBILISER L'USAGER ORDINAIRE SUR DES OBJECTIFS DE BON POTENTIEL ?

Si l'état écologique ne constitue pas un centre d'intérêt fondamental pour l'habitant de l'estuaire, il reste néanmoins lié à des épisodes de type accidentel inscrits dans la mémoire collective (ex. marée noire), ainsi qu'à des contraintes pouvant remettre en cause l'activité économique (et donc menacer l'emploi) ou perturber les activités quotidiennes : rationnement en eau (et son impact sur l'arrosage, l'eau potable, le remplissage des piscines) ou interdiction d'usages (navigation, baignade, pêche). L'écocitoyen se sent ainsi otage d'un système combinant un discours moral sur la « bonne nature³ », une économie de marché, et un ensemble d'interdits qui limite ses activités.

L'entité estuarienne est loin d'être une réalité pour chacun (Synthèse BEEEST, 2011. § IV-C). Elle tend le plus souvent à se résumer à un débat d'experts, limité à quelques institutions sur lesquelles l'appareil législatif a jeté son dévolu. Faire que cette entité estuarienne, vécue en partie comme une contrainte, devienne maintenant une opportunité est un véritable challenge. C'est sans doute raconter, dans un récit partagé par tous, l'histoire de son estuaire et envisager un futur dans lequel l'estuaire a toute sa place comme cadre de vie. C'est faire de ce territoire un objet réapproprié par la société dans ses dimensions à la fois économique, patrimoniale, ludique et esthétique.

Le manque parfois de législation claire ou la non-application des législations existantes a par ailleurs favorisé des comportements de réappropriations ordinaires qui sont souvent mises à l'index par les gestionnaires. C'est sans doute dans cette marginalisation et ce jugement moral posé sur des « idiots naturels »⁴ que s'est forgé le manque d'écoute et de confiance à l'égard des institutions gestionnaires de nature. Les combinaisons entre éléments naturels et usages sociaux se cristallisent autour de trois mots clés : loisirs, paysages, patrimoines (Synthèse BEEEST, 2011. § IV-B-1). C'est à partir de ces trois ensembles qu'il faudrait entamer un nouveau cycle de réflexions et d'échanges (Synthèse BEEEST, 2011. § VII) sur ce qui préoccupe le citoyen et sur le moyen de réintégrer les préoccupations concernant la qualité écologique des milieux dans son imaginaire.

- Les bestiaires et herbiers des usagers de l'estuaire continuent de s'inscrire dans une connaissance romantique de la nature (Sirost 2010). Comme l'ont montré par le passé de nombreux scientifiques⁵, les activités de cueillette, de collecte, de bricolage ou de jardinage opèrent un lien direct entre nature et culture, permettant la pleine réalisation de l'individu. Une opération de reconquête passe certainement par une mise en valeur de ces activités, qui dépassent le caractère superficiel des loisirs passifs de masse (H. Jonas). Ces loisirs actifs, dont la signification est devenue ludique (à l'heure d'une agriculture intensive et nourricière), témoignent d'une pensée sauvage ou pratique à l'œuvre dans notre société, mais souvent ignorée ou prise en grippe par les nouveaux gestionnaires de la nature. Les

³ Il convient de souligner ici le renversement anthropologique. Après les grandes conquêtes coloniales et explorations de la nature au 19e siècle, c'est le ressentiment de décolonisation, puis aujourd'hui le statut d'homme invasif dans une nature sanctifiée, qui est mis en avant.

⁴ Nous adaptions ici librement l'expression « d'idiot culturel » proposé par les théories interactionnistes en particulier chez H. Garfinkel.

⁵ Voir par exemple les travaux de G. Friedmann, C. Lévi-Strauss, J. Dumazedier, B. Kalaora ou E. Morin.

conflits récurrents avec les groupes de chasseurs, pêcheurs ou naturalistes qui participent au jeu d'acteur européen autour des thématiques écologiques en témoignent.

- La deuxième piste de reconquête concerne le paysage et le cadre de vie. Le paysage a fait l'objet de réglementations diverses dès la fin du 19e siècle et a participé à une logique de mise sous cloche de la belle (bonne) nature. Pour les usagers, le paysage est avant tout un espace sensoriel et vécu. Il s'appréhende par les sensations physiques (vue, toucher, odorat, ouïe, goût, équilibre) et laisse place lui aussi à une pensée pratique. Le développement d'espaces verts au bord de l'eau, de panoramas, d'équipements nautiques de proximité ou d'écoquartiers est caractéristique de l'esprit du temps et dévoile une réelle politique urbaine de reconquête (ex. Lyon, Nantes, Paris, St Nazaire...). Au regard du succès des Armadas, joutes nautiques, manifestations populaires (fêtes foraines, déjeuners sur l'herbe, événements sportifs et culturels) au bord de l'eau, on mesure ici une réelle attente de la part de la société.
- La troisième piste est celle du patrimoine. Ce terme, très à la mode aujourd'hui, dissimule en réalité un trésor culturel et architectural issu du passé et longtemps ignoré ou délaissé. Les écomusées, les routes culturelles, les vestiges architecturaux cachent d'anciens usages de l'eau et de ses abords, qu'il convient de remettre en valeur afin qu'à nouveau la société puisse construire sa mémoire et son histoire, non pas sur des tragédies (marées noires, accidents d'usines, interdictions), mais de manière beaucoup plus motivante, sur une histoire partagée et positivée, participant à l'élaboration d'une qualité de vie.

Dans cette construction, doit-on se limiter à ceux qui, *stricto-sensu*, habitent l'estuaire, ou étendre l'objet et son récit à l'étalement des territoires urbains ? On ne peut ignorer que les fleuves, comme les estuaires, constituent actuellement des « terrains de jeu » pour les grands systèmes urbains qui s'y sont installés. La dichotomie entre les mondes urbains et ruraux s'estompe de plus en plus et la nature « sauvage » devient souvent synonyme de nature « lieu de détente ». L'estuaire dans son ensemble est ainsi un anthroposystème, mosaïque d'espaces économiques, agricoles, de résidence et de loisirs, où l'objet nature est un lieu indispensable à l'évasion et au ressourcement de citoyens stressés dans leur vie quotidienne.

CONCLUSIONS

Le projet BEEST (Axe 1) fournit aux gestionnaires une mise au point actualisée sur l'utilisation des indicateurs écologiques en milieu estuarien, au niveau européen. La plupart des pays ne sont guère plus avancés que la France dans ce domaine et chacun explore des pistes variées en fonction des compétences disponibles. De manière générale, à l'exception de l'indice poissons, la plupart des indicateurs concernent les aspects structurels (composition spécifique) des estuaires et sont peu informatifs sur le fonctionnement de ces systèmes écologiques (Synthèse BEEST, 2011. § II-B).

Conformément aux attendus de la convention (Axe 3), deux types de propositions ont été faites :

- Le développement de deux nouveaux **indicateurs** biologiques : zooplancton et microphytobenthos, **dans l'esprit de la DCE** tout en leur donnant une connotation plus fonctionnelle (Synthèse BEEST, 2011. § V-B).
- Le développement de **nouveaux indicateurs plus axés sur le fonctionnement**, en privilégiant le SIG Habitats Fonctionnels qui a été développé dans le cadre d'une coopération inter estuaires accompagnée du dire d'experts de différentes disciplines.

L'accent a également été mis sur le rôle des paramètres hydro-morpho-sédimentaires dans le fonctionnement écologique des estuaires, il convient de souligner l'intérêt d'une approche centrée sur les habitats, plus pragmatique et plus opérationnelle que celle développée sur les indices biotiques dans une perspective de restauration.

Le projet BEEST avait par ailleurs pour objectif d'explorer librement les attendus de la DCE en matière de bon état des masses d'eau (Synthèse BEEST, 2011. § II-B-4, II-C). Les concepts de bon état écologique ou de bon potentiel apparus avec la DCE semblent issus du monde des gestionnaires et n'ont pas de bases scientifiques bien établies. Il apparaît très clairement que le bon potentiel, appliqué aux MEFM, ne peut se limiter à la seule dimension écologique. Il correspond donc nécessairement, pour ces anthroposystèmes, à un compromis entre un état peu impacté et les usages actuels et futurs du système. En conséquence, le bon potentiel n'a pas de caractère immuable. Il peut évoluer en fonction de l'usage des estuaires, mais aussi des besoins revendiqués, exprimés ou non (à condition que l'on s'y intéresse) par différents groupes sociaux, en matière de restauration ou d'activités ludiques par exemple (paysage, patrimoine, loisirs). Les travaux ont d'ailleurs montré l'intérêt de travailler sur des trajectoires (tendances) à long terme du fonctionnement des estuaires, plutôt que sur des modèles normatifs de nature statique.

La DCE est un processus inscrit dans le long terme. On peut raisonnablement penser que les dirigeants européens responsables de son application ne se priveront pas des avancées scientifiques significatives qui pourraient apporter de réelles améliorations en terme de bioindication et de compréhension des mécanismes de fonctionnement. La communauté scientifique, dont on a pu regretter la faible implication dans l'élaboration de la DCE, pourrait être davantage sollicitée pour préparer des propositions.

Les experts du projet BEEST insistent en particulier :

- sur l'intérêt de **poursuivre les travaux entrepris dans le domaine prometteur du couplage des paramètres hydromorphologiques, physico-chimiques et des paramètres biologiques ;**
- sur la **poursuite du développement d'outils intégrateurs, tels que le SIG Habitats Fonctionnels**, dont l'intérêt dépasse largement la seule DCE et peut constituer un véritable outil de prospection et de négociation ;
- sur la nécessité de **ne pas considérer que l'état écologique constitue une fin en soi...** Les citoyens ont le droit, via la participation du public chère à la DCE par exemple, d'exprimer leurs besoins et leurs attentes en matière de gestion des estuaires et de comprendre le pourquoi des mesures coûteuses et parfois impopulaires que les gestionnaires sont amenés à prendre pour répondre à la directive. Le vaste chantier de la réappropriation des espaces estuariens est ouvert.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- Boulton, A.J., 1999. An overview of river health assessment : philosophies, practice, problems and prognosis. *Freshwater Biology*, 41: 469-479
- Loupsans, D. et al, 2011. L'expertise sous tensions. Cultures épistémiques et politiques à l'épreuve de l'écriture de la DCE, *Sociologie du travail*, 2011. (soumis)
- Lévêque, C. et al., 2010. A propos des introductions d'espèces. *Ecologie et idéologies. Études rurales*, 185 : 219-234.
- Lévêque, C. et al, 2011. Synthèse du projet BEEST. 55 p.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2001. www.millenniumassessment.org
- Sirost, O., 2010. « Les Natures apocryphes de la Seine. L'envasement des plages du Calvados », *Etudes rurales* n° 185, pp. 181-196.
- Southwood, T.R.E., 1977. Habitat, the templet for ecological strategies?, *Journal of animal ecology*, 46 :. 337-365.

COMMUNICATIONS AUTOUR DU PROJET BEEST

SEMINAIRES ET COLLOQUES DU PROJET BEEST

- Séminaire de lancement** – 18 novembre 2008 – Paris (Jussieu) –Compte rendu
- Séminaire de mi-parcours** – 2 et 3 décembre 2009 – Nantes (Ifremer) - Synthèse
- Séminaire de synthèse** - 10 mars 2011 - Paris (Muséum National d'Histoire Naturelle) – Synthèse (en cours)
- Colloque de restitution** – 19 mai 2011 – Paris (Jussieu) – Synthèse (en cours)
- Colloque International ECSA** – 24 au 28 octobre 2011- Bordeaux - Publications prévues
Estuarine and Lagoon Ecosystem Trajectories. Organisé par le Cemagref de Bordeaux et the *Estuarine and Coastal Shelf Association* avec la participation du projet BEEST– à confirmer.

COMMUNICATIONS ORALES DU PROJET BEEST

- Colloque International ECSA 47** – septembre 2010 - (Figueira da Foz - Portugal)
Présentation d'un poster synthétisant l'état provisoire de la démarche du Groupe de Travail Hydro-morpho-sédimentaire (A. Sottolichio)
- Rencontre projet TIDE - Interreg IV** - 8 juin 2011 – Rouen (GPMR)
Présentation des résultats du projet BEEST (C. Lévêque).
- Séminaire annuel Seine-Aval** – 7 au 9 septembre 2011 – Mont-Saint-Aignan (Université de Rouen) –
Session spéciale : résultats du projet BEEST.
- Colloque International ECSA** – 24 au 28 octobre 2011- Bordeaux
Résumés soumis :
- (1) Hydro-morpho-sedimentary (HMS) patterns in large turbid estuaries: determination of indicators of the good ecological status, based on links between habitats and species - Sottolichio et al.
 - (2) Mapping ecological functions associated with estuarine habitats: a tool for assessing the ecological potential of estuaries? - Lobry et al.
 - (3) Computation of HydroMorphoSedimentary indicators of good ecological status in estuaries, from mathematical process-based models. - Le Hir et al.

SYNTHESE DES TRAVAUX

Lévêque C. (Resp. sc.), Barillé L., Boët P., Bocquéné G., Bouleau G., Devrecker D., Gramaglia C., Etcheber H., Foussard V., Just A., Lepage M., Lobry J., Loupsans D., Moussard S., Sirost O., Sottolichio A., Souissi S., 2011. **Synthèse du projet BEEST**. Rapport LITEAU III, BEEST, 100p.

CD ROM regroupant les rapports issus du projet BEEST et les contributions extérieures au projet BEEST

AXE 1

Synthèse sur les indicateurs DCE

Courrat A., Foussard V., Lepage M. (Coord.), 2010. Les indicateurs DCE estuariens - Etat des lieux à l'échelle européenne en avril 2009 – Mise à jour en décembre 2010. Rapport LITEAU III, BEEST, p1-67.

Indicateurs hydro-morpho-sédimentaires

Foussard V., Sottolichio A. (Coord.), 2010. Caractérisation d'indicateurs hydro-morpho-sédimentaires de Bon Etat écologique des estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde – Partie 1 : Synthèse bibliographique des méthodes européennes. Rapport LITEAU III, BEEST, 59p.

Foussard V., Sottolichio A. (Coord.), 2011. Caractérisation d'indicateurs hydro-morpho-sédimentaires de Bon Etat écologique des estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde – Partie 2 : Synthèse de la démarche et des résultats. Rapport LITEAU III, BEEST, 55p

Stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques

Foussard V., Etcheber H. (Coord.), 2011. Proposition d'une stratégie de surveillance des paramètres physico-chimiques pour les estuaires de la Seine, de la Loire et de la Gironde. Rapport LITEAU III, BEEST, 70p.

Article en cours de préparation à soumettre à *Estuarine Coastal and Shelf Science* :

Foussard V., Etcheber H., Sottolichio A., Abril G., Le Hir P., Impact of specific hydrological, morphological and sedimentary characteristics on the dissolved oxygen water contents from the Gironde, Loire and Seine Estuaries (en préparation)

Pertinence d'un indicateur basé sur la faune benthique en zone oligohaline

Ruellet, T., Bachelet, G., Barillé, A-L., Dauvin, J-C. (Coord.), Desroy, N., Ducrotoy, J-P., 2009. Le macrobenthos en zone oligohaline dans les grands estuaires de la façade Manche-Atlantique. Rapport LITEAU III, BEEST. 48 p.

Articles scientifiques associés :

Dauvin, J-C, Bachelet, G., Barillé, A-L., Blanchet, H., de Montaudouin, X., Lavesque, N., Ruellet, T., 2010. Benthic indicator and index approaches in the three main estuaries along the French Atlantic coast (Seine, Loire and Gironde). *Marine Ecology*.

Dauvin, J-C, Ruellet, T., 2009. The Estuarine Quality Paradox: is it possible to define an Ecological Quality Status for specific modified and naturally stressed estuarine ecosystems? *Marine Pollution Bulletin* 59: 38-47.

AXE 2

Rapport de synthèse de l'axe 2

Sirost O. (Coord.). Amalric M., Bouleau G., Gramaglia C., Just A., Lévêque C., Loupsans D., Pousset F., Sayeux A.S., 2011. Appréhender le bon état écologique dans les estuaires français Seine, Loire et Gironde. Rapport LITEAU III, BEEST, 29p.

Synthèse des enquêtes sociales sur les trois estuaires

Sirost O., 2009. Appréhender le bon état écologique dans l'estuaire de la Seine. LITEAU III, BEEST, résumé exécutif. 7p.

Amalric M., Larrue C. (Coord.), Pousset F., 2009. Appréhender le bon état, bon potentiel, bon fonctionnement écologique ou bonne référence – enquête sur la Loire. LITEAU III, BEEST, résumé exécutif. 7p.

Bertho A., 2010. Les savoirs sur la qualité de l'eau de l'estuaire de la Gironde à l'épreuve de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE). LITEAU III, BEEST, rapport de stage Master 2. 104p.

Analyse de la presse sur le bon état écologique

Sayeux A. S., 2010. Analyse de la presse sur le bon état écologique. LITEAU III –BEEST, rapport technique. 21p.

Comparaison cartographique des estuaires de Seine, Loire et Gironde

Just A., 2011. Méthode de comparaison cartographique de trois estuaires de la façade Atlantique française : Seine, Loire et Gironde. Rapport LITEAU III, BEEST. 83p.

Recherche sur la socio-génèse de la DCE

Loupsans D., 2011. Les origines de la DCE et du concept de « bon état ». Rapport LITEAU III, BEEST. 53p.

Articles scientifiques associés :

Article soumis en attente d'acceptation : « L'expertise en tensions. Cultures épistémiques et politiques à l'épreuve de l'écriture de la DCE », D.Loupsans, C.Gramaglia, Sociologie du travail, 2011

Article en cours d'écriture : « La DCE : le résultat d'une concertation institutionnelle européenne en dehors de l'Union et de son droit ? ». Revue ciblée : Etudes internationales.

AXE 3

SIG Habitats Fonctionnels

Bacq N., Moussard S., Lobry J. (Coord.), 2011. Cartographier les fonctionnalités pour spatialiser le potentiel écologique - Mise en place d'un outil SIG 'habitats fonctionnels' sur les estuaires de la Seine, la Loire et la Gironde. Rapport LITEAU III, BEEST, 29p.

Lobry J. (Coord.), Just A., 2011 Réalisation de l'outil de cartographie des habitats potentiels sur la Gironde. Rapport LITEAU III, BEEST, 85p.

Just A., 2008. Structuration et administration du système d'information géographique d'une unité de recherche en écologie estuarienne. LITEAU III, BEEST, rapport de stage Master 2, 54p.

Nouveaux indicateurs de fonctionnement

Souissi S. (Coord.), Devreker D., 2010. Le zooplancton peut-il être utilisé comme indicateur de la qualité des eaux estuariennes ? - Synthèse de l'enquête. Rapport LITEAU III, BEEST, 103p.

Lerouxel A., Blandini E., Rosa P., Launeau P., Rincé L., Barillé L. (Coord.), 2010. Cartographie du microphytobenthos de l'estuaire de la Loire par télédétection visible infra-rouge. Rapport LITEAU III, BEEST, 100p.

Approche multicritère et trajectoire d'estuaire

Bouleau G., 2011. De la notion de bon état aux trajectoires passées et futures de trois estuaires macrotidaux. Rapport LITEAU III, BEEST, 26p.

Schneider A. 2010. Caractérisation de l'évolution comparée des 3 grands estuaires français : Seine, Loire et Gironde. LITEAU III, BEEST, rapport de stage Master 2, 58p.