



VALORISATION DES SERVICES RENDUS
PAR LES ÉCOSYSTÈMES ESTUARIENS
ET CÔTIERS EN REGARD DE
L'ACTIVITE DE PÊCHE
PROFESSIONNELLE

EXEMPLE DU LITTORAL AQUITAIN

S. MUCHIUT
N. SUSPERREGUI
L. SOULIER

FEVRIER 2008

1	INTRODUCTION	1
2	CONTEXTE	2
3	PRESENTATION DU LITTORAL ATLANTIQUE AQUITAIN	4
3.1	Présentation générale	4
3.2	Des écosystèmes remarquables	6
3.2.1	Les estuaires	6
3.2.1.1	L'estuaire de la Gironde	7
3.2.1.2	Le Bassin d'Arcachon	12
3.2.2	La bande côtière	15
3.3	Production primaire des écosystèmes littoraux aquitains	17
3.3.1	Production primaire estuarienne	18
3.3.2	Production primaire océanique	23
4	ESPECES EXPLOITEES PAR LES PECHERIES PROFESSIONNELLES DU LITTORAL AQUITAIN	28
4.1	Espèces exploitées par la pêche professionnelle de l'estuaire de la Gironde	28
4.2	Espèces exploitées par la pêche professionnelle et les conchyliculteurs du bassin d'Arcachon	31
4.2.1	Pêche professionnelle	31
4.2.2	Conchyliculture	32
4.3	Espèces exploitées par la pêche professionnelle de la bande côtière aquitaine	34
5	IMPORTANCE ECOLOGIQUE DU LITTORAL ATLANTIQUE AQUITAIN POUR LA PECHE PROFESSIONNELLE	37
5.1	Importance de l'estuaire de la Gironde	37
5.1.1	Zone de nourricerie et nurserie (stades larvaires, juvéniles voire sub-adultes)	38
5.1.2	Zone d'alimentation (en référence au stade adulte)	40
5.1.3	Voie migratoire	41
5.1.4	Aire de ponte pour certaines espèces marines	42
5.1.5	Habitat permanent pour les espèces y effectuant l'intégralité de leur cycle biologique	43
5.2	Importance du Bassin d'Arcachon	43
5.2.1	Habitat permanent	44
5.2.2	Voie de migration	44
5.2.3	Nourricerie / zone de reproduction	45
5.2.4	Zone d'alimentation pour les prédateurs	45
5.3	Importance de la côte sableuse	45
5.3.1	Les substrats meubles de la zone subtidale	46
5.3.2	Les Substrats mixtes à dominante meuble	48
5.4	Importance de la côte rocheuse	48
5.4.1	Les substrats rocheux de la zone de déferlement	48
5.4.2	Les substrats durs de la zone subtidale	49
5.5	Synthèse de l'importance écologique des habitats littoraux aquitains	50

6	INFLUENCE DE LA QUALITE DES HABITATS SUR LES COMMUNAUTES DE POISSONS	51
7	EVALUATION DE LA VALEUR ECONOMIQUE DES HABITATS LITTORAUX AQUITAINS	52
7.1	Rappels sur la notion de valeur patrimoniale	52
7.2	Méthodologies disponibles pour estimer la valeur patrimoniale	53
7.2.1	La méthode des fonctions de production	54
7.2.2	La méthode de l'analyse énergétique	54
7.2.3	L'outil développé par Costanza	57
7.3	Estimation de la valeur économique des habitats côtiers littoraux aquitains	61
7.3.1	Application de la méthode de la valeur énergétique aux habitats côtiers littoraux aquitains	61
7.3.1.1	Valeur économique de l'estuaire de la Gironde par la méthode d'analyse énergétique	63
7.3.1.2	Valeur économique du Bassin d'Arcachon par la méthode d'analyse énergétique	64
7.3.1.3	Valeur économique de la bande côtière aquitaine par la méthode d'analyse énergétique	64
7.3.1.4	Synthèse des valeurs économiques de nos habitats pilotes	65
7.3.2	Exemples d'une évaluation économique par la méthode de l'analyse énergétique	66
7.3.3	Application de l'outil de Costanza aux habitats côtiers littoraux	67
7.3.3.1	Application de l'outil de Costanza à l'estuaire de la Gironde	68
7.3.3.2	Application de l'outil de Costanza au Bassin d'Arcachon	68
7.3.3.3	Application de l'outil de Costanza à la bande côtière aquitaine	69
7.3.4	Limites et critiques des méthodes utilisées et des estimations	69
7.3.4.1	Méthode de l'analyse énergétique	71
7.3.4.2	Outil de Costanza	71
8	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	74

1 INTRODUCTION

La façade atlantique est caractérisée par trois grands estuaires, quelques grands ports, des milliers de kilomètres de côtes qui constituent une mosaïque d'écosystèmes dont la diversité reflète la complexité des mécanismes physiques mis en jeu dans le golfe de Gascogne.

Ces espaces littoraux, par nature sensibles, sont soumis à des pressions anthropiques croissantes. D'une part, ils constituent l'exutoire des bassins versants et le réceptacle des pollutions que ces derniers génèrent, d'autre part ils subissent les diverses pollutions d'origine marine apportées par la marée. Ils sont également soumis à des pollutions chroniques ou ponctuelles (Boudou, 2002). Par exemple, les estuaires, étant le siège d'activités portuaires importantes, nécessitent de lourds aménagements (chenalisation, dragages, aménagement des berges, *etc.*).

Ces côtes françaises attirent des millions de touristes qui engendrent une multiplication des activités économiques et donc des pressions sur ces secteurs sensibles. Le tourisme représente entre 3 et 8 % de l'économie des régions du littoral atlantique (Bretagne : 7.9 %, Pays de Loire : 4 %, Poitou Charentes : 5.5 %, Aquitaine : 7 %). Face au tourisme, le poids économique des produits de la mer (pêche professionnelle, aquaculture, industries de transformation) est quatre fois plus faible, ce chiffre ne tenant pas compte de la pêche de plaisance, bien qu'elle soit un des attraits touristiques du littoral.

La valeur économique des services environnementaux est, en revanche, plus difficile à estimer car n'est pas directement l'objet d'échanges commerciaux. En 1997, Costanza et son équipe, lors de leur estimation des services rendus par la nature à l'homme, ont considéré que les écosystèmes côtiers et estuariens hébergent la plus grande partie des ressources marines, ce qui leur confère une importance planétaire. On parle alors de **services rendus** par ces écosystèmes pour l'homme. En effet, ils jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquatiques marins mais aussi dans le fonctionnement de la biosphère en général. On estime qu'en moyenne, dans le monde, 41 % des services environnementaux du littoral proviennent des estuaires (nourriceries pour les juvéniles de très nombreuses espèces), 22 % du plateau continental¹ (nourriceries pour certains poissons et lieu de vie des adultes) et 12 % des plages, dunes et marais (prévention des inondations dues aux tempêtes) (Costanza *et al.*, 1997).

Selon ce même auteur, les économies de la terre s'immobiliseraient sans les services des systèmes écologiques, donc en un certain sens, leur valeur totale pour l'économie est infinie. Cependant, il peut être intéressant d'évaluer la valeur « incrémentale » ou « marginale » des services de l'écosystème.

C'est donc dans le but de valoriser ces milieux que nous avons mené cette étude et proposé une première estimation de la valeur patrimoniale des services rendus par l'estuaire de la Gironde, de la bande côtière d'Aquitaine et du Bassin d'Arcachon, vis à vis de la pêche professionnelle. Dans un premier temps, nous détaillerons l'importance de ces services rendus pour la pêche professionnelle et l'aquaculture.

¹ Le plateau continental est constitué des fonds marins compris entre la côte et - 200 m de profondeur

2 CONTEXTE

Les services fournis par les écosystèmes sont constitués d'échanges de matériaux, d'énergie et d'informations provenant d'un capital naturel, qui bénéficient à l'espèce humaine. Ces services sont de nature esthétique (cadre de vie), vital (alimentation), *etc.* et les intérêts retirés par l'homme peuvent être directs ou indirects. Pourtant ces échanges sont fragiles et ce capital naturel n'est pas inépuisable.

En France, le rapport de Bolopion *et al* (2000) confirme l'objectif de l'état de protéger des espaces de grand intérêt halieutique (estuaires, frayères, nourriceries) sur le littoral. Or, de nos jours, de nombreux plans d'action ou programmes de mise en valeur, sont définis en fonction de facteurs économiques. Il est donc important que les biens et services fournis par les écosystèmes côtiers et estuariens représentent concrètement une valeur économique.

Les tentatives d'évaluation des dommages subis par l'environnement existent mais restent marginales et ne sont pas réellement prises en compte par les systèmes d'indemnisation européens et français, et notamment par le FIPOL², le système d'indemnisation majoritaire en Europe. En effet, suite à une pollution accidentelle, comme les récentes pollutions marines aux hydrocarbures, le FIPOL ne prend en compte que les préjudices économiques liés à une activité commerciale (pertes économiques chiffrées et justifiées) sans tenir compte des préjudices économiques environnementaux qui ont une valeur intrinsèque inhérente à leur seule existence. Ces préjudices peuvent être la destruction des habitats ou des chaînes trophiques qui ont, sur le long terme, des répercussions écologiques sur l'équilibre des écosystèmes et économiques sur les espèces exploitées par les pêcheries.

Toutefois, on peut souligner en 2008 un changement important dans l'appréhension de ces espaces naturels avec notamment la décision du tribunal correctionnel de Paris³ dans le procès du naufrage de l'Erika, reconnaissant pour la première fois le principe d'un préjudice écologique.

La décision du tribunal marque « un tournant dans le droit de l'environnement ». « Pour le premier procès jamais tenu en France sur une marée noire, le tribunal a donc choisi d'aller vers un renforcement du principe pollueur-payeur ou, plus globalement, de la responsabilité environnementale » (Les Echos, 17 janvier 2008).

Il est donc capital qu'aujourd'hui la gestion de ces zones originales se fasse en prenant en compte l'importance de leur rôle pour l'homme et ce, à travers leur valeur économique.

Toutefois, la multiplicité des usages⁴ conduit à une forte complexité dans la gestion et l'aménagement de ces sites, liées aux intérêts socio-économiques des différents acteurs. La gestion intégrée d'un écosystème aquatique consiste à définir un équilibre entre les différentes fonctions patrimoniales⁵ assurées par le milieu (les services rendus) et les usages qui en dépendent. L'objectif de cette gestion concertée est de rapprocher les intérêts des différents acteurs tout en respectant la préservation et/ou la restauration des biotopes.

² Fond international d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures.

³ Jugement dans le procès du naufrage de l'Erika, pétrolier échoué le 12 décembre 1999 au large des côtes françaises, rendu le mercredi 16 janvier 2008.

⁴ Pêche, Aquaculture, Nautisme, Commerce (Ports), Tourisme, Loisirs aquatiques...

⁵ Fonctions non commerciales : biologiques, écologiques, paysagères...

La pêche professionnelle, au même titre que la conchyliculture, sont des acteurs incontournables de ces zones littorales et doivent donc s'impliquer dans leur gestion. Pour cela, ils doivent être en mesure de valoriser ces habitats originaux dont ils dépendent.

3 PRESENTATION DU LITTORAL ATLANTIQUE AQUITAIN

3.1 Présentation générale

Le golfe de Gascogne jouit d'une situation géomorphologique originale qui lui confère des caractéristiques physiques qui lui sont propres et à l'origine de la grande diversité des écosystèmes rencontrés.

Le golfe de Gascogne se caractérise dans sa partie nord par un plateau continental étendu. Il fait la transition entre l'important plateau Celtique au nord de l'Europe et celui étroit de la côte nord de l'Espagne. Dans le sud du golfe, en Aquitaine, le plateau continental se rétrécit considérablement.

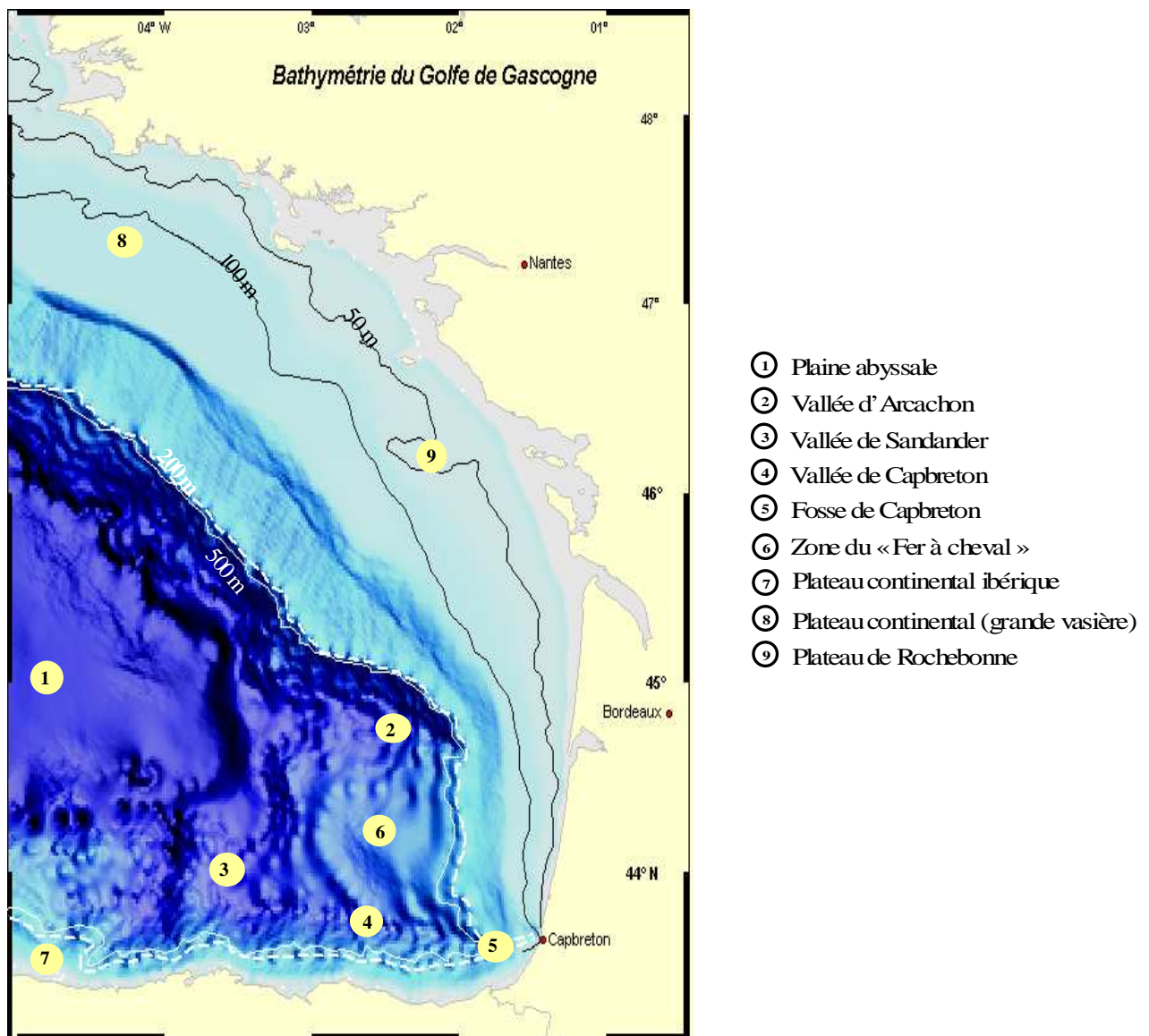


Figure 1 : Plateau continental du golfe de Gascogne (Source : ERMMA)

Les fonds du plateau continental sont constitués principalement de sables et de vases qui sont des habitats fréquentés notamment par la sole, la langoustine ou la coquille Saint Jacques.

On observe une grande vasière importante, située au large de la Loire sur des fonds de 100 à 150 m.

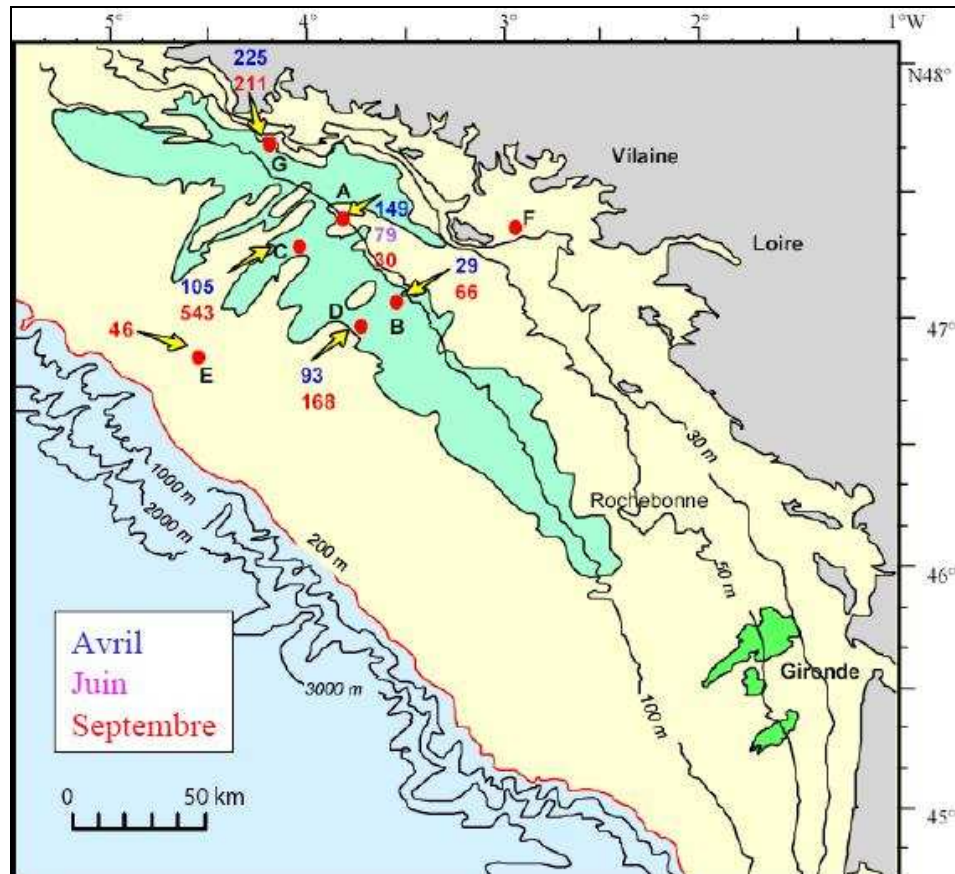


Figure 2 : Variation spatiale de la grande vasière par radio isotopes du thoprium (Source : Ifremer)

Dans le sud du golfe, en Aquitaine, le plateau se rétrécit considérablement et laisse la place au gouf de Capbreton (cf. figure 1). Le talus continental entaille alors profondément le plateau continental en séparant la plaque aquitaine, au nord, de la plaque Cantabrique, au sud.

On peut noter la présence d'une vasière (Landes) qui sert de nourricerie à diverses espèces de poissons (Merlu en particulier) lors de leur croissance juvénile.

3.2 Des écosystèmes remarquables

3.2.1 Les estuaires

Les estuaires constituent l'ensemble des interfaces entre les fleuves et les océans. Possédant à la fois des caractéristiques fluviales et océaniques, ils ont des propriétés spécifiques qui se manifestent principalement sous la forme d'une hydrologie et d'une hydrodynamique particulière et de propriétés sédimentologiques et géochimiques spécifiques.

Ces propriétés physiques et chimiques leur confèrent une fonction biologique (flore et faune) qui contribue aussi à en faire des écosystèmes originaux.

La géomorphologie des embouchures est commandée par la nature et l'abondance du matériel sédimentaire et par les facteurs hydrographiques : agitation de la mer, courants de marée, marnage, débits fluviaux (figure 3). Les mécanismes hydrodynamiques qui sont l'élément moteur de tous les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui s'y produisent, sont fondamentalement les mêmes et ne diffèrent que par leur intensité.

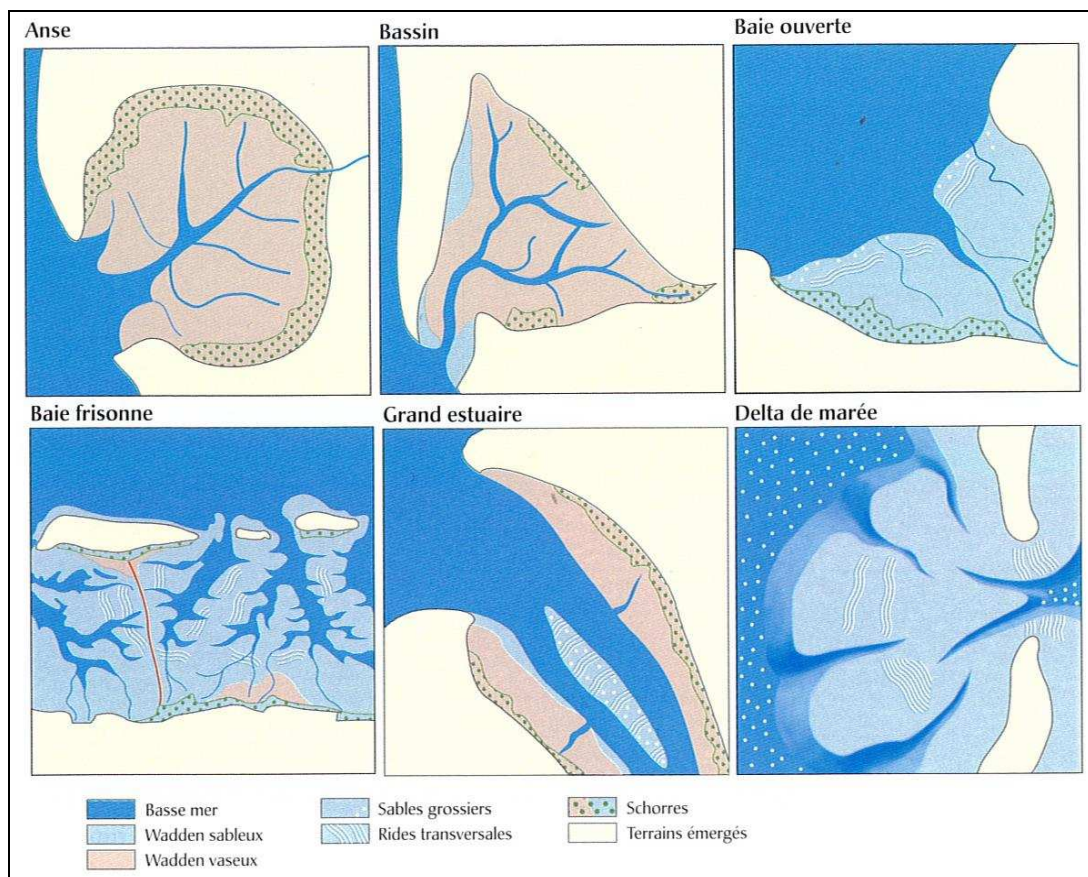


Figure 3 : Principaux types géomorphologiques des embouchures (Source : Verger, 2005)

On observe donc le long du littoral du golfe de Gascogne une mosaïque d'écosystèmes tels que des anses (Aiguillon, Brouage), des bassins (Arcachon), des baies ouvertes (Baie de

Saint Briec), des baies frisonnes (Baie de Bourgneuf, Perthuis d'Oléron), des grands estuaires (Gironde, Loire, Vilaine, Adour).

Au niveau de l'Aquitaine, on retrouve plusieurs types d'écosystèmes estuariens :

- L'estuaire de la Gironde,
- Le bassin d'Arcachon,
- les 5 courants landais,
- l'estuaire de l'Adour,
- la baie de Saint Jean de Luz,
- la baie de Txingudi,
- la Bidassoa.

On s'intéressera plus particulièrement à deux écosystèmes remarquables : l'estuaire de la Gironde et le bassin d'Arcachon.

3.2.1.1 L'estuaire de la Gironde

L'estuaire de la Gironde (Figure 4) est un estuaire macrotidal et correspond au plus vaste estuaire d'Europe occidentale, avec 75 km de long, jusqu'à 12 km de large et une superficie de 635 km². La marée dynamique se fait ressentir jusqu'à 150 km

Il draine un bassin versant de 81 000 km² et correspond à l'exutoire du fleuve Dordogne (484 km) et du fleuve Garonne (478 km) dont la confluence se trouve à Ambès. Le module du débit est de l'ordre de 1 000 m³/s. Il fait l'objet de multiples usages qui sont à l'origine de son aménagement. On le considère toutefois comme préservé car il présente un cortège faunistique conservé.

Deux facteurs hydrologiques jouent un rôle primordial dans la dynamique de l'estuaire : la marée et le débit fluvial. Les marées de l'estuaire de la Gironde sont de type semi-diurne avec un cycle de 12 h 25 min. L'amplitude de la marée suit un cycle de 14 jours. Il est généralement considéré comme un estuaire macrotidal (marnage > 4,50 m) mais le marnage varie en fonction du point de mesure et de la marée. A l'embouchure il varie de 1.5 à 5 m et de 2 à 6 m à Bordeaux (figure 5).

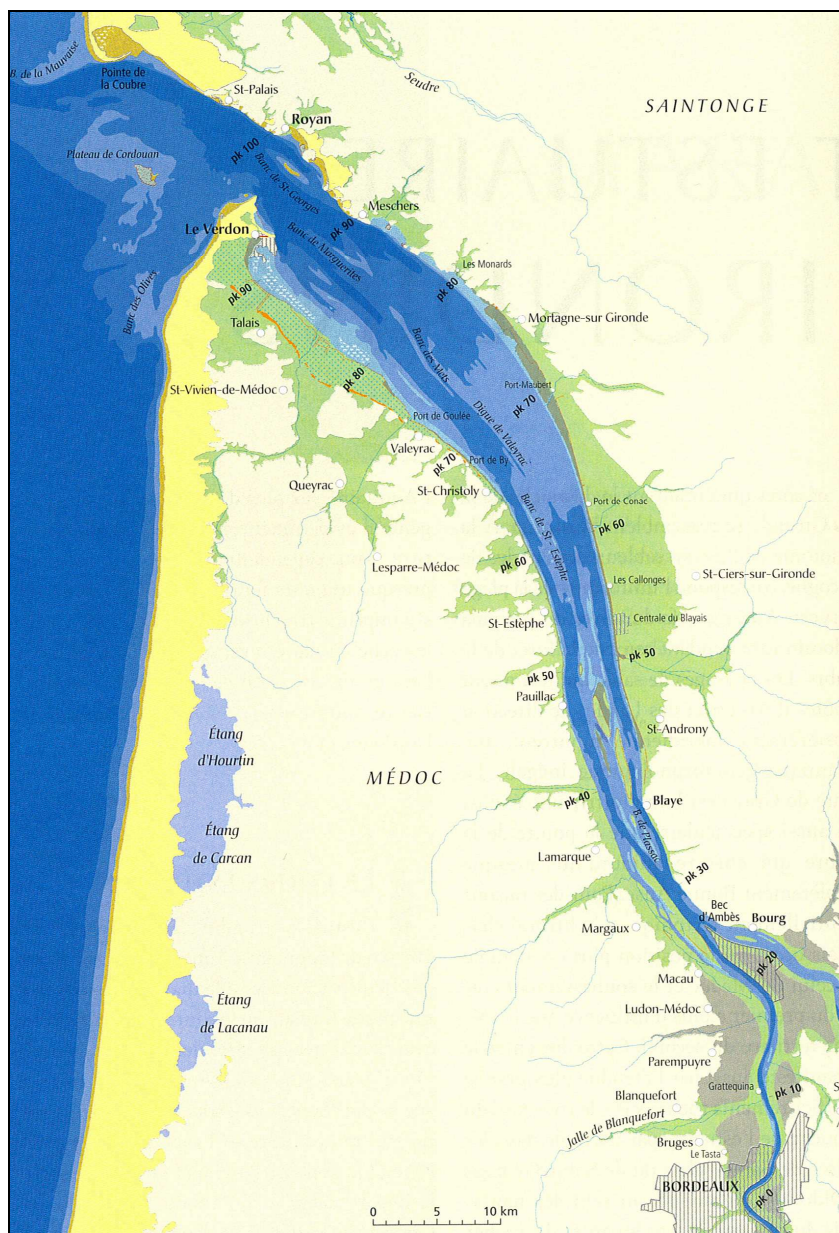


Figure 4 : Carte de l'estuaire de la Gironde (Source : Verger, 2005)

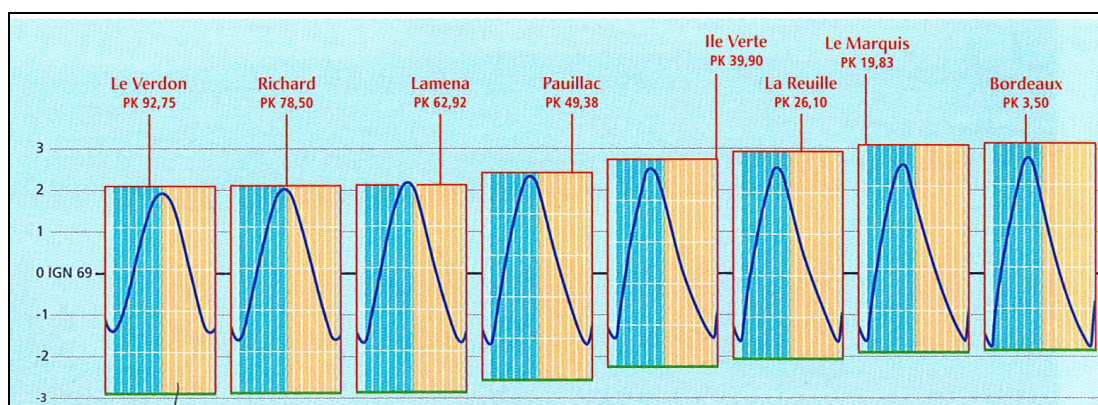


Figure 5 : Déformation de l'onde de marée dans la Gironde (Source : Verger, 2005)

La limite amont de la marée dynamique est située à plus de 160 km en amont de l'embouchure, les vitesses de courant de flot et de jusant engendrées par la marée y sont de l'ordre du m/s. Au cours d'un cycle de marée, le volume d'eau oscillant à la Pointe de Grave (embouchure) dépasse 2 millions de m³ en vives eaux et décroît exponentiellement vers l'amont. De ce fait, le débit fluvial joue un rôle important dans l'hydrologie de l'estuaire amont.

L'estuaire naît de la confluence de la Garonne et de la Dordogne au bec d'Ambès (figure 4). Par ces 2 fleuves, il arrive chaque seconde de 800 à 1 000 m³ d'eau douce chargée de sédiments. Cependant cette valeur peut être variable d'une année sur l'autre. En effet, les crues de la Garonne et de la Dordogne se produisant en hiver et au printemps sont caractérisées par un débit pouvant atteindre 5000 m³/s et sont rarement de même intensité d'une année sur l'autre. De plus, en été et en automne, la durée d'une période d'étiage, caractérisées par un très faible débit de 20 à 100 m³/s, peut, elle aussi, varier chaque année. En ce qui concerne le débit des particules en suspension, Migniot (1969) a évalué que le débit solide est proportionnel au débit liquide et qu'il rentre chaque année 2 à 2.5 millions de tonnes de vases fluviales en suspension dans l'estuaire.

Dans le même temps, deux fois par jour à marée montante, 15 000 à 25 000 m³ d'eau de mer pénètrent à l'embouchure.

Dans tous les estuaires, il existe un « point nodal » qui se situe à la limite de l'intrusion saline et qui est caractérisé par des vitesses résiduelles nulles près du fond et par des vitesses réduites dirigées vers la mer dans le reste de la colonne d'eau. Ce ralentissement des courants provoque le piégeage, et donc la concentration, des éléments minéraux, organiques et polluants. Ce point nodal est la zone de formation du système « bouchon vaseux » ou « crème de vase » (Glangeaud, 1938)

La Gironde charrie chaque année de deux à huit millions de tonnes de particules en suspension. Une partie des matières en suspension (1,5 à 3 millions de tonnes par an) se dépose, formant des bancs et des îles.

Le bouchon vaseux est un véritable piège pour les polluants et notamment pour les métaux tels que le zinc ou le cadmium.

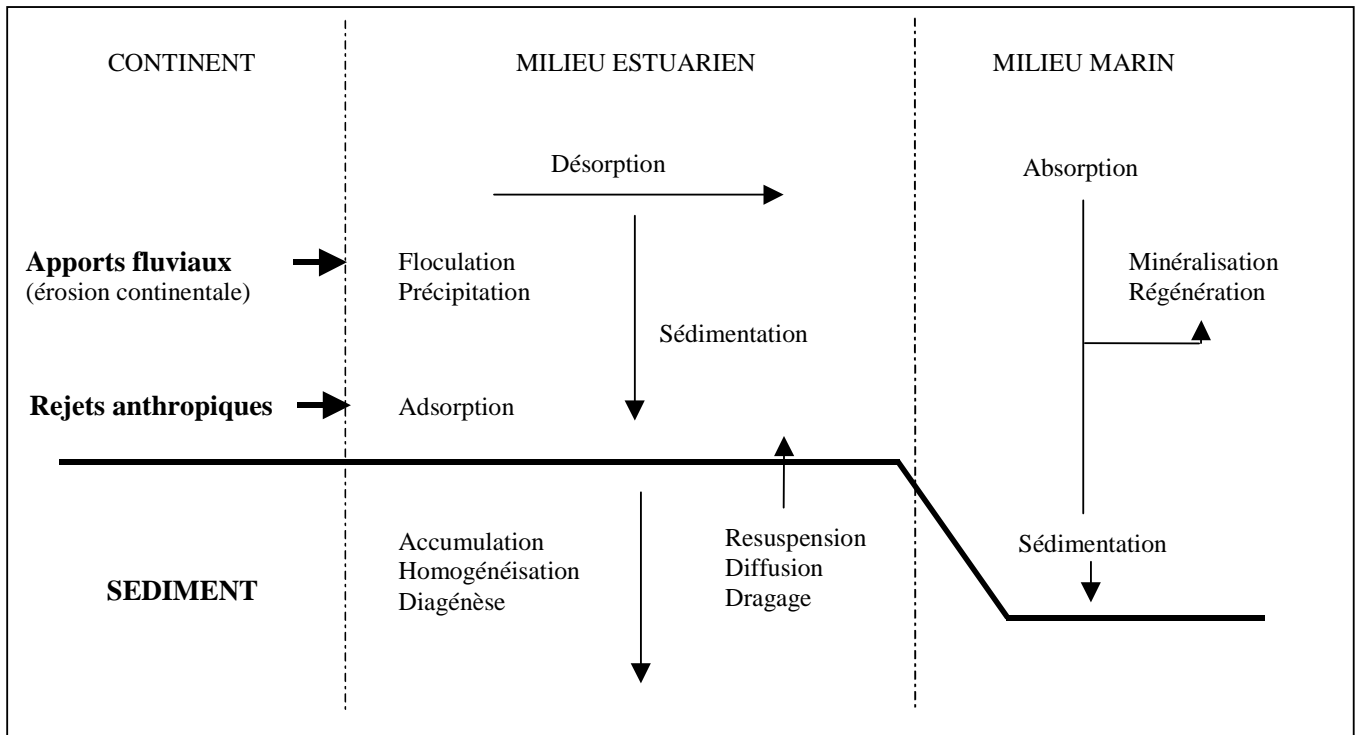


Figure 6 : Illustration schématique des processus physico-chimiques et biochimiques affectant le comportement de la distribution dissous / particulaire des éléments métalliques et des radionucléides à l'interface continent/océan

Les masses d'eau fluviales atteignent la mer après avoir subi dans l'estuaire des mouvements alternatifs entre l'aval et l'amont. Dans l'estuaire de la Gironde, le temps de résidence moyen des particules est estimé à environ deux ans (Dauvin 1997).

La marée saline atteint approximativement le Bec d'Ambès et la marée dynamique remonte plus de 70 km en amont (Casseuil pour la Garonne, Castillon-la-Bataille pour la Dordogne, et Laubardemont sur l'Isle). De même, la limite atteinte par la marée saline varie en fonction du coefficient des marées et du débit des fleuves. En période d'étiage par exemple, l'eau salée est présente au-delà de Bordeaux.

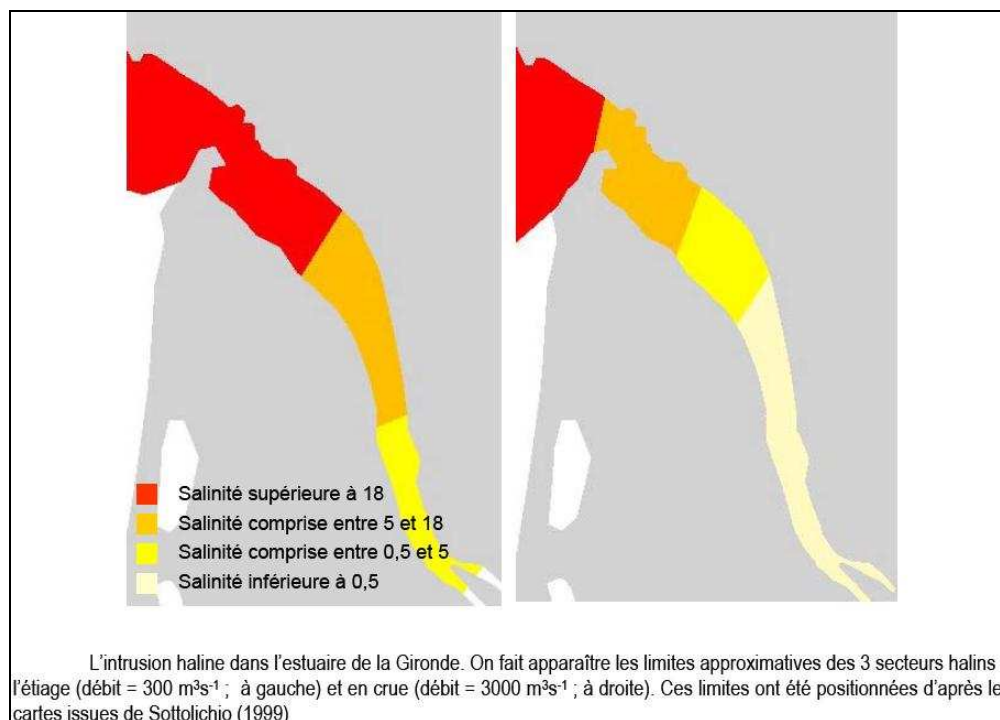


Figure 7 : Gradient de salinité longitudinal dans l'estuaire de la Gironde (Source : Sottolichio, 1999)

D'une manière générale, on observe en toute saison un gradient croissant des températures et des salinités du nord vers le sud de la région.

Les températures subissent des variations importantes au cours de l'année. En hiver, on relève les températures les plus élevées du plateau continental français au sud de Hourtin (Landes) dues à l'influence des eaux du large. Au printemps, un bourrelet froid apparaît à partir d'Arcachon sur les fonds de -30 à -40 m qui se maintient durant l'été sur les fonds de -40 m devant la Gironde. En automne, une formation côtière chaude se développe et s'étend vers le nord (Source Ifremer).

L'amplitude des écarts de salinité augmente en approchant de l'estuaire de la Gironde. Devant l'estuaire, l'aire couverte par l'influence estuarienne atteint, en période de débit fluvial supérieur à 1500 m³/s, une superficie d'environ 1 000 km² et s'étend jusqu'au-dessus des fonds de -50 m. L'observation des dessalures confirme que les eaux de la Gironde sont dirigées principalement vers le nord ouest (Source Ifremer).

A la hauteur d'Arcachon, les eaux du golfe de Gascogne ont des températures assez stables et les eaux de surface varient au cours de l'année dans des limites restreintes : 11 à 12 °C en février et 19 à 21 °C en août septembre. Dans le bassin, les moyennes mensuelles oscillent entre 7,5 en janvier et 21,6 °C en août.

Au printemps et à l'automne, les températures de l'eau du large et de celles du bassin tendent à s'équilibrer (Source Ifremer).

Toutes ces caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques de l'estuaire conditionnent son rôle et sa composante biologique.

3.2.1.2 Le Bassin d'Arcachon

Le Bassin d'Arcachon est une lagune semi-fermée de forme triangulaire qui communique avec l'océan par un système de passes limité au nord par la pointe du Cap Ferret et au sud par la Dune du Pila. Il est bordé au sud et à l'est par la forêt des Landes et à l'ouest par le cordon littoral. Il s'étend sur 182 km² à marée haute et 49 km² à marée basse.

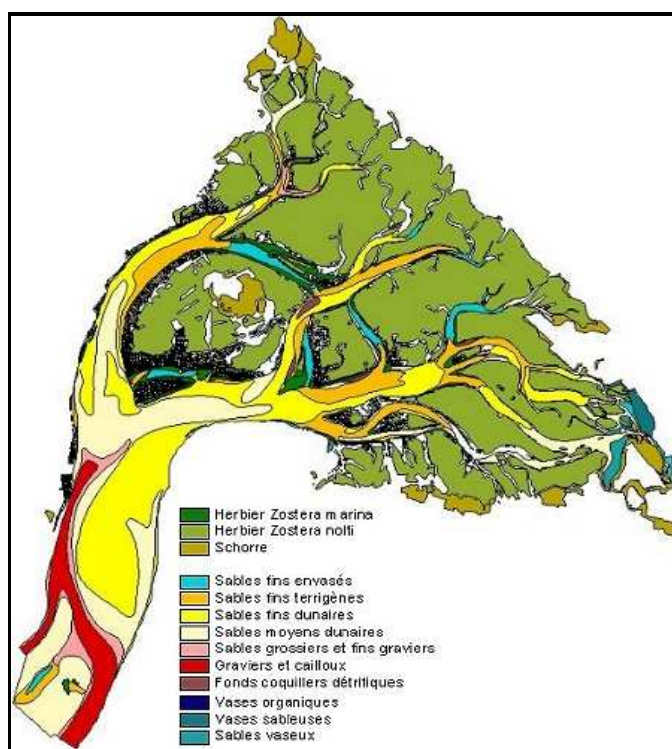


Figure 8 : Carte du bassin d'Arcachon (Source : Ifremer)

Il draine un bassin versant de 4138 km², dont 1136 km² de bassin de type indirect via les lacs (2 bassins, l'un au Nord, l'autre au sud) et 3000 km² de bassin de type direct via les cours d'eau (18 bassins). L'embouchure de la Leyre, au sud-est de la Baie, assure à elle seule 50 % des apports d'eau douce au Bassin. Le canal des étangs, au Nord, apporte 15 % des eaux douces. Ces apports se trouvent renforcés par le débouché du canal des Landes au sud et de 26 petits ruisseaux et "crastes" sur les côtes orientales et méridionales. Le débit moyen de l'ensemble de ces cours d'eau (calculé entre 1989 et 1993) s'élève à 33 m³/s (Source : www.ifremer.fr/delar)

Le Bassin d'Arcachon est un écosystème très riche qui présente la particularité d'être colonisé par le plus grand herbier à zostères d'Europe. Cet herbier est constitué en grande partie par des zostères naines (*Zostera noltii*) en domaine intertidal et par les grandes zostères (*Zostera marina*) qui colonisent les talus de certains chenaux. La zosteraie est un habitat préférentiel de l'anguille dans le Bassin qui offre à la fois le "gîte et le couvert".

Cet herbier confère au Bassin d'Arcachon une très grande richesse floristique et faunistique protégée par de nombreuses réglementations. Il est notamment protégé par l'article R146-1 de la Loi Littorale qui stipule "que sont préservées (...) les milieux abritant des

concentrations naturelles d'espèces animales ou végétales telles que les herbiers, frayères, les nourriceries (...)"

Si l'on applique à l'ensemble du Bassin d'Arcachon la définition des zones humides salées qui s'étendent jusqu'à 6 mètres au-dessous du zéro des cartes marines, l'ensemble de la zone intertidale et la majorité des chenaux de la zone interne en font partie.

On distingue donc :

- Les zones humides infratidales : chenaux et parties des chenaux s'étendant jusqu'à - 6 m au-dessous du zéro des cartes marines,
- Les zones humides intertidales : plages océaniques et semi-abritées, bancs de sables découvrant à marée basse, marais maritimes (crassats et prés salés).

Le Bassin d'Arcachon abrite aussi des zones humides aménagées :

- Les parcs ostréicoles sont aménagés sur les parties basses des crassats et des plages semi-abritées au niveau de l'herbier à *Zostera noltii*. Certaines concessions de captage sont situées à proximité des parcs d'élevage ou dans des régions distinctes en bordure des chenaux,
- Les réservoirs à poissons,
- Les lacs de tonne sont creusés dans le schorre du Bassin d'Arcachon sur les côtes méridionales et orientales du côté de Lège et de l'île aux Oiseaux. Au nombre de 188 et d'une surface moyenne de 30 ares, ils sont colonisés au printemps par des juvéniles (muges, daurades, bars, anguilles, soles et carrelets) qui fréquentent alors les marais maritimes du Bassin. Ils séjournent dans ces micro lagunes deux ou trois mois et repartent à la faveur d'une marée haute de vives eaux vers d'autres zones où ils achèveront leur croissance.

Les mouvements des eaux et sédiments du bassin d'Arcachon ont fait l'objet de nombreuses études qu'il s'agisse de mesures en nature ou de modélisations. Les moteurs hydrodynamiques du Bassin sont le vent et la marée.

La marée est de type semi-diurne et présente un marnage variant entre 1,10 m pour un coefficient 20 et 4,95 m pour un coefficient 120. En vives eaux, la marée est quasiment symétrique, avec une durée moyenne du flot de 6 h 20 et de 6 h pour le jusant. En morte eau, la marée est nettement asymétrique, le montant présentant une durée moyenne de 7 h et le descendant durant 5 h 25 en moyenne (L'Yavanc, 1995).

Le volume d'ensemble des chenaux (sous le zéro des cartes marines et au nord d'une ligne Phare du Cap Ferret - Moulleau), s'élève à 176,8 millions de m³. Le volume oscillant, au Nord de la même limite, est de 194 millions de m³ pour un coefficient de 45 et de 438 millions de m³ pour un coefficient de 120 (L'Yavanc, 1995). Le volume d'eau moyen de la baie (niveau d'eau moyen : +2,3 m) s'élève à 317 millions de m³.

Les courants de marée peuvent atteindre 2 m/s dans les chenaux des passes et dans la partie médiane du Bassin. Dans cette zone, la trajectoire des particules peut dépasser largement les 12 km par cycle de marée (Salomon et Breton, 1995).

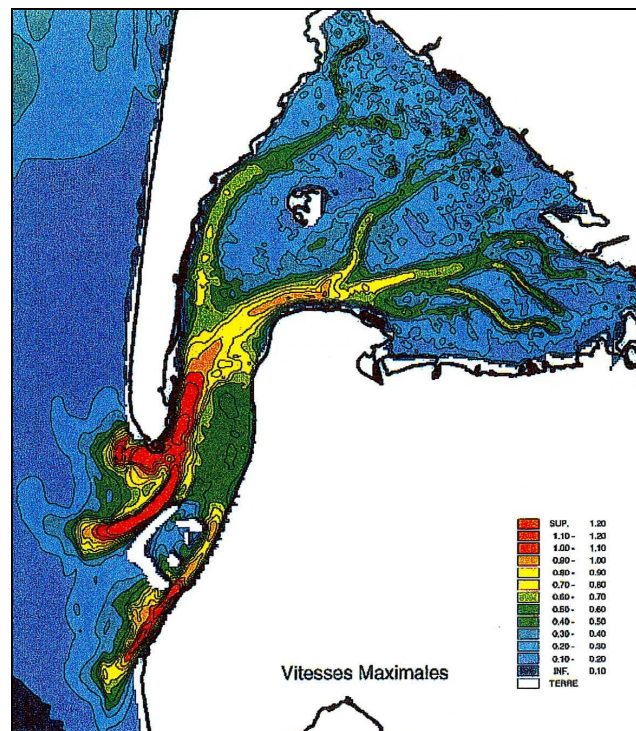


Figure 9 : Vitesses maximales des courants en marée moyenne (coeff 70)
(Source : Salomon et Breton, 1995)

Au fond du Bassin, les courants sont beaucoup plus faibles (< 1 m/s) et la trajectoire des particules beaucoup plus limitée (1 à 2 km). La vitesse des courants est particulièrement faible dans les chenaux transversaux notamment dans le chenal du Courbey avec des valeurs maximales de 0,2 à 0,4 m/s pour un coefficient moyen (Salomon et Breton, 1993). Ceci explique que le fond de ces chenaux soit composé principalement de sables fins envasés.

Le temps de renouvellement des eaux du Bassin est relativement long : compris entre 27 jours (période hivernale de forts vents et débits de crue) et 39 jours (période estivale : débits d'étiage et de vents modérés à faibles).

3.2.2 La bande côtière

Le littoral aquitain est composé de deux unités (Source : Observatoire de la côte d'Aquitaine) : la côte sableuse et la côte rocheuse.

La côte sableuse correspond au littoral girondin et landais qui s'étend sur 230 km, de l'embouchure de la Gironde au nord, à la Pointe Saint Martin à Biarritz au sud. Essentiellement naturel, il est composé d'un système de plages de sable dont les caractéristiques varient du nord au sud, d'un système dunaire et d'une forêt bordière.

Sur une grande partie de son tracé, la côte apparaît grossièrement rectiligne. Les seules interruptions du cordon dunaire correspondent aux embouchures (Gironde, Arcachon, courants landais, Adour) qui ont résisté au processus de régularisation.



Figure 8 : Situation de la côte sableuse (source wikipedia)

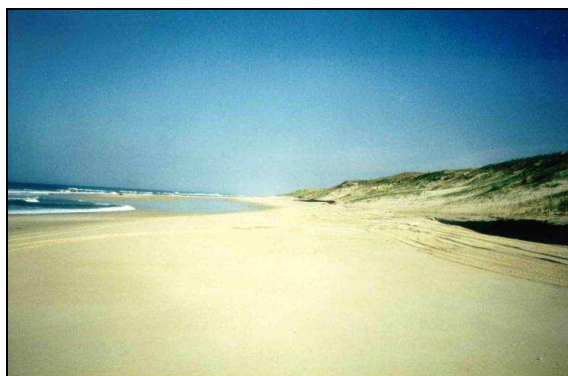


Figure 9 : Plage de Lit et Mixe
(Source : Observatoire de la Côte Aquitaine)

La côte rocheuse correspond au littoral basque qui s'étend sur 35 kilomètres. Elle débute au Nord, à la Pointe Saint-Martin et se poursuit ensuite vers le sud par des falaises, se prolongeant au-delà de la frontière espagnole.

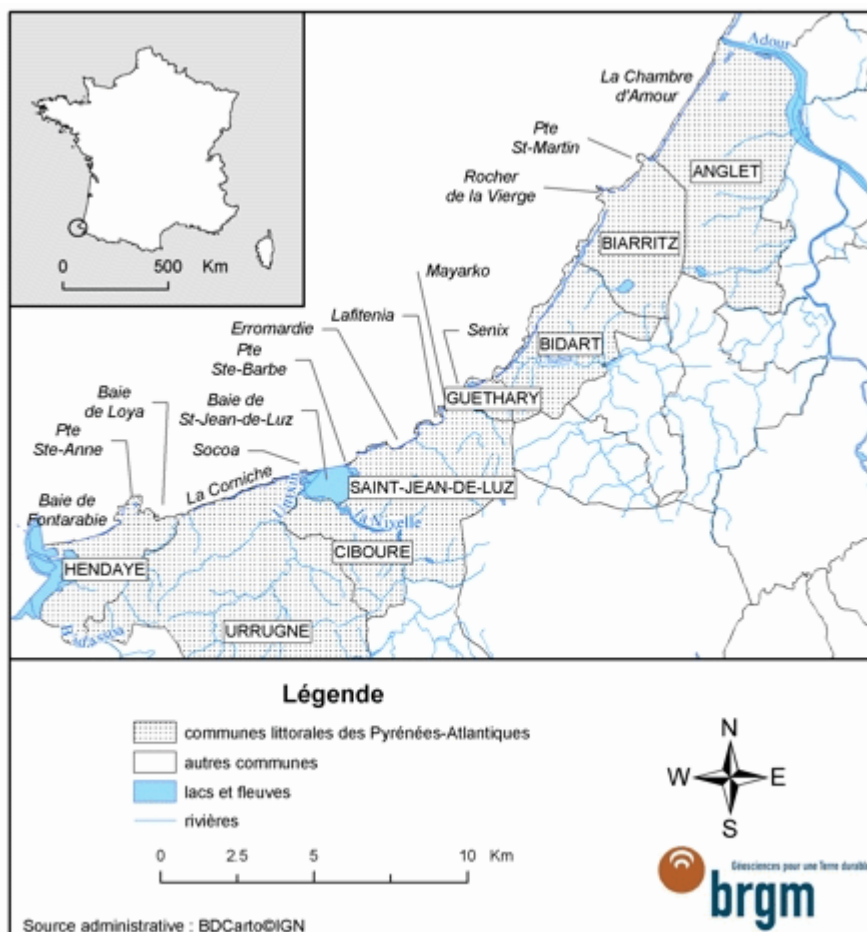


Figure 10 : Situation de la côte rocheuse basque (Source : BRGM)



Figure 11 : Falaises de Saint Jean de Luz
(Source : Observatoire de la Côte Aquitaine)

3.3 Production primaire des écosystèmes littoraux aquitains

Dans notre étude, on s'intéressera à la production primaire pour deux raisons fondamentales :

La production primaire brute correspond à l'absorption de carbone minéral par le phytoplancton et les végétaux en général dans les océans. En effet, la quasi - totalité de la matière organique synthétisée dans l'océan a été produite à la base grâce à l'énergie lumineuse et à la photosynthèse. Elle constitue la base des différentes chaînes alimentaires allant des bactéries aux poissons et aux mammifères marins. Si l'on retire la respiration des végétaux à la production primaire brute, on obtient la production primaire nette.

La production primaire nette est la quantité de carbone ou d'énergie qui entre dans les flux de matière ou d'énergie des réseaux trophiques. Nous utiliserons la production primaire nette dans l'estimation de la valeur patrimoniale des écosystèmes. Cette étape est à la base de la vie dans les océans. Elle se mesure soit en biomasse (grammes de carbone / unité de surface / unité de temps) soit en énergie (Kilocalories / unité de surface / unité de temps).

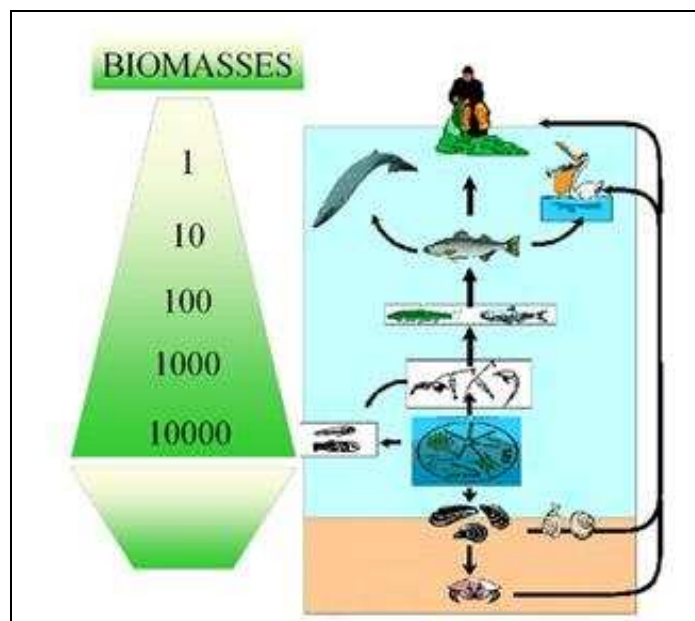


Figure 12 : Exemple de chaîne alimentaire océanique (Source : Ifremer)

La méthode d'analyse énergétique visant à estimer la valeur patrimoniale d'un écosystème se base sur les données de production primaire.

3.3.1 Production primaire estuarienne

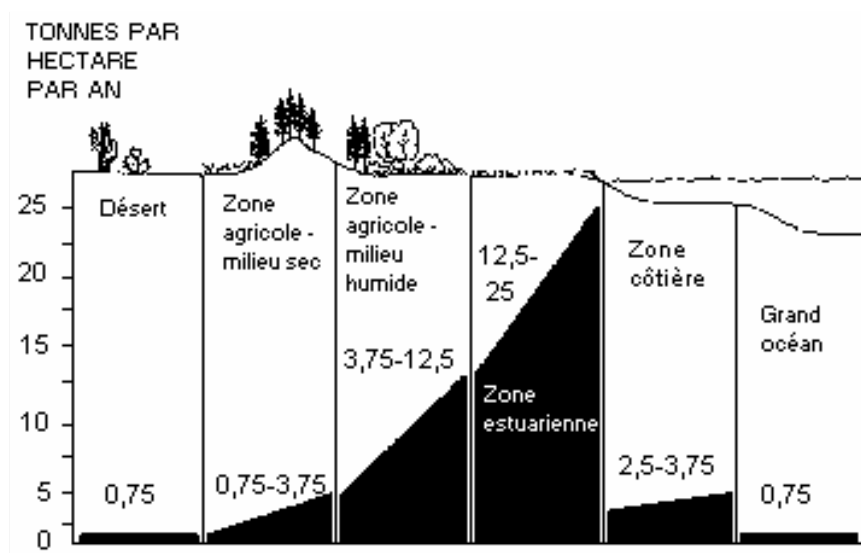


Figure 13 : Production végétale de différents biotopes (Source : <http://wwwffdp.ca/>)

Les estuaires constituent l'un des écosystèmes les plus productifs au point de vue biologique. Le diagramme montre à quel point la production de masse végétale générée par un estuaire pendant une période donnée (soit jusqu'à 25 tonnes par hectare par an) est supérieure à celle générée par d'autres types d'habitats.

Les éléments nutritifs qui proviennent de l'océan et qui sont transportés en amont par la marée contribuent à faire des estuaires des milieux très favorables à la croissance des plantes. De fait, les estuaires sont parmi les écosystèmes les plus productifs de la Terre. Des études ont montré que la production primaire, ou le processus par lequel les plantes transforment l'énergie solaire par photosynthèse en nourriture pour les animaux, est plus élevée dans les estuaires que dans les prairies, les forêts et même les zones d'agriculture intensive.

Généralement, dans les environnements estuariens, le phytoplancton est, de manière quantitative, la deuxième source de matière organique après les apports terrestres dus à l'érosion des sols (Abril *et al.*, 2002). Le phytoplancton étant une source de nourriture de meilleure qualité, il constitue la base du réseau trophique estuarien, et est fondamental dans la biologie de ces écosystèmes (Heip *et al.*, 1995 ; Gasparini *et al.*, 1999 ; Burdloff *et al.*, 2000).

Le réseau trophique estuarien est dépendant de l'énergie lumineuse et des apports de matière organique par le fleuve et provenant de l'océan. Le bouchon vaseux avec ces eaux turbides est un facteur limitant de la pénétration de la lumière dans l'eau. Ce réseau trophique suit deux voies, l'une assimilatrice caractérisée par la production et la croissance d'organismes, et l'autre dissimilatrice caractérisée par la décomposition et la minéralisation des molécules (Lemaire *et al.*, 2002). Les bactéries présentes en estuaire sont principalement considérées comme ayant une action de minéralisation de la matière organique, mais elle participe aussi au réseau trophique assimilateur par l'intermédiaire de la boucle microbienne.

La production primaire en milieu estuarien est effectuée par plusieurs groupes de végétaux colonisant la colonne d'eau mais aussi les zones intertidales⁶. On retrouve des plantes vasculaires confinées aux zones de prés salés (ex : Salicorne) et dans les zones intertidales (ex : zostères) mais également du microphytobenthos dont la production est souvent équivalente à celle du phytoplancton (Irigoien et Castel, 1997).

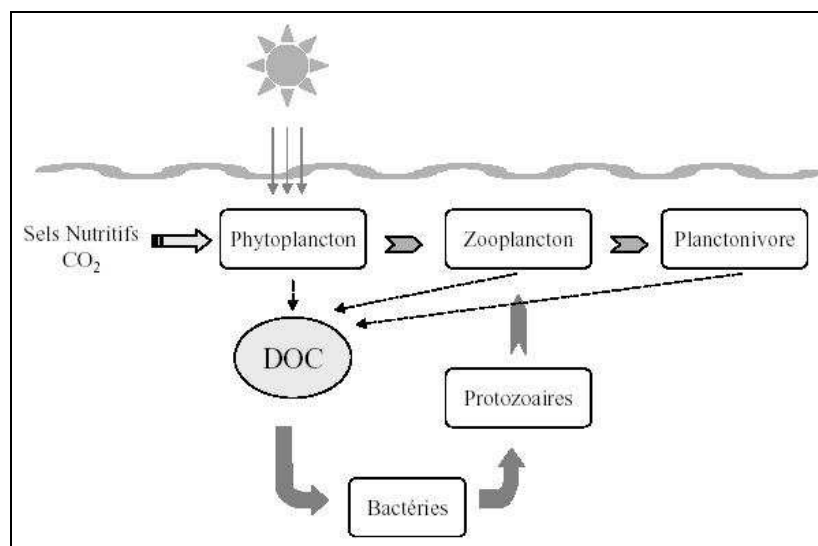


Figure 14 : Illustration schématique du couplage de la chaîne pélagique (phytoplancton, poissons) et de la boucle microbienne (bactéries, protozoaires) (Source : Lemaire, 2002)

⁶ Zones de balancement des marées découvertes à marée basse et inondées à marée haute

La production phytoplanctonique estuarienne est conditionnée par plusieurs facteurs. Même si la concentration en sels nutritifs est la plupart du temps suffisante, on atteint rarement une production maximale. Ceci est dû à la combinaison de trois facteurs :

- Le niveau de turbidité limite la pénétration lumineuse et par conséquent la photosynthèse,
- La profondeur de la colonne d'eau, très souvent insuffisante pour permettre l'installation de blooms,
- Le taux de croissance du phytoplancton qui est souvent plus faible que le taux de renouvellement des eaux dans l'estuaire (Mc Lusky, 1981).

On constate donc deux régions de production préférentielle, une dans la partie fluviale en amont du bouchon vaseux et la seconde dans la partie marine en aval du bouchon vaseux. Malgré ce potentiel de production, les estuaires européens macrotidaux à forte concentration en matières en suspension apparaissent globalement comme des systèmes hétérotrophes (Heip *et al.*, 1995). C'est le cas de l'estuaire de la Gironde.

Un estuaire est donc un système hétérotrophe⁷ dont la production primaire est assurée par :

- **Le phytoplancton marin et fluvial** (Arcachon et estuaire de la Gironde). Il existe une distribution longitudinale du phytoplancton le long du gradient de salinité. On retrouve le phytoplancton d'origine marine en aval et le phytoplancton d'origine fluviale en amont.
- **Les herbiers à zostères** (Arcachon) ou **les phanérogames halophiles** (Arcachon et estuaire de la Gironde). De nombreuses plantes halophiles se développent notamment sur les estrans vaseux latéraux et les marais contribuant à la production primaire du système. C'est de cas de la zostère naine à Arcachon, de la spartine ou encore de la salicorne.
- **Les algues** (Arcachon). Le bassin d'Arcachon a souvent fait l'objet de la prolifération de *Monostroma obscurum* qui contribue à la production primaire.
- **Le microphytobenthos** (Arcachon, estuaire de la Gironde) qui sont des algues unicellulaires de taille inférieure à 0.1 mm associées aux substrats meubles ou durs. Elles constituent les « tapis verts » sur les estrans quand la marée se retire.
- **Les apports continentaux** (Arcachon et estuaire). Par les eaux de ruissellement, les fleuves apportent au milieu estuarien du carbone organique.

⁷ qualifie un système qui ne peut fabriquer lui-même tous ses constituants et doit, de ce fait, utiliser des matières organiques exogènes

La production primaire et la production bactérienne interagissent à deux niveaux en milieu estuarien : elles répondent aux mêmes facteurs de l'environnement pour leur croissance (sels nutritifs, température...) et se retrouvent donc en compétition. D'un autre côté, la population bactérienne utilise le phytoplancton mort ou moribond et les produits de son activité comme substrat pour son développement. Le carbone organique dissous produit par l'activité du phytoplancton et du reste de la chaîne trophique représente une excellente source de carbone pour le compartiment microbien (Valiela, 1995). La croissance de celle-ci est contrôlée par ces prédateurs directs, les protozoaires. Ceux-ci constituent un maillon important dans le transfert de l'énergie entre les bactéries et le zooplancton. Cette voie d'assimilation est appelée boucle microbienne.

Plusieurs campagnes ont permis d'estimer la production phytoplanctonique **primaire de l'estuaire de la Gironde** (Tableau 1).

Tableau 1 : Estimation de la production primaire annuelle benthique et pélagique (en t de C / an) dans l'estuaire de la Gironde

Production primaire estuaire Gironde (tonne de carbone / an)		
<i>Compartiment Végétal</i>	<i>Valeur</i>	<i>Sources</i>
Apports des fleuves	95 000	Etcheber 2000
Phytoplancton	12 500	Etcheber 2000
Microphytobentos	12 500	Irigoien <i>et al.</i> 2001
Total	120 000	

Cette production primaire phytoplanctonique semble sous estimée mais reste faible du à la présence du bouchon vaseux qui limite fortement la pénétration de la lumière dans l'eau et donc la photosynthèse. Cette faible production est compensée par une forte production de phanérogames halophiles sur les marais et vasières latérales, de gros apports de matières organiques par l'amont et un compartiment bactérien très développé. Malheureusement, il n'existe pas, à ce jour, d'estimation de ces différents compartiments.

Toutefois, en regard de la production zooplanctonique élevée, il est facilement imaginable que la production primaire totale de l'estuaire de la Gironde soit très élevée et en fasse un système très productif. Il serait possible, à partir de la biomasse zooplanctonique, d'évaluer la production primaire estuarienne (Sautour, comm.pers. 2007).

Depuis 1997, l'estuaire de la Gironde fait l'objet de surveillance du Service d'Observation en Milieu Littoral (SOMLIT). Dans ce cadre, la chlorophylle A est mesurée tous les mois et renseigne donc sur l'évolution de la production phytoplanctonique au cours de l'année. A la date de rédaction de ce rapport, les données du réseau n'étaient pas disponibles.

Au niveau du Bassin d’Arcachon, de nombreux auteurs ont essayé d’estimer la production des différents compartiments primaires.

Tableau 2 : Estimation de la production primaire annuelle benthique et pélagique (en t de C / an) dans le bassin d'Arcachon (Source : Blanchet, 2004)

Production primaire annuelle estimée (t C. an⁻¹)				
	Estimation basse	Estimation haute	%	Sources
Microphytobenthos	16 133	17 621	43 à 45 %	Escaravage <i>et al.</i> 1989 ; Goni-Urizza <i>et al.</i> 1999 ; Auby 1991
Macroalgues benthiques (blooms de <i>Monostroma obscurum</i>)	2 500	2 500	6 à 7 %	Ifremer 1994 ; Auby <i>et al.</i> (en prép)
Macroalgues benthiques (épiphytes des herbiers à <i>Zostera marina</i>)	584	584	1 à 2 %	Auby 1991 ; Kitting 1984
Herbiers à <i>Zostera noltii</i>	10 450	10 450	26 à 28 %	Auby 1991 ; Auby <i>et al.</i> (en prép)
Herbiers à <i>Zostera marina</i>	2 336	2 336	6 %	Auby 1991 ; Auby <i>et al.</i> (en prép)
Halophytes des schorres (production épigée uniquement)	3 045	3 639	8 à 9 %	Sorianno-Sierra 1992 ; Auby <i>et al.</i> (en prép)
Production phytoplanctonique	2 430	2 430	6 %	Guillocheau 1998, Auby <i>et al.</i> (en prép)
Production primaire totale (t C an⁻¹)	37 478	39 560		

Depuis 1997, le bassin d'Arcachon fait l'objet de surveillance du SOMLIT. Dans ce cadre, la chlorophylle A est mesurée tous les 15 jours et renseigne donc sur l'évolution de la production phytoplanctonique au cours de l'année. Nous n'avons pas eu, à la date de rédaction de ce document, accès à cette information.

3.3.2 Production primaire océanique

Comme tout l'Atlantique nord-est, le golfe de Gascogne est soumis au rythme climatique saisonnier qui imprime fortement sa marque à l'écosystème pélagique⁸ à travers 3 forçages de période annuelle : l'éclairement solaire, l'apport thermique et le forçage mécanique en surface dû au vent.

L'éclairement solaire est responsable du déclenchement de la floraison phytoplanctonique printanière (bloom), en général au début du mois d'avril, lorsque l'intensité et la durée d'éclairement sont suffisantes pour permettre une photosynthèse nette positive.

Le phytoplancton constitue le premier maillon de la chaîne alimentaire marine.

A la fin de l'hiver, la colonne d'eau a refait le plein de nutriments inorganiques dissous apportés par les forts débits des fleuves et c'est donc la quantité de lumière disponible qui contrôle la croissance phytoplanctonique.

⁸ colonne d'eau en opposition à démersale qui caractérise les eaux proches des fonds

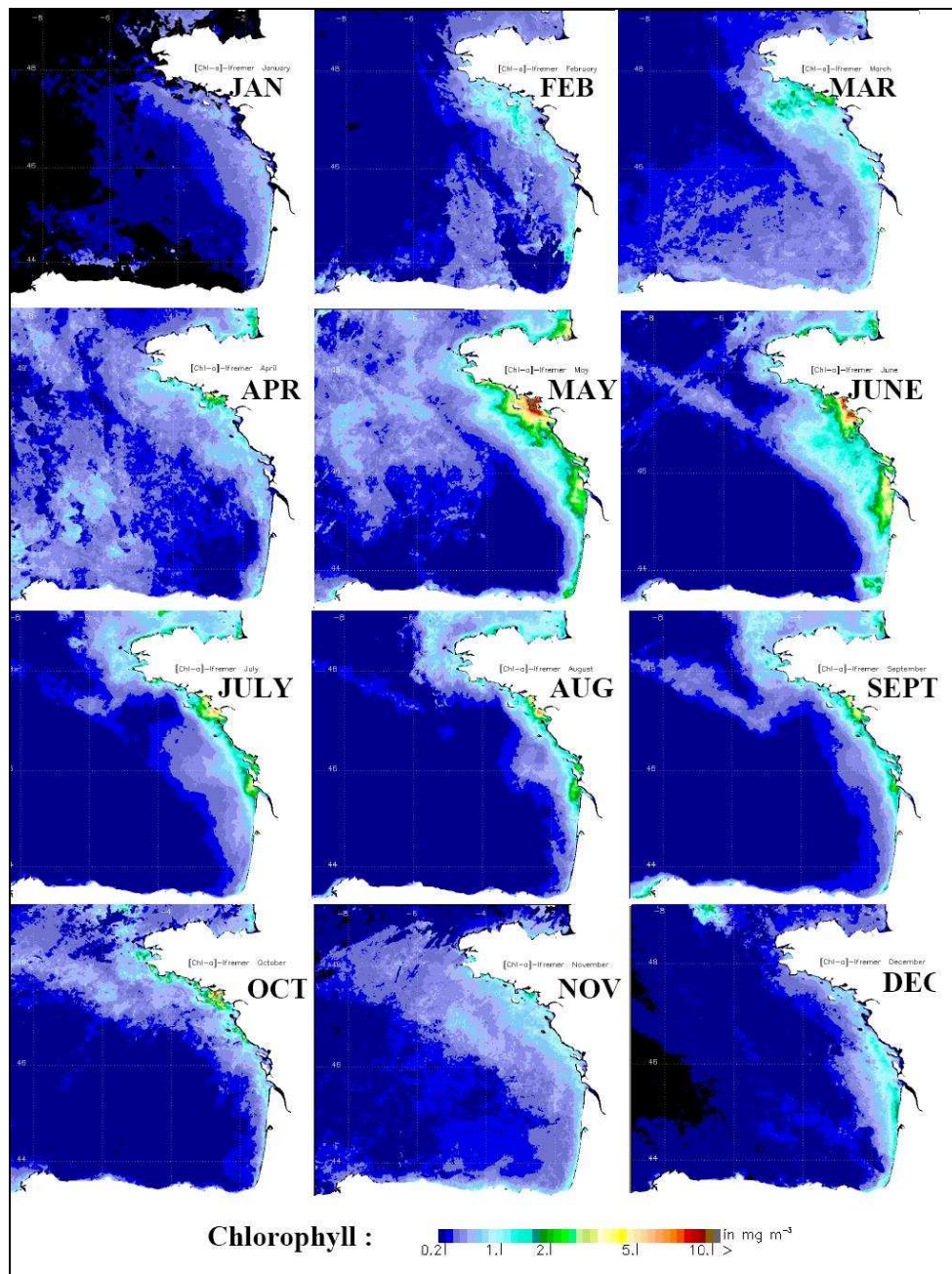


Figure 15 : Cycle annuel de la production de phytoplancton du golfe de Gascogne
(Source : Ifremer / SeaWIFS)

Dans la bande côtière bien brassée par les courants de marée, l'effet bénéfique des faibles profondeurs sur l'éclairement moyen de la tranche d'eau est en général contrebalancé par la turbidité importante, créée par la remise en suspension des sédiments par la houle printanière et par les apports des fleuves. Ceci peut expliquer le développement phytoplanctonique tardif au débouché des estuaires (Loire, Gironde, Adour dans une moindre mesure) ou dans les zones turbides (Bassin de Marennes Oléron).

La Gironde, la Loire et, dans une moindre mesure, tout cours d'eau côtier, apportent à la bande côtière des volumes importants d'eau douce, turbide mais riche en nutriments d'origine continentale, et plus chaudes que l'eau marine pendant la belle saison. Il en résulte la

formation, à la surface de la mer côtière de panaches de dilutions nettement stratifiés sur la verticale et délimités horizontalement par un front de densité au sortir de l'estuaire.

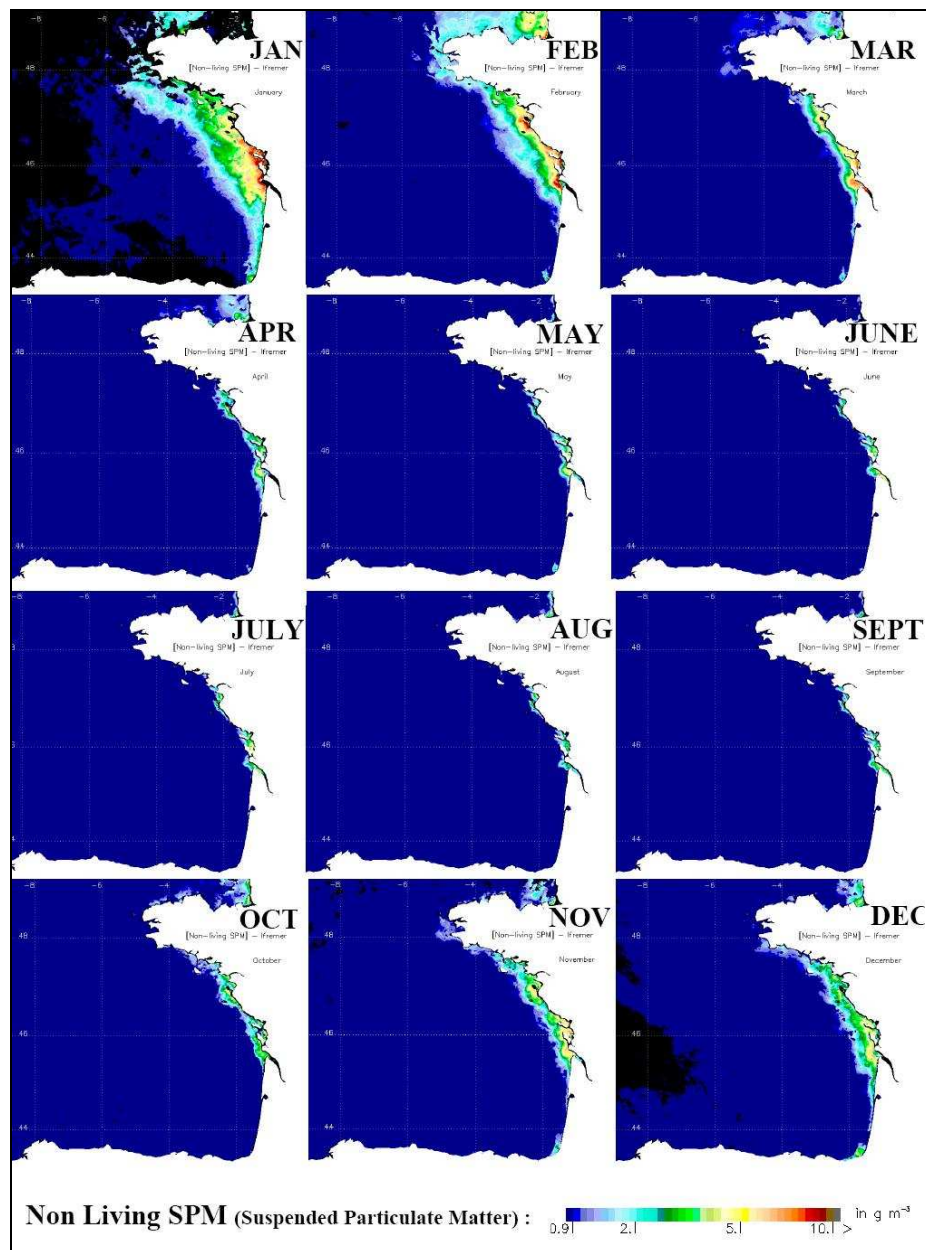


Figure 16 : Cycle annuel de la turbidité des eaux de surface du Golfe de Gascogne (Source : Ifremer / SeaWIFS)

Les courants de marée le long de la côte atlantique étant nettement moins forts qu'en Manche, ces panaches peuvent s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres de long de façon de plus en plus diffuse. Tant les mesures (Birrien, 1987) que les modèles numériques (Lazure et Jégou, 1998) ont ainsi montré qu'après les crues printanières, le panache de la Loire pouvait remonter le long de toute la côte sud de la Bretagne et pénétrer dans la baie de Dournenez. En fin de printemps et été par contre, la diminution du débit fluvial et la rotation du régime des vents moyens tendent à décoller le panache de la côte bretonne, le faisant

balayer sur le plateau continental parfois jusqu'à rencontrer le panache de la Gironde plus au sud.

Sans l'apport des fleuves, la production primaire existerait mais serait bien moins importante. Par l'apport continu de nutriments qu'ils assurent, ces panaches de fleuves entretiennent dans la bande côtière allant de la Gironde à la pointe de Bretagne, et parfois jusqu'au bord du plateau continental, une production phytoplanctonique "supplémentaire" très importante. Du fait de la stratification haline qui maintient les cellules phytoplanctoniques dans une couche d'eau de faible épaisseur, la production phytoplanctonique peut démarrer très tôt dans la partie distale, moins turbide, des panaches. Ce déclenchement de la production serait favorisé par un régime anticyclonique, de durée et d'intensité variable, mais fréquent dans la région en hiver (janvier – mars). Les premières études ont démontré que les blooms hivernaux liés aux panaches des grands fleuves seraient relativement brefs car rapidement limités par le phosphore, à cause des rapports N/P des eaux fluviales, très déséquilibrées au profit de l'azote (Quéguiner, 1988, Herbland *et al.*, 1998)

Enfin, sur les côtes sud du golfe de Gascogne, des upwellings⁹ sont créés le long des côtes landaises par les vents de nord et le long des côtes espagnoles par les vents d'est. Dans ce dernier cas, les remontées d'eaux froides riches en nutriments autorisent des poussées de production « supplémentaire » à diatomées, triplant la production côtière par rapport à celle des zones stratifiées voisines (Fernandez, 1990). Le long des côtes des Landes, les effets sur la production planctonique sont totalement inconnus. En revanche, le long du talus continental, des observations semblent montrer des effets bénéfiques de ces upwellings sur la macrofaune benthique (Sorbes, Comm.pers).

La production primaire phytoplanctonique a été estimée par Laborde *et al.* (1999) dans le golfe de Gascogne **au niveau du canyon du Cap Ferret** (Figure 17). Ils l'évaluent entre 145 et 170 g de Carbone / m² / an.

⁹ zones où les mouvements de la masse d'eau apportent de l'eau profonde en surface

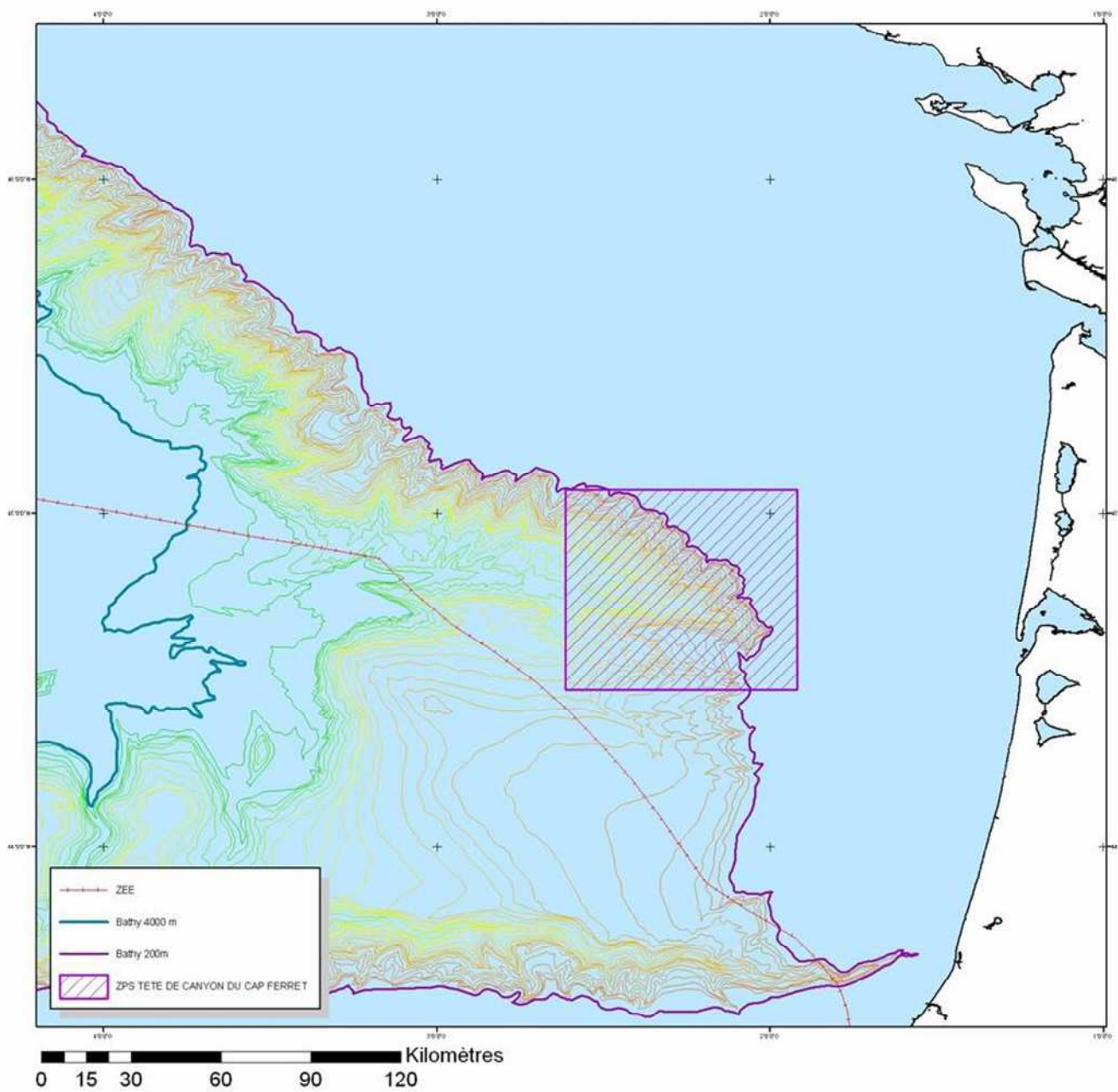


Figure 17 : Tête de canyon du cap ferret (source : DIREN Aquitaine)

4 ESPECES EXPLOITEES PAR LES PECHERIES PROFESSIONNELLES DU LITTORAL AQUITAIN

4.1 Espèces exploitées par la pêche professionnelle de l'estuaire de la Gironde

Le Cemagref de Cestas suit depuis 1978, dans le cadre du suivi de l'impact de la Centrale Nucléaire du Blayais, l'évolution des pêcheries professionnelles et amatrices de l'estuaire de la Gironde. Le protocole s'appuie sur la base du volontariat de pêcheurs dits échantillonneurs qui déclarent leurs captures au Cemagref. Les informations recueillies sont ensuite extrapolées à l'ensemble de la population de pêcheurs professionnels et amateurs qui conduit à l'estimation de la production totale. Dans le cadre de notre étude, on s'intéressera exclusivement à la production des professionnels sur le système fluvio estuarien girondin. Cela concerne les marins pêcheurs sur la partie maritime de l'estuaire et les pêcheurs professionnels fluviaux sur la Garonne et de la Dordogne. L'essentiel des espèces ciblées sont les migrateurs amphihalins bien que quelques espèces marines comme le bar, la sole ou le maigre fassent l'objet d'une pêche dirigée.

Espèces		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Civelle	E	■	■	■	■							■	■
	ZM	■											
Anguille	E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ZM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Alose vraie	E			■	■	■	■	■					
	ZM			■	■	■	■	■					
Alose feinte	E			■	■	■	■	■					
	ZM			■	■	■	■	■					
Lamproie marine	E		■	■	■	■							■
	ZM	■	■	■	■	■							■
Lamproie fluviatile	E					■							■
	ZM	■	■	■	■	■							■
Mulet	E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ZM				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flet	E					■	■	■	■	■	■	■	
	ZM					■	■	■	■	■	■	■	
Crevette	E	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ZM												
Maigre - Bar - Sole	E					■	■	■	■	■	■		
	ZM												

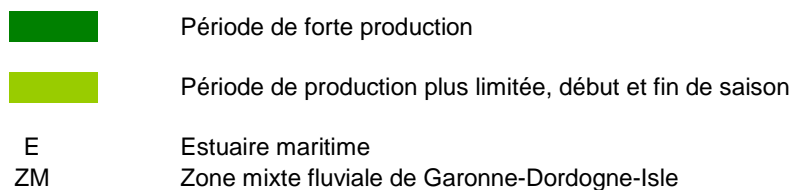


Figure 18 : Calendrier de pêche de l'estuaire de la Gironde et de la zone fluviale Garonne Dordogne Isle (Source : CemagrefF)

Les estimations des captures du Cemagref pour l'année 2004 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Estimation des tonnages débarqués par les pêcheurs professionnels de l'estuaire de la Gironde (marins + fluviaux) pour l'année 2004 (Source : Cemagref)

Espèces	Tonnage estimé en 2004
Grande alose	342,8
Lamproie marine	108,48
Civelle	13,293
Anguille jaune	14,446
Crevette blanche	66,378
Maigre	60,3
Bar	0,3
Autres espèces : Sole, mullet, flet, alose feinte, sandre, lamproie fluviatile, raie	20
Total	626

La pêche professionnelle de l'estuaire de la Gironde a débarqué 626 tonnes au cours de l'année 2004.

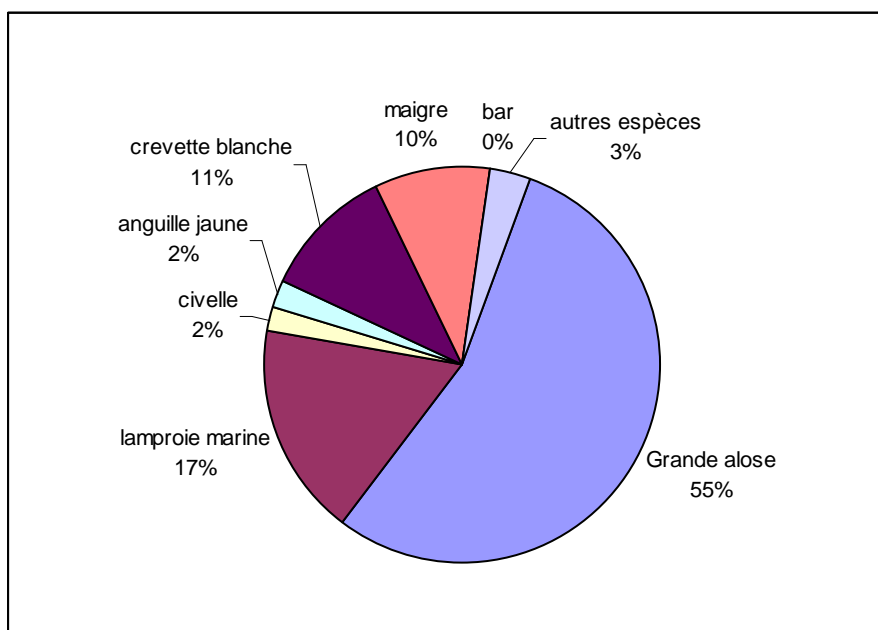


Figure 19 : Répartition des tonnages capturés par espèces (Cemagref)

Avec 55 % des captures, l'aloise représente la principale espèce capturée dans l'estuaire de la Gironde en 2004. Toutefois, cette proportion s'est considérablement réduite entre 2004 et 2007 suite à la chute de la population de grande alose. En effet, les captures de grande alose des professionnels fluviaux ont été divisées par 4 depuis 2004 (AADPPEDG, comm. pers). En 2007, l'espèce représentant le plus fort tonnage est la lamproie marine.

Tableau 4 : Estimation des chiffres d'affaires générés par les captures des professionnels de l'estuaire de la Gironde en 2004 (Source : Cemagref)

Espèces	Chiffre d'affaires en 2004
Grande alose	1 028 500 €
Lamproie marine	1 504 800 €
Civelle	4 332 000 €
Anguille jaune	188 000 €
Crevette blanche	730 000 €
Maigre + bar	424 000 €
Autres espèces : Sole, mullet, flet, alose feinte, sandre, lamproie fluviatile, raie	40 000 €
Total	8 247 300 €

La pêche professionnelle (marins + fluviaux) de l'estuaire de la Gironde a généré un chiffre d'affaires de 8 millions d'euros en 2004.

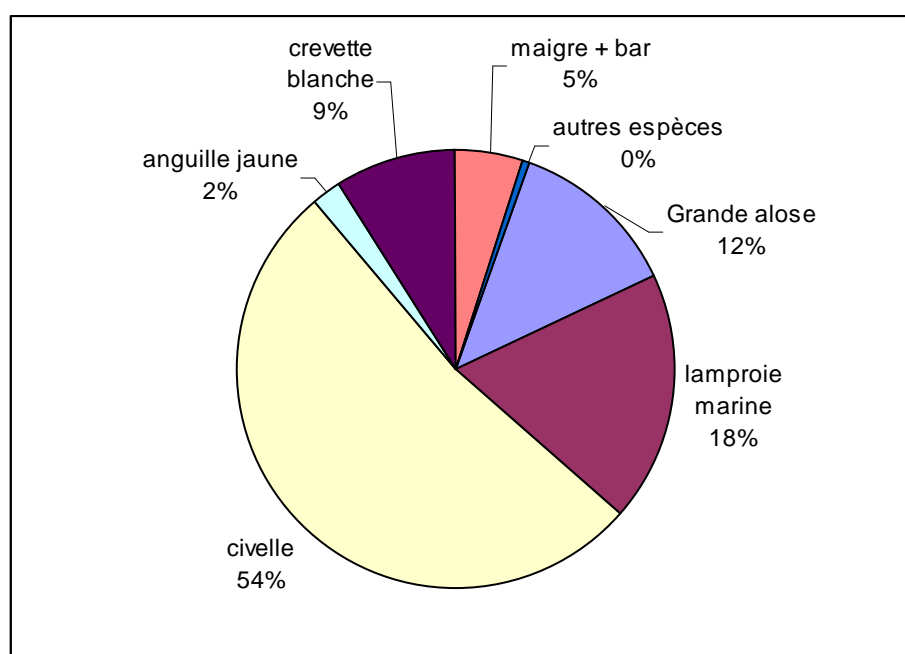


Figure 20 : Répartition des chiffres d'affaires réalisés par espèces (Cemagref)

En 2004, la civelle représente 54 % du chiffre d'affaire de la pêche professionnelle de l'estuaire de la Gironde. En 2007, du fait d'une valeur élevée de la civelle, la proportion est toujours d'actualité.

La pêche professionnelle de l'estuaire de la Gironde est aujourd'hui dans une situation très critique. En effet, l'effondrement de la population de grande alose a conduit à la proposition d'un moratoire d'un an reconductible. La pêche de la civelle d'anguille est sous la menace de restriction des plans de gestion qui seront adoptés par bassin du fait du règlement européen.

4.2 Espèces exploitées par la pêche professionnelle et les conchyliculteurs du bassin d'Arcachon

4.2.1 Pêche professionnelle

Selon le laboratoire halieutique d'Aquitaine de l'Ifremer (2000) 547 navires ont une activité halieutique (pêche et/ou ostréiculture) répartis sur 22 ports. Ces unités se répartissent en 52 navires Petite Pêche, 173 navires Conchyliculteur Petite Pêche et 322 navires Ostréiculteurs. Les patrons sont au nombre de 375 dont 165 ont une activité de pêche.

Les espèces ciblées sont soit des espèces d'origine marine (seiche), des espèces autochtones au bassin (palourdes) ou des migrateurs amphihalins (anguille)

Tableau 5 : Estimations des captures professionnelles intra bassin en 1999 (Source : Ifremer)

Espèces débarquées	Tonnages estimés	% équivalent
Seiches	267,65	45,7%
Diverses palourdes	131,68	22,5%
Crabes verts	54,55	9,3%
Moules	35,4	6,0%
Mulets	22,31	3,8%
Coques	14,24	2,4%
Anguille d'Europe	13,38	2,3%
Daurade royale	6,32	1,1%
Poulpes	6,15	1,0%
Bar commun	5,72	1,0%
Raie brunette	5,22	0,9%
Sole sénégalaise	3,96	0,7%
Raie douce	3,28	0,6%
Sar commun	2,21	0,4%
Diverses raies	2,14	0,4%
Sole commune	2,14	0,4%
Rougets barbets	1,92	0,3%
Congre commun	1,51	0,3%
Crevette grise	1,39	0,2%
Civelle	1,11	0,2%
Divers poissons	0,93	0,2%
Daurade grise	0,5	0,1%
Crevette blanche	0,49	0,1%
Autres (22 espèces)	1,96	0,3%
Total	586,16	100,0%

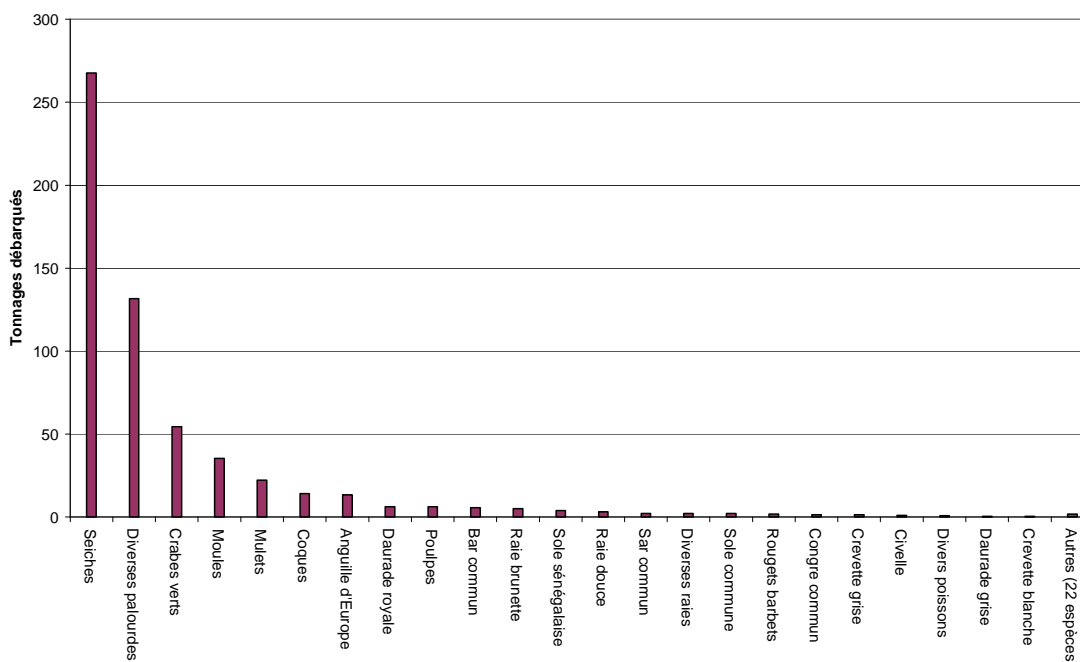


Figure 21 : Répartition par espèces des débarquements enregistrés à Arcachon en 1999

La seiche représente 45 % des débarquements en 2000. Si on ajoute les coquillages (palourdes, moules, coques), les crabes verts, les mulets et l'anguille, on arrive à 92 % des débarquements totaux.

L'étude estimait à l'époque le chiffre d'affaire moyen des patrons Petite Pêche à 338 000 francs (51 527 euros) et celui des Conchyliculteurs Petite Pêche à 103 000 francs (15 702 euros).

4.2.2 Conchyliculture

L'image du bassin d'Arcachon est totalement liée à l'**ostréiculture**. Il fait de la Gironde le huitième département conchylicole de France et le quatrième au niveau du nombre de concessions accordées sur le Domaine Public Maritime.

Les professionnels se regroupent autour de deux spécialités :

- Le captage : près de 50 entreprises détrocquent¹⁰ en octobre-novembre. Les rendements en nombre de larves sont de l'ordre de 1000 à 2000 par tuiles
- La production proprement dite : le détrocage se fait en mars-avril et représente 150 à 800 individus par tuile.

Le captage de naissain est une activité très importante pour le bassin (15 % de la production nationale en 2001) qui générerait plus de 1,6 M€ de chiffre d'affaires, représentant près de 20 % du chiffre d'affaires global de l'activité ostréicole du bassin en 1999 (Popovsky *et al.*, 2005). Le naissain capté sur le bassin est vendu sur l'ensemble des bassins de

¹⁰ action qui consiste à détacher les larves d'huître de leur collecteur

production ostréicole de France. En effet, le Bassin d’Arcachon fournit 60 à 70 % des 4 milliards et demi de jeunes huîtres nécessaires à la production ostréicole globale française.

L’ostréiculture du bassin d’Arcachon regroupe aujourd’hui 380 entreprises travaillant 780 ha de parcs ostréicoles, dont 672 ha classés en zone A de classement de salubrité, pour une production globale d’huîtres de taille marchande oscillant entre 8 000 et 10 000 tonnes annuelles.

On estime le nombre d’emplois induits par l’activité ostréicole sur le bassin à plus de 1 500, ce qui en fait une des premières sources d’emploi local (SRC Arcachon).

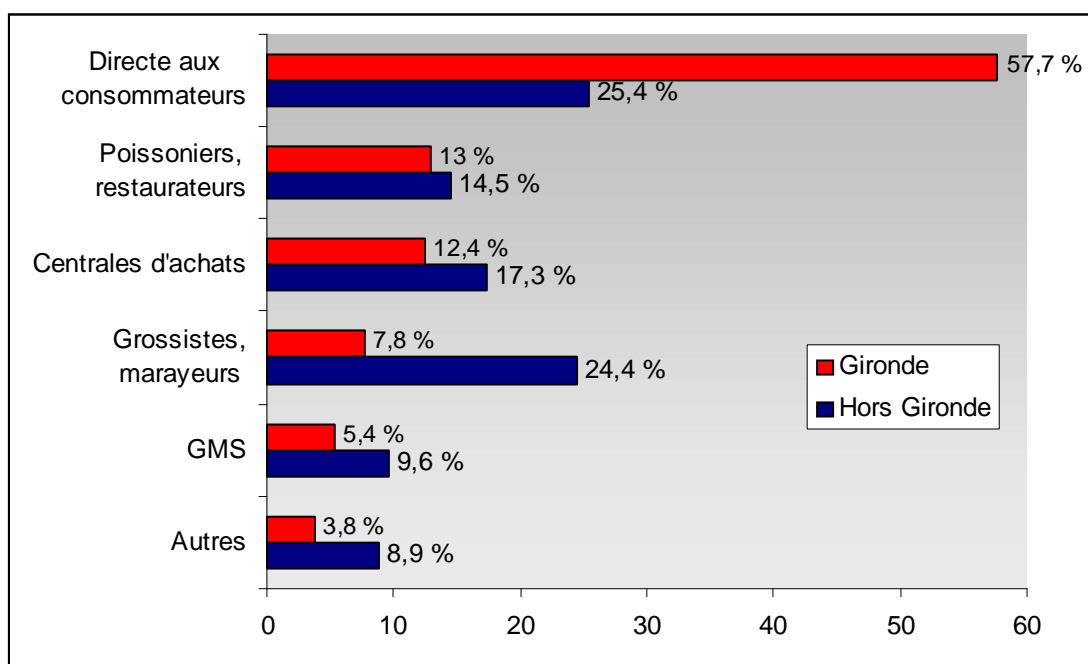


Figure 22 : Circuits de distribution en 2001 (d’après la SRC d’Arcachon)

La **mytiliculture** n’est pas pratiquée sur le bassin. Par crainte d’une compétition trophique trop importante par rapport aux huîtres en élevage, seul le captage de moule (*Mytilus edulis*) est autorisé de février à mai sur l’estran au Cap Ferret. Le naissain capté est commercialisé dans d’autres bassins.

4.3 Espèces exploitées par la pêche professionnelle de la bande côtière aquitaine

La pêche côtière n'a pas de définition précise en droit interne ou en droit européen. Les règles internationales ne différencient en effet que les eaux intérieures, les eaux territoriales, la zone économique exclusive (ZEE) et la haute mer.

Cependant, les différents textes de la Politique Commune des Pêches considèrent comme pêche côtière celle qui se déroule à l'intérieur de la bande des 12 milles.

Plus localement, dans ses monographies, la Direction Interdépartementale des Affaires Maritimes des Pyrénées Atlantiques et des Landes considère comme petite pêche côtière toute marée d'une durée inférieure ou égale à 96 heures.

Nous considérerons donc comme pêche côtière toute pêche qui se déroule à moins de 12 milles nautiques des côtes et pour des marées inférieures à 96 heures. Cette zone correspond en grande partie aux secteurs CIEM¹¹ 15E8, 16E8, 17E8, 18E8, 19E8 et 20E8 (cf figure 20).

Si la définition de la zone côtière est relativement logique, son analyse s'avère difficile du fait du manque de données statistiques. Quelques études nous permettent tout de même de faire un point sur cette pêche. Toutefois, les statistiques de pêche étant regroupées par rectangle statistique (Figure 23), les données présentées ci - dessous ne concernent pas seulement la bande des 12 milles. Nous avons également fait le choix de considérer le rectangle 20E8 qui s'étend au-delà de la côte aquitaine mais correspond **au panache estuarien** de la Gironde.

¹¹ Dans le cadre de la Politique Commune des Pêche et afin de localiser les zones de travail des navires, les mers communautaires ont été divisées en secteurs numérotés

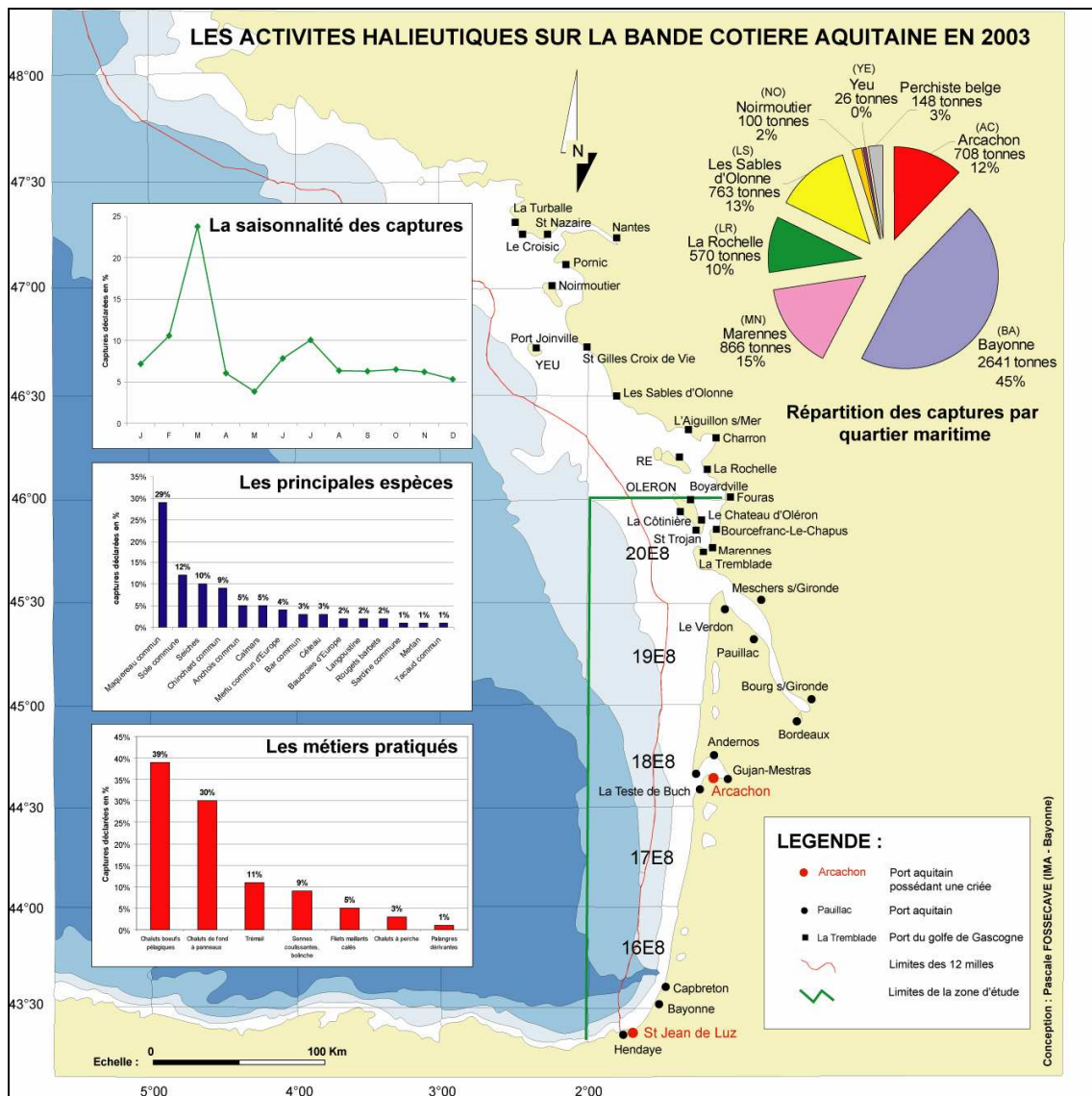


Figure 23 : Activités halieutiques sur la bande côtière Aquitaine en 2003 (Richard, 2005)

En 2003, 116 espèces ont été exploitées dans la bande côtière aquitaine dont une quinzaine rassemble la quasi-totalité des captures (Figure 24) (Richard, 2005).

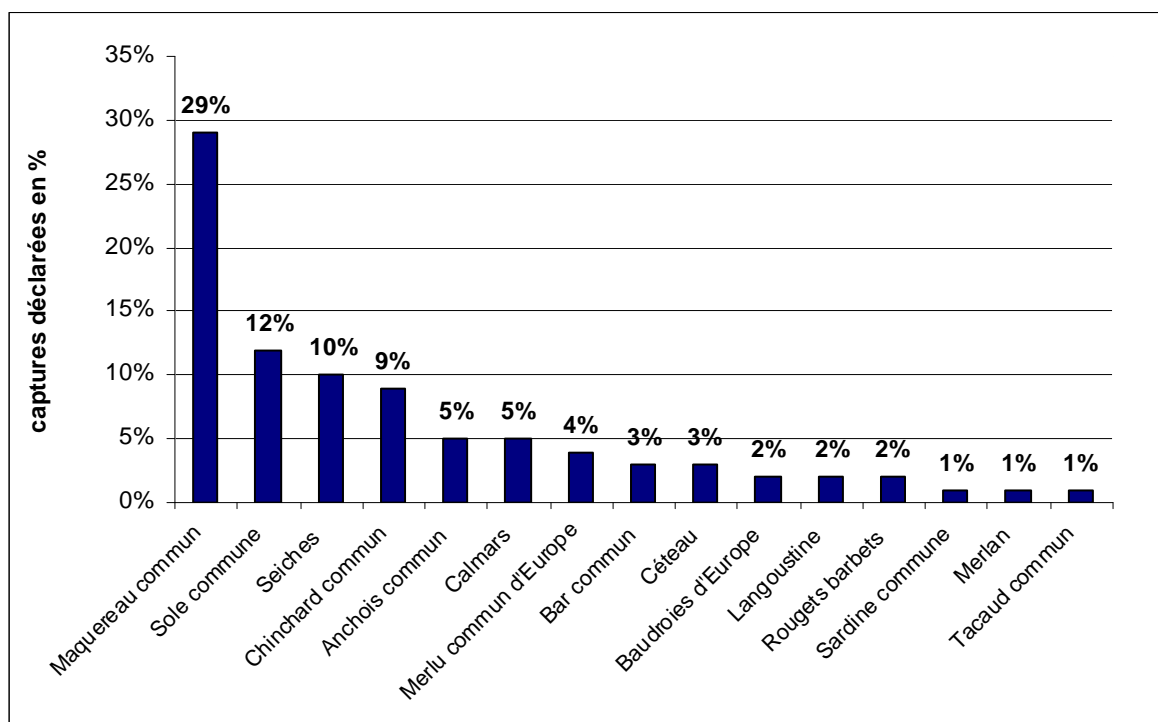


Figure 24 : Répartition des principales espèces capturées en 2003 sur la banque côtière aquitaine (source : CRTS La Rochelle / DPMA).

Parmi les 15 principales espèces exploitées sur la bande côtière Aquitaine, on trouve des espèces directement dépendantes de l'estuaire comme la sole, le bar, le merlan ou des espèces en lien avec l'estuaire à certaine période de leur vie comme l'anchois ou le rouget.

Plus généralement, l'analyse des captures dans l'ensemble du golfe de Gascogne (rectangles statistiques compris entre le 25E4 au NW, 15E8 au SE et 154 au SW), montre là encore l'importance des espèces dites estuariens-dépendantes pour la pêche (Figure 25).

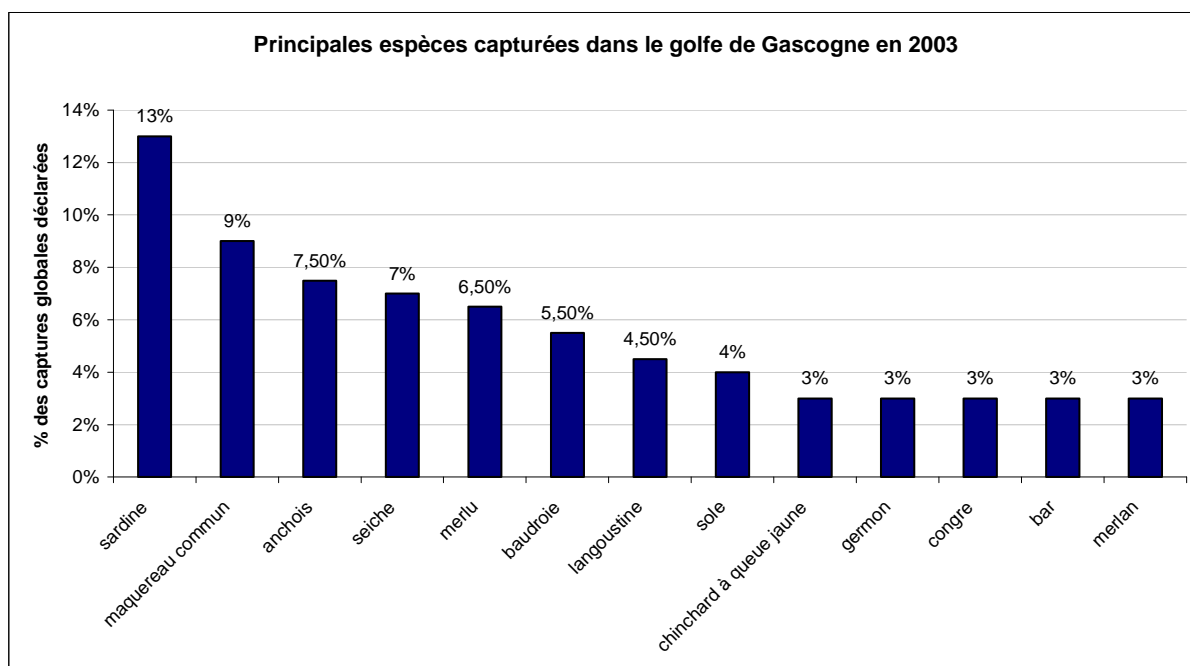


Figure 25 : Principales espèces capturées dans le golfe de Gascogne en 2003
(source : CRTS La Rochelle / DPMA).

Parmi les 13 espèces les plus capturées dans le golfe de Gascogne, 11 sont susceptibles de fréquenter l'estuaire de la Gironde ou le Bassin d'Arcachon.

5 IMPORTANCE ECOLOGIQUE DU LITTORAL ATLANTIQUE AQUITAIN POUR LA PECHE PROFESSIONNELLE

Il est reconnu depuis longtemps que les écosystèmes côtiers et estuariens sont extrêmement riches d'un point de vue biologique et jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquatiques marins et dans le déroulement du cycle biologique de nombreuses espèces (Lenanton *et al*, 1997 ; Le Pape, 2005).

5.1 Importance de l'estuaire de la Gironde

De façon générale, les estuaires sont des zones d'une grande productivité mais d'une diversité biologique restreinte. Les peuplements sont généralement caractérisés par un petit nombre d'espèces comprenant un grand nombre d'individus. A contrario, l'estuaire de la Gironde apparaît comme un estuaire riche et diversifié avec 75 espèces de poissons recensées (Lobry, 2004).

Selon Goinard (1993), 22 % du tonnage et 27 % de la valeur des captures commerciales réalisées dans le golfe de Gascogne proviennent d'espèces dépendantes des estuaires.

Aux Etats Unis, Lenanton estime en 1970 que 69 % du poids des espèces commercialisées sont estuaire-dépendantes.

Si l'on considère l'habitat essentiel d'un poisson comme une zone géographique ou physique indispensable à la réalisation du cycle biologique d'une espèce (Langton *et al.*, 1996 ; Lévêque 1995), l'estuaire de la Gironde et le bassin d'Arcachon peuvent être considérés comme des habitats essentiels.

L'estuaire étant la zone tampon assurant le continuum entre le fleuve et l'océan est fréquenté par 3 grands groupes de poissons :

- migrateurs amphihalins : potamotoques (reproduction en eau douce comme pour le saumon, la truite de mer, les aloses vraies et feintes, l'esturgeon, la lamproie marine et fluviatile, l'éperlan), et thalassotoques (reproduction en mer comme pour l'anguille et le flet),
- Les poissons autochtones au système estuarien : (gobie buhotte, crevette blanche, syngnathe, gobie noir, équille, nérophis...),
- Les poissons euryhalins potamotoques (brème, poisson chat, sandre), et thalassotoques (sole, plie, bar, mullet, sprat, hareng, anchois, maigre...).

Les milieux estuariens ont plusieurs fonctions essentielles pour cette ichthyofaune.

5.1.1 Zone de nourricerie et nurserie (stades larvaires, juvéniles voire sub-adultes)

Les nourriceries sont des zones géographiques limitées où se concentrent les juvéniles de nombreuses espèces de poissons pour s'y nourrir et grandir pendant leur(s) première(s) année(s) de vie (Beck *et al.*, 2001). Selon ces auteurs, un habitat peut être considéré comme une nourricerie si sa contribution à la production d'individus est supérieure à celles des autres habitats. Parmi les habitats identifiés comme nourricerie, les zones estuariennes et péri-estuariennes apparaissent essentielles pour les juvéniles d'un grand nombre d'espèces démersales telles que les poissons plats (Laffargues, 2004).

Chez certaines espèces marines dont la ponte s'effectue en zone côtière voire à l'embouchure des estuaires, les larves pénètrent dans les estuaires généralement de façon passive, pour s'y nourrir et croître. La sole (*Solea vulgaris*) du littoral Manche - Est et du golfe de Gascogne fait partie de ces espèces.

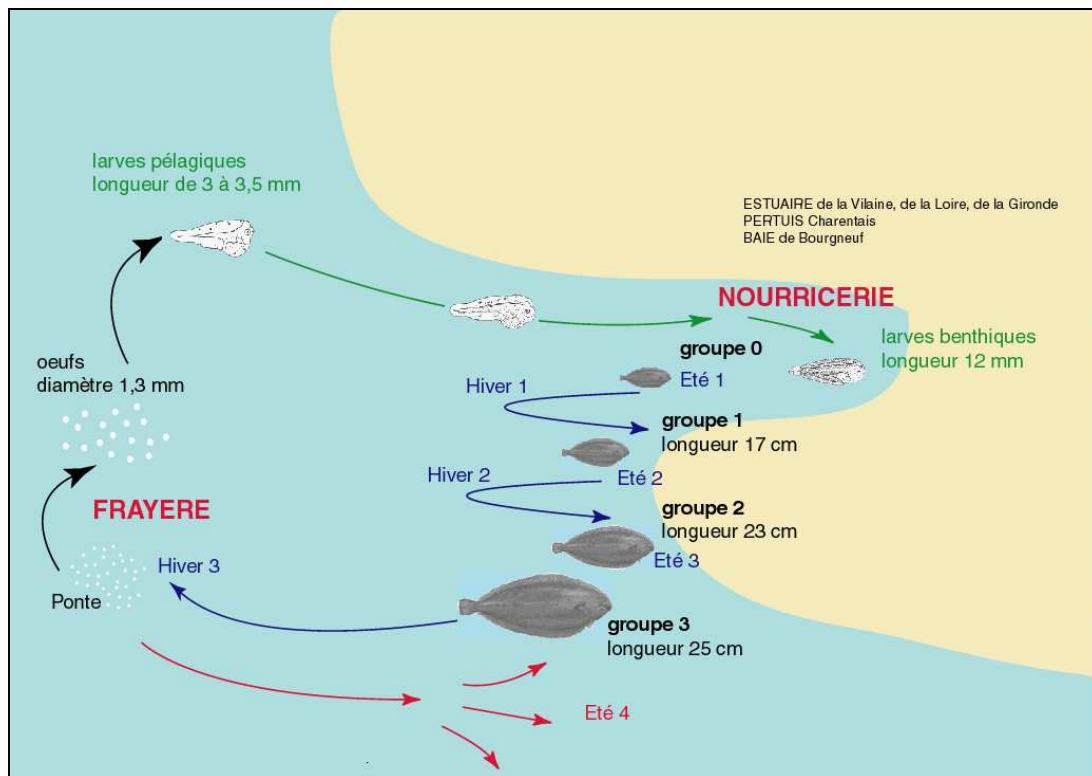


Figure 26 :Schéma général du cycle de vie de la sole dans le golfe de Gascogne
(Source : Le Pape, 2005 ; Holley, 2002)

Le cycle de vie de la sole est représentatif de celui de nombreuses espèces des milieux tempérés colonisant le plateau continental à l'âge adulte mais dépendant de ces habitats. On retrouve un cycle similaire pour la Plie (*Pleuronectes platessa*), la limande (*Limanda limanda*) et d'autres poissons plats (Le Pape, 2005 ; Bolle *et al.*, 1994). Toutefois, cette dépendance n'est pas spécifique au poissons plats et se retrouve chez le merlan (*Merlangius merlangus*), le bar (*Dicentrarchus labrax*) (Anonyme 1993), le maigre (*Argyrosomus regius*) (Lobry, 2004) et le rouget (*Mullus barbatus*).

60 % des juvéniles de sole grandissent dans les vasières qui sont à moins de 5 mètres de profondeur dans les estuaires alors que cet habitat ne représente que 10 % des surfaces possibles. C'est au point que la capacité de renouvellement des populations de sole est limitée par la surface des nourriceries des estuaires d'où l'intérêt de les préserver (Référence)

Selon Le Pape *et al.* (2003), il existe une relation significative entre le relargage des fleuves en hiver et au printemps et l'aire de recouvrement des nourriceries. Dans la nourricerie de la baie de la Vilaine par exemple, le débit de la rivière est positivement corrélé à l'abondance des jeunes soles. Une perte d'apport nutritif associés aux rivières se répercute sur la production du réseau trophique.

A partir de l'exemple de la sole, nous pouvons donc déterminer l'importance des estuaires et des zones côtières pour le renouvellement des ressources. Outre les différents paramètres, notamment hydrologiques, influant sur la survie des œufs et des larves, deux

facteurs permettent de comprendre le rôle essentiel joué par les nourriceries côtières et estuariennes :

- Aucun juvénile n'est trouvé à l'extérieur de ces secteurs pour la sole dans le golfe de Gascogne. Les conditions favorables à la croissance et la survie (température plus élevée, forte disponibilité alimentaire, protection relative contre les prédateurs) sont essentielles pour le développement des jeunes adultes (Miller *et al.*, 1984),
- Tous les adultes qui colonisent le plateau sont passés au stade juvénile par ces secteurs de nourriceries. Ces espèces sont donc dépendantes des habitats côtiers et estuariens (Lenanton *et al.*, 1987).

On peut donc penser que même si la variabilité du recrutement est essentiellement liée aux fluctuations hydroclimatiques au cours de la phase larvaire, la capacité d'acceptation des nourriceries peut contrôler le nombre de juvéniles parvenant à maturité (Rijnsdorp *et al.*, 1992).

Le renouvellement des ressources marines et donc des espèces halieutiques résulte bien évidemment de l'importance de la biomasse féconde et de la survie des premiers stades (œufs et larves), mais également des nourriceries disponibles où se développent les juvéniles (Sluka *et al.*, 2001 ; Stoner, 2003).

Selon Lobry (2004), l'estuaire de la Gironde sert de nourricerie à de nombreuses espèces d'origine marine d'intérêt halieutique telles que :

- L'athérine (*Atherina presbyter*),
- Le hareng (*Clupea harengus*),
- Le séteau (*Dicoglossa cuneata*),
- Le bar moucheté (*Dicentrarchus labrax*),
- Le bar franc (*Dicentrarchus punctatus*),
- Le sar commun (*Diplodus sargus*),
- La morue (*Gadus morhua*),
- Le merlan (*Merlangius merlangius*),
- Le turbot (*Psetta maxima*),
- La plie (*Pleuronectes platessa*),
- La sole sénégalaise (*Solea senegalensis*),
- La dorade grise (*Spondyliosoma cantharus*),
- Le tacaud (*Trisopterus luscus*).

5.1.2 Zone d'alimentation (en référence au stade adulte)

De nombreuses espèces marines entrent en estuaire salé pour y chasser. Il s'agit essentiellement de prédateurs comme le bar

5.1.3 Voie migratoire

L'estuaire assure de multiples fonctions pour les espèces migratrices :

C'est un lieu de passage obligatoire lors des migrations de montaison ou d'avalaison qu'elles soient trophiques (alimentation) ou génésiques (reproduction),

- Il constitue un lieu de préparation physiologique pour les espèces migratrices lors de leurs passages de l'eau douce à l'eau salée et inversement,
- Il correspond au lieu de sédentarisation de certaines fractions de populations migrantes (civelles),
- Il correspond à la zone d'alimentation pendant des écophases particulières de leur cycle biologique (juvéniles d'alse et d'esturgeon),

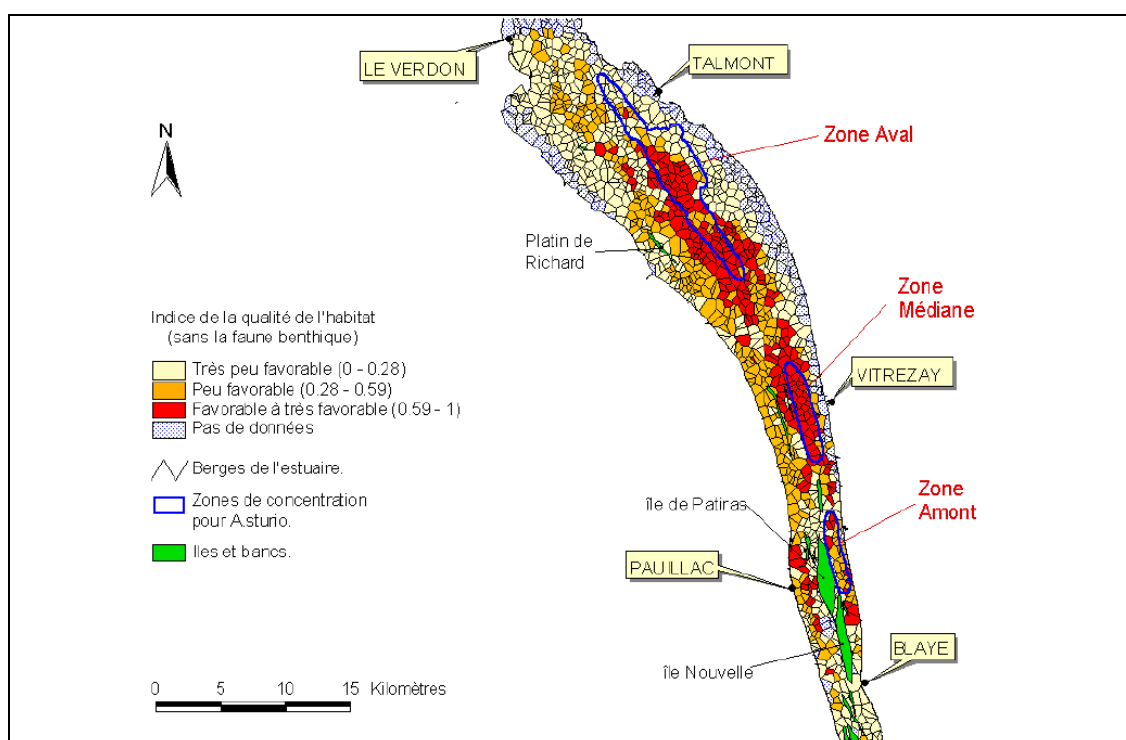


Figure 27 : Identification et délimitation de l'ensemble des zones d'habitat les plus favorables aux juvéniles d'esturgeon européen dans l'estuaire de la Gironde (Source : Cemagref)

Les zones en rouge sont des zones de concentration d'annélides polychètes à la base du régime alimentaire des juvéniles d'esturgeon. Ces habitats sont donc des nourriceries à priori indispensables au bon déroulement de l'écophase juvénile de l'esturgeon européen (*Acipenser sturio*).

L'estuaire de la Gironde abrite 11 espèces de poissons migrateurs amphihalins classiquement et historiquement recensées en Europe de l'Ouest dont 10 font ou ont fait l'objet d'une exploitation régulière par la pêche estuarienne.

Il s'agit de :

- Potamotoques :
 - Le mullet porc (*Liza ramada*),
 - La lamproie marine (*Petromyzon marinus*),
 - La lamproie de rivière (*Petromyzon fluviatilis*),
 - L' esturgeon européen (*Acipenser sturio*),
 - Le saumon atlantique (*Salmo salar*),
 - La truite de mer (*Salmo trutta*),
 - L' éperlan (*Osmerus eperlanus*),
 - La grande alose (*Alosa alosa*),
 - L' alose feinte (*Alosa fallax*).

- Thalassotoques :
 - L'anguille européenne (*Anguilla anguilla*),
 - Le flet (*Platichthys flesus*).

Comme pour la plupart des estuaires, celui de la Gironde a un rôle trophique pour la plupart des migrants saisonniers ou occasionnels et une fonction de nourricerie pour 23 % des migrateurs juvéniles. Certaines auteurs évoquent également la fonction de protection des larves et des juvéniles vis à vis des prédateurs du fait de la turbidité de l'eau particulièrement accentuée. L'estuaire est donc considéré comme un habitat clé transitoire (Lobry, 2004)

5.1.4 Aire de ponte pour certaines espèces marines

Le maigre (*Argyrosomus regius*) du golfe de Gascogne se trouve du printemps à l'automne le long de la côte et dans l'estuaire de la Gironde et pendant la période froide dans des eaux plus profondes. Il peut être commun ou rare selon les années, mais il n'est jamais abondant au nord des pertuis charentais. Les jeunes et les adultes n'ont pas tout à fait la même distribution. Le maigre se reproduit entre la mi-mai et la fin juillet dans le bas estuaire de la Gironde mais il en résulte un recrutement important seulement certaines années (Quéro, 1986).

L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) apparaît régulièrement dans l'estuaire aval de la Gironde avec un pic en fin d'été. On la retrouve essentiellement au stade larvaire et juvénile.

Le sprat (*Sparattus sprattus*) fréquente l'estuaire de la Gironde surtout au printemps quand les eaux oscillent entre 10 et 15°C. On le retrouve aux stades larvaire et juvénile.

5.1.5 Habitat permanent pour les espèces y effectuant l'intégralité de leur cycle biologique

Très peu d'espèces (8 %) accomplissent leur cycle écologique entièrement dans l'estuaire mais leur population est très abondante. Parmi les espèces autochtones qu'abrite l'estuaire de la Gironde, on citera l'épinoche (*Gastereosteus aculeatus*), l'équille (*Ammodytes tobianus*), le gobie buhotte (*Pomatoschistus minutus*), le gobie noir (*Gobius niger*) et le syngnathe (*Syngnathus rostellatus*).

La crevette blanche (*Palaemon longirostris*) fait l'objet d'une exploitation régulière dans l'estuaire de la Gironde où elle effectue l'intégralité de son cycle biologique. Elle sert de même de nourriture à de nombreux carnassiers tels que l'anguille. Sur le littoral atlantique, la Gironde représente le seul lieu où ce crustacé est présent de façon permanente et abondante.

En outre, l'estuaire de la Gironde est fréquenté régulièrement ou irrégulièrement par de nombreuses espèces marines d'intérêt halieutique à différents stades de leur vie. Les résultats des pêches expérimentales de Lobry (2004) mentionnent la fréquentation irrégulière de l'estuaire par :

- Le congre (*Conger conger*),
- Le merlu (*Merluccius merluccius*),
- Le rouget (*Mullus barbatus*),
- La raie bouclée (*Raja clavata*),
- La raie mûlée (*Raja microocellata*),
- La raie fleurie (*Raja naevus*),
- La raie brunette (*Raja undulata*),
- Le maquereau (*Scomber scombrus*),
- La sole pôle (*Solea lascaris*),
- La dorade royale (*Sparus aurata*),
- La rai torpille marbrée (*Torpedo marmorata*),
- Le chinchard commun (*Trachurus trachurus*),
- La sardine (*Sardina pilchardus*),
- La baudroie (*Lophius piscatorius*).

5.2 Importance du Bassin d'Arcachon

Le bassin d'Arcachon est une baie peu profonde à l'abri de la houle. Cette caractéristique donne naissance à des habitats particuliers qui se caractérisent par une très grande variété d'êtres vivants et une diversité exceptionnelle d'espèces. Les herbiers de zostères contribuent fortement à cette biodiversité.

Au même titre que l'estuaire de la Gironde, le Bassin d'Arcachon propose de nombreux services aux espèces d'intérêt halieutique. Il cumule les fonctions d'habitat permanent, de nourricerie, de zone de reproduction, et de voie de migration.

5.2.1 Habitat permanent

Sur l'estran vaseux, la zostère naine se développe et offre un habitat à des espèces d'intérêt halieutique telles que la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*), la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*), la palourde jaune (*Venerupis aurea*) ou la crevette grise (*Crangon crangon*).

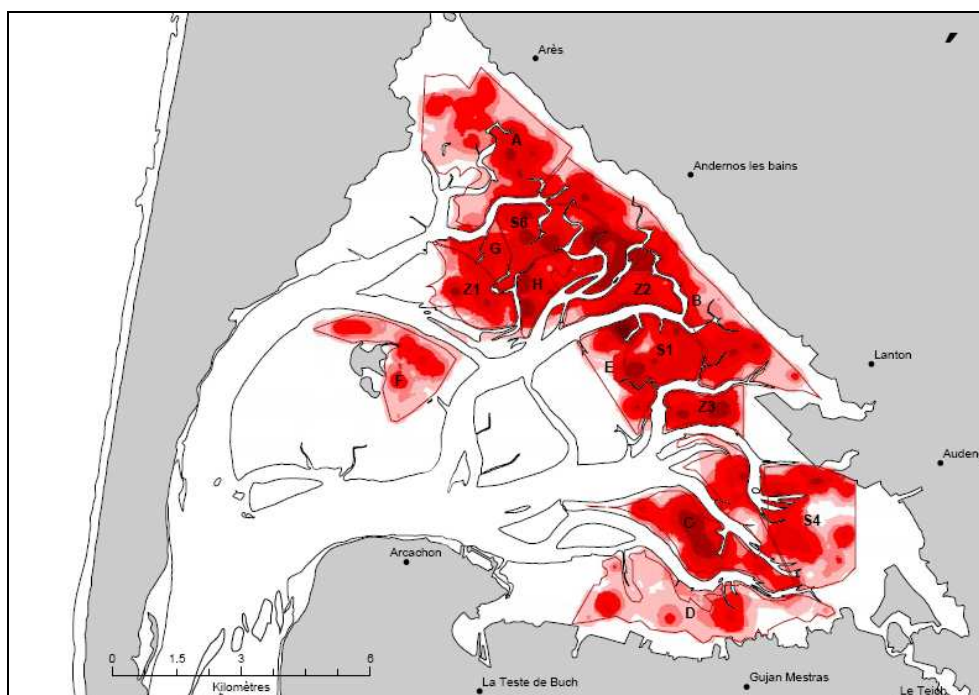


Figure 28 : Carte des densités de palourdes dans le Bassin d'Arcachon (Source : Ifremer)

Le bassin abrite de nombreux autres organismes fouisseurs tels que la coque (*Cerastoderma edule*) ou filtreurs tels que la moule (*Mytilus edule*).

Le crabe vert (*Carcinus maenas*) présent toute l'année dans le bassin fait aussi l'objet d'une pêche professionnelle.

En outre, les herbiers de zostères marines, immergées de façon permanente, hébergent des espèces d'intérêt patrimonial telles que l'hippocampe (*Hippocampus hippocampus*) ou le syngnathe (*Syngnathus acus*).

De même, il est important de rappeler ici l'énorme service rendu du bassin vis à vis de l'ostréiculture, le bassin représentant le plus grand naissain d'Europe de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*).

5.2.2 Voie de migration

Le bassin d'Arcachon constitue un axe migratoire obligatoire aux espèces colonisant les étangs médocains, les fleuves côtiers ou encore la Leyre. Il constitue de même pour une fraction de la population un habitat permanent et un lieu de préparation physiologique pour la fraction migrant en amont.

Parmi les migrateurs amphihalins fréquentant le Bassin d'Arcachon, on retrouve essentiellement l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) et la lamproie marine (*Petromyzon marinus*).

5.2.3 Nourricerie / zone de reproduction

La seiche commune (*Sepia officinalis*) entre dans le bassin du printemps à l'été pour s'y reproduire. Les feuilles de zostères servent de support aux œufs qui s'y fixent. A l'automne, le bassin est colonisé par les juvéniles.

Le rouget barbet de roche (*Mullus surmulletus*) est abondant sur les fonds coquilliers des chenaux mais aussi dans les herbiers de zostères. On retrouve de nombreuses espèces d'origine marine au stade juvénile telles que la dorade grise, le bar commun, la sole commune, la sole sénégalaise, le sar commun...pour ne citer que les principales.

5.2.4 Zone d'alimentation pour les prédateurs

On retrouve de nombreuses espèces prédatrices au stade adulte qui rentrent dans le bassin et notamment les herbiers pour s'y alimenter.

5.3 Importance de la côte sableuse

Pour les deux parties qui suivent (côte sableuse et rocheuse), la majorité des informations sont tirées de l'ouvrage « Baie de Biscaye : Richesse méconnue et diversité » (De Casamajor, 2004).

L'intensité lumineuse, la nature du substrat et la profondeur conditionnent la diversité biologique des zones sableuses.

La côte sableuse landaise est entrecoupée par 5 courants : le courant de Mimizan, le courant de Contis, le courant d'Huchet, le courant de Soustons et le Boudigau à Capbreton. Les courants landais soumis aux apports d'eau douce présentent des zones d'interface entre milieu marin et continental qualifiées de « mixtes à salinité variable ». Des conditions hydrodynamiques marquées les caractérisent : courant de marée important, protection de l'action érosive de la houle, mélange des masses d'eau marines et continentales à l'origine des fluctuations thermiques et halines. Ces facteurs sont prépondérants dans la composition spécifique de l'écosystème.

Pendant le flot, les eaux océaniques pénètrent amplement dans cette zone d'interface. Elles apportent leurs cortèges d'œufs, de larves de juvéniles d'espèces côtières ou d'adultes, en phase de reproduction. Les eaux du domaine continental, chargées en particules minérales et organiques, engendrent un enrichissement du milieu côtier qui favorise le développement des végétaux et la croissance de nombreux alevins.

Au printemps, les **seiches** arrivent en nombre pour se reproduire. Les poulpes (*Octopus vulgaris*) trouvent un habitat favorable dans les nombreuses anfractuosités de roches chassant les crevettes et crabes qui abondent en diversité.

Dans ces espaces littoraux, les poissons marins pénètrent en nombre avec la marée. Différents sparidés : saupes (*Sarpa salpa*) et bogues (*Boops boops*) se déplacent en bancs dans la colonne d'eau. Plus près du fond, les juvéniles de sars, marbrés communs (*Lithognathus mormyrus*) et daurades grises et royales se rassemblent pour s'alimenter. Certains poissons pélagiques, des juvéniles principalement, chinchards, athérines, anchois, et bars fréquentent ces milieux .

Ces espèces témoignent de l'intérêt écologique que constitue cette zone de nourricerie et de ponte que sont les courants landais.

Il n'existe pas de pêche professionnelle sur ces courants exception faite de la pêche civelière sur les courants de Mimizan et de Contis.

Sur la bande côtière landaise, la pêche amateur au filet fixe sur la zone de balancement des marées en aval de la limite transversale de la mer nous renseigne sur les espèces susceptibles de fréquenter le secteur.

Les bancs de sables immergés sont les habitats privilégiés des espèces chassant à l'affût telles que la plie commune, la seiche et plus rarement la sole et les petites raies. Les espèces que l'on retrouve le plus abondamment sur la bande côtière landaise sont le bar commun, la daurade grise, et les différentes espèces de mulets.

On y trouve aussi des migrants tels que la grande alose, le saumon, la truite de mer, le flet commun.

Enfin, cette bande côtière abrite de nombreux poissons plats tels que le turbot, la barbu (*Scophthalmus rhombus*).

Parmi les autres espèces présentes, on compte le tacaud (*Trisopterus luscus*), le bar tacheté, le maigre, le marbré commun, la dorade royale, le sar, le chinchard commun et le maquereau commun.

Les milieux situés principalement au large de la côte landaise sont peu influencés par la dessalure des eaux car l'éloignement des grands fleuves et la dérive littorale¹² favorisent le déplacement des eaux douces vers le sud. Ils subissent directement les courants générés par la houle qui provoque une instabilité du substrat.

On distingue deux grandes catégories de substrats le long de la côte sableuse :

5.3.1 Les substrats meubles de la zone subtidale¹³

Au large des côtes du sud du golfe de Gascogne, les substrats meubles sont principalement composés de sables fins. Toutefois, on observe dans certains secteurs la présence de vases, de débris coquilliers et de galets. Ces vastes étendues, véritables déserts de sable, formées de petites dunes sous-marines, témoignent du tumulte de l'océan. Ce sont néanmoins des espaces où la vie discrète s'organise sous la surface du sédiment. La granulométrie conditionne la composition faunistique de ces substrats : algues benthiques microscopiques à l'origine du développement de la vie, vers marins et crustacés qui offrent

¹² Courant marin provoqué par les houles parallèle à la côte avec une direction nord - sud

¹³ Zone constamment immergée jamais découverte même à basse mer de vives eaux

une incroyable diversité, même s'ils sont peu visibles à l'œil nu. Les bancs de sable constituent une source importante de nourriture car ils abritent de 500 à plus de 1 000 petits invertébrés par mètre carré. Le brassage des sédiments ne permet pas la fixation, à faible profondeur, des phanérogames marines pas plus que celle de la faune sessile¹⁴.

La macrofaune enfouie est représentée par de nombreux mollusques dont certains ont un intérêt halieutique.

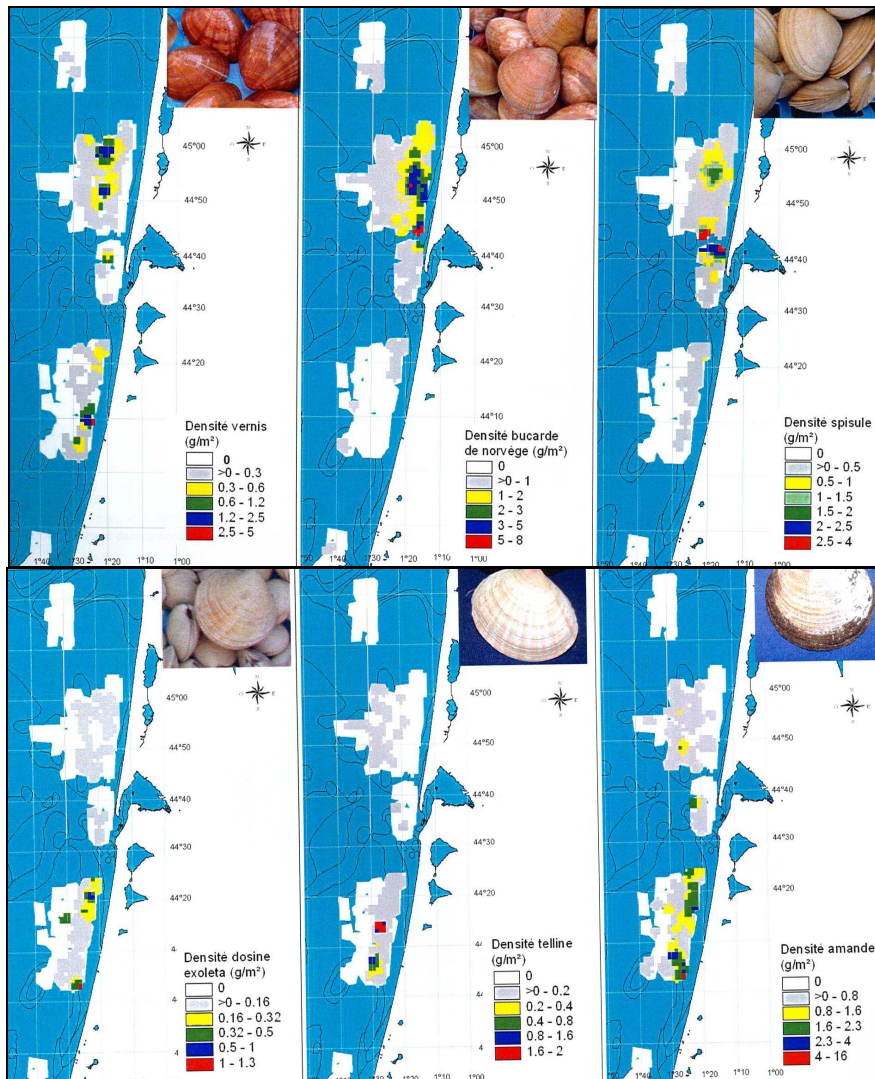


Figure 29 : Cartes des densités des espèces de coquillages (Source : Ifremer / CERECA, 2006)

Cette vie discrète est une composante importante de l'écosystème ; Elle représente un maillon de la chaîne trophique pour les prédateurs carnivores, poissons benthiques et démersaux.

Les coquilles vides, parfois colonisées, témoignent de leur fréquentation des lieux. Les seiches occupent ces substrats une bonne partie de l'année où elles s'y dissimulent pendant la journée et chassent la nuit. Cette activité trophique intense leur est nécessaire pour atteindre rapidement la taille adulte.

¹⁴ Ensemble des animaux vivants fixés sur le fond par opposition à la faune vagile qui se déplace

Les calmars (*Loligo vulgaris*) s'y déplacent en bancs en pleine eau au rythme des saisons et de leurs migrations.

5.3.2 Les Substrats mixtes à dominante meuble

Les substrats durs isolés, dans les zones à dominante meuble (sables, vases, graviers) sont situés en majeure partie au large de la côte landaise et ponctuellement sur la côte basque. Véritables oasis de vie, ils produisent des effets de concentration et de production difficiles à dissocier.

Plus connus sous le nom de récifs, ils sont soumis à de forts apports sédimentaires qui favorisent le développement d'espèces spécifiques. Des épisodes d'ensablement à faible profondeur sont parfois fatals à l'écosystème en place. L'érosion découvre de temps en temps le substrat disponible à nouveau pour la faune sessile. De tels espaces constituent un obstacle à la progression des masses d'eau. Ils favorisent la présence d'abris ou subsistent des courants résiduels. A noter également la présence de récifs artificiels dans les Landes depuis 1999. Plusieurs modules ont été immergés sur trois sites : Messanges et Moliets, Vieux-Boucau et Capbreton.

Ce type d'habitat est propice aux pontes de mollusques. Les poissons peuvent proliférer dans ces biotopes riches en nourriture. Les tourteaux communs (*Cancer pagurus*) affectionnent ce type d'habitat. La crevette blanche partage certaines anfractuosités avec le congre. Ces zones accueillent également le homard (*Homarus gamarus*).

La diversité spécifique des poissons traduit l'originalité de ces biotopes, liée à celle des substrats qui permet la cohabitation d'espèces de milieux rocheux et sableux. Les invertébrés et poissons fourrages représentent une source importante de réserve alimentaire pour les prédateurs. Parmi les espèces d'intérêt halieutique, on retrouve le rouget, le tacaud, le sar, l'anchois, la bogue, le chinchard.

Ce biotope est un terrain de chasse apprécié des carnivores tels que le bar et les bonites (*Euthynnus pelamis*).

Les principales fonctions de la vie que sont l'alimentation, l'habitat et la reproduction sont ainsi rassemblées dans cet espace océanique particulier.

5.4 Importance de la côte rocheuse

5.4.1 Les substrats rocheux de la zone de déferlement

Cette zone est caractérisée par l'action érosive du déferlement de la houle sur les faciès rocheux. Ces espaces sont soumis à d'importantes variations des conditions environnementales. Outre l'hydrodynamisme marqué et l'alternance des phases d'immersion et d'émersion, les caractéristiques physico - chimiques y sont fluctuantes avec de fortes amplitudes thermiques. L'apport d'eau douce du domaine côtier entraîne de plus des variations de salinité. Les organismes qui colonisent donc ces milieux sont adaptés à des conditions difficiles. Certains y vivent de façon permanente alors que d'autres n'y assurent

qu'une partie de leur cycle biologique. A l'automne, beaucoup d'espèces quittent ces zones pour des secteurs plus profonds en prévision de conditions hivernales difficiles. Les juvéniles, après avoir profité de l'abondance des ressources trophiques de la période estivale suivent des mouvements migratoires similaires.

Les algues vertes représentent une des composantes importantes du peuplement végétal.

Le poulpe caractérise ces lieux dans lesquels il dispose de nombreux abris pour se protéger et se dissimuler. A faible profondeur, au printemps, les seiches viennent s'y reproduire. Chaque année, et plus particulièrement au printemps, des bancs importants de mysidacées migrent au – dessus des algues et des plages de sable, tandis que les crevettes, proies de nombreux poissons, veillent sur leurs abris.

La rascasse brune (*Scorpaena porcus*) est le poisson benthique d'intérêt halieutique le plus typique de la zone rocheuse. Quelques espèces caractérisent les zones à fond meuble avec leur alternance de substrat rocheux et de cuvette de sable. Il s'agit du rouget, du lançon, de la sole.

De fortes concentrations de torpilles marbrées sont observées au printemps, pendant la période de reproduction. Les labridés, sparidés et poissons démersaux sont les plus représentatifs de la zone. Ils trouvent un habitat particulièrement favorable sur les substrats recouverts de *Gelidium*, algues rouges...

Toutes les espèces de sparidés fréquentent la zone côtière depuis les premiers mètres sous la surface. Les juvéniles trouvent là un véritable terrain de prédilection pour leur développement.

Les bancs de bars ou de mulets se mêlent parfois aux bancs de saupes.

Des juvéniles de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) se réfugient dans les algues.

Les espèces pélagiques ne caractérisent pas cette zone de déferlement. Leur présence occasionnelle est liée aux conditions hydrodynamiques et au rythme des saisons.

De nombreuses espèces accomplissent leur cycle biologique dans ces biotopes qui représentent un atout écologique important.

5.4.2 Les substrats durs de la zone subtidale

Les espèces présentes sur ces substrats subissent l'influence de la houle dont l'intensité diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface.

Dans la partie sud, cette zone est directement soumise aux apports d'eaux douces des principales rivières à savoir l'Adour à Anglet, la Nivelle à Saint Jean de Luz / Ciboure, et la Bidassoa à Hendaye qui sont chargées en alluvions. Ces milieux sont parfois sujets à une légère dessalure et des fluctuations thermiques importantes qui provoquent de fortes productions planctoniques.

Les zones subtidales à substrats durs commencent essentiellement avec les plateaux rocheux de la côte basque. Ils s'étendent depuis le Cap de Saint Martin à Biarritz jusqu'à la frontière espagnole pour ce qui concerne la façade française (les mêmes faciès sont présents sur la côte basque espagnole, la Cantabrie, les Asturies et la Galice côté espagnol).

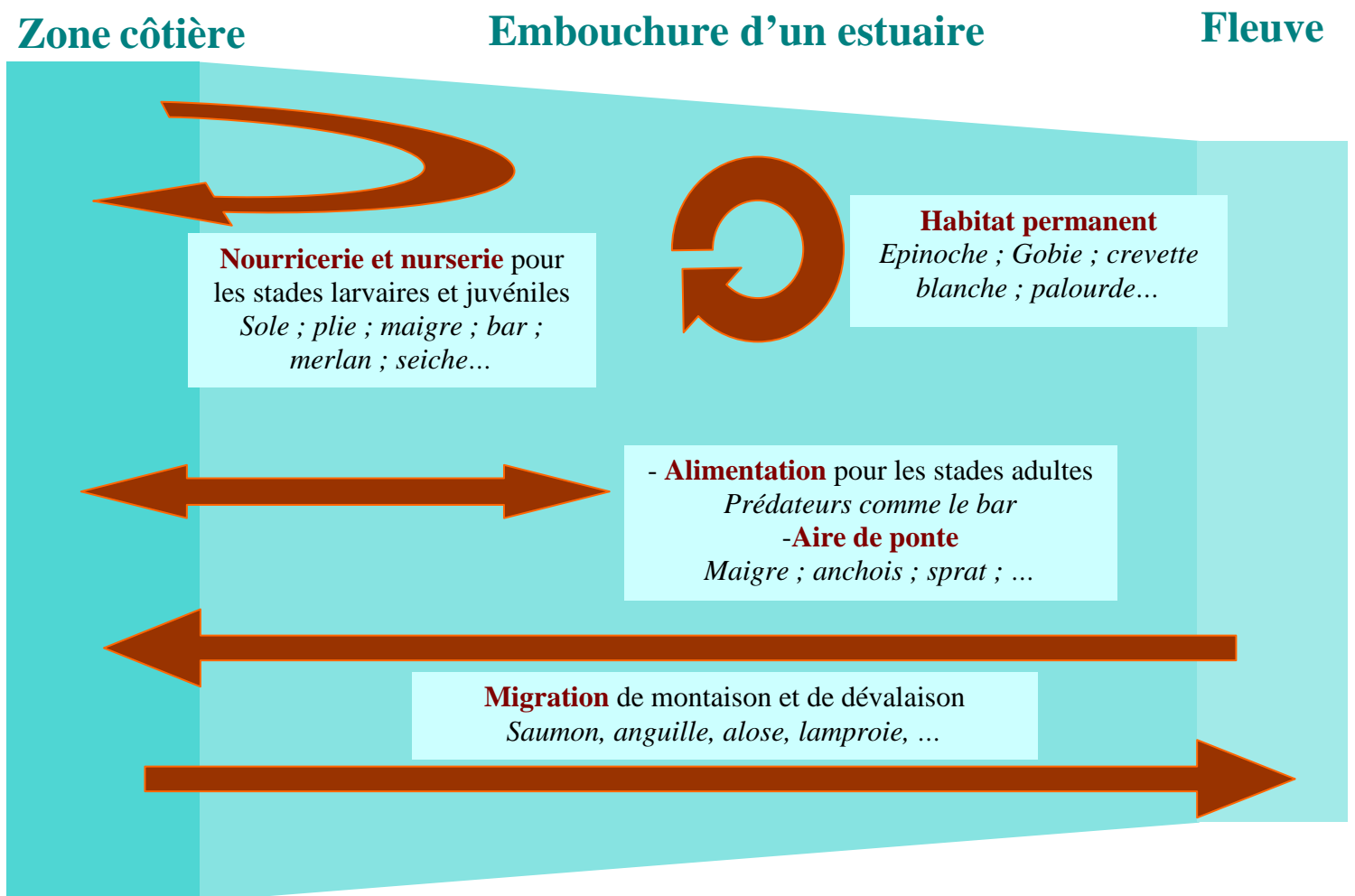
Dans ces biotopes, la faune vagile évolue au rythme de ses cycles biologiques : alimentation, repos, reproduction. Des poissons nombreux et diversifiés fréquentent ces lieux. Parmi celles d'intérêt halieutique, la rascasse rouge (*Scorpaena scrofa*), à l'affût, règne sur

ces zones rocheuses. Le sar commun trouve refuge dans les failles profondes du relief sous-marin.

Au rythme des saisons et des migrations, en s'élevant dans la colonne d'eau, de nombreuses espèces pélagiques y accomplissent leur cycle biologique. Les bancs ou les individus isolés effectuent, ainsi, des mouvements incessants sur le plateau continental, en quête de nourriture. On observe des rassemblements où se mêlent sars, bogues, daurade grise, chinchards... qui fuient à vive allure devant leurs prédateurs que sont les bars et autres bonites...

5.5 Synthèse de l'importance écologique des habitats littoraux aquitains

Les zones estuariennes et les bassins sont des zones indispensables à de nombreuses espèces dont la majorité ont un intérêt halieutique certain. Ces espèces sont totalement dépendantes de ces lieux de transitions pour une partie de leur cycle biologique (comme les espèces migratrices par exemple) ou tout au long de leur vie comme c'est le cas pour le bar ou le maigre qui se reproduisent dans ces milieux abrités puis viennent s'y nourrir à l'âge adulte.



6 INFLUENCE DE LA QUALITE DES HABITATS SUR LES COMMUNAUTES DE POISSONS

Aujourd'hui, les communautés piscicoles sont régulièrement utilisées pour estimer la qualité des milieux aquatiques (Deegan *et al.*, 1997 ; Lobry, 2004). Du fait de son niveau trophique élevé, l'ichtyofaune reflète les altérations d'origine naturelle ou anthropique de son environnement et apparaît donc comme un élément intégrateur de la qualité de son environnement.

Dans ce contexte, la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), adoptée en juin 2000 et dont l'objectif est notamment de prévenir à l'échelle européenne, toute dégradation supplémentaire des écosystèmes aquatiques, préconise d'utiliser la composante piscicole comme indicateur de la qualité du milieu (Annexe V de la directive) dans les masses d'eau de transition (estuaires, deltas, lagunes littorales, *etc*).

Comme vu précédemment, les nourriceries côtières et estuariennes ont un caractère déterminant de la phase de croissance des juvéniles. Or, l'altération, la dégradation et la destruction de ces habitats sont, avec la pêche, les principales causes de diminution ou d'extinction des espèces marines du plateau continental (Le Pape, 2005).

En effet, les estuaires, en tant que réceptacles des bassins versants, et les zones côtières en tant qu'interface soumise aux influences marines par les courants et aux influences terrestres par le déversement des fleuves, sont des milieux fragiles. Il est reconnu que dans le monde marin, les espaces côtiers sont les plus exposés aux modifications d'origine anthropique (Beck *et al.*, 2001), et notamment par des pollutions diverses.

Deegan *et al.*(1997) ont également montré que les poissons d'estuaires répondent à la dégradation de l'habitat et ont défini un index appelé « estuarine biotic integrity ». Divers types de poissons, ainsi que la qualité de l'habitat, ont été suivis tous les mois ou 2 fois par mois sur 9 sites de 2 estuaires du sud du Massachusetts : Waquoit Bay et Buttermilk Bay. Il en est ressorti que les abondances de poissons d'estuaires au niveau des zones de frayère ou de nourriceries, ainsi que les espèces benthiques, étaient plus faibles dans les sites de mauvaise qualité comparé au site de qualité moyenne.

L'étude de l'évolution des espèces marines, quelles soient d'intérêt halieutique ou non, ne peut plus être déconnectée de la qualité de leurs habitats. Aujourd'hui, il est donc important que les habitats soient intégrés dans des systèmes cohérents de gestion des pêches (Stoner, 2003).

Toute détérioration de l'habitat entraîne des répercussions sur l'ensemble de l'écosystème, répercussions réparties sur tous les niveaux trophiques, et par conséquent sur l'activité économique de la pêche professionnelle. C'est parce que l'habitat est la clé de voûte de tout écosystème qu'il est important d'en estimer sa valeur.

Les évaluations économiques des biens non commerciaux, en particulier des écosystèmes, peuvent prendre différentes formes : évaluation totale, partielle ou étude d'impact. L'évaluation totale comptabilise les avantages nets de l'écosystème pour la société. L'évaluation partielle permet de comparer les avantages économiques d'une option d'utilisation par rapport à une autre. L'étude d'impact, quant à elle, évalue les dommages subis par la zone après un impact extérieur (Barbier *et al.*, 1997).

7.1 Rappels sur la notion de valeur patrimoniale

La notion de valeur patrimoniale demeure complexe et repose sur de nombreux concepts.

Certains biens environnementaux donnent directement lieu à une activité économique et ont donc une valeur d'usage direct. C'est le cas des espèces d'intérêt halieutique qui ont une valeur commerciale.

D'autres ressources, non exploitées, permettent l'existence et la survie d'une espèce exploitée. Par exemple, les espèces-proies assurent l'alimentation des espèces prédatrices. Ces espèces proies représentent un bien à valeur d'usage indirect.

Par ailleurs, les stocks de certaines espèces sont connus avec une relative précision dans le présent, mais leur disponibilité future n'est le résultat que d'estimations et de prédictions. Lorsqu'il n'y a aucune certitude, on parle alors de valeur d'option ou de quasi-option.

La notion d'habitat, selon la définition de la Directive Habitats naturels, de la Faune et de la Flore Sauvages¹⁵ (21 mai 1992), est le « milieu défini par les facteurs biotiques et abiotiques spécifiques où vit l'espèce à l'un des stades de son cycle biologique » (Frontier, 1998). Cette définition montre l'importance de l'habitat pour l'existence même de l'espèce. On trouve d'autres définitions comme par exemple : « place occupée par un organisme¹⁶, une population¹⁷ ou une communauté¹⁸. C'est la part physique de la structure de la communauté dans laquelle un organisme trouve sa « maison » et contient la totalité des conditions environnementales présentes dans l'endroit spécifique occupé par un organisme. Souvent un habitat est défini par « un ensemble de communautés d'organismes »¹⁹.

¹⁵ Directive 92/43/CEE.

¹⁶ Etre vivant animal ou végétal, individu.

¹⁷ Ensemble des individus d'une même espèce habitant un même milieu.

¹⁸ Aussi appelé peuplement. Ensemble des populations habitant ensemble un même milieu.

¹⁹ <http://www.hyperdictionary.com/dictionary/habitat>

D'après ces définitions, l'habitat fait partie intégrante de l'écosystème puisqu'il est le support de l'existence des espèces et ainsi, par le jeu des interactions directes et indirectes, à la présence de tout le réseau trophique. L'estuaire peut donc être considéré comme un habitat.

Cependant, l'habitat ne donne pas lieu à une activité économique, il n'a donc pas de valeur d'usage direct. Toutefois, si l'on considère l'habitat dans la fonction qu'il occupe au sein de l'écosystème (la fonction d'habitat permet l'établissement de tous les réseaux trophiques et ainsi met en évidence sa contribution à une activité économique : la pêche), alors l'habitat a une valeur d'usage indirect.

La valeur de non-usage de l'écosystème est la valeur attribuée à un paysage du fait de sa seule présence, à une espèce du fait de sa seule existence sans qu'il soit possible d'en tirer le moindre bénéfice dans le présent ou le futur. La valeur de legs place l'écosystème dans une perspective à long terme, envisageant sa transmission aux générations futures

A chaque type de valeur correspond un panel de méthodes économiques, la valeur économique totale d'un site étant la somme des valeurs de chaque type.

7.2 Méthodologies disponibles pour estimer la valeur patrimoniale

On trouve dans la littérature, de nombreuses études et méthodes qui décrivent différents types de biens environnementaux (forêts, zones humides...) que ce soit en Europe ou dans le reste du monde (principalement Etats Unis, Canada). Un rapport de l'AGLIA (Jordi *et al.*, 2005) propose notamment la synthèse des méthodologies d'évaluation de la valeur patrimoniale d'un écosystème pour une application au milieu côtier et estuarien.

La méthode la plus communément répandue est l'évaluation contingente. Elle permet, par le biais de questionnaires distribués à une population donnée, d'évaluer le consentement à payer de cette population pour éviter la dégradation d'un habitat. On peut imaginer par exemple qu'une évaluation contingente puisse servir à estimer la valeur accordée par les individus pour la protection de la qualité de l'eau ou de la qualité de l'estuaire.

Toutefois, l'évaluation contingente, comporte des biais techniques (stratégie du consommateur, niveau d'information, mode de paiement, niveau de départ des enchères, écart entre consentement à payer et à recevoir) et des problèmes de méthode et d'éthique (choix de la population de référence, comment appliquer des principes du monde marchand à des biens environnementaux ?) (Abdelmalki *et al.*, 1997).

Selon Jordi *et al.* (2005), les deux méthodes les plus particulièrement adaptées à l'évaluation de la valeur économique d'un écosystème sont :

- la méthode des fonctions de production,
- la méthode de l'analyse énergétique.

Enfin, une revue bibliographique élargie et l'analyse approfondie de plus d'une centaine d'études spécialisées, ont permis à une équipe d'économistes (Costanza *et al.*, 1997) de proposer une estimation de la valeur monétaire des services générés par un certain nombre d'écosystèmes regroupés sous 16 biomes génériques (ex : zones humides, estuaires, plateaux continentaux, *etc.*). On nommera cette approche l'outil de Costanza.

Même si le principe de cette analyse et les chiffres qui en découlent font objet de controverses, une telle analyse permet de mettre en relief des ordres de grandeur et d'autoriser des comparaisons entre les divers biomes sélectionnés. Ces ordres de grandeur ont été repris et adaptés aux côtes européennes dans le cadre du Programme de démonstration européen (Anonyme, 2002).

7.2.1 La méthode des fonctions de production

La méthode des fonctions de production permet de donner une valeur à une ressource non commerciale en proportion de la valeur de variation de l'activité économique à laquelle elle est associée. Il s'agit par exemple de déterminer l'impact de la destruction d'un habitat sur l'activité de pêche. Cela nécessite de connaître parfaitement les liens qui existent entre la ressource ou la fonction estimée et l'activité économique qui en découle : c'est la relation « dose-effet » (Barbier *et al.*, 1997). La valeur de l'estuaire pour la pêche est due par exemple au fait que l'estuaire constitue l'habitat nécessaire à la production et à la survie d'espèces variées.

Costanza *et al.* (1989) ont ainsi évalué la valeur de l'habitat offert par les zones humides côtières de Louisiane en établissant la relation entre la fonction et la ressource ou, autrement dit, entre le processus écologique et l'activité économique de pêche. Pour évaluer la valeur unitaire de surface des zones humides, les auteurs ont modélisé la productivité animale marginale (productivité sur de petites superficies). Sachant que 4000 m² de zones humides permettent la production de 440 g à 783 g de crevettes, et que le prix des crevettes débarquées est connu, on obtient la valeur des avantages de la production de crevettes de la zone étudiée (entre 1,89 et 3,36 dollars pour 4 000 m²). Ce calcul est également effectué pour les autres espèces commercialisées. La somme de ces valeurs correspond à la valeur de la productivité marginale des zones humides pour leur rôle dans l'activité commerciale de pêche.

Cette méthode des fonctions de production s'applique donc parfaitement à notre objectif, mais il est nécessaire d'établir clairement la corrélation entre fonctionnement écologique et productivité économique, c'est à dire **la quantité d'espèces commerciales produite par unité de surface**. Cette méthode nécessite donc des informations complexes notamment concernant les variations de biomasse. Aujourd'hui, ces informations n'étant pas disponibles, nous ne pourrions appliquer cette méthode pour le littoral aquitain.

7.2.2 La méthode de l'analyse énergétique

La méthode de l'analyse énergétique repose sur le principe des flux d'énergie entre les écosystèmes et au sein d'un même écosystème. En effet, une partie de l'énergie solaire (1%) est utilisée pour la production primaire brute. Une partie de cette production est consommée par la respiration et va être fixée dans les molécules organiques et l'autre partie est utilisée par

les niveaux trophiques de la chaîne alimentaire. Cette part représente à peine 50 % de la production primaire brute (Kratena, 2004). On l'appelle production nette. Un moyen de convertir les unités caloriques en unités économiques est de passer par le carburant fossile. Le taux de change a été estimé par Faber (1987) à 20 calories de biomasse pour 1 calorie de carburant fossile. L'étape suivante est d'estimer la proportionnalité entre apport d'énergie et production nette (dans l'étude de Faber, elle est estimée à 0,26).

Des études ont montré qu'il existait une relation très étroite entre la consommation d'énergie disponible et la production économique.

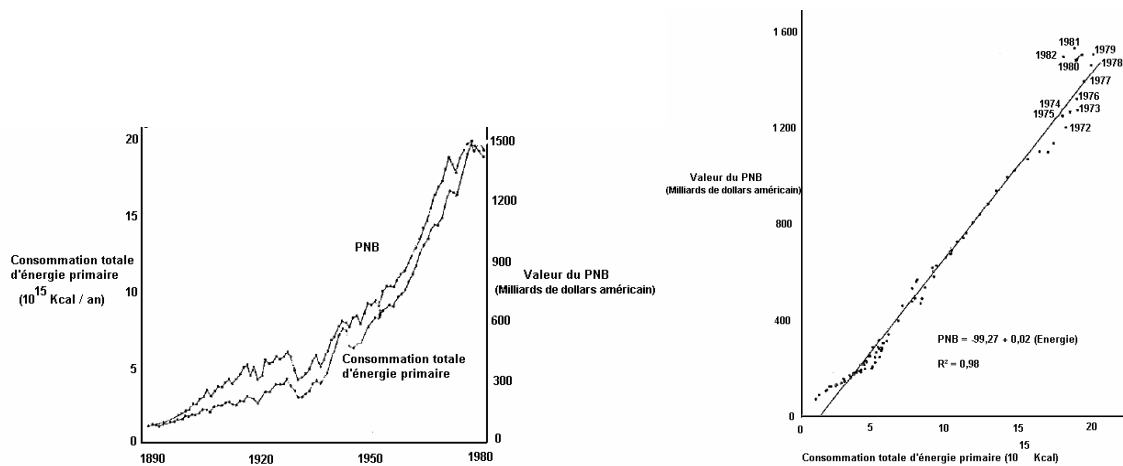


Figure 30 : Relation entre Produit National Brut américain et consommation d'énergie (Source : Cleveland *et al.*, 1984)

Selon Cleveland *et al.* (1984) et Kaufmann (1992) la modification du rapport Energie/PNB aux Etats Unis ou dans les Pays de l'OCDE peut s'expliquer par les changements de la qualité des carburants et le pourcentage des dépenses consacré à la consommation personnelle directement sur le carburant. La figure 31 est un exemple de cette relation pour l'économie américaine de 1932 à 1987.

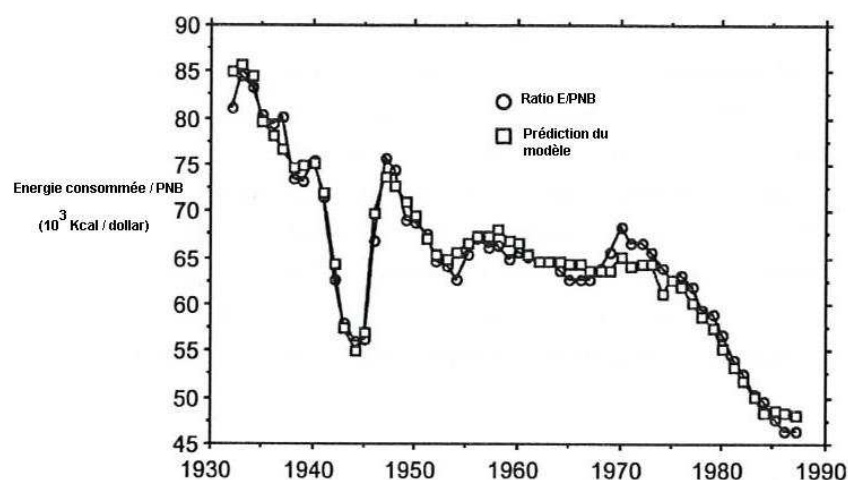


Figure 31 : Rapport énergie / PNB pour l'économie américaine de 1932 à 1987 (Source : Faber *et al.*, 2002)

Concrètement, la méthodologie se décompose en plusieurs étapes :

- **Recueillir les données de production primaire nette.** La production primaire nette correspond à la production primaire brute (fixation de carbone minéral par la photosynthèse ou chimiosynthèse) à laquelle on soustrait la respiration. Il s'agit de déterminer la quantité de carbone organique qui va rentrer dans les flux énergétiques de la chaîne trophique. Elle tient compte de tous les composants (phytoplancton, microphytobenthos, algues, herbiers...) qui appartiennent au compartiment primaire. La production primaire nette est souvent exprimée en grammes de Carbone / m² / an.
- Convertir la production primaire nette en valeur énergétique. Il s'agit de passer des grammes de Carbone / m² / an en Kcal / hectare /an.
- Unités de conversion nécessaire = 1 gramme de carbone = 39 kilojoules
 - 1 kilojoule = 0,238902957619 kilocalories,
 - 1 hectare = 10 000 m².
- **Convertir la quantité d'énergie de biomasse en équivalent de carburant fossile.** On considère que 20 calories de biomasse correspondent à 1 calorie de carburant fossile. On obtient ainsi la valeur énergétique de carburant fossile équivalente à la biomasse de production primaire. On obtient donc une quantité d'énergie fossile / hectare / an.
- **Convertir les unités énergétiques de carburant fossile en unité monétaire.** On applique la théorie explicitée par Cleveland *et al.*, 1984 qui se base sur la proportion qui existe entre l'utilisation de l'énergie (toute énergie confondue) et le Produit Intérieur Brut.

La consommation totale énergétique en France est suivie par l'observatoire de l'Economie de l'Energie et des Matières Premières. Les informations recueillies par ce service de l'Etat font l'objet de publications et d'une mise à disposition sur Internet par une base de données, accessible à tous, appelée PEGASE. Ces informations sont publiées par la Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières sous la forme d'un bilan énergétique annuel (275,3 Mtep en 2006).

L'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques est en charge des informations concernant les statistiques économiques et la société française. Dans ce cadre, les comptes de la nation font l'objet de publications trimestrielles et annuelles. Ces informations sont également disponibles sur le site du Ministère des Finances. Ces publications mentionnent le Produit Intérieur Brut général ainsi que le détail des activités (1792 milliards d'euro en 2006).

Pour calculer ce rapport, il existe deux méthodes : la première est un rapport entre ces deux valeurs (annuelles par pays), la seconde est issue de recherches théoriques à partir d'un modèle mathématique. Ne disposant pas de ce modèle, nous choisirons la première méthode.

Cette méthode nous permet d'obtenir le rapport "Consommation totale d'énergie primaire / Produit Intérieur Brut" (E/PIB) pour une année donnée. Ce rapport E/PIB s'exprime en Kilocalories / Euro.

Il faut alors multiplier la quantité d'énergie fossile par unité de surface et par an par le rapport E/PIB et on obtient la valeur économique par hectare et par an..

7.2.3 L'outil développé par Costanza

En 1997, Costanza a réuni des écologistes, des géographes et des économistes. Diverses méthodes ont été utilisées pour estimer à la fois la composante marchande et non marchande des services fournis par les écosystèmes. Un grand nombre des techniques d'évaluation utilisées dans cette étude sont fondées, directement ou indirectement, sur des tentatives d'estimation des sommes que les individus sont prêts à payer pour les services rendus par les écosystèmes (méthode contingente).

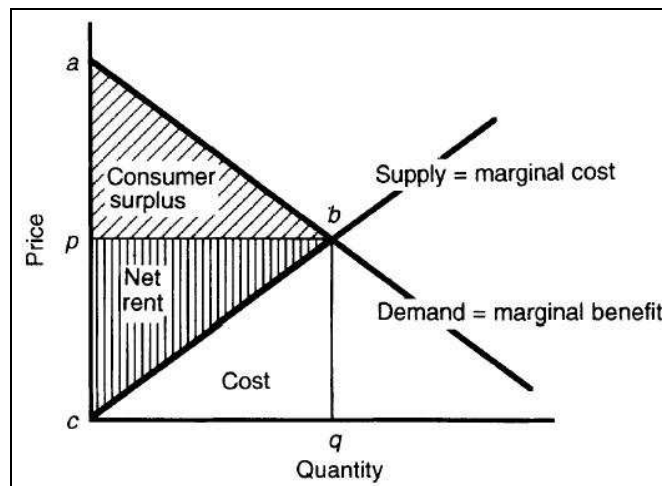


Figure 32 : Courbes d'offre et de demande de marchandises normales (Source : Costanza *et al.*, 1997)

La figure 32 se réfère à des marchandises créées par l'homme et donc remplaçables par d'autres.

Elle montre les courbes typiques d'offre conventionnelle (coût marginal) et de demande (bénéfice marginal) de biens ou services commerciaux. La valeur qui se présente dans le produit national brut est le prix du marché (p) multiplié par la quantité (q) ou la superficie pbc . Il existe trois autres domaines pertinents représentés sur le diagramme :

- Le coût de production est la région située entre les prix du marché et la courbe de l'offre, (aire pbc),
- L'excédent de production pour une ressource est la zone comprise entre la courbe de demande et le prix du marché, (aire abp),
- L' «excédent de consommation», soit le total de bienfaits que le consommateur reçoit au-delà du prix du marché est la zone comprise entre la courbe de demande et le prix du marché, (aire abp)

La valeur économique totale de la ressource est la somme des excédents de production et de consommation (à l'exclusion du coût de production), correspondant à la zone abc sur le graphique.

De nombreux écosystèmes sont remplaçables seulement jusqu'à un certain point, et leur courbe de demande a probablement l'allure de la figure 33.

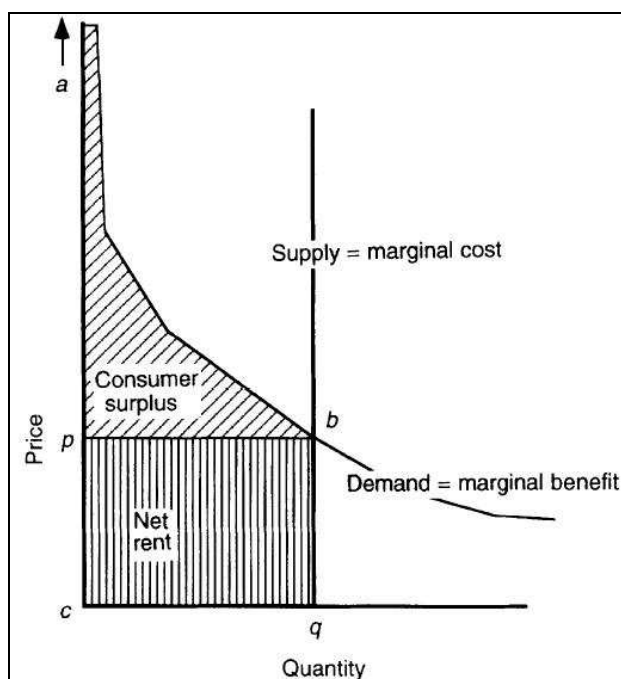


Figure 33 : Courbes d'offre et de demande de services fournis par les écosystèmes
(Source : Costanza *et al.*, 1997)

Ici, la demande approche l'infini quand la quantité disponible tend vers zéro et que l'excédent de consommation (ainsi que la valeur économique) totale atteint l'infini. Les courbes de demande en services rendus par les écosystèmes sont, en pratique, très difficilement estimables sinon impossible. En outre, dans la mesure où les services fournis par les écosystèmes ne peuvent être augmentés ou diminués par les actions du système économique, leur courbe d'offre est plus verticale.

Ils ont ainsi évalué la valeur par unité de surface de chaque service rendu par les écosystèmes et par type d'écosystème.

Pour estimer la valeur par unité de surface, ils ont utilisé (par ordre de préférence) :

- La somme des excédents de consommation et de production.
- L'excédent de production.
- Le prix multiplié par la quantité comme un indicateur de la valeur économique du service, en supposant que la courbe de demande pour l'écosystème ressemble plus à la figure 32 qu'à la figure 33, et donc

que l'aire « pbqc » est une sous-estimation conservatrice de l'aire « abc ».

Ainsi, ils ont réussi à estimer la valeur économique de 17 types de services rendus par les écosystèmes de 16 biomes, basée sur les études publiées et quelques calculs originaux.

Tableau 6 : Liste des services rendus par les écosystèmes (Source : d'après Costanza *et al*, 1997)

Services environnementaux	Fonctions de l'écosystème	Exemple
Régulation gazeuse	Régulation de la composition chimique atmosphérique	Balance CO ₂ / O ₂
Régulation climatique	Régulation de la température globale, précipitations...	Régulation des gaz à effet de serre
Régulation des perturbations	Capacité de maintien de l'intégrité de l'écosystème face aux fluctuations environnementales	Protection contre les orages, contrôle des débits...
Régulation du cycle de l'eau	Régulation des flux hydrologiques	Approvisionnement en eau pour l'agriculture et l'industrie
Approvisionnement en eau	Stockage et rétention d'eau	Approvisionnement en eau par bassins, réservoirs et aquifères
Contrôle de l'érosion et rétention de sédiments	Rétention des sols au sein d'un écosystème	Prévention de perte de sol par vent ou ruissellement, stockage de limons dans les lacs et zones humides
Formation des sols	Processus de formation des sols	Altération de la roche et accumulation de matière organique
Cycle des éléments nutritifs	Stockage, cycle interne, traitement et acquisition des nutriments	Fixation d'azote, cycles de l'azote, du phosphore...
Traitement des déchets	Récupération des nutriments mobiles, retrait ou répartition de l'excédent	Traitement des déchets, lutte contre la pollution, désintoxication
Pollinisation	Circulation des gamètes floraux	Approvisionnement en pollinisateurs pour la reproduction des populations végétales
Contrôle biologique	Régulation dynamique et trophique des populations	Relations proies prédateurs
Habitat / Refuge	Habitat pour les populations permanentes et transitoires	Nurseries, nourriceries, habitat pour espèces migratrices...
Production de nourriture	Partie de la production primaire brute extractable comme alimentation humaine	Production de poisson, gibier, cultures, les fruits de la chasse, la cueillette, l'agriculture ou la pêche de subsistance
Matières premières	Partie de la production primaire brute extractable comme matière première	Production de bois d'œuvre, de combustibles ou de fourrages
Ressources génétiques	Source biologique de matériaux ou de produits	Produits pour la médecine, gènes de résistance aux agents pathogènes des plantes et ravageurs des cultures...
Loisirs	Offre des possibilités d'activités de loisir	Eco tourisme, pêche sportive,
Culturel	Offre des possibilités d'activités non commerciales	Esthétique, artistique, éducatif, spirituel...

Les services rendus par les écosystèmes qui nous intéressent dans le cadre de notre étude vis à vis de la pêche sont surlignés en jaune.

A partir de cette synthèse, ils ont estimé la valeur des services rendus par les écosystèmes par unité de surface et par biome (tableau 7).

Les nombres dans le corps du tableau 7 sont en dollars / hectare / an. Ils représentent la valeur annuelle par unité de surface d'un service rendu (colonne) par un écosystème (lignes).

La colonne valeur mondiale totale est en dollars / an x 10⁹. Elle correspond à la somme des produits des services par hectare dans le tableau et la superficie de chaque biome.

Les cases ombrées correspondent à des services qui ne se produisent pas ou qui sont connus comme négligeables. La valeur annuelle par hectare est considérée comme nulle.

Les cases blanches correspondent à un manque de données disponibles. La valeur annuelle par hectare est inconnue. Les lignes et colonnes jaunes correspondent aux critères retenus pour cette étude.

Tableau 7 : Liste de la valeur moyenne annuelle des services rendus par les écosystèmes (D'après Costanza *et al.*, 1997)

BIOMES		Superficies (ha * 10 ⁶)	Valeur des services environnementaux annuels (Dollar américain en 1994 / hectare / an)																			
			Régulation gazeuse	Régulation climatique	Régulation des perturbations	Régulation du cycle de l'eau	Approvisionnement en eau	Contrôle de l'érosion et rétention de sédiments	Formation des sols	Cycle des éléments nutritifs	Traitement des déchets	Pollinisation	Contrôle biologique	Habitat / Refuge	Production d'alimentation	Matières premières	Ressources génétiques	Loisirs	Culturel	Valeur totale par hectare (dollar / ha / an)	Valeur mondiale totale (dollar / an * 10 ⁶)	
MARIN	Océan ouvert	33200	38						118			5		15	0			76	252	8,381		
	Océan côtier	3102			88				3677			38	8	93	4		82	6276	4052	12,568		
	Estuaires	180			567				21700			78	131	521	25		381	29	22832	4110		
	Herbiers	200							19002						2				19004	3801		
	Récifs coralliens	62			2750					58		5	7	220	27		3008	1	6075	375		
		2660							1431		39		68	2			70	1610	4283			
TERRESTRE	Forêts	4855		141	2	2	3	96	10	87		2		43	138	16	66	2	969	4706		
	Tropicale	1900		223	5	6	8	245	10	87				32	315	41	112	2	2007	3813		
	Tempérée / boréale	2955		88		0			10	87		4		50	25		36	2	302	894		
	Prairies / pâturages	3898	7	0		3		29	1	87	25	23		67		0	2		232	906		
	Zones humides	330	133		4539	15	3800				4177			304	256	106		574	881	14785	4679	
	marais intertidal / mangrove	165			1839						6696			169	466	162			668	9990	1648	
	marécages / plaines inondables	165	265		7240	30	7600				1659			439	47	49		491	1761	19580	3231	
	Lacs / Rivières	200				5445	2117				665				41				230		8498	1700
	Désert	1925																				
	Toundra	743																				
	Glace / Roche	1640																				
	Terres cultivées	1400										14	24		54					92	128	
	Urbain	332																				

En multipliant la valeur du service rendu par un écosystème donné par hectare et par an par sa superficie, ils obtiennent la valeur du service considéré de l'écosystème donné. En sommant la valeur des différents services rendus par le même écosystème, ils obtiennent la valeur totale des services rendus par cet écosystème par an.

7.3 Estimation de la valeur économique des habitats côtiers littoraux aquitains

7.3.1 Application de la méthode de la valeur énergétique aux habitats côtiers littoraux aquitains

Dans un premier temps, il est nécessaire de vérifier si les hypothèses posées par Cleveland (1984) (cf. 7.2.2) sont applicables en France.

Les informations sur le PIB français ont été recueillies sur le site Internet de l'INSEE.

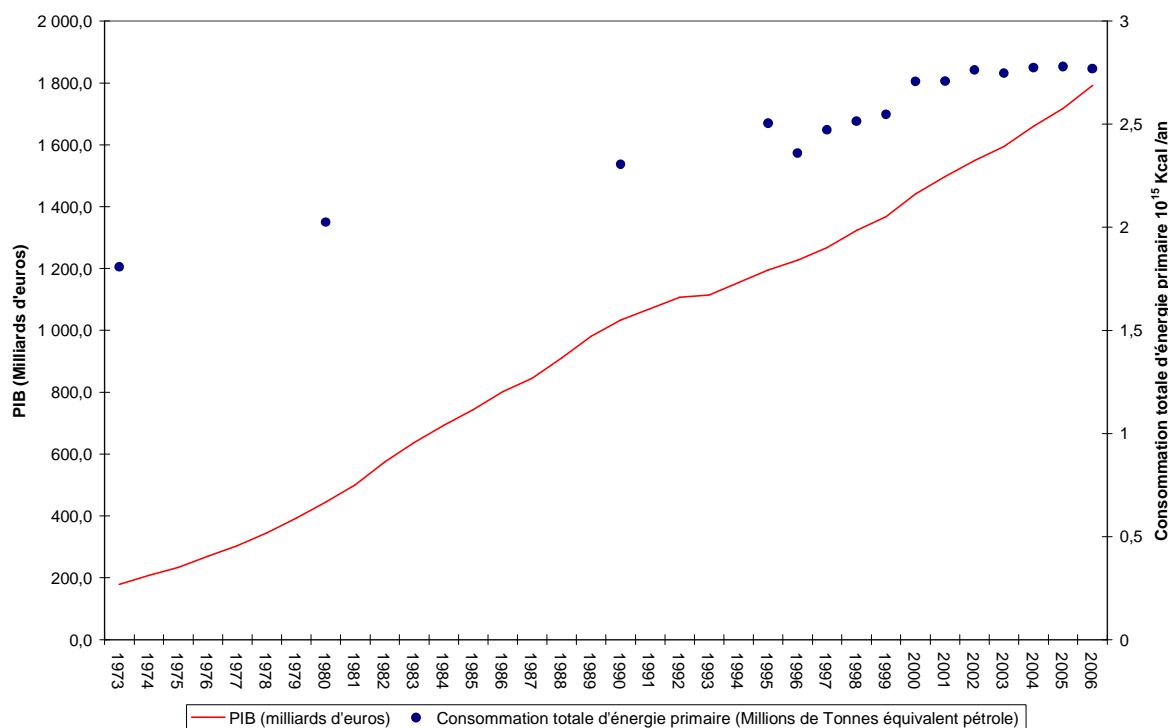


Figure 34 : Evolution annuelle du Produit Intérieur Brut français et de la consommation totale d'énergie primaire depuis 1973.

La relation de ces deux valeurs semble linéaire, ce que confirme la figure 35.

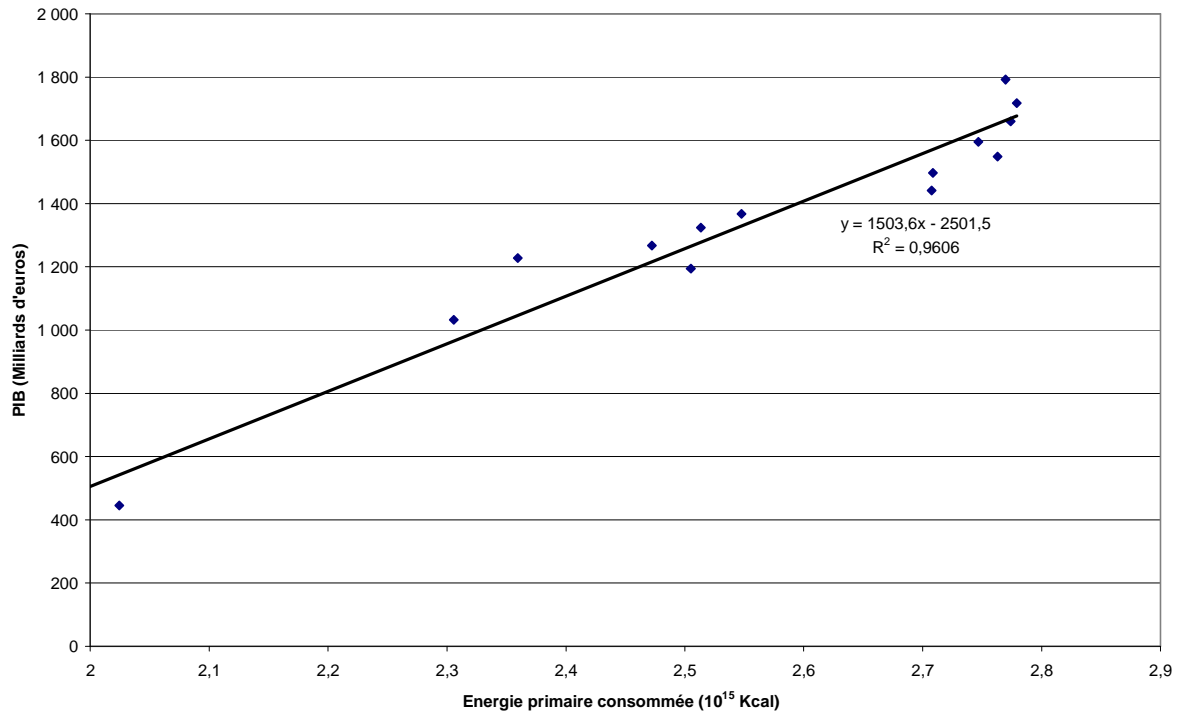


Figure 35 : Relation linéaire entre le PIB français et la consommation totale en énergie primaire depuis 1973.

Il existe une relation quasi linéaire entre le PIB français et la consommation totale d'énergie primaire corrigée du climat. Nous pouvons alors construire le graphique d'évolution du rapport "Consommation totale d'énergie primaire corrigée du climat / PIB" depuis 1973. Cette valeur (E/PIB) pour une année donnée permettra la conversion de l'énergie équivalente en valeur monétaire (Figure 36)

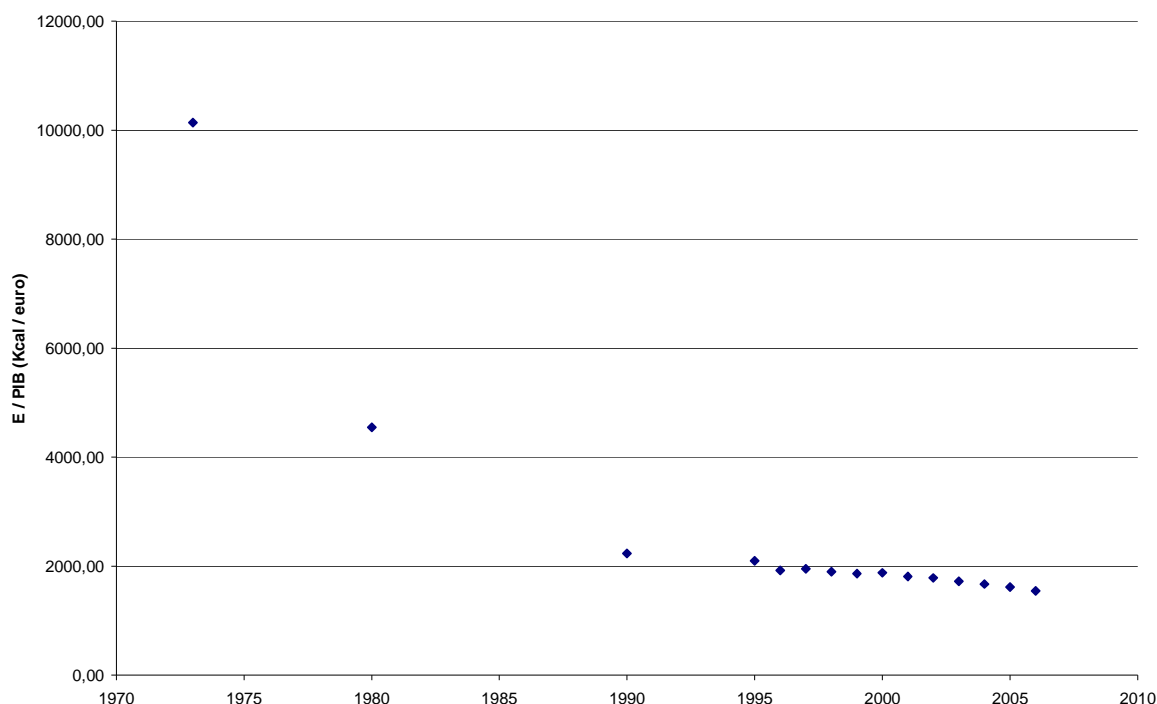


Figure 36 : Evolution du rapport "Energie consommée / PIB" depuis 1973.

Les hypothèses de Cleveland étant vérifiées, nous appliquerons la méthode de l'analyse énergétique à nos habitats pilotes.

7.3.1.1 Valeur économique de l'estuaire de la Gironde par la méthode d'analyse énergétique

Nous avons détaillé paragraphe 3.3 tableau 1 le calcul de la production primaire dans l'estuaire de la Gironde. Nous considérerons donc que cette valeur est égale à 120 000 tonnes de carbone pour l'année 2000 et une surface de 635 km². La valeur de E/PIB pour l'année 2000 est de 1 878,54 Kcal/euro (Figure 36).

Tableau 8 : Etapes de calcul permettant de passer de la production primaire nette à la valeur monétaire dans l'estuaire de la Gironde

Données nécessaires	Valeurs	Calculs effectués
Biomasse nette 2000 (g de carbone / m ² / an)	189	
		* 39
Energie de biomasse (Kilojoules / m ² / an)	7371	
		* 0,238902957619
Energie de biomasse (Kilocalories / m ² / an)	1760,9537	
		/ 20
Energie équivalente en carburant fossile (Kilocalories / m ² / an)	88,047685	
		/ E/PIB (2000) = 1878,54 Kcal /
Valeur monétaire (Euro / m ² / an)	0,0468703	

On obtient donc une valeur économique moyenne de l'estuaire de la Gironde de 0,047 €/m²/an, soit 30 millions d'€ pour une superficie de 635 km².

7.3.1.2 Valeur économique du Bassin d'Arcachon par la méthode d'analyse énergétique

Nous avons détaillé paragraphe 3.3 tableau 2 le calcul de la production primaire du bassin d'Arcachon qui est comprise entre 37 478 et 39 560 tonnes de carbone dans les années 1990. Nous considérerons donc pour nos calculs la valeur minimale de 37 478 T de C / an pour une surface à marée haute²⁰ de 18 232 ha (Source : Ifremer), soit 206 g de carbone / m² / an. La valeur de E/PIB pour l'année 1990 est de 2 232,09 Kcal/euro (Figure 36).

Tableau 9 : Etapes de calcul permettant de passer de la production primaire nette à la valeur monétaire dans le bassin d'Arcachon

Données nécessaires	Valeurs	Calculs effectués
Biomasse nette 1990 (g de carbone / m ² / an)	206	
		* 39
Energie de biomasse (Kilojoules / m ² / an)	8034	
		* 0,238902957619
Energie de biomasse (Kilocalories / m ² / an)	1919,346362	
		/ 20
Energie équivalente en carburant fossile (Kilocalories / m ² / an)	95,96731808	
		/ E/PIB (1990) = 2232,09 Kcal / euros
Valeur monétaire (Euro / m ² / an)	0,042994377	

On obtient donc une valeur économique moyenne du bassin d'Arcachon de 0,043 €/m²/an soit environ 8 millions d'€ pour une superficie de 18 232 ha.

Cette estimation ne tient pas compte des autres compartiments de la production primaire (zostère, microphytobenthos...), nous pouvons donc penser qu'elle est sous estimée.

7.3.1.3 Valeur économique de la bande côtière aquitaine par la méthode d'analyse énergétique

Dans la littérature et dans les délais inhérents à cette étude, nous avons seulement la production primaire nette **du Canyon du Cap Ferret** estimée par Laborde *et al.* (1999) entre 145 et 170 grammes de carbone / m² / an (tableau 10). La valeur de E/PIB pour l'année 1999 est de 1 862,38 Kcal/euro (Figure 36).

²⁰ Au vu des compartiments considérées pour le calcul de la production primaire (halophytes des schorres...) nous considérons la surface du bassin à marée haute.

Tableau 10 : Etapes de calculs permettant de passer de la production primaire nette à la valeur monétaire sur le littoral aquitain.

Données nécessaires	Valeur basse	Valeur haute	Calculs effectués
Biomasse nette 1999 (g de carbone / m ² / an)	145	170	
			* 39
Energie de biomasse (Kilojoules / m ² / an)	5655	6630	
			* 0,238902957619
Energie de biomasse (Kilocalories / m ² / an)	1350,996225	1583,926609	
			/ 20
Energie équivalente en carburant fossile (Kilocalories / m ² / an)	67,54981127	79,19633045	
			/ E/PIB (1999) = 1 862,38 Kcal /
Valeur monétaire (Euro / m ² / an)	0,036270692	0,04252426	

Pour le canyon du Cap Ferret, la valeur économique est donc comprise entre 0,036 et 0,042 €/m²/an.

Cette estimation n'est basée que sur la production phytoplanctonique et ne tient pas compte des phénomènes d'up-welling qui apparaissent au Sud. Or les régions marines d'up-welling produisent entre 300 et 400 g de carbone / m² / an (Frontier et Viale,1998). On peut donc penser que l'estimation de la valeur économique est sous estimée.

Les données étant très ciblées, il n'est pas envisageable d'extrapoler cette valeur monétaire à la côte Aquitaine.

7.3.1.4 Synthèse des valeurs économiques de nos habitats pilotes

Les valeurs monétaires de nos trois sites pilotes ne peuvent être comparées du fait que les valeurs de production primaire ne sont pas toutes ciblées pour une même année de référence et n'ont pas toujours été calculées à partir des mêmes paramètres.

- la production primaire de l'estuaire de la Gironde ne comprend pas la production végétale des phanérogames. La valeur monétaire est donc sous-estimée et correspond à l'année 2000.
- la production primaire du bassin d'Arcachon est relativement complète et semble donc donner une bonne idée de la valeur économique du site pour l'année 1990.
- Le canyon du cap ferret, situé à environ 90 km de la côte, ne donne qu'une image très locale de la production primaire et ce pour l'année 1999.

Toutefois, pour des raisons de clarté, nous rassemblerons les valeurs estimées sur le même graphique (figure 37).

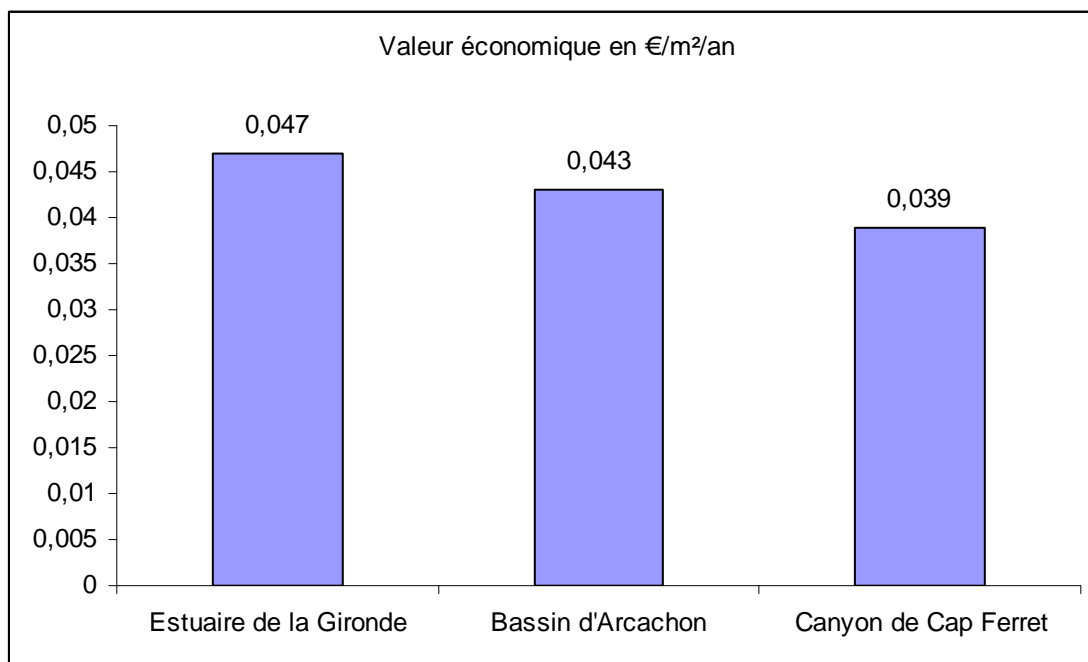


Figure 37 : Estimation de la valeur économique de nos sites pilotes en €/m²/an

7.3.2 Exemples d'une évaluation économique par la méthode de l'analyse énergétique

En Louisiane, Faber *et al.* (1987) ont utilisé la méthode de l'analyse énergétique pour évaluer les zones humides et les habitats marins. Par exemple, les chercheurs ont étudié le cas des marais salés dont l'énergie primaire brute mesurée est de 48 000 Kcal/m²/an. Cette quantité d'énergie primaire correspond à 2 400 Kcal de carburant fossile/m²/an (relation de 20 pour 1). La proportion entre la production primaire (apports énergétiques) et la production nette (utilisée par les différents niveaux de la chaîne alimentaire) est estimée à 0,26. Ils obtiennent par cette succession de calculs, la valeur de la production d'énergie utilisable par le système, c'est-à-dire la valeur de l'habitat considéré soit **624 dollars par hectare et par an** pour les marais salés de Louisiane, ce qui correspond à **0,041 €/m²/an**

En comparaison, la valeur économique que nous avons estimée est de 0,043 €/m²/an pour le bassin d'Arcachon et 0,047 €/m²/an pour l'estuaire de la Gironde. Nous sommes donc dans les mêmes proportions.

7.3.3 Application de l'outil de Costanza aux habitats côtiers littoraux

Dans un premier temps, nous avons identifié, parmi les services rendus définis par Costanza *et al.*, ceux en lien avec l'activité de pêche (cf. Tableau 7). Il est nécessaire ensuite de réévaluer leur valeur par hectare à la valeur de l'euro en 2006 (Figure 38 et Tableau 11)

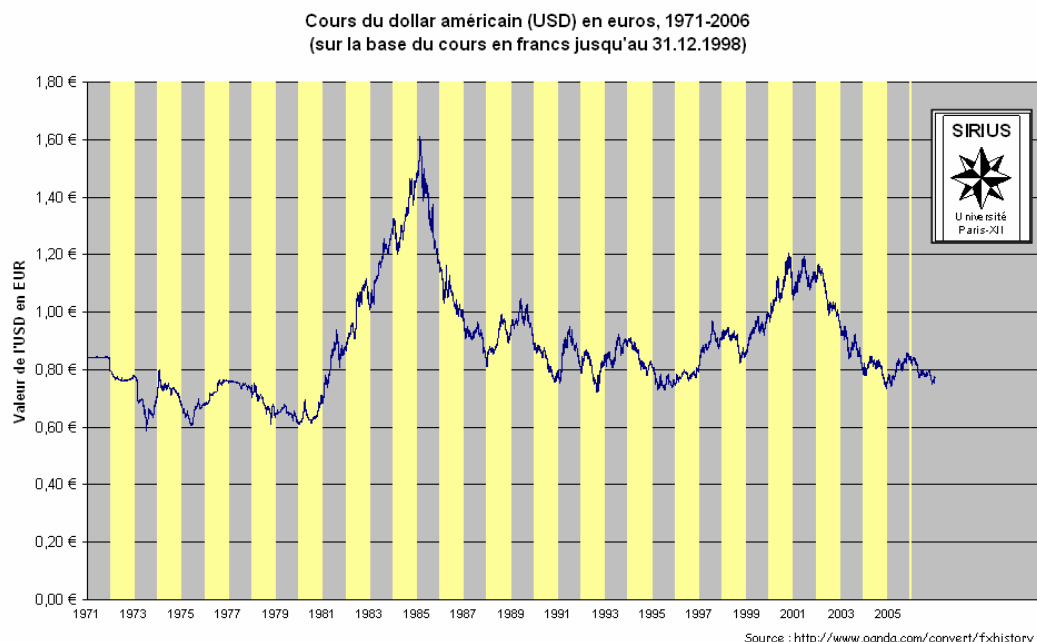


Figure 38 : Evolution du cours du dollar américain en euros depuis 1971
(Source : Université paris XII)

Pour la conversion, nous considérerons qu'en 1994 (date utilisée par Costanza), 1 dollar valait 0,85 €.

Tableau 11 : Tableau de conversion de la valeur des services rendus par hectare de dollars (1994) en euros (1994).

Services rendus par l'écosystème	Valeur du service (US dollar / ha / an) par type		Valeur du service (euro 1994 / ha / an)	
	Côtier	Estuarien	Côtier	Estuarien
Cycle des nutriments	\$3 677	\$21 100	3 125 €	17 935 €
Contrôle biologique	\$38	\$78	32 €	66 €
Habitat / Refuge	\$8	\$131	7 €	111 €
Production de nourriture	\$93	\$521	79 €	443 €
Total	\$3 816	\$21 830	3 244 €	18 556 €

Il s'agit désormais d'appliquer l'inflation de l'euro depuis 1994 (tableau 12) suivant les années de calcul de la production primaire pour chaque site d'étude. Le site Internet <http://inflation.free.fr/index.php> nous indique la conversion suivante :

1 € (1994) = 1.08 € (2000)

1 € (1994) = 1.06 € (1999)

1 € (1994) = 0.91 € (1990)

Tableau 12 : Réévaluation de la valeur des services rendus en 1994 à la valeur de l'euro en 2000 ; 1999 et 1990.

Services rendus par l'écosystème	Valeur du service (euro 1994 / ha / an)		Valeur du service (euro 2000 / ha / an)	Valeur du service (euro 1999 / ha / an)	Valeur du service (euro 1990 / ha / an)
	Côtier	Estuarien	Estuarien	Côtier	Estuarien
Cycle des nutriments	3 125 €	17 935 €	19 370 €	3 313 €	16 321 €
Contrôle biologique	32 €	66 €	71 €	34 €	60 €
Habitat / Refuge	7 €	111 €	120 €	7 €	101 €
Production de nourriture	79 €	443 €	478 €	84 €	403 €
Total	3 244 €	18 556 €	20 039 €	3 438 €	16 885 €

7.3.3.1 Application de l'outil de Costanza à l'estuaire de la Gironde

L'estuaire de la Gironde s'étend sur une superficie de 625 km² soit 62 500 hectares. L'application des outils de Costanza permet d'estimer une valeur totale d'environ 1,4 milliards d'euros, soit **2 € / m² / an** (Tableau 13).

Tableau 13 : Estimation de la valeur des services rendus par l'estuaire de la Gironde en 2000 et valeur totale.

Services rendus par l'estuaire de la Gironde	Valeur par hectare /an	Valeur totale / an
Cycle des nutriments	19 370 €	1 210 625 000 €
Contrôle biologique	71 €	4 437 500 €
Habitat / Refuge	120 €	8 437 500 €
Production de nourriture	478 €	29 875 000 €
Total	20 039 €	1 252 437 500 €

7.3.3.2 Application de l'outil de Costanza au Bassin d'Arcachon

Comme développé au paragraphe 3.2.1, le bassin d'Arcachon peut être considéré comme un estuaire et, dans la typologie mise en place par Costanza (Tableau 7), il appartiendra donc au même type de biomes que l'estuaire de la Gironde, mais l'année de référence est 1990 (pour permettre une comparaison éventuelle avec la méthode énergétique).

Tableau 14 : Estimation de la valeur des services rendus par le bassin d'Arcachon en 1990 et valeur totale.

Services rendus par l'estuaire de la Gironde	Valeur par hectare /an	Valeur totale / an
Cycle des nutriments	16 321 €	155 865 550 €
Contrôle biologique	60 €	573 000 €
Habitat / Refuge	101 €	964 550 €
Production de nourriture	403 €	3 848 650 €
Total	16 885 €	161 251 750 €

La valeur économique est donc estimée à **1,69 €/m²/an** soit environ 161 millions d'euro pour une surface moyenne²¹ de 95,5 km².

7.3.3.3 Application de l'outil de Costanza à la bande côtière aquitaine

Tableau 15 : Estimation de la valeur des services rendus par la bande côtière littorale d'aquitaine en 1999.

Services rendus par l'écosystème	Valeur par hectare	Valeur totale / an (bande 1 mille)	Valeur totale / an (bande 12 milles)
Cycle des nutriments	3 313 €	162 570 875 €	1 950 731 250 €
Contrôle biologique	34 €	1 664 726 €	19 975 488 €
Habitat / Refuge	7 €	364 159 €	4 369 638 €
Production de nourriture	84 €	4 109 792 €	49 314 486 €
Total	3 438 €	168 709 551 €	2 024 390 862 €

La longueur de la bande côtière aquitaine est estimée à 265 km soit 490,78 km² pour la bande des 1 mille et 5 889 km² pour la bande des 12 milles.

La valeur de la bande côtière est donc estimée à environ **0,34 €/m²**.

7.3.4 Limites et critiques des méthodes utilisées et des estimations

La mise en parallèle des valeurs estimées par la méthode de l'analyse énergétique et par les outils de Costanza montre une différence notable entre ces valeurs (Figure 39). Toutefois, l'application de l'outil de Costanza *et al.* à nos 3 sites pilotes n'avait pas pour objectif une comparaison entre les résultats obtenus mais permettait de tester les outils mis en place par

²¹ N'ayant pas le détails des compartiments considérés par Costanza dans le calcul de la production primaire, nous prendrons la surface moyenne du bassin et non la surface à marée haute

cette équipe et qui ont fait l'objet de nombreuses critiques mais également ont été à la base de nombreux travaux sur la valeur économique des écosystèmes.

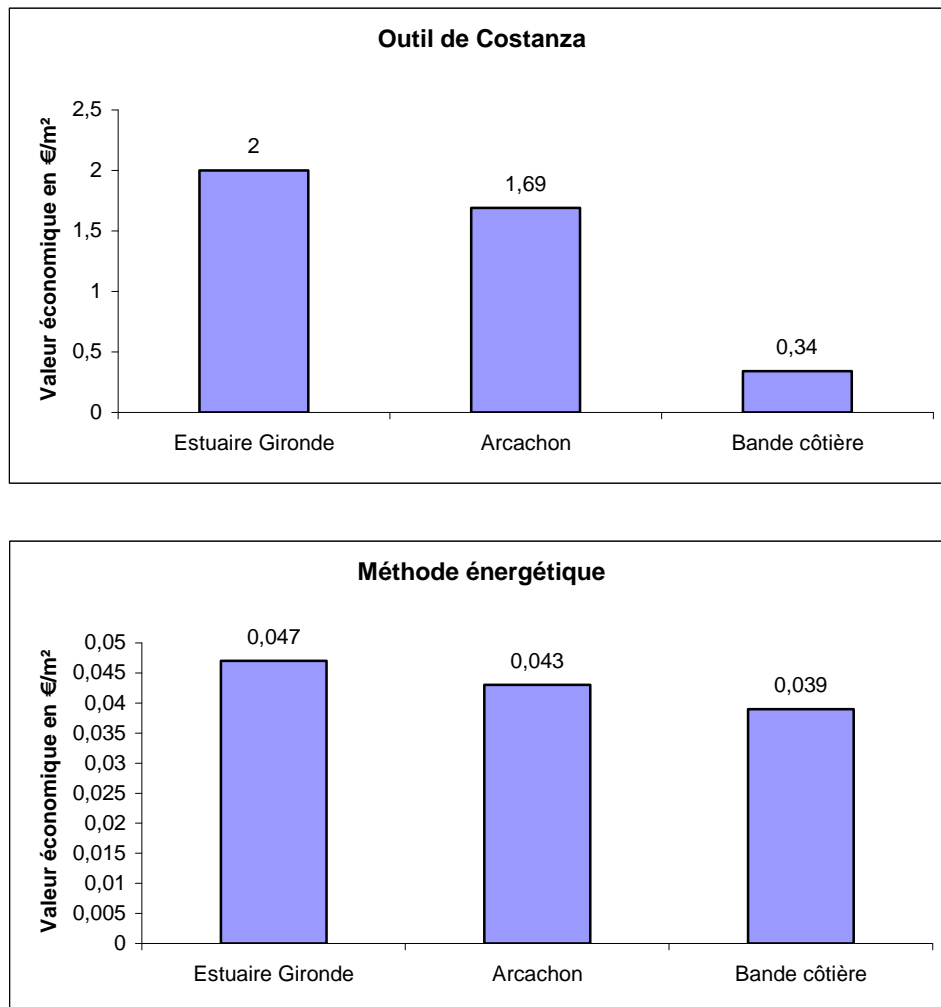


Figure 39 : Valeur économique de la zone d'étude en fonction de la méthode utilisée

Ces différences s'expliquent avant tout par la nature des données utilisées pour les estimations. Les outils de Costanza prennent en compte la **composante marchande et non marchande** des services fournis par les écosystèmes alors que nous n'avons considéré, dans la méthode de l'analyse énergétique, que l'habitat en tant que bien non marchand.

En outre, il faut également noter que l'estimation réalisée par Costanza *et al.* concerne l'année 1994, alors que nos estimations concernent, selon les sites, les années 2000 (Gironde), 1999 (canyon du Cap Ferret) et 1990 (Arcachon).

7.3.4.1 Méthode de l'analyse énergétique

La méthode de l'analyse énergétique a suscité de vives réactions de la part de l'ensemble de la communauté scientifique et a été considérée trop superficielle tant au niveau du modèle économique qu'au niveau de la prise en compte des ressources naturelles.

Toutefois, depuis les années 1970, elle a fait l'objet de plusieurs applications dans différents pays, dont celle de Faber et Costanza pour estimer la valeur de marais salé en Louisiane (1987) ou celle de Kratena en Australie (2004) dans le but de calculer la valeur de l'activité de l'écosystème.

La plupart des méthodes disponibles aujourd'hui et décrites dans le document de Jordi *et al.* 2005, ont fait l'objet de critiques et de remise en question. Comme le précise Costanza (com. pers.), aucune méthode n'est totalement idéale pour l'estimation de la valeur économique d'un habitat, et toutes ont leurs biais.

Cela s'explique en partie par le fait qu'un site naturel est la source de nombreux services très variés (tourisme, industrie, pêche, qualité de vie pour les habitants, *etc.*) et que donc, sa valeur économique peut être plus ou moins difficile à établir selon la complexité de cet écosystème. A cela s'ajoute le fait que, concevoir attribuer une valeur patrimoniale à un écosystème en considérant que cette valeur représente l'estimation économique du patrimoine en question n'est pas facilement acceptable par tous.

Dans nos estimations, une des limites est également la nature de la donnée utilisée. Comme nous avons vu au chapitre 7.3.1.4, dans la littérature, la production primaire n'est pas toujours obtenue à partir des mêmes informations ce qui rend impossible la comparaison des sites entre eux mais également le suivi de la valeur économique d'un site dans le temps. Les valeurs économiques proposées sont donc très ponctuelles et sous-estimées du fait du manque de données disponibles.

7.3.4.2 Outil de Costanza

Costanza *et al.*, reconnaissent qu'il existe de nombreux problèmes théoriques et pratiques inhérents à la production de cette estimation, et considèrent que ces estimations représente **une valeur minimale**.

Une partie de leur étude a consisté à définir les limites de la méthode, dont nous reprenons les principales ci dessous :

- L'estimation ne prend pas en compte de nombreuses catégories de services, qui n'ont pas encore été suffisamment étudiés pour permettre d'estimer leur valeur. Par exemple, la zostère est un habitat essentiel pour de nombreuses espèces piscicoles. Cette dimension n'est pour l'instant pas chiffrée et donc pas prise en compte dans l'estimation.
- Les prix courants, qui constituent la base de l'estimation, sont déformés pour un certain nombre de raisons, notamment le fait qu'ils excluent la valeur des services écosystémiques, le travail domestique et l'économie informelle.

- Dans de nombreuses études reprises par Costanza *et al.*, la valeur d'un écosystème est fondée sur l'actuelle volonté des individus à payer pour les services rendus par les écosystèmes, même si ces personnes peuvent être mal informées et leurs intérêts peuvent ne pas valablement intégrer l'équité sociale, la durabilité écologique et d'autres objectifs importants. Si, actuellement, nous vivions dans un monde écologiquement durable, socialement équitable et où chaque individu est conscient de sa connexion aux services que la nature lui rend, on obtiendrait des prix du marché et une volonté à payer supérieurs à ce que l'on observe. Cela conduirait à une augmentation de la valeur des services rendus par les écosystèmes.
- En calculant la valeur des services, on suppose généralement que les courbes de l'offre et de la demande ressemblent à la figure 32. En réalité, les courbes de l'offre pour de nombreux services fournis par les écosystèmes se rapprochent d'une ligne verticale, et les courbes de demande ont plus l'allure de la figure 33 approchant l'infini quand la quantité tend vers 0. Donc, l'excédent de consommation et de production et, par conséquent, la valeur totale des services fournis par les écosystèmes devrait également approcher l'infini.
- La méthode d'évaluation choisie suppose qu'il n'y a pas de seuil, de discontinuité ou d'irréversibilité dans les fonctions de réponse de l'écosystème. En réalité, ce n'est sûrement pas le cas. Par conséquent, cette évaluation donne une sous-estimation de la valeur totale
- L'extrapolation à l'échelle mondiale à partir d'estimations ponctuelles introduit des erreurs. Ils ont d'abord estimé la valeur des services rendus par les écosystèmes **par unité de surface** puis multiplié par la superficie totale de chaque biome. Ceci ne peut être considéré que comme une **première approximation grossière** qui introduit des erreurs en fonction du type de service et de l'hétérogénéité spatiale de l'écosystème.
- Pour éviter un double comptage, un cadre d'équilibre général qui pourrait directement intégrer l'interdépendance entre les fonctions de l'écosystème et ces services serait préférable à l'équilibre partiel utilisé dans le cadre de cette étude
- Les valeurs des fonctions individuelles des écosystèmes devraient être fondées sur des niveaux d'utilisation durable, en tenant compte à la fois de la capacité de charge pour les différentes fonctions (telles que la production de produits alimentaires ou de recyclage des déchets) et de l'effet combiné de l'utilisation simultanée de plusieurs fonctions. Les écosystèmes doivent être en mesure de fournir toutes les fonctions énumérées dans le tableau 5 simultanément et indéfiniment. Ce n'est certainement pas le cas actuellement pour certains services fournis par les écosystèmes, à cause de la surexploitation actuelle des prix.

- Ils n'ont pas intégré les "infrastructures" valeur de l'écosystème, comme indiqué plus haut, ce qui conduit à une sous-estimation de la valeur totale.
- Les comparaisons des évaluations entre pays sont biaisées par les écarts de revenus. Ils ont ramené le pouvoir d'achat relatif au produit national brut par habitant du pays concerné à celui des Etats-Unis. C'est un moyen très frustré de faire la correction.
- L'estimation est basée sur une photographie instantanée de ce qui est, en fait, un complexe système dynamique. Ils ont utilisé un modèle statique et à l'équilibre partiel dans le sens où la valeur de chaque service est calculée indépendamment et ajouté aux autres. Ceci ignore l'interdépendance complexe entre les services.

8 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les limites des méthodes utilisées, les nombreuses lacunes dans la connaissance des données de base (production primaire, estimation de la valeur de tous les services rendus) et l'ancienneté de certaines données ne nous permettent pas d'avancer de façon formelle une valeur économique pour les trois écosystèmes étudiés en regard de la pêche professionnelle. Toutefois, cet exercice nous paraît intéressant parce qu'il permet d'une part de mettre en relief les valeurs potentielles des services rendus par les écosystèmes, comme nous l'avons fait dans la première partie de notre étude, et d'autre part d'avoir une première approximation de l'ampleur relative des services rendus par les écosystèmes littoraux aquitains. Il est aujourd'hui de plus en plus admis que ces avantages naturels ont une valeur économique et que cette valeur doit être prise en compte dans les processus décisionnels.

Nous prenons donc conscience, avec ce type de travaux, du rôle essentiel joué par ces écosystèmes mais également des lacunes encore importantes existant sur la connaissance de ces milieux.

Aujourd'hui, l'évaluation économique se révèle un outil très utile pour établir la valeur d'un site naturel selon des termes accessibles à tous, soit en euro. Toutefois, du fait de la complexité et de la diversité des méthodes d'évaluation existantes, la conduite de telles évaluations exige une connaissance approfondie des avantages et des limites de chaque méthode.

La méthode de l'analyse énergétique apparaît particulièrement adaptée vis à vis de la pêche professionnelle et de l'aquaculture car elle est basée sur la production primaire du site. Cette production représente la base du réseau trophique et sa modification aura donc des répercussions à plus ou moins long terme sur les populations de poissons. Elle est également un lien direct avec la qualité de l'habitat étudié.

La méthode de fonction de production est certainement plus précise puisque basée sur la biomasse produite par unité de surface, toutefois les informations nécessaires à son application sont difficiles à acquérir et nécessitent un lourd travail de terrain. En effet, cette méthode reconnaît le rôle de la zone étudiée en tant qu'intrants dans la production halieutique, mais elle nécessite de connaître la biomasse des espèces produite par unité de surface ainsi que les prix de vente des espèces. Il peut être envisagé de mettre en place ce type de méthode sur des zones très restreintes avec un objectif précis mais l'utilisation de la méthode de l'analyse énergétique semble plus appropriée pour des zones plus étendues comme les estuaires. Dans ce cas, il est indispensable de posséder des données de production primaire précises et si possible, des séries historiques, qui permettront de suivre l'évolution du site dans le temps.

Il faut tout de même relativiser ces valeurs économiques et ne pas oublier que, dans cette étude, nous n'avons considéré les habitats que **d'un point de vue de la pêche professionnelle. Ces estimations ne représentent pas la valeur totale du milieu** et ne doivent pas être utilisées pour hiérarchiser la valeur des habitats étudiés. Comme le précise Peter Bridgewater, secrétaire exécutif de la Convention Ramsar, donner une valeur au vivant ne doit pas entraîner une discrimination des systèmes écologiques qui sont au contraire fondés sur la coopération et doivent être envisagés comme un tout.

En outre, ces estimations représentent des évaluations minimales en vue d'une indemnisation éventuelle suite à une pollution accidentelle par exemple. En aucun cas elles ne peuvent être envisagées dans le cadre de mesures compensatoires ni représenter un coût à la destruction de ces habitats.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdelmalki L., Mundler P., 1997. *Economie de l'environnement*. Hachette. Paris. 160 p.
- Abril G., Nogueira M., Etcheber H., Cabecadas G., Lemaire E., Brogueira M.-J., 2002. *Behaviour of organic carbon in nine contrasting European estuaries*. Estuar. Coast. Shelf Sci. 54, 241-262. In David et al., 2006
- Anonyme 1993. *Identification biogéographique des principaux stocks exploités en Manche, relations avec ceux des régions voisines*. Rapport Ifremer DRV 93-028.
- Anonyme 2002. Pour une approche intégrée de gestion des zones côtières. *Commission environnement littoral, Rapport au gouvernement*. 82 p.
- Barbier E.B., Acreman M., Knowell D., 1997. *Evaluation économique des zones humides : guide à l'usage des planificateurs*. Bureau de la Convention de Ramsar [Ed]. York. 144 p.
- Beck MW, Heck KL, Able KW, Childers DL, Eggleston DB, Gillanders BM, Halpern B, Hays CG, Hoshino K, Minello TJ, Orth RJ, Sheridan PF, Weinstein MP, 2001. *The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates*. BioScience 51 : 633-641.
- Birrien J.L., 1987. *Cycle de variation des éléments nutritifs et du phytoplancton en baie de Douarnenez et dans les secteurs adjacents : importance du front côtier d'Iroise*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale, Brest. 160 p.
- Bolle LJ, Dapper R, Witte JIJ, Van der Veer HW, 1994. *Nursery grounds of dab (Limanda lamanda) in the southern North sea*. Neth J Sea Res. 32 : 299 – 307.
- Bolopion J., Forest A., Sourd J., 2000. *Rapport sur l'exercice de la pêche dans la bande côtière française*. Ministère de l'agriculture et de la pêche.
- Burdloff D., Gasparini S., Etcheber H., Villate F., 2000. *Particulate food value and its biological implication in estuarine ecosystems : effects on Eurytemora affinis copepod*. Ozeanografika 3, 203-215. In David et al., 2006.
- Cleveland C.J., Costanza R., Hall C.A.S., Kaufmann R., 1984. *Energy and the United States Economy : a biophysical perspective*. Science, Vol 225, pp 890-897.
- Costanza R., Faber S.C., Maxwell J., 1989. *Valuation and management of wetland ecosystems*. Ecological economics, 1 : 335-361.
- Costanza, R., D'Arge. R., De Groot. R., Farber. S., Grasso. M., Hannon. B., Naeem. S., Limburg. K., Paruelo. J., O'Neill. R.V., Raskin. R., Sutton. P., Van Den Belt. M., 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature 387: 253-260.
- Dauvin J.C., 1997. *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantiques, manche et mer du nord. Synthèse, menaces et perspectives*. MNHN. 349 p.

David V., Sautour B., Galois R., Chardy P., 2003. *The paradox high zooplankton biomass – low vegetal particulate organic matter in high turbidity zones: what way for energy transfer ?* J. of Experimental Marine Biology and Ecology 333. 202-218.

De Casamajor M.N., 2004. *Baie de Biscaye - Richesse méconnue et diversité*. Alexandre Dewez Editeur. 260 p.

Deegan LA, Fin JT, Ayvazian SG, Ryder-Kieffer CA, Buonaccorsi J, Septembre 1997. *Development and validation of an estuarine biotic integrity index*. Estuaries Vol. 20, N° 3, p. 601-617.

Faber S.C., Costanza R., 1987. *The economic value of wetland systems*. Journal of environment management. 24 : 41-51.

Faber S.C., Costanza R., Wilson M.A. 2002. *Economic and Ecological concept for valuing ecosystem services*. Ecological Economics, 41, pp 375-392.

Frontier S., Pichod-Viale D., 1998. *Ecosystème : structure fonctionnement évolution*. Dunod. Paris. 447 p.

Gasparini S., Castel J., 1999. *Autotrophic and heterotrophic nanoplankton in the diet of the estuarine copepods Eurythemora affinis and acartia bifilosa*. J. Plankton Res. 19, 877-890. In David et al., 2006.

Glangeaud L., 1938. *Transport et sédimentation dans l'estuaire et à l'embouchure de la Gironde, caractères pétrographiques des formations fluviales, saumâtres, littorales et néritiques*. In Dauvin, 1997.

Glé C., Del Amo Y., Sautour B., Laborde P., Chardy P., 2007. *Variability of nutrients and phytoplankton primary production in a shallow macrotidal coastal ecosystem (Arcachon Bay, France)*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1-15.

Goinard N, 1993. *Importance économique des espèces à écophase estuarienne dans les pêcheries du golfe de Gascogne*. Convention APEEL/ADERET n° 2201 AB du 1/5/93, Université de Nantes, Ifremer.

Gueguiner B., 1982. *Variation qualitative du phytoplancton dans un écosystème eutrophe fortement soumis aux effets des marées : la rade de Brest*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest. 123 p.

Irigoien X., Castel J., 1997. *Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary : the Gironde (SW France)*. Estuarine, Coastal and shelf Science 44, 507-517

Jordi J., Muchiut S., Aubin D., 2005. *Valeur patrimoniale d'un écosystème. Recueil de méthodologies d'évaluation – premiers éléments vers une application au milieu estuarien*. AGLIA / IMA. 43 p.

Kaufmann R.K., 1992. *A biophysical analysis of the energy / real GDP ration : implications for substitution and technical change*. Ecological Economics 6, 35-56. In Farber et al. 2002.

Kratena K., 2004. *Ecological value added in an integrated ecosystem - economy model – an indicator for sustainability*. Ecological economics, 48, pp 189-200.

L'Yavanc, 1995. *Evolution bathymétriques et morphologiques du bassin d'Arcachon*. Rapport Interne Ifremer, DEL 95/12. 82 p + annexes

Laborde P., Urrutia J., Valencia V., 1999. *Seasonal variability of primary production in the Cap-Ferret Canyon area (Bay of Biscay) during the ECOFER cruises*. Deep-Sea Research Part II 46, 2057-2079. In Glé et a. ; 2007.

Langton RW, Steneck RS, Gotceitas V, Juanes F, Lawton P, 1996. *The interface between fisheries research and habitat management*. North American Journal of Fisheries Management. North Am J Fish Manage 16 : 1-7 In Laffargue 2004.

Larffargue P, 2004. *Interactions entre comportement et variations de la croissance des juveniles de la sole (Solea solea) dans les nourriceries des pertuis Charentais*. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle. 184 p.

Lasure P., Jégou A.M., 1998. *3D modelling of seasonal evolution of Loire and Gironde plumes on Biscay Bay continent shelf*. Oceania Acta, 21 : 165-177.

Le Pape O., Chauvet F., Desaunay Y., Guerault D., 2003. *Relationship between interannual variations of the river plume and the extent of nursery grounds for the common sole (Solea solea, L.) in Vilaine Bay. Effects on recruitment variability*. Journal of sea research 50. 177-187.

Le Pape O., 2005. *Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier. Les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées*. Ifremer / Agrocampus. 78 p.

Lenanton R.C., Potter I.C., 1987. *Contribution of estuaries to commercial fisheries in temperate Western Australia and the concept of estuarine dependence*. Estuaries Vol 10, N°1, p 28-35

Lévêque C, 1995. *L'habitat : être au bon endroit au bon moment ?* Bull. Fr. Pêche Pisc. 337-338-339 : 9-20.

Lobry J., 2004. *Quel référentiel de fonctionnement pour les écosystèmes estuariens ?* » Thèse de doctorat. Université Bordeaux 1. 204 p.

Mc Lusky D.S., 1981. *The estuarine ecosystem*. Wiley, New York, 150 p. In Lobry 2004.

Migniot C., 1969. *Estuaire de la Gironde : synthèse des phénomènes naturels. Etude de l'évolution des fonds*. Rapport général. Lab. Central, Paris.

Miller JM, Reed JP, Pietrafesa LJ, 1984. *Patterns, mechanisms and approaches to the study of migrations of estuarine dependent fish larvae and juveniles*. In Le Pape, 2005.

- Popovsky J., Pautrizel F. 2005. *Bassins conchylicoles aquitains*. Rapport AGLIA/IMA. 31 p.
- Richard N., *Etat des lieux des différents usages pour une gestion durable des pêches sur le littoral aquitain*. Rapport CRPMEM Aquitaine / IMA. 80 p.
- Rijndorp AD, Van Bexk FA, Flatman S., Millner RM, Riley JD, Giret M., De Clerck R., 1992., *Recruitment of sole stocks, Solea solea (L.), in the northeast atlantic*. Neth J Sea Res 29 : 173-192. In Le Pape, 2005.
- Salomon J.C., Breton M., 1993. *Arcachon : l'hydrodynamique par la modélisation mathématique* : Rapport interne Ifremer, DEL 12/95.
- Sluka RD, Chiappone M., Sullivan Sealey KM, 2001. *Influence of habitat on grouper abundance in the Florida Keys, U.S.A*. J Fish Biol 58 : 682 – 700.
- Sottolichio A., 1999. *Modélisation de la dynamique des structures turbides (bouchon vaseux et crème de vase) dans l'estuaire de la Gironde*. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux 1. 184 p.
- Stoner A., 2003. *What constitutes essential nursery habitat for a marine specis ? A case study of habitat form and function for queen conch*. Mar Ecol Prog Ser 257 : 275 – 289.
- Valiela I., 1995. *Marine ecology precesses, 2nd ed. springer : the nitrogen budget of a salt march ecosystem*. Nature 280 : 652-656.
- Verger F, 2005. *Marais et estuaires du littoral français*. Ed Belin. 323 p.