

Programme régional

Environnement et ressources des milieux marins aquitains

RAPPORT SYNTHÉTIQUE D'ACTIVITÉ 2008



PROGRAMME REGIONAL ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES DES MILIEUX MARINS AQUITAINS

Le Programme régional « Environnement et ressources des milieux marins aquitains » constitue une démarche inter organismes et pluridisciplinaire comptant actuellement **neuf participants principaux** :



Avec le partenariat de :



**PROGRAMME REGIONAL
ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES DES MILIEUX MARINS AQUITAINS**

Rapport synthétique d'activité 2008

Rédacteurs :

Castège Iker (CMB), Hémerly Georges (MNHN), Pautrizel Françoise (Musée de la Mer), d'Elbée Jean (LAPHY).

Participants en 2008 :

Soulier Laurent (IMA), Lalanne Yann (UFR Côte Basque), Scaviner Christelle (Musée de la Mer), D'Amico Frank (UPPA), Pascale Fossecave (IMA), Mouchès Claude (UPPA).

Moyens techniques en mer 2008 :

*Douanes Françaises (Vedette Haïze Hegoa, Bayonne),
Service nautique à Ciboure, Centre de Secours Principal du BAB (Pompiers).*

Site internet : www.ermma.fr

Contact :

contact@ermma.fr

Georges HEMERY

[MUSEUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE](#)

[Département d'Ecologie et Gestion de la Biodiversité - USM 0305](#)

[Station Maritime de Recherche](#)

[Plateau de la Petite Atalaye](#)

[64200 - Biarritz](#)

[tél. : 09 50 76 64 02](#)

[e-mail : georges.hemery@univ-pau.fr](mailto:georges.hemery@univ-pau.fr)

Iker CASTEGE

[CENTRE DE LA MER DE BIARRITZ](#)

[Plateau de la Petite Atalaye](#)

[64200 - Biarritz](#)

[tél. : 05.59.22.33.34](#)

[e-mail : iker.castege@univ-pau.fr](mailto:iker.castege@univ-pau.fr)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
I - PRELEVEMENTS, DONNEES DE TERRAIN	7
<i>I – 1. Oiseaux marins</i>	7
<i>I – 2. Cétacés</i>	10
I – 2.a. Suivi des cétacés en mer.....	10
I – 2.b. Suivi des données sur les échouages	10
<i>I – 3. Peuplements benthiques</i>	11
I – 3.a. Suivi benthique en milieu rocheux (département 64)	11
I – 3.b. Suivi benthique en milieu sableux (département 40).....	13
<i>I – 4. Suivi des données des pêches</i>	14
<i>I – 5. Suivi des données planctoniques</i>	15
<i>I – 6. Gestion des données</i>	16
II – EXEMPLES DE TRAVAUX	19
<i>II – 1. Impact de pollutions et d’activités humaines</i>	19
<i>II – 2. Veille écologique</i>	21
<i>II – 3. Définition et suivi des zones sensibles</i>	24
<i>II – 4. Connaissance et évolution des écosystèmes marins</i>	26
III – COMMUNICATION DES RESULTATS	30
<i>III – 1. Auprès du public non spécialisé</i>	30
<i>III – 1. Auprès du public spécialisé</i>	33
CONCLUSION	36
ANNEXES	

INTRODUCTION :

Le programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains) est un regroupement d'organismes pluridisciplinaires scientifiques et techniques mis en place fin 2004 à l'initiative Muséum National d'Histoire Naturelle.

Ce programme porté par le Centre de la Mer de Biarritz vise à **suivre et comprendre l'évolution de la biodiversité marine en Aquitaine** par la connexion et l'analyse de séries de données. Il concerne le secteur compris depuis le littoral jusqu'à la limite de la Zone Économique Exclusive française des 200 milles nautiques (360 km) au large de la Gironde, des Landes et des Pyrénées Atlantiques.

Le programme a permis depuis sa mise en place le développement de nombreux travaux pluridisciplinaires portant sur la **connaissance des ressources biologiques marines ainsi que sur les causes de leurs évolutions** (impact du Prestige, des changements climatiques ; définition des Aires Marines Protégées...). Cette période a également permis de fédérer des données (**états de référence**) et des compétences dans différents domaines tels : oiseaux, cétacés, plancton, peuplements benthiques, poissons, données climatiques, etc... Ce programme repose sur les bases nationales de données acquises depuis plus d'un quart de siècle et bénéficie de l'expérience scientifique et technique des différentes équipes.

Le programme ERMMA fédère ainsi actuellement 9 organismes principaux :

- **Muséum National d'Histoire Naturelle** (MNHN, Station Maritime de Recherche à Biarritz, USM305 Département d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité)
- **Université de Pau et des Pays de l'Adour** (UFR Sciences et Techniques d'Anglet, département d'Ecologie)
- **Météo France** (Région Aquitaine et Station de Bayonne - Anglet - Biarritz)
- **Douanes Françaises**
- **Affaires Maritimes**
- **Institut des Milieux Aquatiques (IMA)**
- **Centre de la Mer de Biarritz**
- **Musée de la Mer** de Biarritz
- **Laboratoire de Prélèvements Hydrobiologiques (LAPHY).**

Les données collectées et mutualisées par ces différents acteurs sont ensuite croisées et analysées pour comprendre les causes et mécanismes des évolutions des peuplements marins.

Ces actions entrent dans le cadre d'objectifs généraux visant à la connaissance des interactions entre les changements globaux (océano climatiques...) et les activités humaines (pollutions, aménagements...) afin en particulier de fournir un outil d'aide à la décision pour les acteurs et gestionnaires des milieux marins.

Elles bénéficient du partenariat du Conseil Général des Landes, des Pyrénées atlantiques, de l'Etat par son Secrétariat Général aux Affaires Régionales aquitain ainsi que celui du Conseil Régional d'Aquitaine.

Depuis 2008, Les données mutualisées par le programme alimentent le volet « *Patrimoine et environnement côtier* » pour l'Observatoire de la Côte Aquitaine.

Ce compte rendu présente de manière synthétique les actions et études menés en 2008 par le programme ERMMA.

Le premier aspect concerne l'**acquisition et la mise à jour des données biologiques en 2008**. Ces relevés portent sur les principaux maillons de la chaîne alimentaire (planctons, benthos, poissons, cétacés, oiseaux marins). De plus, de nouvelles stations de suivi ont été mises en place en 2008 afin de compléter l'état des connaissances actuelles.

L'ensemble de ces données est ensuite stocké, géré et croisé au sein de la **métabase de données géoréférencées** sur le milieu marin aquitain. Cette outil est chaque année amélioré afin d'optimiser la gestion des informations en accroissement.

Le croisement de ces données de références actualisées permet le développement de **recherches** (fondamentales et appliquées) **sur la connaissance** des milieux marins et de leurs évolutions.

Enfin, les problématiques abordées et les résultats ont été **communiqués** sous différentes formes.

I - Prélèvements, données de terrain



En 2008, les **données de terrain** ont été régulièrement mises à jour permettant l'enrichissement des bases de données. L'acquisition de données de référence est développée pour permettre de suivre l'évolution des milieux et prévoir les changements à venir. L'actualisation de ces données de terrain est également nécessaire afin de disposer d'états de référence adéquats pour évaluer l'impact d'événements (pollutions, aménagements...). Ces données viennent compléter l'importance remarquable des données sur l'état écologique des milieux marins.

Plus de **310 000 données** sur des indicateurs biologiques (cétacés, oiseaux, poissons, benthos, planctons...) ont été collectées **en 2008** et sont rassemblées et gérées dans la Méta-base de données sur les milieux marins aquitains avec **actuellement au total plus de 3 700 000 données brutes**.

En 2008, les Métadonnées concernant les suivis benthiques effectués (département 64 et département 40), les échouages de mammifères marins ainsi que sur les relevés en mer effectués sur les oiseaux marins et terrestres ont été fournies à **l'Observatoire de la Côte Aquitaine** pour développer le volet « Patrimoine et environnement côtier ».

I – 1. Oiseaux marins



Le suivi des populations d'oiseaux marins et de cétacés a été initié en 1976 par le Muséum National d'Histoire Naturelle. Le LAPHY, le Centre de la Mer de Biarritz et l'UPPA (UFR Sciences et Techniques d'Anglet, Département d'Ecologie) participent également sur le terrain à ce suivi des populations marines.

Ce suivi met en œuvre des moyens matériels lourds en navires (Figure 1) et avions dans le cadre d'un accord national de coopération entre le Muséum National d'Histoire Naturelle et les Douanes Françaises.

Le protocole de recueil de données en mer est rigoureusement standardisé et est identique depuis 1976 ce qui permet ainsi la comparaison des données et le suivi de ces populations.

Ces relevés effectués mensuellement permettent de suivre l'évolution de l'abondance des oiseaux marins et des cétacés (**50 espèces** principales d'oiseaux marins et **4 espèces** principales de cétacés) ainsi que des espèces terrestres présentes au cours de leurs migrations.

Depuis la mise en place du programme ERMMA, les échantillonnages aux abords du Gouf de Capbreton (Landes et Pyrénées Atlantiques) ont été favorisés (Figure 1). En effet, le Gouf de

Capbreton, unique en Europe, entaille profondément le plateau continental aquitain jusqu'à proximité du continent. Les phénomènes océanographiques particuliers qui en résultent déterminent des peuplements marins originaux. Le sud du Golfe de Gascogne marque également la zone de transition entre les eaux tempérées froides boréales et les eaux tempérées chaudes méridionales. Ce mélange induit une importante biodiversité des écosystèmes, souvent méconnue en dehors des cercles scientifiques.

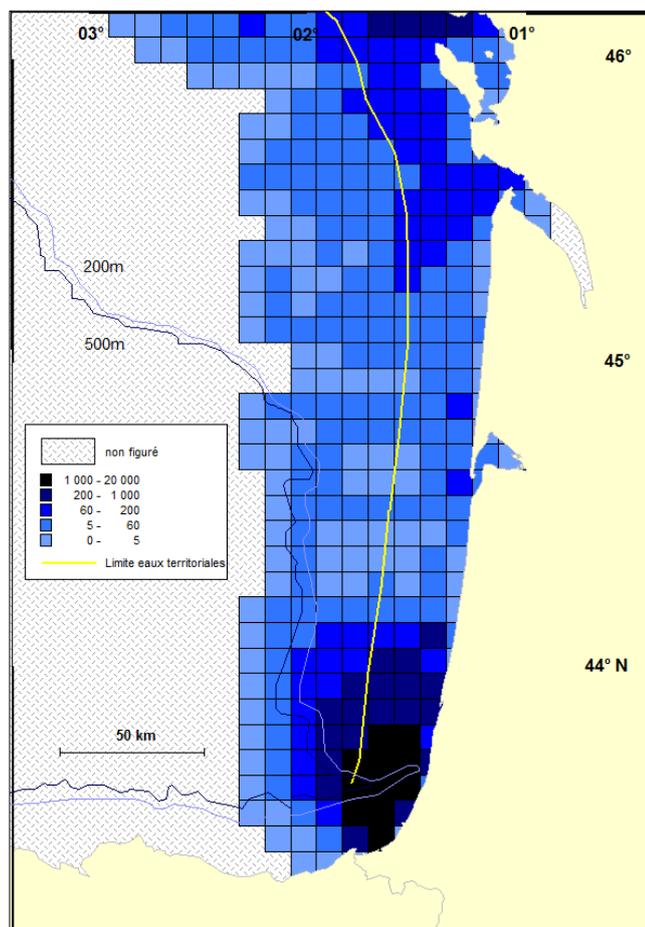


Figure 1 : Nombre de kilomètres échantillonnés en Aquitaine de 1980 à 2008 (maille de 5 milles nautiques de côté) à l'aide des vedettes des Gardes Côtes (ici vedette des Douanes de Bayonne).

Ces missions mensuelles effectuées dans le cadre de l'ERMMA viennent compléter les relevés effectués précédemment et qui sont désormais intégrés à la métabase de données pluridisciplinaires sur les milieux marins aquitains. **En 2008**, les relevés sur l'abondance et la

répartition des oiseaux marins et cétacés en mer comptent plus de **157 000 enregistrements standardisés**.

Ces données sont, après codage et validation, intégrées sous système de base de données (incluant SAS) et couplé au **Système d'Information Géographique** afin de réaliser des cartographies de l'abondance et de définir les zones biologiquement sensibles pour ces espèces. Certaines zones ont été ainsi identifiées en particulier au titre de la

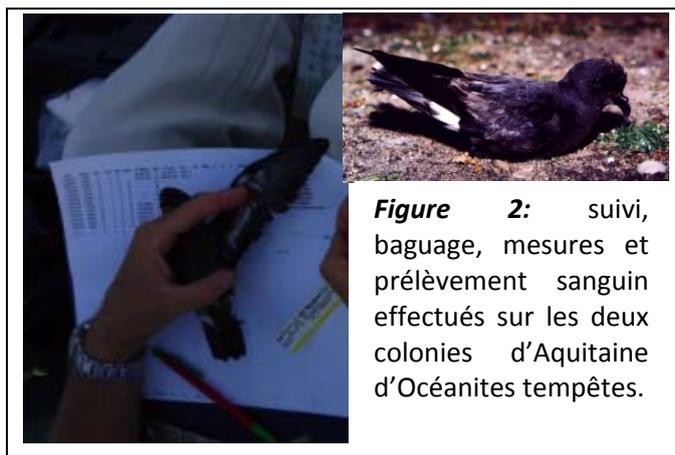


Figure 2: suivi, baguage, mesures et prélèvement sanguin effectués sur les deux colonies d'Aquitaine d'Océanites tempêtes.

« **directive oiseaux** » et présentées en 2008 par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire à l'Union Européenne dans le cadre du réseau Natura 2000 en mer (cf **paragraphe II-3**).

En parallèle l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*), indicateur biologique caractérisant les ressources en alevins de poissons marins et aussi de la pollution chimique, est également

suivi. Les deux seules colonies de cette espèce protégée en voie d'extinction en Aquitaine sont suivies depuis 1973 (Figure 2).

Enfin, le littoral basque, connaît en particulier depuis quatre ans une très **forte explosion démographique des Goélands leucophées** (*Larus michahellis*) remontant d'Espagne dans de telles proportions que la perturbation des écosystèmes engendrée devient véritablement préoccupante.

L'ERMMA dans son rôle de **veille écologique** alerte les autorités concernées et réagit en élaborant un certain nombre d'actions de terrain. Depuis le début de cette problématique, le programme a mis en place un suivi de ces populations aussi bien en période hivernale que de reproduction.

L'objectif de ce suivi est de connaître la répartition spatiale et temporelle des Goélands leucophées sur différents sites de la cote Basque tout au long du cycle annuel (recensement, comportements, cartographie sous Système d'Information Géographique). Cela doit permettre de comprendre les modalités d'exploitation des ressources du milieu par les goélands afin d'appréhender les causes de leur explosion démographique et les moyens de gestion.



Goéland leucophée

1 – 2. Cétacés



Le suivi des populations de cétacés est abordé de deux manières. Le premier suivi porte sur l'abondance et la répartition en mer des populations vivantes. Le programme ERMMA exploite également les données sur les échouages des mammifères marins.

1 – 2.a. Suivi des cétacés en mer

Ces relevés sur l'abondance et la répartition des mammifères marins sont effectués en mer simultanément au suivi oiseaux (cf. paragraphe I-1).

Ces relevés sont également effectués mensuellement et permettent de suivre la répartition et l'évolution de l'abondance des cétacés présents dans les eaux côtières de l'Aquitaine. Parmi les cétacés observés, quatre le sont régulièrement : le Dauphin commun, le Globicéphale noir, le Grand dauphin et le Dauphin bleu et blanc. Ces données servent de base aux développements des travaux sur le suivi et la compréhension des changements des écosystèmes marins aquitains.

Ces travaux permettent également de mettre en évidence les zones biologiquement sensibles pour ces espèces dont certaines sont référencées dans la **directive** européenne "Habitats, Faune, Flore".

1 – 2.b. Suivi des données sur les échouages

Dans le cadre du programme ERMMA, le Centre de la Mer de Biarritz et le CRMM fournissent les données sur les échouages collectées par le RNE (Réseau National d'Echouage).

Les références sur les cétacés échoués sont collectées par le RNE (Réseau National d'Echouage) présent sur les 5000 km de côtes de France. le CRMM collecte, centralise et traite les informations scientifiques relatives aux mammifères marins. Pour assurer la collecte des données, le RNE, créé et coordonné par le CRMM, a été mis en place sous la tutelle du Ministère chargé de l'environnement (MEDD). Les correspondants sont pour la plupart des associations ou des institutions participant bénévolement au réseau.

En Aquitaine, les principaux collaborateurs du réseau sont la Réserve Naturelle du Banc d'Arguin, le GEFMA, l'ONCFS et le Musée de la Mer de Biarritz.

1 – 3. Peuplements benthiques



L'ERMMA réalise des suivis des biocénoses benthiques (ensemble des organismes vivant à proximité du fond : anémones, étoiles de mer, crustacés, coquillages etc.) des milieux littoraux (faciès rocheux et sableux).

Le suivi scientifique standardisé des stations de référence du cantonnement de pêche de Guéthary (département 64) est effectué chaque année depuis 2000. Depuis 2008, le lac d'Hossegor (département 40) est également inventorié afin d'initier un suivi de la faune benthique étendu aux milieux littoraux sableux.

1 – 3.a. Suivi benthique en milieu rocheux (département 64)

Le cantonnement de pêche de Guéthary interdit toutes pratiques de pêches (cueillette ou chasse sous-marine) et toutes perturbations des écosystèmes (déplacement de blocs) ce qui préserve les biocénoses de l'estran rocheux de la commune. La biodiversité de ce site est remarquable avec près de 70 espèces benthiques dénombrées et est par ailleurs classée en Zone Nationale d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Afin d'étudier sa dynamique, La macrofaune benthique fait l'objet d'un suivi scientifique annuel standardisé.

La méthode d'échantillonnage des quadrats (ici 4m sur 4m) permet un recensement fiable facilement reproductible. Vingt stations sont échantillonnées dans la zone de Guéthary et ses alentours (Figure 3), les milieux immergés sont échantillonnés par comptages visuels subaquatiques le long de transects.

Ces suivis ont établi l'étagement des espèces sur l'estran rocheux en fonction du temps d'immersion et du substrat, les étages présentant la richesse en espèce la plus forte étant l'infralittoral et le médiolittoral inférieur avec des espèces particulièrement abondantes et caractéristiques comme par exemple les moules (*Mytilus edulis*), les gibbules (*Gibbula sp.*), les patelles (*Patella sp.*), les Actinies communes (*Actinia equina*), les Crabes communs (*Pachygrapsus marmoratus*), les Porcellanes poilues (*Porcellana platycheles*) et les oursins (*Paracentrotus lividus*).

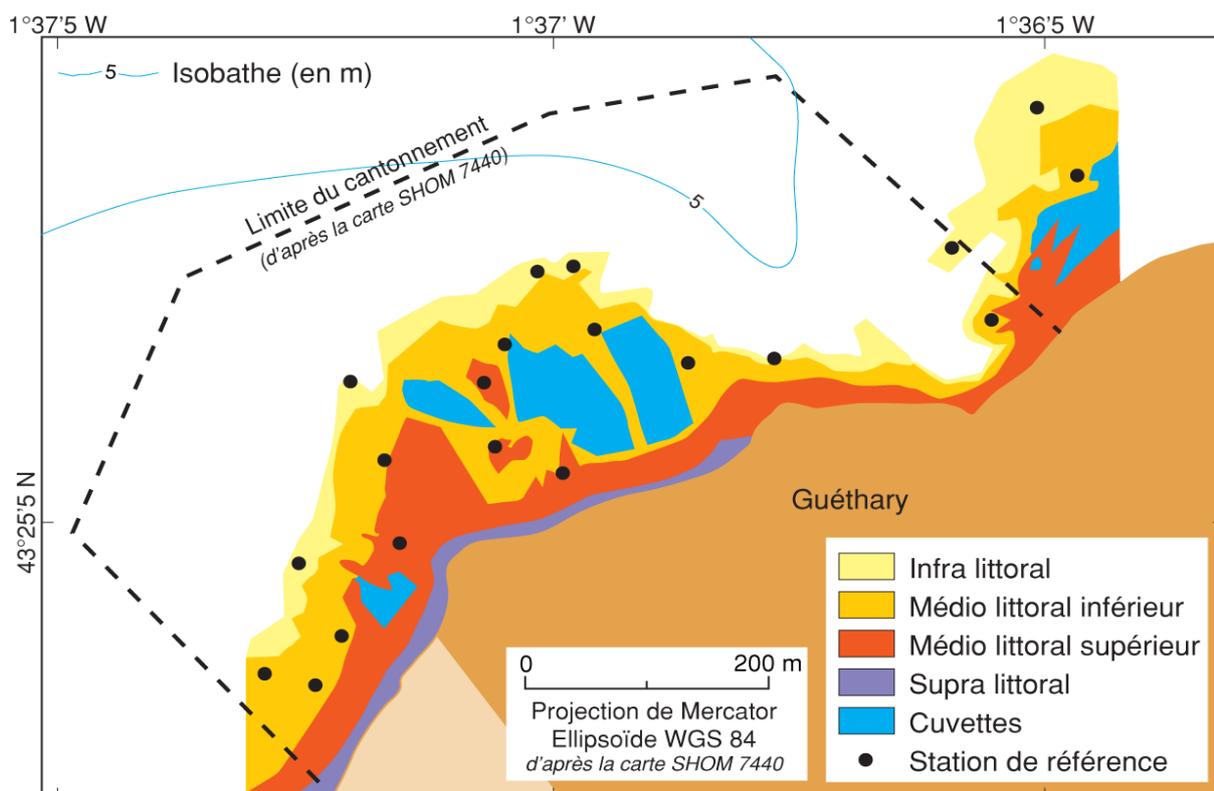


Figure 3 : Localisation des vingt stations de référence pour le suivi temporel des biocénoses benthiques sur l'estran et dans la frange infralittorale du cantonnement de pêche de la commune de Guéthary.

Ce suivi a également permis de mesurer les effets du cantonnement de pêche. La zone de cantonnement semble présenter un effet bénéfique sur la faune y vivant. La dissemblance entre les secteurs protégés et non-protégés (pouvant aller d'un facteur d'abondance de 2 à 10 en fonction des espèces) fluctue selon le degré d'exposition à la pression anthropique. Ainsi les variations, entre les deux zones, au niveau de l'étage infralittoral sont moins marquées qu'au niveau de l'étage médiolittoral inférieur et supérieur. Les oursins (*Paracentrotus lividus*), espèce caractéristique de l'étage infralittoral, sont également moins abondants en dehors du cantonnement, cela pourrait être expliqué par une pêche importante de l'espèce en dehors du site protégé.

Par ailleurs, le Musée de la Mer organise chaque année depuis 1999 des captures à la senne à proximité de Socoa (baie de St Jean de Luz) et selon une technique standardisée depuis 2001. Cette source de données chronologiques constitue un élément important pour la connaissance des changements temporels du benthos et des espèces démersales (poissons vivant en pleine eau mais qui sont liés au fond de la mer).

Ces données de captures par sennes sont également intégrées à la métabase de données pluridisciplinaires sur les milieux marins aquitains.

Ces suivis annuels permettent de suivre et comprendre l'évolution des peuplements benthiques et de disposer d'états de référence sur ces milieux.

1 – 3.b. Suivi benthique en milieu sableux (département 40)

Situé près du littoral landais, lac marin d’Hossegor est relié à l’océan par un canal au travers duquel transitent les courants des marées montantes et descendantes, ce qui lui assure un écosystème marin. Ce lac s’inscrit dans les sites naturels de la région qui intéressent l’ERMMA quant à la population benthique qu’il accueille.



Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement pour le suivi temporel des biocénoses benthiques du lac marin d’Hossegor. Trois techniques de prélèvement sont utilisées pour l’échantillonnage (carottage, quadrat et transect).

En 2008, le programme ERMMA a mis en place un protocole d’échantillonnage de la faune benthique du site afin d’établir un inventaire le plus exhaustif possible. Le protocole d’étude a été établi en s’appuyant sur des techniques déjà testées et utilisées par des structures étudiant le benthos marin. Les méthodes ont été choisies après une reconnaissance de terrain de la zone. Le plan d’échantillonnage a été élaboré à partir de l’étude des données déjà existantes sur le lac (cartographie des herbiers...). Le plan final a été sélectionné en évaluant sa puissance statistique afin de détecter au mieux des changements dans l’abondance des populations.

Trois méthodes d’échantillonnage ont été déployées dans le but de toucher un maximum de taxons dans des habitats différents : des transects de 5 m² dans des herbiers, des quadrats de 0,1 m² sur les parties intertidales et des carottages manuels (Figure 4).

Cette étude du lac marin d’Hossegor a permis d’établir un état initial de la macrofaune benthique du site (Annexe 1c). L’établissement d’un inventaire est la première étape d’un suivi de ce cortège faunistique. La méthode adaptée à ce site est standardisée et applicable sur le long terme dans le but d’effectuer un suivi spatio-temporel des populations pouvant renseigner sur l’évolution des milieux marins.

1 – 4. Suivi des données des pêches



Les données des tonnages débarqués par la pêche artisanale et côtière des quartiers maritimes de Marennes-Oléron à Bayonne sont utilisées comme une première indication des niveaux de stocks de poissons exploités commercialement en Aquitaine.

Le secteur visé par le programme couvre en premier la zone sud du golfe de Gascogne, au droit du littoral de la Région Aquitaine (secteurs et rectangles statistiques CIEM 8B et une partie du 8C littoral basque et espagnol).

Ces données sont issues des statistiques officielles rassemblant les informations de captures des navires de pêche français. Ces données sont transmises par le service statistique de la Direction des Pêches et de l'Aquaculture (DPMA) et le Département des systèmes d'information (DSI). Ces données rassemblent de façon agrégée et anonyme les déclarations de captures des pêcheurs professionnels français. Ces données sont validées par la DPMA.

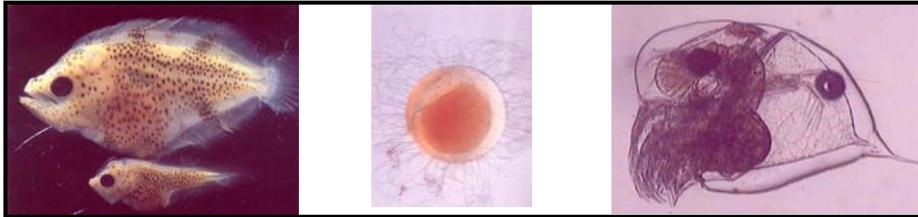
Cette approche permet de mieux comprendre les causes principales de l'évolution des peuplements par la corrélation de l'évolution des stocks de poissons, des principaux indicateurs biologiques sélectionnés (planctons, benthos, oiseaux et cétacés) avec l'évolution des milieux physiques.

Une partie de ces travaux a été publiée dans la revue de référence internationale sur le sujet : « GLOBAL CHANGE BIOLOGY » (www.ermma.fr). Ces résultats validés montrent de fortes corrélations entre l'évolution des populations animales et celle des conditions océano-climatiques.

Les phénomènes de pollutions chimiques et de pêche des stocks halieutiques exploités commercialement dont se nourrissent les populations animales, ne constituent donc pas la seule cause et pas forcément la principale, des évolutions observées.

Ces données sur les pêches sont intégrées à la métabase de données pluridisciplinaires de l'ERMMA. L'objectif du programme est d'étendre encore cette démarche et de prendre en compte différents maillons des chaînes alimentaires.

1 – 5. Suivi des données planctoniques



Les prélèvements du plancton de surface sont effectués tous les mois au large à 20 km de la côte Landaise à l’aplomb du talus continental du Gouf de Capbreton.

L’objectif de cette action est de constituer une série à long terme de données mensuelles permettant de mettre en évidence les modifications temporelles de l’abondance, de la diversité et de la composition du zooplancton, base des chaînes alimentaires. Le point d’échantillonnage a été également choisi dans ce sens suffisamment éloigné des côtes pour éviter d’éventuels effets anthropiques.

En complément, un suivi de l’hydrologie de surface de cette station de référence par des mesures standards de température, salinité, O₂ dissous, conductivité et pH est réalisé.

Dans le cadre du programme ERMMA, la priorité est mise sur le groupe taxonomique des Cladocères. En effet, ce groupe possède des espèces aux préférences thermiques différentes.

Parmi les espèces recensées actuellement deux sont non thermophiles (*Evadne nordmanni* et *Podon intermedius*) et trois présentent des préférences pour les eaux plus chaudes (*Evadne spinifera*, *Penilia avirostris* et *Pseudevadne tergestina*).

Ainsi, l’évolution des espèces constituant ce groupe sera utilisée dans le cadre des objectifs généraux du programme ERMMA comme **indicateur de changements océano-climatiques**.

Cette banque de données sur le plancton a permis également de caractériser les peuplements d’œufs et de larves de poissons dans ce secteur du Golfe (cf. paragraphe II-4).

I – 6. Gestion des données

L'ensemble des données issues de ces différents suivis biologiques (Figure 5) est intégré et géré dans la métabase de données pluridisciplinaires du programme ERMMA.

Les métadonnées concernant les suivis benthiques effectués, sur les échouages de mammifères marins ainsi que sur les relevés en mer effectués sur les oiseaux marins et terrestres ont été identifiées et fournies pour développer le volet « ***Patrimoine et environnement côtier*** » de l'**Observatoire de la Côte Aquitaine**.

En plus de stocker les données brutes, La métabase de données ERMMA assure les performances maximales au niveau des requêtes d'interrogation, d'insertion, de suppression, de mise à jour. Le système de gestion des fichiers permet ainsi d'effectuer les principales requêtes. La gestion de la métabase s'effectue sur un serveur (accessibilité *via* le site Internet **www.ermma.fr**) ce qui permet l'interrogation, la mise à jour et la sauvegarde de la métabase à distance.

L'utilisateur peut effectuer à distance des requêtes sur les données biologiques de son choix et également effectuer des requêtes croisées entre différents suivis biologiques (données disponibles pour le même secteur, pour la même période etc.) permettant ainsi les études pluridisciplinaires dans le cadre d'une vision plus large de l'écosystème. Par exemple une collectivité peut afficher les éléments biologiques disponibles au large de sa commune (données des pêches, cétacés, oiseaux etc.).

Cette gestion des données s'effectue dans un environnement sécurisé. Cependant, une partie avec des requêtes simplifiées présentant les données est accessible au public visitant le site internet. La convivialité de cet espace visiteur de la métabase est en cours d'amélioration.

La structure de la métabase de données permet l'extension à d'autres organismes et l'intégration de nouvelles données.

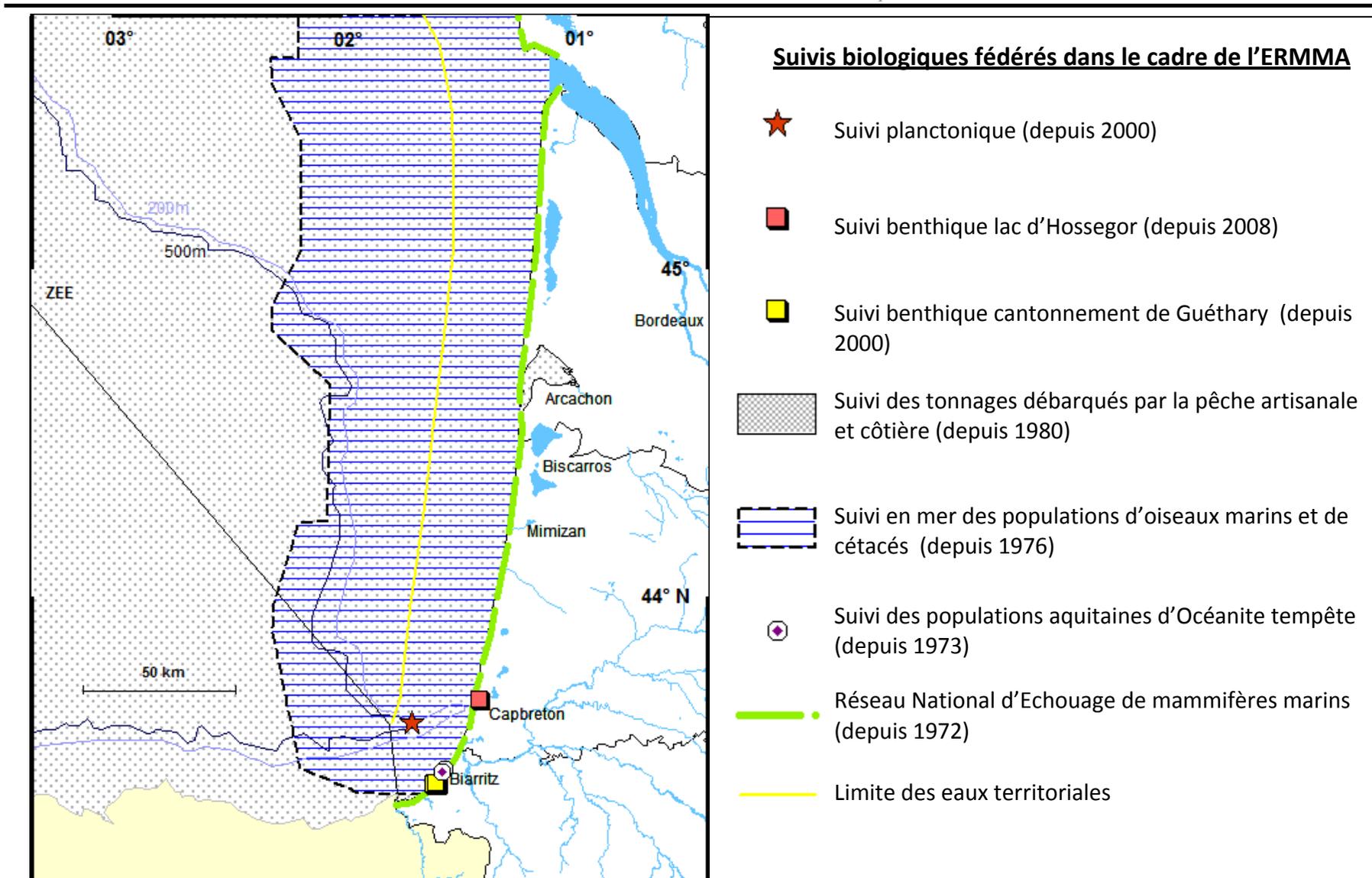


Figure 5: Localisation, nature et antériorité des relevés sur les principaux indicateurs biologiques intégrant la métabase de données pluridisciplinaires sur les milieux marins aquitains.

Indicateurs		Organismes collecteurs des données	Antériorité des données	Données intégrées en 2008
Suivi mensuel de la répartition de l'abondance en mer	Cétacés présents en mer (paragraphe cétacés)	MNHN, UPPA, LAPHY	1976 soit 33 ans	157003
	Oiseaux marins et terrestres présents en mer (paragraphe oiseaux marins)	MNHN, UPPA, LAPHY		
Suivi des échouages sur le littoral (animaux vivants ou morts) (paragraphe cétacés)		RNE – CRMM et ses acteurs locaux dont le CMB, GEFMA, ONCFS	1972 soit 38 ans	2110
Poissons (données des tonnages de poissons débarqués en criée) (paragraphe poissons)		IMA	1980 soit 29 ans	3603469
Suivis benthos animal et végétal	Stations en milieu sableux (paragraphe Benthos)	CMB, IMA	2008 soit 1 an	1836
	Stations en milieu rocheux (paragraphe Benthos)	CMB, Musée de la Mer	2003 soit 6 ans	12009
	Pêche à la senne (paragraphe Benthos)	Musée de la Mer	1999 soit 10 ans	624
Plancton animal et végétal (paragraphe plancton)		LAPHY	2000 soit 8 ans	1500
Total des données intégrées dans la métabase de données sur les milieux marins aquitains				3 778 551 enregistrements

rappel : CMB=Centre de la Mer de Biarritz, CRMM = Centre de Recherche sur les Mammifères Marins, GEFMA = Groupe d'Etude de la Faune Marine Atlantique, IMA = Institut des Milieux Aquatiques, LAPHY = Laboratoire de Prélèvements Hydrobiologiques, MNHN = Muséum National d'Histoire Naturelle, RNE = Réseau National d'Echouages, ONCFS = Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, UPPA=Université de Pau et des Pays de l'Adour (UFR Sciences et Techniques d'Anglet, Département d'Ecologie).

Tableau 1 : Principaux indicateurs biologiques intégrant la métabase pluridisciplinaire sur les milieux marins aquitains

Au final **en 2008**, plus de **310 000 données ont été nouvellement collectées** et intégrées dans la métabase (Tableau 1).

Ces données récentes viennent compléter les données de références précédemment acquises et servent de base au développement de travaux pluridisciplinaires sur la connaissance des milieux marins aquitains et sur leurs évolutions.

II – Exemples de travaux

Les nombreuses données collectées dans le cadre du programme ERMMA permettent le développement de la **connaissance** sur les écosystèmes marins aquitains. Cette vision globale au travers des différents maillons des chaînes alimentaires étudiés permet de mieux comprendre le fonctionnement et les dérèglements de ces écosystèmes.

Le croisement des données pluridisciplinaires offre une vision plus globale de ces écosystèmes et permet une meilleure **expertise et gestion** des milieux marins.

Dans le cadre de l'ERMMA, des études fondamentales et appliquées ont été réalisées par le croisement de ces données. Ce type de travaux d'exploitation de la métabase de données sur les milieux marins aquitains se développera encore dans les mois à venir.

II – 1. Impact de pollutions et d'activités humaines

Les relevés biologiques régulièrement mis à jour constituent des états de référence permettant de mesurer et de quantifier l'impact d'une pollution ou d'un aménagement. Ces données opérationnelles peuvent être mobilisées et analysées immédiatement en cas de crise. Ainsi, les suivis effectués et fédérés dans le cadre du programme ERMMA ont été utilisés pour quantifier l'impact du « Prestige ».

Dans chaque cas les **oiseaux marins** retrouvés à la côte (Figure 6) sont les signes les plus visibles et souvent les premiers de l'atteinte du milieu marin. Chaque pollution possède ses propres caractéristiques (lieu, période du cycle annuel, durée, nature du pétrole, conditions météorologiques) et deux marées noires ne se ressemblent donc pas.



Figure 6 : Guillemot de Troil mazouté

L'évaluation de l'impact du Prestige quantifié dans le cadre du programme ERMMA a été publiée (revue scientifique « **Ardeola** »). La combinaison du modèle de dérive des corps d'oiseaux relargués en mer et de la méthode de capture-recapture a permis d'estimer la mortalité totale des populations à **30 240 oiseaux en Aquitaine** soit 11 fois plus que le nombre total d'oiseaux réellement retrouvés sur les plages. Ces résultats ont également été présentés lors de colloques scientifiques et

présentations publiques. Cette étude est disponible dans la rubrique « publications » du site internet du programme (www.ermma.fr).

Les peuplements benthiques sont également a priori un bon indicateur de l'atteinte des milieux marins en cas de pollutions. Le cantonnement de pêche de Guéthary est un des sites suivis par le programme. Ce cantonnement interdit toutes pratiques de pêches (cueillette ou chasse sous-marine) et toutes perturbations des écosystèmes (déplacement de blocs) ce qui préserve les biocénoses de l'estran rocheux de la commune.

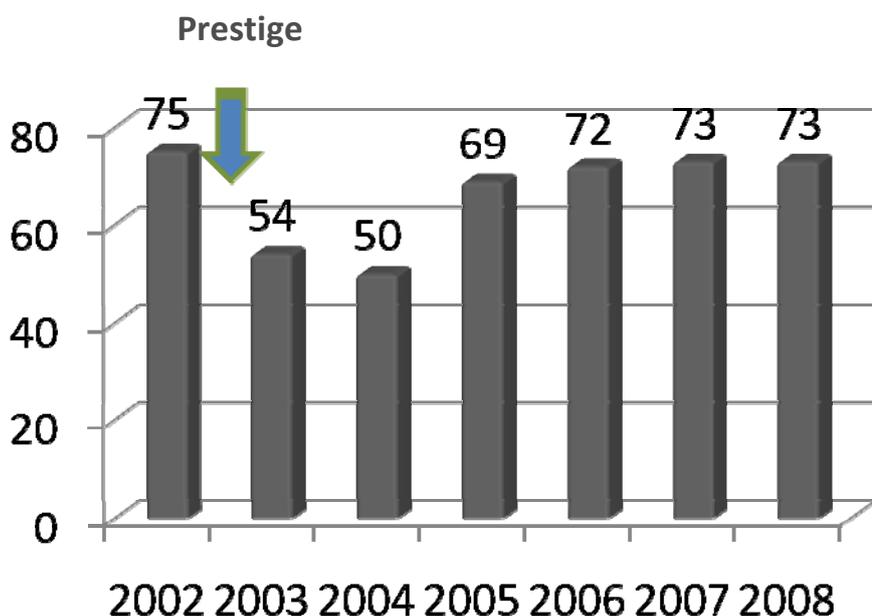


Figure 7 : Diminution mesurée du nombre d'espèces benthiques en 2003 et 2004 observée après l'accident pétrolier du « Prestige ».

Les années suivant le Prestige montrent une diminution de la richesse et de l'abondance de certaines espèces de ces peuplements benthiques (Figure 7). Depuis 2005, une augmentation de la richesse spécifique semble indiquer la résilience de ces peuplements. **En 2008**, les valeurs de richesse en espèce sont proches de la situation antérieure à la pollution du Prestige. Ces données devront être incluses dans la vision globale des milieux benthiques.

Concernant les **cétacés** aucun impact significatif n'apparaît. En effet, les années suivant l'accident pétrolier du « Prestige » ne montrent aucun accroissement des échouages en Aquitaine.

Ces suivis permettent également de mesurer l'effet bénéfique de mesures de conservation. Par exemple, le suivi des peuplements benthiques de Guéthary a mis en évidence l'effet positif du cantonnement de pêche. La dissemblance entre les secteurs protégés et non-protégés fluctue d'un facteur d'abondance de 2 à 10 en fonction des espèces et selon le degré d'exposition à la pression anthropique (cf. paragraphe 1-3.a).

Ces exemples de résultats montrent l'importance de disposer d'états de référence mis à jour afin de quantifier l'effet d'un événement (pollution, aménagement...). Ces suivis environnementaux sont également indispensables afin de maintenir une veille écologique des écosystèmes marins aquitains.

II – 2. Veille écologique

Les acteurs pluridisciplinaires du programme ERMMA assurent une **présence permanente sur le terrain** (relevés mensuels sur l'abondance des oiseaux, cétacés ; prélèvements mensuels planctoniques ; suivis benthiques etc...).

Cette mobilisation permet de détecter les changements visibles dans l'écologie des populations indicatrices, d'alerter les administrations concernées et d'élaborer des actions d'expertise et de terrain.

Dans ce rôle de **veille écologique** les acteurs du programme ERMMA ont détecté l'explosion démographique et géographique de la population de Goéland leucopnée (*Larus michahellis*) sur la côte basque à partir de l'Espagne.

L'explosion démographique de goéland a également été observée dans d'autres secteurs créant de nombreux problèmes. Les organismes de recherche et de conservation s'alarment actuellement aux vues des dégâts causés par ces oiseaux : colonisation urbaine côtière, prédation de la faune sauvage, dommages agricoles, collision aérienne ou encore transmission d'agents pathogènes.

Face à ce constat et dans le but de modéliser cette colonisation, l'ERMMA a suivi dès le début l'expansion numérique de l'espèce en reproduction et hivernage sur le sud de l'Aquitaine (Figure 9).

Ce suivi a permis de comprendre les modalités d'exploitation des ressources du milieu par les goélants afin d'appréhender les **causes de leur explosion démographique et de proposer des moyens de gestion**. Trois sites d'importance ont été identifiés, Hendaye et Biarritz pour la reproduction (Figure 8) et le site de stockage de déchets ultimes de Zaluaga à St Pée-sur-Nivelle pour l'alimentation. Ce suivi des populations a été poursuivi en **2008**.

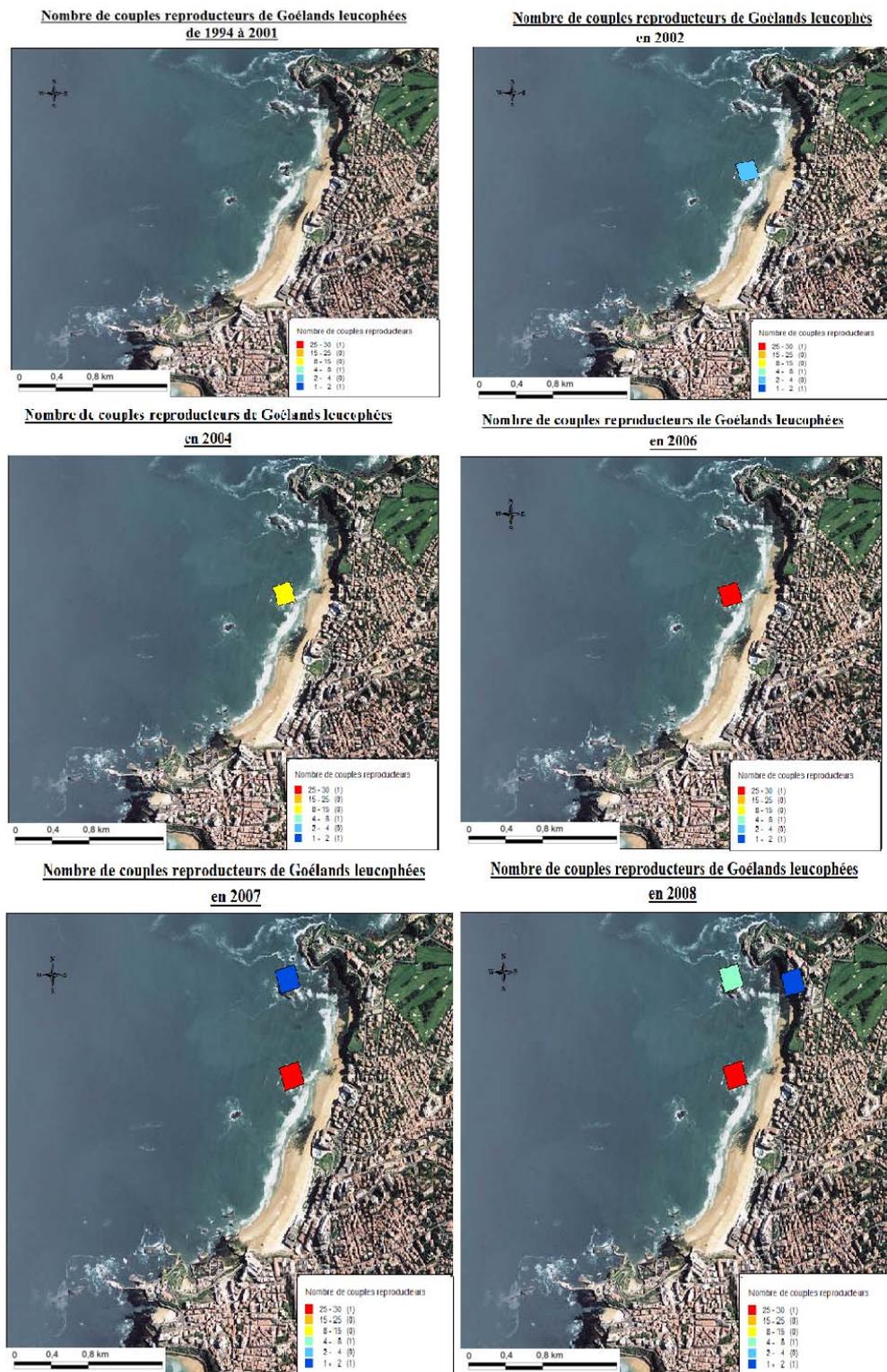


Figure 8 : Recensement et cartographie sous Système d'Information Géographique de la répartition et de l'abondance des couples reproducteurs de Goélands leucophées sur le littoral de Biarritz depuis 1994.

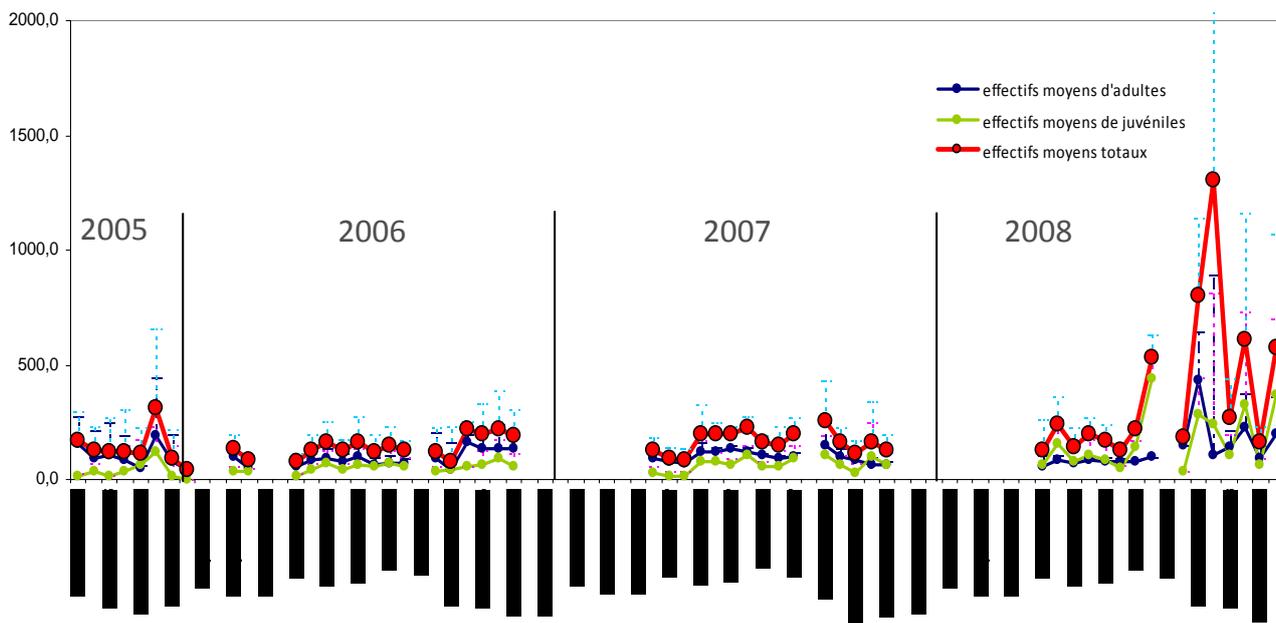


Figure 9 : Evolution du nombre moyen de Goéland leucophée sur le littoral de Biarritz au cours de la période de reproduction et de l'hivernage (l'erreur standard de la mesure des effectifs moyens est représentée par les barres verticales).

Simultanément, les goélands exercent une prédation importante sur les colonies d'Océanite tempête de Biarritz (espèce au niveau maximum de protection en Europe ; Figure 10).

Afin de préserver ces colonies d'Océanite tempête uniques en Aquitaine et de sauvegarder les populations de cet oiseau en danger, des **actions de préservations** ont été mises en place depuis 2006 par le programme ERMMA (techniques de **limitation de la présence** de goélands sur les



Figure 10 : Prédation de l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*) par les goélands.

colonies d'Océanites ont été testées : l'effarouchement des goélands à l'aide d'un Laser MI-7 et une campagne de désherbage testée sur la Roche Ronde). En 2007 et **2008**, les sites de ponte de goélands préalablement identifiés ont été équipés de pics répulsifs (Ecopic E6) afin de limiter l'installation des nids de Goéland leucophée nouvellement installés à l'entrée de la colonie d'Océanite tempête (cf. programme d'activité ERMMA 2007 disponible sur www.ermma.fr).

Ces mesures de conservation devront être poursuivies et amplifiées pour éviter la disparition l'Océanite reproducteur en Aquitaine.

En 2008, des étudiants stagiaires en Master 1 (Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque) ont participé à ces travaux (Annexes la et Id).

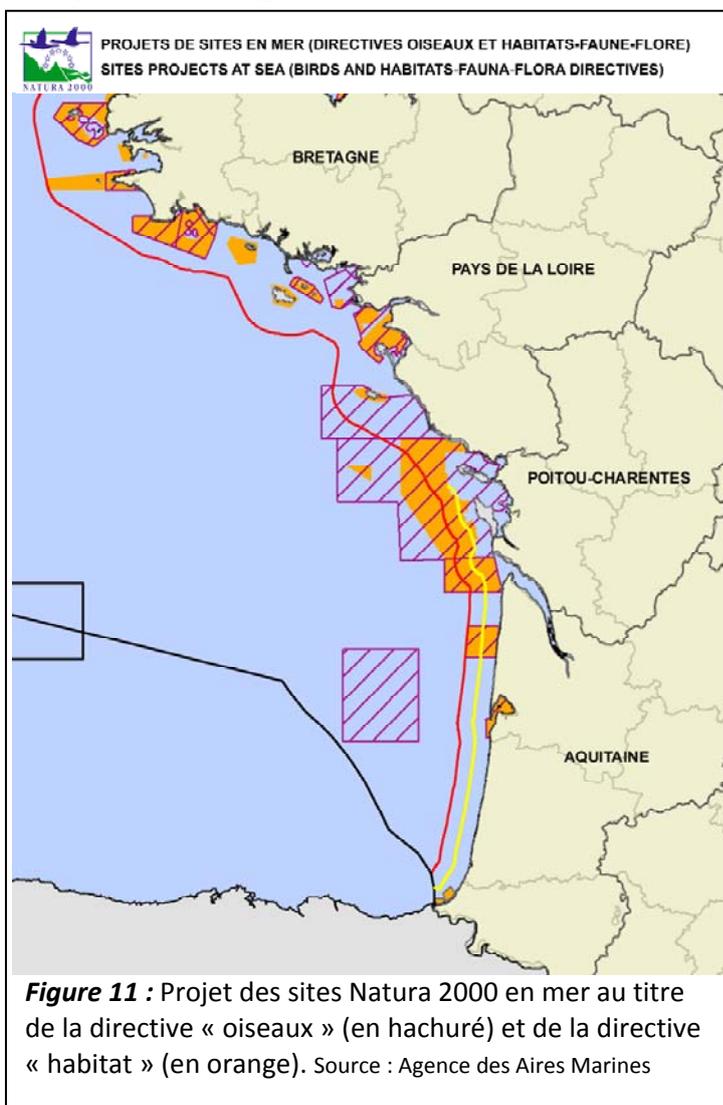
Cet exemple illustre que la présence et la **réactivité** sur le terrain des observateurs du programme permettent de détecter les changements des écosystèmes naturels, d'**expertiser** et d'élaborer rapidement les actions de **connaissance** et de **gestion** nécessaires.

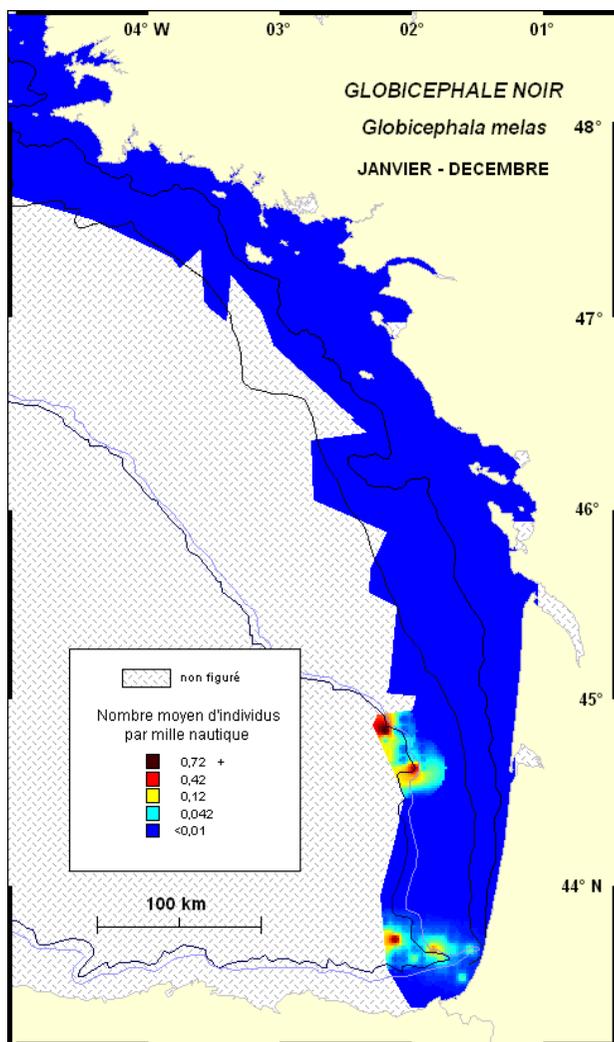
II – 3. Définition et suivi des zones sensibles

Bon nombre des espèces suivies dans le cadre du programme ERMMA posent actuellement des problèmes aigus de conservation. Les résultats de ces recherches doivent ainsi

également participer à l'identification des processus clés dans la conservation *in situ* des populations (applications de textes communautaires, Aires Marines à Protéger, directives habitats et oiseaux, Natura 2000, convention OSPAR...).

Les informations relatives aux suivis des écosystèmes marins sont publiées dans des revues scientifiques mais également dans des ouvrages à plus large portée. Ainsi en 2009, le programme ERMMA participe à deux « Atlas », l'un sur la côte basco landaise (Atlas IFREMER), l'autre sur l'ensemble du Golfe de Gascogne (Atlas MNHN). Ces informations sur la biodiversité marine ont participé en **2008** à la définition de zones biologiquement sensibles : les AMP (Aires Marines Protégées). Ces secteurs ont été proposés à l'Union Européenne par le MEEDAT (Figure 11).





- ① **Sud Penmarc'h :**
Macareux, Plongeurs, Pingouin, Guillemot...
- ② **Est Île de Groix :**
Plongeurs, Mouette pygmée...
- ③ **Baie de la Vilaine :**
Plongeurs, Guillemot, Mouette tridactyle ...
- ④ **Archipel Houat Hoëdic :**
Cormoran huppé, Plongeurs, Guillemot...
- ⑤ **Sud Île Belle-Île :**
Mouette pygmée, Plongeurs, Cormoran huppé, Guillemot ...
- ⑥ **Sud et Ouest Île d'Yeu :**
Guillemot, Mouette pygmée, Pingouin, Plongeurs ...
- ⑦ **Nord plateau de Rochebonne :**
Guillemot...
- ⑧ **Pertuis Breton :**
Pingouin, Plongeurs, Macreuse noire ...
- ⑨ **Zone « Chardonnière / Tapinière » :**
Grand Labbe, Mouette tridactyle, Fou, Pingouin, Macareux...
- ⑩ **Zone « Hourtin » :**
Grand Labbe, Guillemot...
- ⑪ **Gouf de Capbreton et plateau landais :**
Phalaropes, Fou, Grand Labbe, Pingouin, Macareux, Guillemot, cétacés...
- ⑫ **Canyon du Cap-Ferret :**
Cétacés...

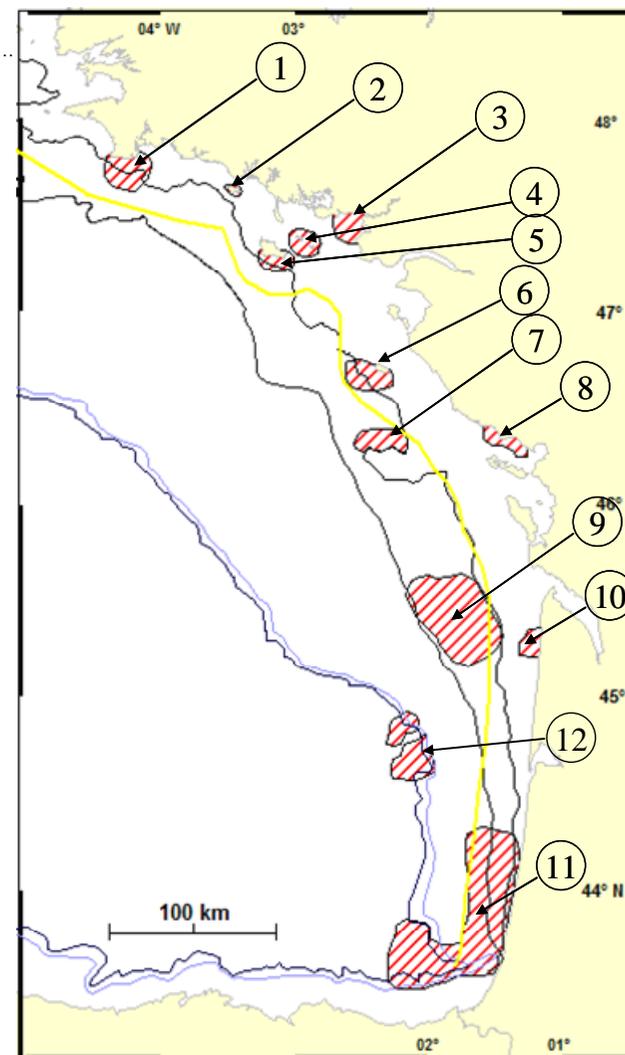


Figure 12 : A gauche : exemple de répartition d'une espèce de cétacé abondante en Aquitaine : le Globicéphale noir. A droite : première définition de zones marines biologiquement sensibles (période hivernale). Source : ERMMA.

Par exemple, la répartition spatio-temporelle des oiseaux marins et cétacés en mer indique que par delà les cycles migratoires propres à chaque espèce, des zones de concentration apparaissent. Ces secteurs sont bien localisés et régulièrement fréquentés. Ainsi, la figure 12 présente les zones particulièrement sensibles d'espèces à valeur patrimoniale élevée et fort enjeu de conservation en période hivernale. Ces travaux donnent des éléments fiables dans le cadre de la conservation de ces populations et dans la mise en œuvre de textes réglementaires tel que le réseau « Natura 2000 » issus de l'application des directives communautaires « oiseaux » et « habitats ».

Plus généralement, les oiseaux et les mammifères marins sont des supers prédateurs situés en haut de la chaîne alimentaire marine. Au cours du cycle annuel, les zones présentant régulièrement une forte abondance traduisent donc l'abondance des ressources en poissons et plus généralement de tout le réseau trophique depuis les producteurs primaires que représente le plancton.

Au delà de l'application des textes communautaires, la bonne connaissance du patrimoine écologique et de son évolution est un élément indispensable à sa bonne gestion.

Dans ce cadre, le programme ERMMA poursuivra le suivi biologique de ces secteurs sensibles afin de fournir des informations fiables aux décideurs et gestionnaires de l'environnement.

II – 4. Connaissance et évolution des écosystèmes marins

L'analyse des données collectées dans le cadre du programme ERMMA permet de décrire et de communiquer la richesse des milieux biologiques marins aquitains et son évolution. Ces résultats originaux sont régulièrement publiés dans des revues spécialisées ou à plus large portée.

Par exemple en **2008**, la description des espèces d'œufs et de larves de **poissons** échantillonnées lors du suivi planctonique effectué par le programme dans le sud du Golfe de Gascogne (cf. paragraphe I-5) a été présentée lors de colloques et publiée dans la revue spécialisée « **Revista de Investigacion Marina** ». Ces résultats ont également été validés et seront publiés en **2009** de manière détaillée par la revue internationale « **Continental Shelf Research** » (Annexe III).

Les premiers résultats montrent que les œufs et larves de poissons sont présents toute l'année (28 taxa d'œufs et 46 taxa larvaires ont déjà été déterminés) avec des variations temporelles des **abondances** et de la **richesse en espèces** (minima hivernaux et maxima au printemps) (Figure 13).

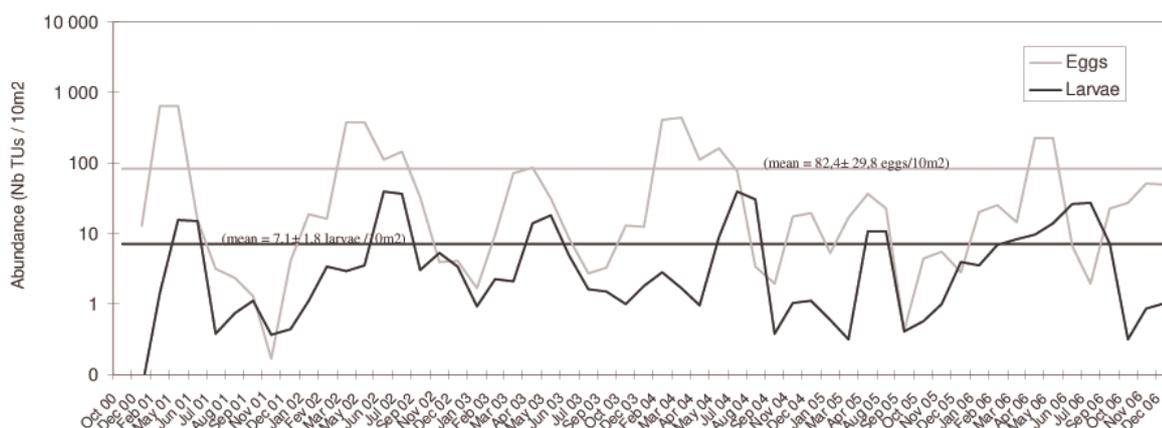


Figure 13 : Exemple de résultats publiés dans le cadre du programme ERMMA sur l'évolution de l'abondance des œufs et larves de poissons (position des prélèvements : 43°37N, 1°43W).

Le prolongement de la série chronologique permettra dans les prochaines années de mieux évaluer les tendances à long terme des abondances de ces poissons et les causes de ces évolutions.

Ces résultats sont importants afin de caractériser la richesse ichthyologique des eaux de l'Aquitaine et son évolution, mais également afin de mieux comprendre et gérer la ressource piscicole.

La description d'autres maillons des chaînes alimentaires et de milieux a également été effectuée et communiquée. C'est le cas par exemple des résultats sur le suivi de la faune benthique en cours de publications dans un Atlas basco landais édité par l'IFREMER. La sortie de cet ouvrage est prévue en **2009**.

Cet ouvrage présente également d'autres suivis fédérés dans le cadre du programme ERMMA (oiseaux et cétacés en mer, échouages, benthos... ; Figure 14).

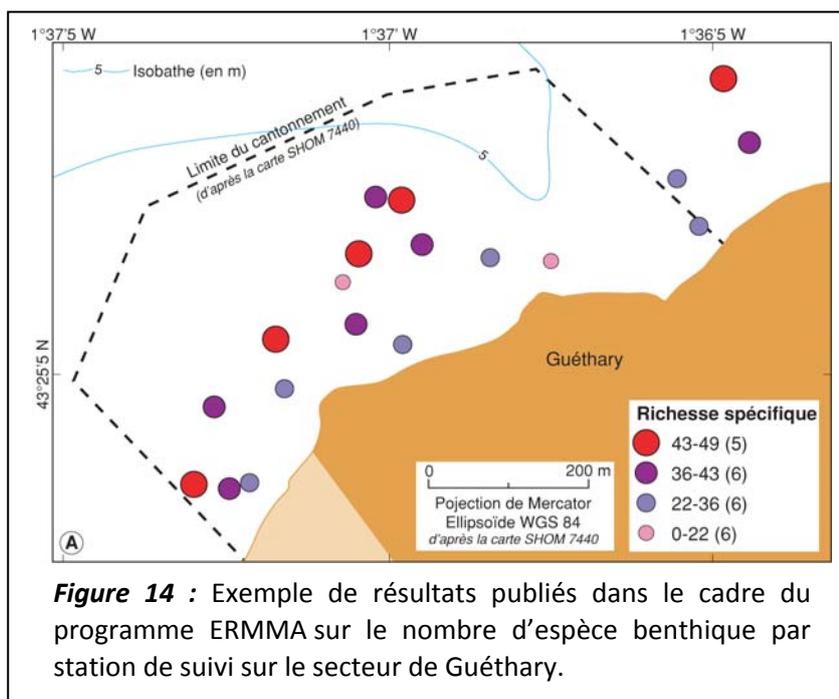


Figure 14 : Exemple de résultats publiés dans le cadre du programme ERMMA sur le nombre d'espèce benthique par station de suivi sur le secteur de Guéthary.

Un autre « Atlas » sur l'ensemble du Golfe de Gascogne porté par le service du Patrimoine Naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle est également en cours de finalisation et

doit également paraître en **2009**. Cet ouvrage porte sur la Répartition en mer et l'évolution de l'abondance des oiseaux marins et de cétacés dans le golfe de Gascogne issu du suivi en mer de ces populations (cf. paragraphe I-1).

D'autres études sur le croisement de ces données pluridisciplinaires permettant d'avoir une vision plus globale des écosystèmes et de leurs évolutions ont été publiées ou sont en cours de validation et publication.

C'est le cas par exemple de l'étude pluridisciplinaire quantifiant de **l'influence des changements océano-climatiques sur les peuplements marins aquitains**.

ESPECE	EVOLUTION DES POPULATIONS		CORRELATION AVEC INDEX CLIMATIQUE
	Tendance	Variation annuelle	
<i>Orque</i>	↓	†	-0.9
<i>Océanite tempête</i>	↘	-7.1%	-0.6
<i>Macareux moine</i>	↓	†	-0.9
<i>Pingouin torda</i>	↘	-1.6%	ns
<i>Merlu d'Europe</i>	↘	-3.3%	-0.5
<i>Tacauds</i>	↘	-3.4%	ns
<i>Lieu jaune</i>	↘	-4.1%	-0.6
<i>Crevette grise</i>	↘	-2.5%	-0.5
<i>Globicéphale noir</i>	→	-	-
<i>Guillemot de Troil</i>	↗	+3.1%	+0.8
<i>Mulets</i>	↘	-9.7%	-0.4
<i>Sardine</i>	↘	-10.2%	ns
<i>Anchois</i>	→	-	-
<i>Dauphin commun</i>	↗	+1.4%	+0.4
<i>Thon rouge</i>	→	-	-
<i>Chinchards</i>	→	-	-
<i>Maquereaux</i>	↗	+11.8%	+0.4



- espèces boréales à préférence d'eau tempérée froide
- espèces tempérées sans préférence thermique marquée
- espèces méridionales à préférence d'eau tempérée chaude

Figure 15 : Exemple de résultats publiés dans le cadre du programme ERMMA sur l'évolution de populations de cétacés, oiseaux marins, poissons et crevettes grises en Aquitaine en relation avec les conditions climatiques (↗croissance, →stabilité, ↘ décroissance, † disparition durant la période; les flèches grasses indiquent les tendances hautement significatives $p < 0.01$, sinon seulement significatives $p < 0.05$; ns non significatif $p > 0.05$)

Ces travaux ont été validés et publiés dans **l'édition 2008** de la revue scientifique de référence internationale « **Global Change Biology** » traitant des enjeux biologiques liés au problème du réchauffement climatique (www.ermma.fr). Ces études montrent la relation importante entre les changements dans l'abondance des populations mesurés par différents suivis (poissons, oiseaux, cétacés...) et les modifications océanoclimatiques mesurées à l'échelle de l'Aquitaine (Figure 15).

Ces résultats ont également été présentés dans des publications de vulgarisation (Lettre de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, Revue de MétéoFrance METMAR...) disponibles pour l'essentiel dans la rubrique « publications » du site internet (www.ermma.fr). La mise en évidence et l'évaluation de l'impact des changements océano climatiques sur les écosystèmes marins aquitains constitue un enjeu majeur pour pouvoir comprendre et prévoir l'évolution de ces milieux.

Enfin, une étude croisant les données d'observations en mer des populations de cétacés (cf. paragraphe I-2-a), les relevés des échouages côtiers (cf. paragraphe I-2-b) et les données d'effort de pêche (cf. paragraphe I-4) sera soumise pour validation et publication dans une revue scientifique de référence en 2009. Cette étude vise à mieux comprendre les **facteurs (mortalité accidentelle par pêche ou causes naturelles) agissant sur les populations de cétacés** en Aquitaine. En effet, le suivi des échouages apporte bon nombre d'informations (évolution mensuelle par espèce, répartition géographique des échouages, espèces rares ou occasionnelles) mais ne permet pas seul d'expliquer les causes de ces échouages. Il est par exemple difficile de mettre en évidence des traces de capture sur des animaux en état de décomposition avancée ou de déterminer la cause de la mort.

Il devient dès lors difficile de savoir si une augmentation des échouages correspond à un accroissement de la mortalité (impact des filets maillant, maladies...) ou simplement à une augmentation de l'abondance en mer avec une mortalité identique.

Les **résultats obtenus** sont très prometteurs et montrent une bonne concordance entre les pics d'échouages et l'abondance en mer des principales populations de cétacés. Cette étude illustre également l'intérêt du croisement de données d'origines différentes indispensable pour pouvoir répondre aux questions des causes de l'évolution de ces populations.

Le programme ERMMA continuera dans les prochains mois à analyser et diffuser des études pluridisciplinaires exploitant les données des suivis biologiques en cours. Ces travaux sur l'état des milieux vivants aquitains sont ensuite validés et publiés au travers de revues scientifiques mais également à un large public.

III – Communication des résultats

La communication du rôle, des objectifs et des résultats du programme ERMMA a pris de nombreuses formes **en 2008**: présentations auprès de collectivités et de scientifiques, site Internet (www.ermma.fr), diffusion auprès du grand public, des médias ...

Cette communication se développe en prenant en compte la nécessité d'avoir une démarche unifiée entre le programme ERMMA et l'**Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)** ceci tout en conservant la diversité et la spécificité des intervenants. L'ERMMA développe en effet le volet « **Patrimoine et environnement côtier** » de l'OCA. Cette communication s'est donc faite en synergie avec l'Observatoire de la Côte Aquitaine sur support papier (lettre de l'OCA n°7, n°8...) ou via les sites internet.

Ces aspects de valorisation des résultats et surtout de l'importance des sujets abordés se poursuivront et se développeront dans les mois à venir. Les actions de **communication mentionnent clairement les partenariats**.

III – 1. Auprès du public non spécialisé

Les résultats de l'ERMMA et ses partenaires ont été présentés à maintes reprises au grand public depuis sa création lors de différentes manifestations (**semaine de la Science, rencontres Naturalistes, Festivals...**).

En 2008, cette action s'est poursuivie par des conférences publiques lors de manifestations.

Par exemple, lors de la journée de l'éco-responsabilité en faveur de la biodiversité organisée par le CPIE Seignaux et Adour (Département 40) le 5 octobre 2008 (Figure 16).

Lors de ces conférences des diaporamas de vulgarisation sont élaborés. Ceux ci présentent les thèmes de recherches du programme ERMMA en relation la manifestation. Ces diaporamas présentant les actions de l'ERMMA mentionnent également clairement les partenariats.

Autre exemple, le programme ERMMA a également présenté ses actions et partenaires lors d'une conférence et table ronde organisées à la Médiathèque de Biarritz sur le thème de la biodiversité marine.

Dimanche 5 octobre 2008
à Saint-Martin-de-Seignaux
de 10h à 19h à ARREMONT

Le CPIE Seignaux et Adour organise la
2^{ème} Journée de l'éco-responsabilité
en faveur de la biodiversité

Entrée gratuite

Marché BIO et équitable,
Point info Biodiversité, Expositions
Ateliers pratiques (petits et grands)
Lancement de l'opération "mangeoire"

Conférences :
Restauration et buvette BIO

11h00 : Présentation et enjeux "des biodiversités"
Frank LAMERENX (CPIE Seignaux et Adour)
Témoignage d'un apiculteur : Les abeilles en danger
Hervé ESTIVAL (Les Ruchers d'Emilie)

14h30 : Biodiversité du Golfe de Gascogne
Iker CASTEGE (Centre de la Mer Côte Basque)

Projection :
17h00 : " Un jour sur Terre "
Documentaire spectaculaire sur les espèces des milieux marins, aériens et terrestres,
de l'Arctique à l'Antarctique, en passant par l'Equateur (durée 1h30, 2007).

Menacées par la destruction de leurs habitats,
des milliers d'espèces sauvages sont en train de disparaître.
Ce défi nous concerne tous !

Plus d'infos : 05 59 56 16 20 - www.cpie-seignaux.com/actualite

Figure 16 : Exemple d'intervention lors de manifestation grand public.

D'autres interventions de ce type sont en préparation. Le programme ERMMA continuera et amplifiera ses participations à ce type de manifestations permettant de présenter et discuter les questions d'évolutions (naturelles ou non) des peuplements marins et les problèmes de gestion durable de ces milieux.

Des présentations dans les Médias ont été effectuées chaque année depuis la création du programme ERMMA lors d'émissions de télévision (**France 3** ou **France 3 Aquitaine**) ou de radio (**Sud Radio, France Bleu national, Sud Radio, France Bleu Gascogne, Bleu Béarn** et **Bleu Pays Basque**). L'ERMMA participe également régulièrement à la rubrique **Bleu Nature** de France Bleu afin de promouvoir la biodiversité marine de l'Aquitaine.

Certaines actions de l'ERMMA ont parues dans la presse écrite (**Sud-ouest, Semaine du Pays Basque, L'écho des quais...**).



Figure 17 : Vidéoclip de présentation du programme ERMMA et de ses partenaires présenté lors de l'exposition internationale de Zaragoza et visible sur le site internet

Le programme ERMMA et ses partenaires ont également été présentés lors de l'**exposition internationale de Zaragoza** en **2008**. A cette intention un clip vidéo a été réalisé et a été diffusé en boucle lors de cette exposition (Figure 17). Ce vidéoclip est également visible sur le site internet du programme (www.ermma.fr).

Enfin, le site Internet du Programme régional ERMMA est en ligne (Figure 18). Le site

Internet est un outil interactif de diffusion vers un large public des actions entreprises et des connaissances sur le milieu marin aquitain.

Le site présente les missions engagées et de recherches entreprises. Les programmes de suivis, leurs objectifs et méthodologies sont également détaillés. Ce site est interactif, les internautes peuvent réagir et poser des questions, et renferme de nombreuses pages promouvant les richesses marines de la région.

La métabase de données pluridisciplinaires gérée sous le site Internet de l'ERMMA est également présentée. Le système de gestion et d'exploitation de la métabase se fait en espace sécurisé nécessitant d'être enregistré comme utilisateur avec un mot de passe. Cependant un espace visiteur permet de présenter le principe, la nature et la quantité des données gérées au sein de la métabase. Ce dernier aspect de présentation des données analysées au public est en développement afin de le rendre plus convivial (sélection des données par cartographies, rendu des requêtes...).

The screenshot shows the ERMMA website interface. On the left, a vertical navigation menu includes sections for 'Objectifs', 'Suivis' (with sub-items like Cétacés, Oiseaux marins, Poissons, Benthos, Plancton, Evolution des milieux), 'Milieux' (with sub-item Golfe de Gascogne), and 'Publications' (with sub-item Consulter). The main content area features a title 'Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains', a brief description of the program, and lists of 'Partenaires' and 'Participants' with their respective logos. A right-hand sidebar contains a 'Métabase' section with links for 'Données', 'Requêtes', and 'Connexion', a 'Partenariat' section with links for 'Participants', 'Partenaires', and 'Liens amis', and a 'Vidéo' section featuring a video player for 'Sentinelles du littoral du Golfe de Gascogne'. Five blue callout boxes with arrows point to specific elements: the top-left box points to the 'Objectifs' link; the middle-left box points to the 'Suivis' section; the bottom-left box points to the 'Milieux' section; the bottom-left box points to the 'Publications' section; and the right-side boxes point to the 'Métabase', 'Partenariat', and 'Vidéo' sections respectively.

Figure 18 : Présentation succincte du site Internet du Programme régional « Environnement et ressources des milieux marins aquitains » ERMMA (www.ermma.fr).

Enfin, un certain nombre de publications spécialisées et grand public sont disponibles et téléchargeables dans la rubrique publication du site.

III – 1. Auprès du public spécialisé

La restitution des résultats auprès du public spécialisé (scientifiques et spécialistes) s'effectue sous plusieurs formes : rencontres, colloques et publications dans des revues à caractère scientifique et technique. Cet aspect est indispensable pour valider scientifiquement les travaux effectués et renforcer les liens et collaborations actuelles et futures.

Depuis sa mise en place les études menées par le programme ont été présentées lors de nombreux colloques internationaux et séminaires (cf. rapport activité 2007 disponible sur le site internet du programme).

En **2008**, les résultats obtenus par les suivis en mer (définition d'Aires Marines Protégées, recherches sur les causes de l'évolution des populations...) ont été présentés lors du colloque international organisé par l'Université de La Rochelle, le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins, l'Agence des Aires Marines Protégées et le MEDDAT : « **Stratégies for monitoring marine mammal populations** » (La Rochelle, 21 au 23 novembre 2008).

Cette rencontre a rassemblé des responsables politiques et administratifs, les scientifiques et les naturalistes autour d'une réflexion européenne sur les stratégies de suivi des populations et les avantages respectifs des différentes approches que constituent les recensements en mer, l'utilisation de plateformes d'opportunité, la veille acoustique et l'exploitation scientifique des échouages.

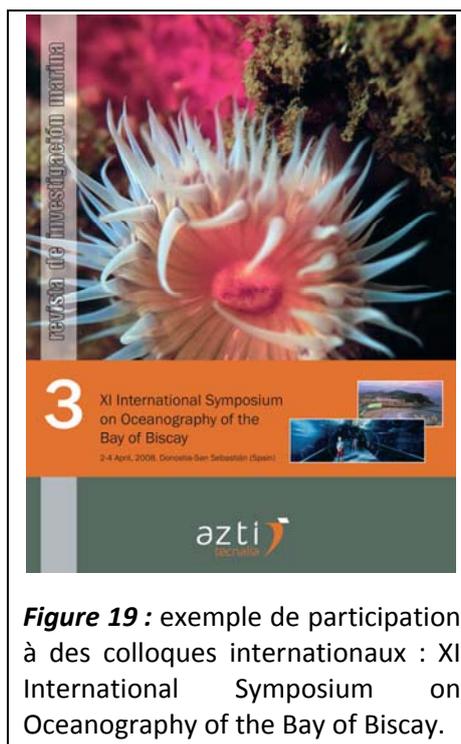


Figure 19 : exemple de participation à des colloques internationaux : XI International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay.

La description et l'évolution temporelle des œufs et larves de poissons effectuées par le suivi planctonique du programme ont été communiquées oralement lors du **XI symposium d'océanographie du golfe de Gascogne** tenu à San Sébastien (Espagne ; Figure 19). Cette manifestation qui a connu un bon succès (plus de 200 participants) a été organisée en particulier par **AZTI-Tecnalia** et l'**Oceanographic Society of Gipuzkoa**. Suite à ce colloque les résultats obtenus ont été publiés dans différentes revues. Ce type de participation est également essentiel pour développer les collaborations transfrontalières.

Enfin, dans le cadre de la collaboration avec l'**Observatoire de la Côte Aquitaine** le programme a participé aux ateliers de terrain de l'EUCC-France organisés du 7 au 9 octobre 2009 sur la côte basque.

L'association **EUCC ("Coastal Union")** est une organisation européenne qui réunit des praticiens de la gestion des zones intégrées côtières (experts, décideurs, etc...). La branche française de cette association organise deux fois par an des ateliers afin de réunir des acteurs locaux (élus des communes, collectivités, services de l'Etat, ...), des scientifiques de différents horizons (géographie, géologie, biologie, ...), ainsi que des acteurs essentiels du littoral à l'échelle nationale (Conservatoire, ONF, ANEL,...) sur des sites exemplaires pour leurs problématiques (érosion, gestion de l'eau, nettoyage, etc...). Lors de ces journées, le suivi benthique effectué et les résultats obtenus à Guéthary dans le cadre du programme ERMMA ont été présentés sur le terrain.

La **publication dans des revues de références** avec comités scientifiques de lecture des études et méthodologies utilisées est une garantie de validation des résultats obtenus.

Depuis la mise en place du programme ERMMA un certain nombre d'articles a déjà été publié.

Ainsi, en **2008**, la description et l'évolution des espèces d'œufs et de larves de **poisson** échantillonnées lors du suivi planctonique effectué par le programme dans le sud du Golfe de Gascogne (cf. paragraphe I-5) ont été publiées dans la revue spécialisée « **REVISTA DE INVESTIGACION MARINA** » suite au XI symposium d'océanographie du golfe de Gascogne .

Les résultats complets de ce suivi planctonique ont également été validés et seront publiés en **2009** de manière détaillée par la revue internationale « **CONTINENTAL SHELF RESEARCH** » (Annexe III).

Les résultats et méthodologies permettant la compréhension des interactions entre les conditions physiques du milieu océanique et les indicateurs biologiques (cf. paragraphe II-4) ont été **validés et publiés** dans la **revue de référence internationale** : « **GLOBAL CHANGE BIOLOGY** ».

L'article intitulé « Detecting the impact of oceano-climatic changes on marine ecosystems using a multivariate index : the case of the Bay of Biscay (North Atlantic-European Ocean) » a **paru dans l'édition 2008 de la revue** (cf. www.ermma.fr).

De même, l'étude pluridisciplinaire de grande ampleur menée par l'ERMMA sur les données collectées au moment de la marée noire du Prestige (ERMMA, CEDRE, DIREN Aquitaine, principaux centres de soins (UMSOM, Hégaldia)...) et sur l'impact de la marée noire en Aquitaine a été **validée et publiée dans la revue internationale** : « **ARDEOLA** ».

L'article intitulé « Estimating actual seabirds mortality at sea and relationship with oil arrival: lesson from the "prestige" oilspill in Aquitaine (France) » a **paru dans l'édition 2007 de la revue** (cf. www.ermma.fr).

Enfin, l'article intitulé « La pollution du milieu marin : vers une écologie de la perturbation » a été publié dans la **revue nationale** « **Le Courrier de la Nature** » (n° 220, mai 2005, cf. www.ermma.fr).

Le programme ERMMA a également travaillé en 2008 à l'édition de deux « **Atlas** » importants. Ces ouvrages seront publiés en 2009, l'un sur la côte basco landaise (**Atlas IFREMER**), l'autre sur l'ensemble du Golfe de Gascogne (**Atlas Muséum National d'Histoire Naturelle**). Ces informations sur la biodiversité marine ont déjà participé en **2008** à la définition de zones biologiquement sensibles : les AMP (Aires Marines Protégées).

D'autres publications sont en préparation et seront prochainement soumises pour validation et publication dans des revues appropriées. Par exemple, un article scientifique croisant les données de pêche, des échouages de cétacés et de l'abondance de ces espèces en mer (cf. paragraphe II-4). Ces travaux visent à apporter des éléments d'explication des principales causes de l'évolution des échouages de cétacés (abondance en mer accrue ou augmentation de la mortalité). Une publication présentant l'invasion biologique des Goélands leucophées, ses causes et conséquences est également en préparation (cf. paragraphe II-2).

CONCLUSION

La force du programme ERMMA réside principalement dans son **expérience méthodologique et l'antériorité de données standardisées** acquises depuis plus d'un quart de siècle pour bon nombre des suivis. Ces informations de terrain couvrent les différents maillons des écosystèmes marins (invertébrés, vertébrés) et impliquent la coopération de **multiples organismes**.

Fort de son expérience, le programme et ses différentes équipes développent également de nouvelles stations de suivi afin de compléter la **connaissance** sur les milieux marins aquitains.

Ces données de référence (planctons, benthos, poissons, cétacés, oiseaux marins) sont stockées et gérées dans une métabase de données pluridisciplinaires qui compte aujourd'hui près de **4 millions de données standardisées** sur les suivis biologiques menés et fédérés dans le cadre de l'ERMMA. Ces relevés standardisés sont régulièrement actualisés. Dans le cadre d'un partenariat avec **l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA)** les métadonnées sur certains suivis du programme ERMMA servent à développer le volet « Patrimoine et environnement côtier » pour l'OCA.

Les informations de terrain permettent de suivre et de mettre évidence les **fonctionnements et dysfonctionnements des écosystèmes**. Ainsi, le programme ERMMA développe des travaux de **recherche fondamentale et appliquée** sur les milieux et écosystèmes marins. Ces études visent à comprendre les mécanismes écologiques mis en jeu dans le cadre de l'évolution des peuplements marins en discriminant les **actions de l'homme** (aménagement, pollutions, pêches ...) de **phénomènes plus globaux** (climat ...). Ces travaux sont régulièrement **publiés et diffusés** également vers le public non spécialisé.

Les acteurs pluridisciplinaires de l'ERMMA assurent une **présence permanente sur le terrain**. Ce rôle de **veille écologique** permet de détecter les changements dans les populations indicatrices, d'alerter les administrations concernées et d'élaborer des actions d'expertise et de terrain (impact du Prestige, nuisance due à l'expansion démographique des Goélands leucophées...)

Enfin, l'ERMMA fournit des **informations fiables** essentielles pour la **gestion du littoral**. Ces éléments objectifs constituent une **aide à la décision** aux collectivités et à l'Etat dans une optique de développement durable (Natura 2000, Aires Marines à Protéger, application des textes nationaux ...).

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE I :

Etudiants stagiaires ayant collaboré aux travaux de l'ERMMA en 2008

Au cours de l'année 2008, neuf étudiants universitaires ont été encadrés et ont participé aux travaux de l'ERMMA

ANNEXE I a :

Etude sur le **suivi de l'invasion des Goélands leucophées (*Larus michahellis*) sur la Côte Basque : impact sur la diminution de l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*)** .

Travail mené en 2008 au sein de l'ERMMA par Loïc BERTRAND de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).

ANNEXE I b :

Etude de la macrofaune benthique sur l'estran rocheux (zone de cantonnement) de Guéthary : suivi et analyse comparative.

Travail mené en 2008 au sein de l'ERMMA par Marie BERDOULAY et Bruno LANDABURE de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).

ANNEXE I c :

Etude de la **faune benthique du lac d'Hossegor : plan d'échantillonnage et analyse de terrain.**

Travail mené en 2008 au sein de l'ERMMA par Emilie MILON de l'UPPA (Licence 3 professionnel « Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités », UFR Sciences et Techniques Côte Basque).

ANNEXE I d :

Etude sur le **suivi de la colonisation des Goélands leucophées (Larus michahellis) sur la Côte Basque.**

Travail mené en 2008 au sein de l'ERMMA par Dorian BARBUT, Hélène DE PAOLI, Aurore LABORDE, Cécile PORTES et Maxime SIMON de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).

ANNEXE I e :

Extraits de l'étude sur la **gestion de crise du Prestige** avec retour d'expérience dans les Pyrénées Atlantiques.

Travail mené en 2004 au sein de l'ERMMA par Delphine BRUNIE de l'université de Corse (DESS Ecosystèmes Méditerranéens Littoraux, Facultés des Sciences et Techniques).

ANNEXE II :

Exemple de communication en collaboration avec l'**Observatoire de la Côte Aquitaine**. (La lettre de l'OCA, juin 2008).

ANNEXE VI :

Exemples de publications effectuées par le programme ERMMA dans des **revues scientifiques** de références avec comités de lecture. Ces publications présentent les méthodologies et principaux résultats obtenus dans le cadre des objectifs généraux du programme.

Article intitulé « Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic) » publié dans la **revue de internationale « CONTINENTAL SHELF RESEARCH »** (2009).

Cet article traite de la description et de l'évolution des espèces d'œufs et de larves de **poisson** échantillonnées lors du suivi planctonique effectué par le programme ERMMA dans le sud du Golfe de Gascogne.

ANNEXE I :

Etudiants stagiaires ayant collaboré aux travaux de l'ERMMA en 2008

Au cours de l'année 2008, neuf étudiants universitaires ont été encadrés et ont participé aux travaux de l'ERMMA

ANNEXE I a :

Etude sur le **suivi de l'invasion des Goélands leucophées (*Larus michahellis*) sur la Côte Basque : impact sur la diminution de l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*)** .

Rapport réalisé en 2008 au sein de l'ERMMA par Loïc BERTRAND de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).



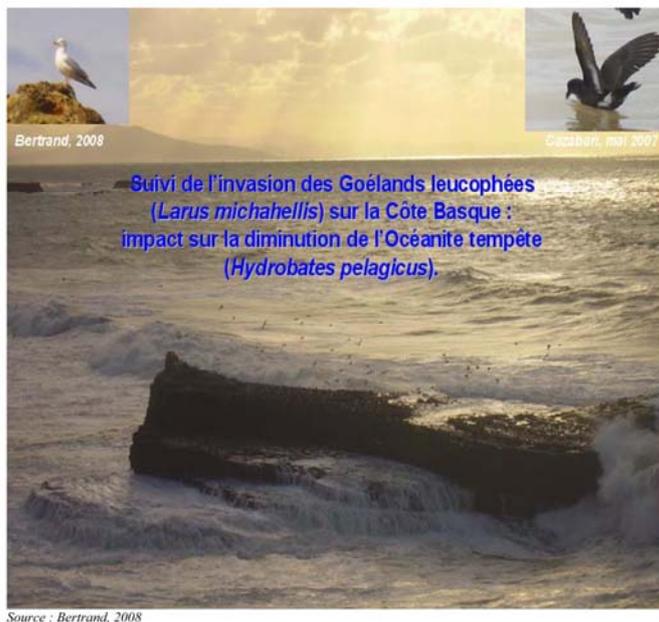
UFR SCIENCES & TECHNIQUES COTE BASQUE
Université de Pau et des Pays de l'Adour

MASTER 1 Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques



Muséum National
d'Histoire Naturelle
Station maritime de
Mousserotte de Biarritz

Année 2007-2008



Bertrand Loïc

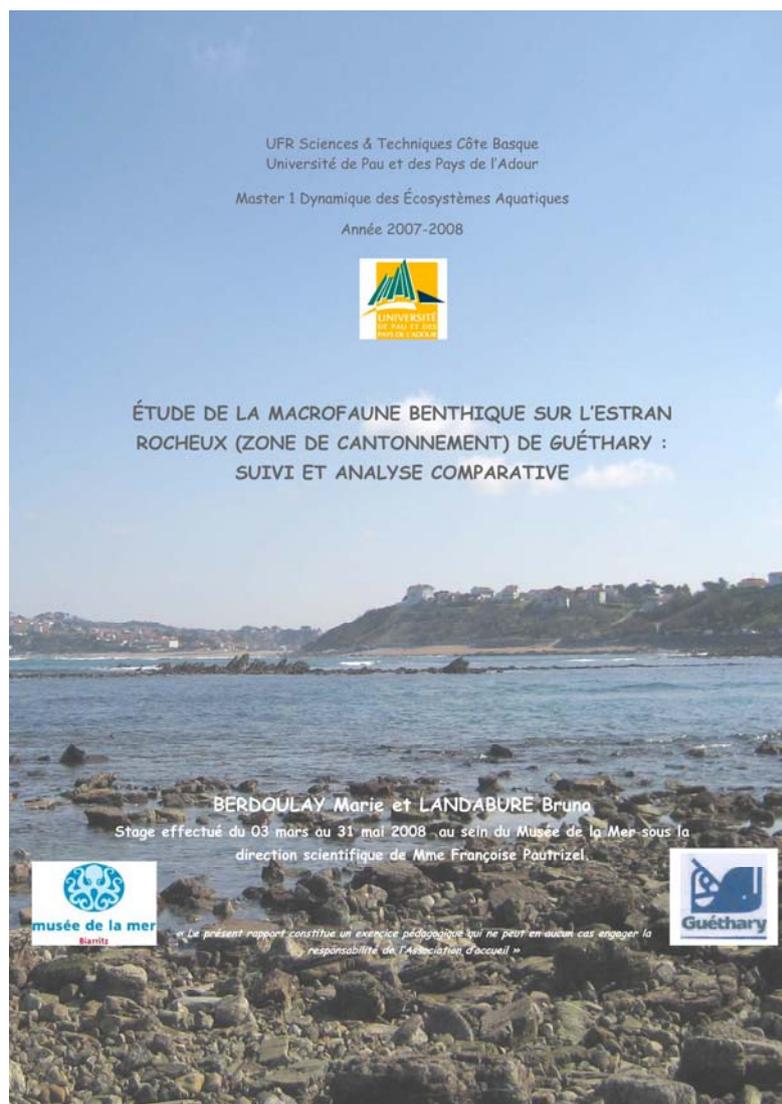
Stage effectué du 1er mars au 31 mai 2008 au Muséum National d'Histoire Naturelle de Biarritz, plateau de la petite Atalaye, 64200 BIARRITZ
Sous la direction scientifique de Mr Georges HEMERY et de Mr Iker CASTEGE.

" Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du laboratoire d'accueil "

ANNEXE I b :

Etude de la macrofaune benthique sur l'estran rocheux (zone de cantonnement) de Guéthary : suivi et analyse comparative.

Rapport réalisé en 2008 au sein de l'ERMMA par Marie BERDOULAY et Bruno LANDABURE de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).



ANNEXE I c :

Etude de la faune benthique du lac d'Hossegor : plan d'échantillonnage et analyse de terrain.

Rapport réalisé en 2008 au sein de l'ERMMA par Emilie MILON de l'UPPA (Licence 3 professionnel « Biologie Appliquée aux Ecosystèmes Exploités », UFR Sciences et Techniques Côte Basque).



ÉTUDE DE LA FAUNE BENTHIQUE DU LAC D'HOSSEGOR.

Plan d'échantillonnage et analyses



MILON Emilie

Stage effectué du 25 février au 20 juin 2008 à l'Institut des Milieux Aquatiques sous la direction scientifique de Mr Laurent SOULIER et sous la co-direction de Mr Iker CASTEGE

« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil »

ANNEXE I d :

Etude sur le **suivi de la colonisation des Goélands leucophées (*Larus michahellis*) sur la Côte Basque.**

Rapport réalisé en 2008 au sein de l'ERMMA par Dorian BARBUT, Hélène DE PAOLI, Aurore LABORDE, Cécile PORTES et Maxime SIMON de l'UPPA (Master 1, Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UFR Sciences et Techniques Côte Basque).

Dorian BARBUT
Hélène DE PAOLI
Aurore LABORDE
Cécile PORTES
Maxime SIMON

Université de Pau et des Pays de L'Adour
Master DYNEA 2008-2009

*Suivi de la colonisation des Goélands leucophées (*Larus michahellis*) sur la Côte Basque*



Goéland leucophée à Biarritz, Dorian Barbut, 2008



ANNEXE II :

Exemple de communication en collaboration avec l'**Observatoire de la Côte Aquitaine**. (La lettre de l'OCA, juin 2008).



Evolution des peuplements animaux dans le Golfe de Gascogne : changements climatiques ou activités humaines ?



Depuis 1973, une chute du tonnage pêché de certaines espèces a été observée dans le Golfe de Gascogne. Est-ce la conséquence directe des activités humaines (pêche, pollutions des eaux) ou celle de variations climatiques ?

Quelles sont les espèces les plus affectées et dans quelles zones ?

Une équipe de chercheurs menée par Georges Hemery (Muséum national d'histoire naturelle) et Iker Castege (Centre de la Mer Côte Basque) a tenté de répondre à ces questions.

Consultez le dossier complet intitulé «Changements climatiques et évolution des peuplements animaux dans le Golfe de Gascogne», rubrique Actualités, sous rubrique Les dossiers sur :

→ www.littoral.aquitaine.fr



ANNEXE III :

Exemples de publications effectuées par le programme ERMMA dans des **revues scientifiques** de références avec comités de lecture. Ces publications présentent les méthodologies et principaux résultats obtenus dans le cadre des objectifs généraux du programme.

Article intitulé « Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic) » publié dans la **revue de internationale** « **CONTINENTAL SHELF RESEARCH** » (2009).

Cet article traite de la description et de l'évolution des espèces d'œufs et de larves de **poisson** échantillonnées lors du suivi planctonique effectué par le programme ERMMA dans le sud du Golfe de Gascogne.

ARTICLE IN PRESS

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research (2009) (in press)

9

- Coombs, S., Morgan, D., Halliday, N., 2001. Seasonal and ontogenetic changes in the vertical distribution of eggs and larvae of mackerel (*Scomber scombrus* L.) and horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). Fisheries Research 50, 27–40.
- Coombs, S., Boyra, G., Rueda, L., Uriarte, A., Santos, M., Conway, D., Halliday, N., 2004. Buoyancy measurements and vertical distribution of eggs of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Marine Biology 145, 959–970.
- Costello, J.H., Sullivan, B.K., Gifford, D.J., 2006. A physical–biological interaction underlying variable phenological responses to climate change by coastal zooplankton. Journal of Plankton Research 28, 1099–1105.
- Dransfeld, L., Dwane, O., McCarney, C., Kelly, C.J., Bret, S., Danilowicz, B.S., Fives, J.M., 2000. Larval distribution of commercial fish species in waters around Ireland. Irish Fisheries Investigation (13), 40.
- Dicenta, A., 1984. Aportación al conocimiento del ictioplancton de la Costa Vasca. Bolletín. Del Institut. Espanol de Oceanografía 1 (2), 94–105.
- Edwards, M., Richardson, A.J., 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. Nature 430, 881–884.
- Elbée (d'), J., 1993. Le zooplancton du plateau continental sud-Gascogne: échanges avec le bassin d'Arcachon. Actes du IIIème colloque international "Océanographie du Golfe de Gascogne." 131–138.
- Elbée (d'), J., 2001. Distribution et diversité des copépodes planctoniques dans le golfe de Gascogne. In: Océanographie du golfe de Gascogne. VIIe Colloque International, Biarritz, 4–6 avril 2000. Elbée (d') J., Prouzet, P., (coord.). Ed. Ifremer, Actes Colloq., 31, 147–156.
- Elbée (d') J., Castel, J., 1991. Zooplankton from the continental shelf of the southern Bay of Biscay. Exchanges with Arcachon Basin, France. Annales de l'Institut Océanographique, Paris, 67(1), 35–48.
- Elbée (d') J., Prouzet P., 2001. Océanographie du golfe de Gascogne. VIIe Colloque International, Biarritz, 4–6 avril 2000. Ed. Ifremer, Actes Colloq., 31, 339 pp.
- Fahay, M.P., 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. J. Northwest Atlantic Fishery Science (4), 423.
- Ferreiro, M.J., Labarta, U., 1988. Distribution and abundance of teleostean eggs and larvae on the NW coast of Spain. Marine Ecology. Progress Series 43, 189–199.
- Halbeisen, H.-W., 1988. Bestimmungsschlüssel für Fischlarven der Nordsee und angrenzender Gebiete. Berichte aus dem Institut für Meereskunde und der Christian-Albrechts Universität Kiel. No. 178.
- Halliday, N.C., Coombs, S.H., Smith, C., 2001. A comparison of LHPR and OPC data from vertical distribution sampling of zooplankton in a Norwegian fjord. Sarsia 86, 87–99.
- Hays, G.C., Richardson, A.J., Robinson, C., 2005. Climate change and marine plankton. Trends in Ecology and Evolution 20 (6), 337–344.
- Hémery, G., Castège, I., Dupont, B., Elbée (d'), J., et André, R., 2002. Ecosystème et climat dans le golfe de Gascogne. Météorologie maritime 194, 3–5.
- Ibaibarriaga, L., Irigoien, X., Santos, M., Motos, L., Fives, J.M., Franco, C., Lago de Lanzos, A., Acevedo, S., Bernal, M., Bez, N., Eltink, G., Farinha, A., Hammer, C., Iversen, S.A., Milligan, S.P., Reid, D.G., 2007. Egg and larval distributions of seven fish species in north-east Atlantic waters. Fisheries Oceanography 16 (3), 284–293.
- Koutrakis, E.T., Kallianiotis, A.A., Tsikliras, A.C., 2004. Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. Scientia Marina 68 (4), 585–595.
- Marinaro, J.-Y., 1971. Contribution à l'étude des oeufs et larves pélagiques de poissons méditerranéens. Oeufs pélagiques de la Baie d'Alger. Pelagos 3 (1), 130.
- Motos, L., Uriarte, A., Valencia, V., 1996. The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). Scientia Marina 60 (Supl. 2), 117–140.
- Motos, L., Coombs, S.H., 2000. Vertical distribution of anchovy eggs and field observations of incubation temperature. Ozeanografika 3, 253–272.
- Motos, L., Cotano, U., Coombs, S.H., Alvarez, P., Santos, M., 2004. Ichthyoplankton assemblages. In: Borja, A., Collins, M. (Eds.), Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Elsevier, pp. 425–454.
- Munk, P., Nielsen, J.G., 2005. Eggs and larvae of North Sea Fishes. Biofolia Eds. 215 pp.
- Olivar, M.P., Fortuño, J.M., 1991. Guide to ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current region). Scientia Marina 55 (1), 1–383.
- Palomera, I., 1992. Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwestern Mediterranean relative to hydrographic feature in the region. Marine Ecology. Progress Series 79, 215–223.
- Petitgas, P., Massé, J., Bourriau, P., Beillois, P., Bergeron, J.-P., Delmas, D., Herbland, A., Koueta, N., Froidefond, J.-M., Santos, M., 2006a. Hydro-plankton characteristics and their relationship with sardine and anchovy distribution on the French shelf of the Bay of Biscay. Scientia Marina 70S1, 161–172.
- Petitgas, P., Magri, S., et Lazure, P., 2006b. One-dimensional biophysical modelling of fish egg vertical distributions in shelf seas. Fisheries Oceanography 15 (5), 415–428.
- Planque, B., Bellier, E., Lazure, P., 2007. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. Fisheries Oceanography 16 (1), 16–30.
- Poulard, J.-C., Blanchard, F., 2005. The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 62, 1436–1443.
- Poulet, S.A., Laabir, M., Chaudron, Y., 1996. Characteristic features of zooplankton in the Bay of Biscay. Scientia Marina 60 (Supl. 2), 79–95.
- Richards, W.J., 2006. Early Stages of Atlantic Fishes. An identification Guide for Western Central North Atlantic. CRC Press. Marine Biology Series, 2640 pp.
- Ré, P., 1996. Ictioplancton estuarino da península ibérica. Premio Do Mar. Camara Municipal de Cascais. 163 pp.
- Russel, F.R.S., 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, 524 pp.
- Sabatés, A., 2004. Diel vertical distribution of fish larvae during the winter-mixing period in the northwestern Mediterranean. ICES Journal of Marine Science 61, 1243–1252.
- Sanchez, F., Gil, J., 1999. Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in southern Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 57, 152–170.
- Sola, A., Motos, L., Franco, C., Lago de Lanzos, A., 1990. Seasonal occurrence of pelagic fish eggs and larvae in the cantabrian (VIIIc) and Galicia (Ixa) from 1987 to 1989. ICES CM/H 25, 38.
- Souissi, S., Ibanez, F., Ben Hamadou, R., Boucher, J., Cathelineau, A.-C., Blanchard, F., Poulard, J.-C., 2001. A new multivariate mapping method for studying species assemblages and their habitats: example using bottom trawl surveys in the Bay of Biscay (France). Sarsia 86, 527–542.
- Spiegel, M. R., 1983. Théorie et application de la statistique. Ed. Schaum. 358 pp.
- Suau, P., Vives, F., 1979. Ictioplancton de las aguas del cantabrico, frente a Punta Undata (Nde Espana). Investigación Pesquera 43 (3), 723–736.
- Valencia, V., Motos, L., Urrutia, J., 1988. Estudio de la variación temporal de la hidrografía y el plancton en la zona nerítica frente a San Sebastian. Resultados abril 1986-diciembre 1987. Informes Técnicos (Departamento Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco) 20, 80 pp.
- Zarrad, R., Missaoui, H., Alemany, F., Salah, R.M., Garcia, A., Ridha, M., Othman, J., Amor, E., 2006. Spawning areas and larval distributions of anchovy *Engraulis encrasicolus* in relation to environmental conditions in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea). Scientia Marina 70S2, 137–146.

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023



Contents lists available at ScienceDirect

Continental Shelf Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/csr



Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic)

Jean d'Elbée^{a,*}, Iker Castège^b, Georges Hémerly^c, Yann Lalanne^d, Claude Mouchès^d,
Françoise Pautrizel^e, Frank D'Amico^d

^a Laboratoire d'Analyses de Prélèvements Hydrobiologiques, 1341 chemin d'Agerrea 64210 Ahetze, France

^b Centre de la Mer de Biarritz, Plateau de l'Atalaye 64200 Biarritz, France

^c Muséum National d'Histoire Naturelle, Station maritime de Recherche, Plateau de l'Atalaye 64200 Biarritz, France

^d Université de Pau et des Pays de l'Adour, UFR Sciences & Techniques de la Côte Basque. Allée du Parc Montaury 64600 Anglet, France

^e Musée de la Mer, Plateau de l'Atalaye 64200 Biarritz, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 May 2008

Received in revised form

24 November 2008

Accepted 21 December 2008

Keywords:

Ichthyoplankton

Bay of Biscay

Temporal monitoring

Biological diversity

ABSTRACT

From September 2000 to December 2006, surface plankton samples were collected on a monthly basis, from a station located in the southern Bay of Biscay (43°37'N; 1°43'W France), near the deep Capbreton canyon. In this paper, the results for the ichthyoplankton assemblage are presented. Among the 62 taxa recorded, only 35 were present in the larval stage whilst only 10 were represented by their eggs. Taxa represented by both stages (eggs+larvae; $N = 17$) had the highest abundance. The presence in the surface plankton assemblage of species, at either or both stage, is interpreted within the context of the bathymetric distribution of species. The maxima in abundance and diversity occurred in February–March, for eggs, and May–June, for larvae. This 3-month time-lag between the stages is proposed to be related to the timing of egg spawning and larval recruitment to the pelagic environment. Mean egg abundances (82.4 ± 29.8 eggs/10 m²) were 10-fold higher than the larval abundances (7.1 ± 1.8 larvae/10 m²). Despite pronounced monthly variability, no statistically significant decrease in either egg or larvae abundance was observed during this 6-year study period. Compared with previous published studies, this study shows that the peak in ichthyoplankton diversity occurred two months earlier. In addition, the spawning period occurred over the whole year, even during autumn and winter. Using ordination techniques, the annual sequence appearance of taxa are described at the study site: Gadiforms, Ammodytidae and Pleuronectiforms were present during the winter whilst Sparidae, Blennidae, Labridae and Gobiidae, formed the summer group. Only three species, European anchovy *Engraulis encrasicolus*, European pilchard *Sardina pilchardus* and Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus* were recorded throughout the year.

© 2009 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Ichthyoplankton in the Bay of Biscay (SW Atlantic) is well-documented, although most published studies encompass only a few, especially commercially important, species such as the European hake, European anchovy, European pilchard and Atlantic horse mackerel or Atlantic mackerel (Sola et al., 1990; Motos et al., 1996; Alvarez et al., 2001; Coombs et al., 2001, 2004 and Planque et al., 2007). Some studies have described the entire species assemblage, but sampling was restricted to an annual cycle, or sparsely distributed in time (Suau and Vives, 1979; Dicenta, 1984; Acevedo et al., 2002; Ibaibarriaga et al., 2007). Other studies from

the Galician (Ferreiro and Labarta, 1988) or Cantabrian coasts (Valencia et al., 1988), have sampled over 2 or 3 years only.

The objective of the present study in the Bay of Biscay was to describe seasonal and inter-annual variation in species diversity, as well as species abundance for the whole surface ichthyoplankton assemblage on a long-term basis (> 10 years). The sampling strategy was based upon monthly collection to strengthen the temporal dimension of the long-term pattern. Data collection was restricted to horizontal surface samples, at a single station. This study is part of a larger research programme, on the whole at the zooplankton community (Elbée (d') and Castel, 1991; Elbée (d') and Prouzet, 2001) and the seabird and mammal communities (Hémerly et al., 2002; Castège et al., 2004) of the southern Bay of Biscay. These studies together are aimed at quantifying the impacts of global oceanic-climatic changes (Hays et al., 2005; Poulard and Blanchard, 2005 and Costello et al., 2006).

* Corresponding author.

E-mail address: laphy@wanadoo.fr (J. d'Elbée).



Fig. 1. Location of the sampling station (dark square) in the southern Bay of Biscay.

2. Study site

The sampling location for plankton was located in the southern Bay of Biscay (43°37'N; 1°43'W), on the southern border of a deep oceanic canyon (the so-called Gouf of Capbreton) (Fig. 1). Selection of this sampling site was based on logistical (practical) and biological reasons; at 20 km of the coast (the city of Bayonne) it was close enough to minimize travel costs, but remote enough to minimize anthropic and continental influences. Water depth at the sampling site was around 540 m. The planktonic community at this site is highly diversified and well-balanced between surface and deep influences (Elbée (d'), 1993, 2001).

3. Material and methods

Plankton was sampled at the same time of day (ca 0900–1000 a.m.), using a WP2-type tronconic net with 200 µm mesh size, from the vessel "Haize Hegoa" (30 m length), from the Douanes Françaises and the Affaires Maritimes (Coast Guard ship). Horizontal hauls were collected at 1 m below the surface and the net was towed at a speed of 0.5 m s⁻¹. The volume of water filtered through the net was estimated with a General Oceanics flowmeter. Plankton was preserved in 5% seawater formalin and then stored for further analysis. Samples were sorted in the laboratory, under a WILD M10 stereomicroscope provided with epi- and dia-scopique light. When concentrations (especially for eggs) were high, sub-sampling was carried out, using a Motoda box.

Identification of taxonomic units (TUs) was carried out using specialized literature and reference textbooks (Marinaro, 1971; Russel, 1976; Fahay, 1983; Halbeisen, 1988; Aboussouan, 1990; Olivar and Fortuño, 1991; Ré, 1996; Munk and Nielsen, 2005 and Richards, 2006), and from the following websites: <http://www.larvalbase.org/>; and <http://access.afsc.noaa.gov/ichthyo/index.cfm>. An original database of eggs and oil globule diameters, for ca 200 fish species, developed by one of the authors (J. d'E) at the LAPHY laboratory, was also used. Confirmation of the identification of some doubtful eggs/larvae was facilitated greatly by information on the presence/absence of adult fish, derived from annual bottom trawl surveys EVHOE and carried out by IFREMER

over the area (Souissi et al., 2001; <http://www.ifremer.fr/drvlorient/programmes/posterevhoe.htm>).

Abundances were expressed as number of individuals per m³. The total abundance for each TU was calculated, by summing the monthly abundances estimated during the study ($n = 57$ months). The relative abundance was defined as the ratio between total abundance of each TU, over the total abundance of all TUs collected.

4. Statistical analysis

Statistical analysis of the data was undertaken using StatBox v. 6.0[®] and SAS[®] (SAS Institute, V. 8) softwares. Time-series were analysed using the method of moving averages, with a window width equal to two and plotted accordingly (Spiegel, 1983). Sampling fluctuations around the mean were described by their standard error $SE = SD \div \sqrt{n}$ (with SD : standard deviation and n : sample size). Correspondence analysis was performed on a contingency table of the 62 taxa (whatever their life cycle stage) and 12 months i.e. over the whole of the study period. Occurrence frequency was incremented each time a new taxon was found in the sample. Mean monthly frequencies ("MONTH"), as well as unidentified taxa ("INDETE"), were treated as supplementary elements in the analysis. Both the correlation analyses between time and the variation in the means of eggs or larval abundance means and correlation between variation in eggs and larval abundance means were performed using the non-parametric Kendall test, with the CORR procedure of SAS.

5. Results

5.1. Plankton sampling

Between October 2000 and December 2006, 57 plankton samples were collected (Table 1). The average annual sampling frequency was high (mean: 9.16 months/12) and relatively stable (coefficient of variation: 0.13), with a maximum of 11 months in 2006 and a minimum of 2 months in 2000. In contrast, the sampling frequency for the different months of the year was rather variable (3–7; mean: 4.17; CV = 0.22).

5.2. Taxon richness

A total of 62 TUs (eggs and larvae combined) were collected, over the 6 years of the study (Fig. 2). The increase in occurrence of

Table 1
 Sampling effort (monthly and annual frequency) at the single station (43°37'N; 1°43'W) during the study period (October 2000–December 2006).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
January			11	20		39	47	4
February		3	12	21	30		48	5
March			13	22	31	40	49	5
April				23	32	41	50	4
May		4	14	24	33		51	5
June		5	15	25			52	4
July		6	16	26	34		53	5
August		7			35	42		3
September			8	17	27	36	43	6
October	1			28			44	4
November		9	18		37	45	56	5
December	2	10	19	29	38	46	57	7
Total	2	8	9	10	9	8	11	57

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research (2009) 29, 1–11

3

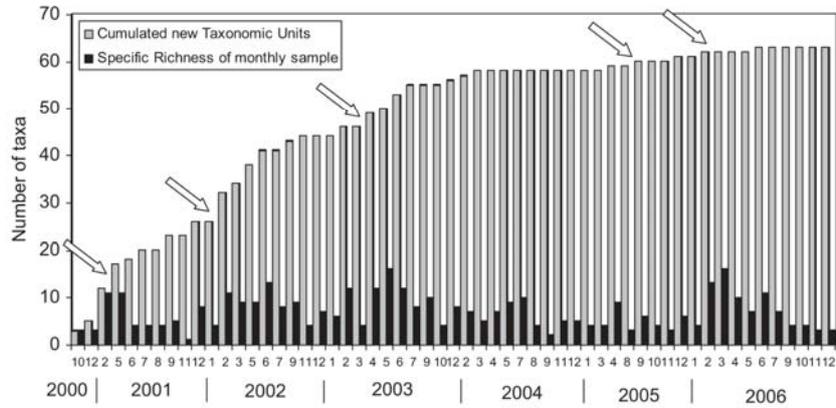


Fig. 2. Increase in total ichthyoplankton taxon richness (expressed by the cumulative curve of new taxonomic units, TUs; grey bars) during the study period (2000–2006). Specific richness of each sample ($n = 57$) is indicated by black bars. Arrows indicate maximal specific richness periods occurring especially in spring corresponding to the occurrence of new taxa.

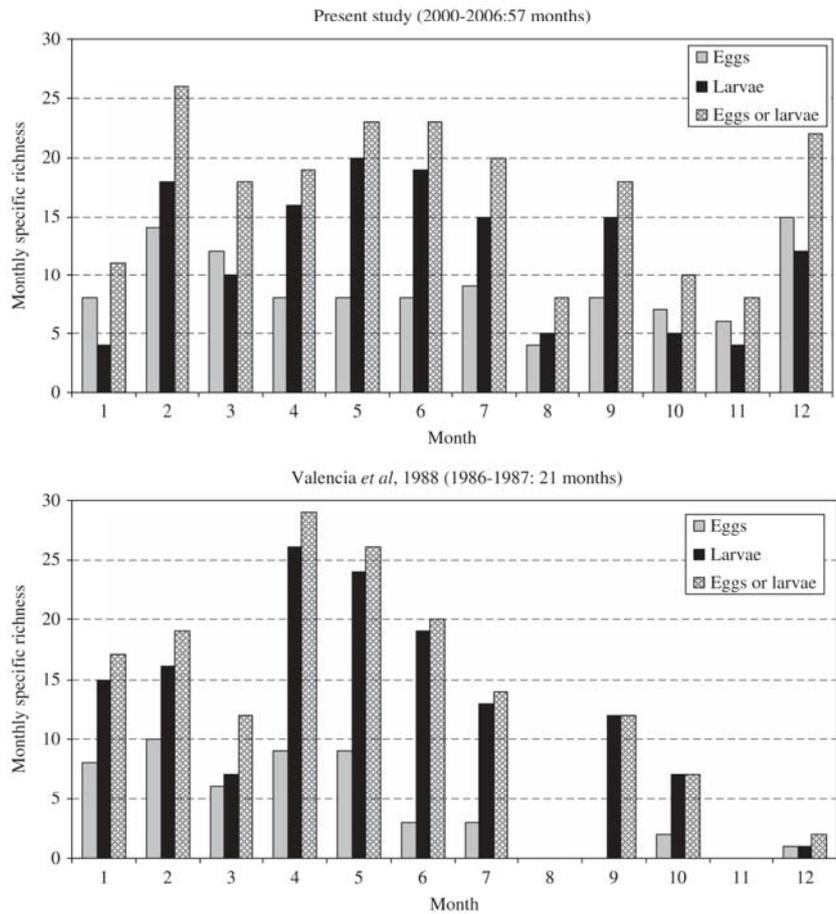


Fig. 3. Monthly change in cumulative specific richness for eggs (grey bar), larvae (black bar) and both stages. Upper figure: present study, 57 monthly samples between 2000 and 2006. Lower figure: study by Valencia et al., (1988); 21 monthly samples over 1986–1987.

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

4

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research (2009) 29–33

new TUs was high during the first 3 years of the study (ca. 15 TUs year⁻¹), then decreased to around 2 TUs year⁻¹.

Monthly variation in species richness (Fig. 3) differed, according to the stage of the annual cycle: diversity of the egg stage peaked in winter (especially December and February), whilst the larval diversity increased regularly from March, to a peak in May. Combined taxon diversity peaked around February, i.e. between winter and spring; overall taxon diversity was lowest during the summer.

5.3. Representation and relative abundances of eggs and larvae

The 62 TUs were classified into four groups (Table 2): Group I (15 TUs) species represented only by their larvae, with demersal eggs generally fixed on benthos; Group II (20 TUs) species with pelagic eggs never found in planktonic samples and, thus, represented only by larvae; Group III (17 TUs) species whose eggs and larvae are both pelagic and present in the surface plankton samples and Group IV (10 TUs) species only present in the plankton samples as eggs.

Among the 53 TUs found as larvae, only 14 had a relative abundance of greater than 1% (Fig. 4). *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Parablennius gattorugine*, *Diplodus vulgaris* and *Spondyliosoma cantharus* were the dominant TUs, in decreasing order of abundance, totalling more than 80% of the total abundance. Among the 28 TUs found as egg stages, only five species showed relative abundances >1%: *S. pilchardus*, *E. encrasicolus*, *Trachurus trachurus*, *Scomber scombrus* and *Mugil cephalus*, in decreasing order of abundance.

5.4. Ichthyoplankton abundance and temporal variation

Abundance maxima for eggs were centred around February–March, generally preceding the maxima for larvae, which were centred around May–June (Fig. 5). The best statistical correlations, between egg abundances and larvae abundances, were obtained when a 3-month time-lag was applied (Tau = +0.265, p = 0.016). Over an annual cycle, the maximal abundance of eggs was followed, 3 months later, by the maximum abundance of larvae; thus was despite the taxonomic units not matching exactly. In 2003 and 2005, the abundances of eggs and larvae were lower than during the other years of the study period. The mean for the whole time-series was 10-fold higher for egg data compared to larval data (82.4 ± 29.8 eggs/10 m³ vs 7.1 ± 1.8 larvae/10 m³).

Monthly variations in egg abundance were high (1–1000 times; maximum of 1273 ind/10 m³, in February 2001) (Fig. 6). Monthly variations in larvae abundance were lower (1–100 times; maximum of 73 ind/10 m³ in June 2002). Combining data over a number of years has enabled the identification of monthly patterns in egg and larval abundances. Egg numbers reached rapidly a maximum mean of 427 eggs/10 m³, in February, then slowly declined, until August. The pattern for larvae was slightly different with the maximum mean observed later in June (29 larvae/10 m³), followed by a quick decline until August; this is when individual number for both stages remained low.

Data-pooled over months demonstrated similar inter-annual patterns in egg and larval abundances (Fig. 7). High mean abundances were found during the years 2001, 2002, 2004 and 2006, whilst 2003 and 2005 displayed lower values. With only two samples, the minimal values for 2000 should be considered with caution. There was no significant correlation between years and the inter-annual variation in eggs and larval abundance means ((Tau = -0.143, p = 0.652 for eggs and Tau = +0.238, p = 0.453 for larvae).

Table 2

List of the 62 ichthyoplankton taxonomic units identified during the survey (2000–2006) sorted by alphabetical code order within the four functional groups according to the presence or absence of the two developmental stages egg and larvae.

Group	Code	Taxonomic units (TUs)
I (15)	AMOTOB	<i>Ammodytes tobianus</i>
	CORGAL	<i>Coryphoblennius galerita</i>
	CTERUP	<i>Ctenolabrus rupestris</i>
	CYCLUM	<i>Cyclopterus lumpus</i>
	GOBNIG	<i>Gobius niger</i>
	GYMSEM	<i>Gymnammodytes semisquamatus</i>
	LABBER	<i>Labrus bergylta</i>
	LABRID	<i>Labridae</i> sp.
	LIPARI	<i>Liparidae</i> sp.
	LIPPHO	<i>Lipophrys pholis</i>
	PARGAT	<i>Parablennius gattorugine</i>
	POMMIN	<i>Pomatoschistus minutus</i>
	SPOCAN	<i>Spondyliosoma cantharus</i>
	SYMMEL	<i>Symphodus melops</i>
	SYNGNA	<i>Syngnathidae</i> sp.
II (20)	BOOBOO	<i>Boops boops</i>
	CALLYR	<i>Callionymus lyra</i>
	CEPMAC	<i>Cepola macrophthalma</i>
	DICCUN	<i>Dicologlossa cuneata</i>
	DIPSAR	<i>Diplodus sargus</i>
	DIPVUL	<i>Diplodus vulgaris</i>
	GADARG	<i>Gadiculus argenteus</i>
	GAVISV	<i>Gaidropsarus viscayensis</i>
	LIMLIM	<i>Limanda limanda</i>
	LITMOR	<i>Lithognathus mormyrus</i>
	LOPPIS	<i>Lophius piscatorius</i>
	MICPOU	<i>Micromesistius poutassou</i>
	OBLMEL	<i>Oblada melanura</i>
	PAGACA	<i>Pagellus acarne</i>
	PAGBOG	<i>Pagellus bogaraveo</i>
	PAGPAG	<i>Pagrus pagrus</i>
	PHYBLE	<i>Phycis blennoides</i>
POLPOL	<i>Pollachius pollachius</i>	
SPARID	<i>Sparidae</i> sp.	
TRIMUN	<i>Trisopterus minutus</i>	
III (17)	ARNOGL	<i>Arnoglossus</i> sp.
	CILMUS	<i>Ciliata mustela</i>
	DICLAB	<i>Dicentrarchus labrax</i>
	ECHVIP	<i>Echiichthys vipera</i>
	ENCHCIM	<i>Enchelyopus cimbrius</i>
	ENGENC	<i>Engraulis encrasicolus</i>
	EUTGUR	<i>Eutrigla gurnardus</i>
	MERMER	<i>Merlangius merlangius</i>
	MUGCEP	<i>Mugil cephalus</i>
	MULSUR	<i>Mullus surmuletus</i>
	SARPIL	<i>Sardina pilchardus</i>
	SCOMAX	<i>Scophthalmus maximus</i>
	SCOSCO	<i>Scomber scombrus</i>
TRADRA	<i>Trachinus draco</i>	
TRATRA	<i>Trachurus trachurus</i>	
TRIGLI	<i>Triglidae</i> sp.	
TRILUS	<i>Trisopterus luscus</i>	
IV (10)	BUGLUT	<i>Buglossidium luteum</i>
	CAPAPE	<i>Capros aper</i>
	GADIDA	<i>Gadidae</i> sp.
	LEPWIF	<i>Lepidorhombus wiffiagonis</i>
	LOTIDA	<i>Lotidae</i> sp.
	MAUMUE	<i>Maurolicus muelleri</i>
	MICVAR	<i>Microchirus variegatus</i>
	MOLMAC	<i>Molva macrophthalma</i>
SCOPEN	<i>Scorpenidae</i> sp.	
SPRSPR	<i>Sprattus sprattus</i>	

(See the text for more details). Unidentified eggs and larvae "INDETE" are separated. Number in brackets indicate group size.

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research (2009) (in press)

5

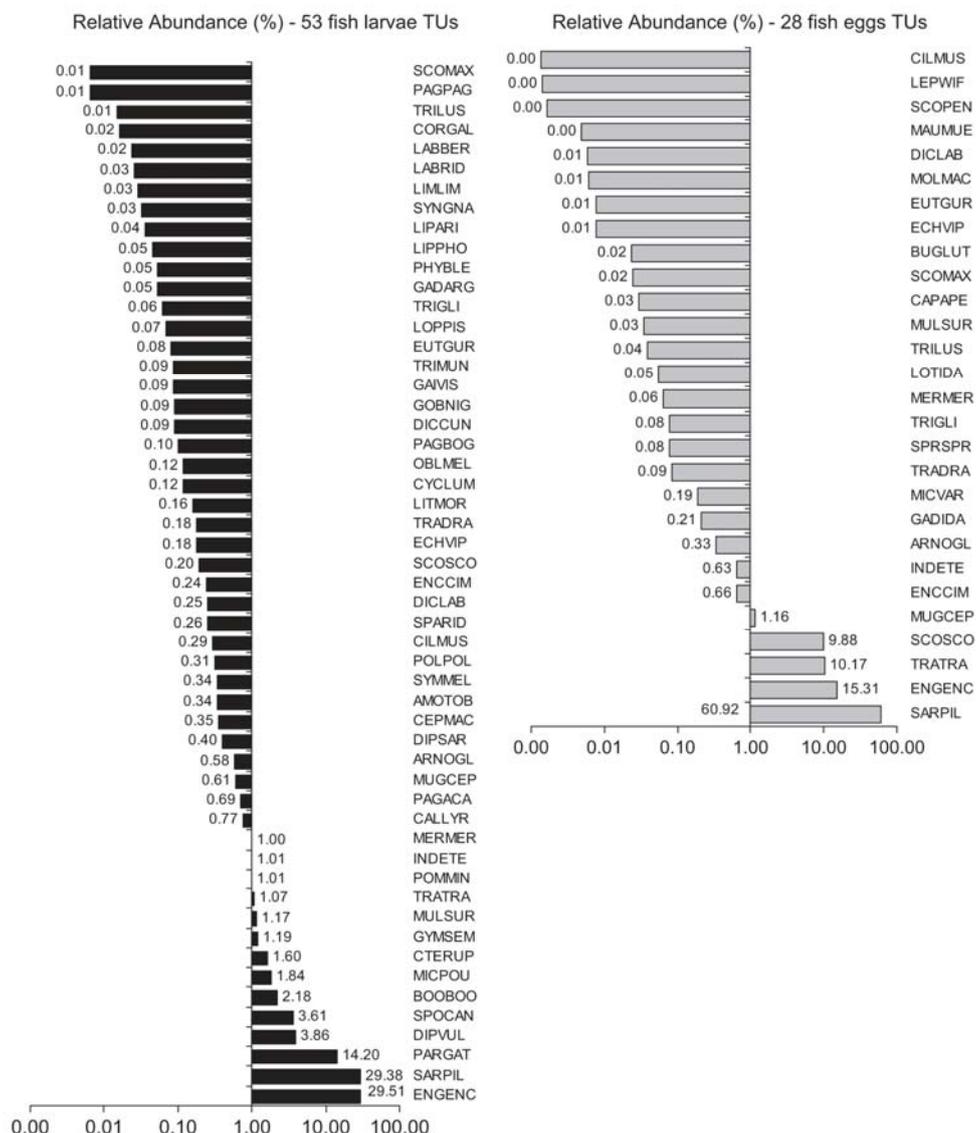


Fig. 4. Relative abundances expressed as percentage of the total cumulative abundance during the period 2000–2006 for the ichthyoplankton taxonomic units (larvae: N = 53; eggs, N = 28). (See Table 2 for taxonomic units (TUs) codes). Unidentified eggs or larvae are included as INDETE. Horizontal axis is a log scale.

5.5. Annual cycle of species present in surface waters (Fig. 8)

On the main correspondence analysis biplot, months were arranged in a circular manner. Many Gadiformes, Ammodytidae and Pleuronectiformes were associated mostly with the winter months. In summer, the species number in the plankton increased and was represented mainly by Sparidae, Blennidae, some Labridae and Gobiidae. Other Labridae species (*Labrus bergylta*, Labridae sp.), together with *Pagellus acarne*, *Capros aper* and *M. cephalus* occurred later in the year; they peaked in abundance in autumn. The central position on the biplot of the three species *T. trachurus*, *S. pilchardus* et *Dicentrarchus labrax*, close to "MONTH" and "Indete" centroids, was best described by their permanent presence all-year long.

6. Discussion

Our 6-year-long study has revealed that the ichthyoplankton assemblage in the Bay of Biscay comprised 62 taxa present as eggs, larval, or both egg and larval stages. The increase in the total specific richness during the first three years could be explained in terms of the sampling design, which was restricted to a single sampling site at the surface. The value obtained (S = 62 TUs) is similar to that (S = 64 TUs) obtained by Ferreiro and Labarta (1988), during their 3-year long study (1980–1983) off the Galician coast of Spain. Also, for the continental shelf of the Cantabric coast of Spain, Valencia et al. (1988) found similar values (59 TUs), whereas Suau and Vives (1979) and Dicenta (1984) recorded lower values (38 and 45 TUs, respectively); these

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

6

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research ■ (■■■■) ■■■-■■■

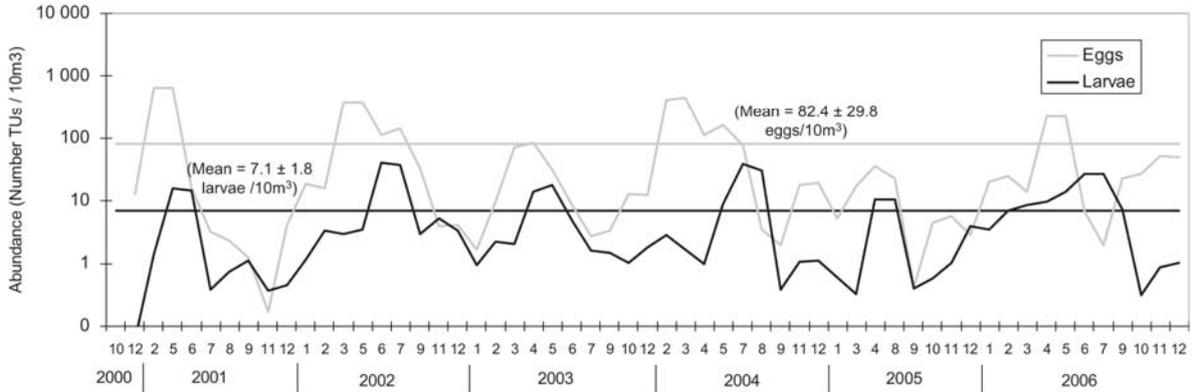


Fig. 5. Variation of moving averages (window width = 2) of monthly total ichthyoplankton abundances as shown by eggs (grey bars) and larvae (black bars) during the study period (2000–2006).

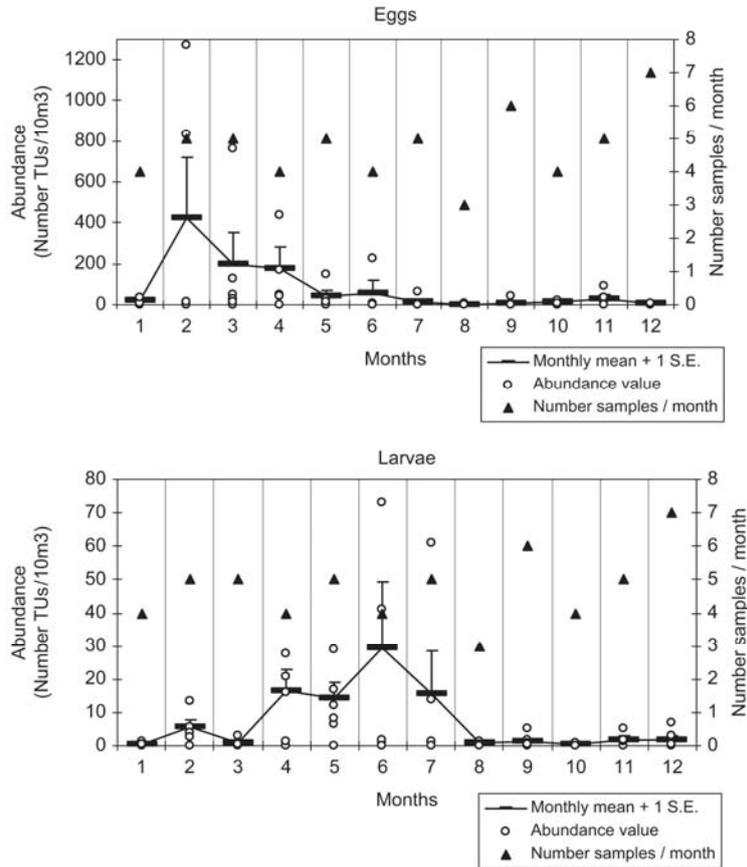


Fig. 6. Monthly variation in eggs and larval abundance means (error bars indicate +1 S.E.) during the study period (2000–2006).

may have been due to the fact that these latter studies were restricted to a single year. We consider that our estimate of ichthyoplankton diversity for the southern Bay of Biscay may increase further, with a continuation of the research programme. Despite the narrow proximity of the sampling station to the canyon of Capbreton, only a very small proportion of mesopelagic

species (e.g.: *Myctophiidae*, *Sternoptychidae*, *Paralepidae* and *Stomiidae*) were recorded in this study. This pattern is in contrast to the results of other studies, that used a different sampling protocol of oblique hauls (Valencia et al., 1988; Acevedo et al., 2002; Dransfeld et al., 2000). Indeed, only eggs of *Maurolicus muelleri* were caught, whose larvae have a subsurface vertical

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research (2009) 29, 1–11

7

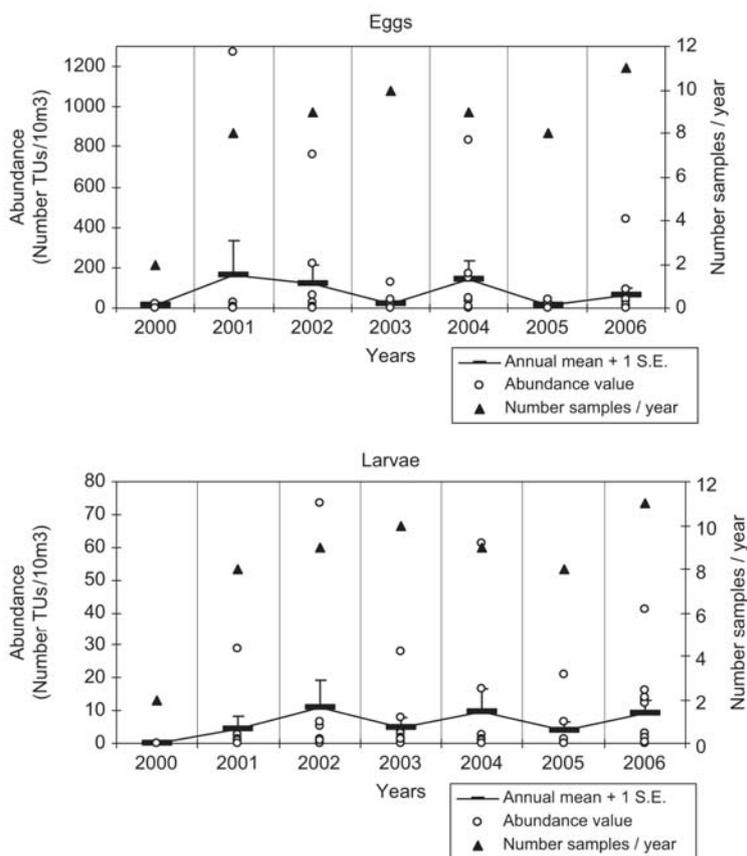


Fig. 7. Inter-annual variation in eggs and larval abundance means (error bars indicate +1 S.E.) during the study period (2000–2006).

distribution (Halliday et al., 2001). Spawning and larval development of other mesopelagic species occur in deeper oceanic strata, far below the subsurface study zone sampled in this study (Halliday et al., 2001; Sabatés, 2004).

Where the two life stages were combined, maximum specific richness was observed in February (upper Fig. 3), i.e. between the maxima observed for each of the separate stages (eggs and larvae), which occurred in December and May, respectively. It is noteworthy that both stages are observed throughout the year. In their 21-month study carried out on the Spanish Cantabrian coast close to our study site, Valencia et al. (1988) observed a somewhat different pattern in the annual variation of ichthyoplankton richness (lower, Fig. 3). Explanations for those patterns could be linked to changes in oceanic-climatic conditions, especially the water temperature increase in winter (Beaugrand et al., 2002; Edwards & Richardson, 2004; Hays et al., 2005; Poulard and Blanchard, 2005; Costello et al., 2006).

Among the 47 TUs characterized by pelagic eggs and larvae (the other 15 have demersal eggs), 20 of them (Group II) were represented by larval stages only. It is highly likely that, for previous ichthyoplankton studies, difficulties in identifying species from the egg stage were responsible for the apparent lack of some of the species (Ferreiro and Labarta, 1988; Koutrakis et al., 2004; Ibaibarriaga et al., 2007). Also given that the abundance of eggs has been reported to be higher in surface waters, compared with deeper zones (Motos and Coombs, 2000; Coombs et al., 2001,

2004; Motos et al., 2004; Munk and Nielsen, 2005), this may enhance species numbers sampled in our study. Moreover, the observed increase in abundance of larvae with depth by the same authors (see above) may explain why ca 10 species (Group IV) have only been recorded as eggs, but whose larvae are easy to identify at any stage e.g. *Microchirus variegatus*, *Sprattus sprattus*, *Buglossidium luteum* and *Maurollicus muelleri*. Eventually, the presence of the two stages in the surface layers sampled could describe a slowdown in the bathymetric movement of successive larval stages, migrating to deeper zones.

The observed abundance estimates for eggs and larvae are within the published levels in the same geographic area (Suau and Vives, 1979; Dicenta, 1984; Ferreiro and Labarta, 1988; Valencia et al., 1988; Coombs et al., 2004; Motos et al., 2004; Ibaibarriaga et al., 2007). However, those values prove to be highly variable, mostly because the horizontal and vertical distribution of ichthyoplankton assemblage is driven by hydro-climatic, hydrological and biophysical factors (Sanchez and Gil, 1999; Coombs et al., 2001, 2004; Bakun, 2006; Petitgas et al., 2006a,b; Planque et al., 2007).

The observed 4-month time-lag (Fig. 6), between the maximal values of mean egg and larvae abundances was possibly over-estimated, as values for the months of February and June for both stages were derived from a unique elevated value (1273 ind./m³ vs 73 ind./m³). Analysis of moving averages (Fig. 5) revealed a 3-month time-lag, which probably is more representative of the

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

8

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research 29 (2009) 2023–2033

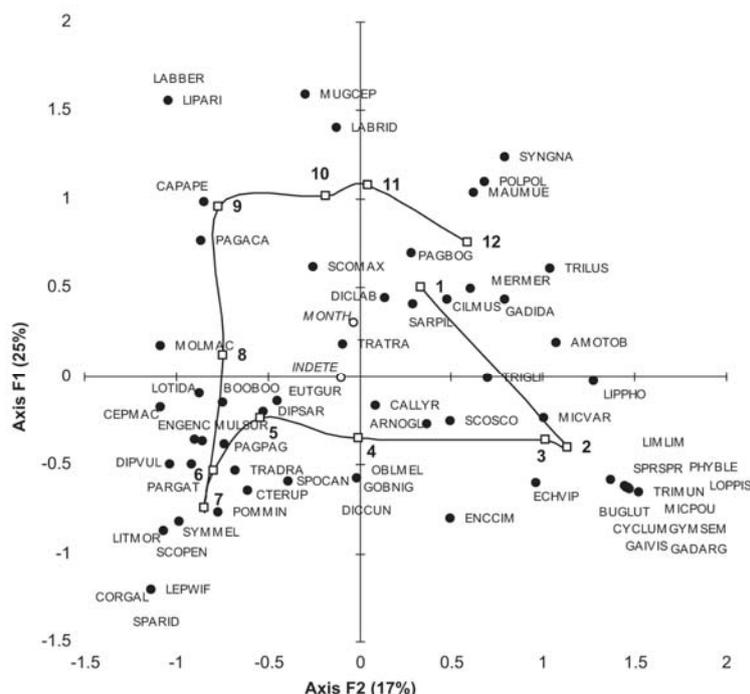


Fig. 8. Monthly biplot of the 62 taxonomic units (black dots) with first and second correspondence analysis axis. Monthly frequencies "MONTH" and unidentified taxa "INDETE" (white dots) are integrated as supplementary individuals (see text for details).

true situation. This interpretation is supported by the fact that the maximum abundances were synchronous with the maxima in specific richness, occurring in February–March for eggs and May–June for larvae.

Our study further confirms the dominance of *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus* and, to a lesser extent, *S. scombrus* and *T. trachurus* in the ichthyoplankton assemblages; this has been reported already for the Bay of Biscay (Suau and Vives, 1979; Dicenta, 1984; Coombs et al., 2001, 2004; Motos et al., 2004; Ibaibarriaga et al., 2007), for the Mediterranean Sea (Palomera, 1992; Koutrakis et al., 2004; Zarrad et al., 2006) as well as at higher latitudes in the Celtic Sea (Acevedo et al., 2002) and the Irish Sea (Dransfeld et al., 2000). Of course, such dominance should not hide the important specific richness highlighted also in the present study. Many species from families of no commercial value are also caught regularly in surface ichthyoplankton samples, especially at the larval stage. Another strength of our study was to emphasize the well-structured species succession, during the course of the year. A few species are perennial, whilst most of them are temporary residents of the plankton. The replacement of species during the temporal succession process, as described here, is very similar to the pattern reported for the nearshore waters off the Spanish coast by Valencia et al. (1988). Above all, it should be emphasized that, even if the ichthyoplankton is only a small part of the whole mesoplankton, it is almost one of the most diverse communities (Elbée (d') and Castel, 1991; Poulet et al., 1996; Elbée (d') and Prouzet, 2001).

Acknowledgments

This study was part of the regional research programme ERMMA "Environnement et Ressources des Milieux Marins

Aquitains" under the coordination of Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris). Different public or private organisations contributed significantly: the Centre de la Mer Côte Basque, the Douanes Françaises–Unité Aéromaritimes, the Institut des Milieux Aquatiques, the Laboratoire d'Analyses de Prélèvements Hydrobiologiques, Météo France Aquitaine, the Musée de la Mer de Biarritz and the Université de Pau et des Pays de l'Adour. Authors wish to thank greatly the different cruise leaders and crew members of the ship "Haize hegoa" (Douanes Maritimes Française de Bayonne). This work was funded in part by the Conseil Général of Landes, the Conseil Général of Pyrénées-Atlantiques, the SGAR Aquitaine and the Conseil Régional d'Aquitaine.

Many thanks go to one anonymous referee, A.G. Miskiewicz (referee) and P. Giller for providing helpful suggestions and substantially improving the manuscript. J. Brown kindly read the last version of this manuscript.

References

- Aboussouan A., 1990. Guide pour l'identification des larves de poissons de la mer Méditerranéenne. CIESMM., Monaco, 58 pp.
- Acevedo, S., Dwane, O., Fives, J.M., 2002. The community structure of larval fish populations in an area of the Celtic Sea in 1998. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom 82, 641–648.
- Alvarez, P., Motos, L., Uriarte, A., Egana, J., 2001. Spatial and temporal distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. Fisheries Research 5, 111–128.
- Bakun, A., 2006. Front and eddies as key structures in the habitat of marine fish larvae: opportunity, adaptive response and competitive advantage. Scientia Marina 70S2, 105–122.
- Beaugrand, G., Reid, P.C., Ibanez, F., Lindley, J.A., Edwards, M., 2002. Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. Science 296, 1692–1694.
- Castège, I., Hémery, G., Roux, N., d'Elbée, J., Lalanne, Y., d'Amico, F., Mouchès, C., 2004. Changes in abundance and at-sea distribution of seabirds in the Bay of Biscay prior to, and following the "Erika" oil spill. Aquatic Living Resources 17, 361–367.

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). Continental Shelf Research (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

ARTICLE IN PRESS

J. d'Elbée et al. / Continental Shelf Research 29 (2009) 117–140

9

- Coombs, S., Morgan, D., Halliday, N., 2001. Seasonal and ontogenetic changes in the vertical distribution of eggs and larvae of mackerel (*Scomber scombrus* L.) and horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.). *Fisheries Research* 50, 27–40.
- Coombs, S., Boyra, G., Rueda, L., Uriarte, A., Santos, M., Conway, D., Halliday, N., 2004. Buoyancy measurements and vertical distribution of eggs of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Marine Biology* 145, 959–970.
- Costello, J.H., Sullivan, B.K., Gifford, D.J., 2006. A physical–biological interaction underlying variable phenological responses to climate change by coastal zooplankton. *Journal of Plankton Research* 28, 1099–1105.
- Dransfeld, L., Dwane, O., McCarney, C., Kelly, C.J., Bret, S., Danilowicz, B.S., Fives, J.M., 2000. Larval distribution of commercial fish species in waters around Ireland. *Irish Fisheries Investigation* (13), 40.
- Dicenta, A., 1984. Aportación al conocimiento del ictioplancton de la Costa Vasca. *Bolletín. Del Institut. Espanol de Oceanografía* 1 (2), 94–105.
- Edwards, M., Richardson, A.J., 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature* 430, 881–884.
- Elbée (d'), J., 1993. Le zooplancton du plateau continental sud-Gascogne; échanges avec le bassin d'Arcachon. *Actes du IIIème colloque international "Océanographie du Golfe de Gascogne."* 131–138.
- Elbée (d'), J., 2001. Distribution et diversité des copépodes planctoniques dans le golfe de Gascogne. In: *Océanographie du golfe de Gascogne. VIIe Colloque International, Biarritz, 4–6 avril 2000.* Ed. Ifremer, Actes Colloq., (coord.). Ed. Ifremer, Actes Colloq., 31, 147–156.
- Elbée (d') J., Castel, J., 1991. Zooplankton from the continental shelf of the southern Bay of Biscay. Exchanges with Arcachon Basin, France. *Annales de l'Institut Océanographique*, Paris, 67(1), 35–48.
- Elbée (d') J., Prouzet P., 2001. Océanographie du golfe de Gascogne. VIIe Colloque International, Biarritz, 4–6 avril 2000. Ed. Ifremer, Actes Colloq., 31, 339 pp.
- Fahay, M.P., 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *J. Northwest Atlantic Fishery Science* (4), 423.
- Ferreiro, M.J., Labarta, U., 1988. Distribution and abundance of teleostean eggs and larvae on the NW coast of Spain. *Marine Ecology. Progress Series* 43, 189–199.
- Halbeisen, H.-W., 1988. Bestimmungsschlüssel für Fischlarven der Nordsee und angrenzender Gebiete. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde und der Christian-Albrechts Universität Kiel.* No. 178.
- Halliday, N.C., Coombs, S.H., Smith, C., 2001. A comparison of LHPR and OPC data from vertical distribution sampling of zooplankton in a Norwegian fjord. *Sarsia* 86, 87–99.
- Hays, G.C., Richardson, A.J., Robinson, C., 2005. Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology and Evolution* 20 (6), 337–344.
- Hémery, G., Castège, I., Dupont, B., Elbée (d'), J., et André, R., 2002. Ecosystème et climat dans le golfe de Gascogne. *Météorologie maritime* 194, 3–5.
- Ibaibarriaga, L., Irigoien, X., Santos, M., Motos, L., Fives, J.M., Franco, C., Lago de Lanzos, A., Acevedo, S., Bernal, M., Bez, N., Eltink, G., Farinha, A., Hammer, C., Iversen, S.A., Milligan, S.P., Reid, D.G., 2007. Egg and larval distributions of seven fish species in north-east Atlantic waters. *Fisheries Oceanography* 16 (3), 284–293.
- Koutrakis, E.T., Kallianiotis, A.A., Tsikliras, A.C., 2004. Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. *Scientia Marina* 68 (4), 585–595.
- Marinaro, J.-Y., 1971. Contribution à l'étude des oeufs et larves pélagiques de poissons méditerranéens. *Oeufs pélagiques de la Baie d'Alger.* *Pelagos* 3 (1), 130.
- Motos, L., Uriarte, A., Valencia, V., 1996. The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Scientia Marina* 60 (Supl. 2), 117–140.
- Motos, L., Coombs, S.H., 2000. Vertical distribution of anchovy eggs and field observations of incubation temperature. *Oceanografika* 3, 253–272.
- Motos, L., Cotano, U., Coombs, S.H., Alvarez, P., Santos, M., 2004. Ichthyoplankton assemblages. In: Borja, A., Collins, M. (Eds.), *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country.* Elsevier, pp. 425–454.
- Munk, P., Nielsen, J.G., 2005. Eggs and larvae of North Sea Fishes. *Biofolia* Eds. 215 pp.
- Olivar, M.P., Fortuño, J.M., 1991. Guide to ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current region). *Scientia Marina* 55 (1), 1–383.
- Palomera, I., 1992. Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwestern Mediterranean relative to hydrographic feature in the region. *Marine Ecology. Progress Series* 79, 215–223.
- Petitgas, P., Massé, J., Bourriau, P., Beillois, P., Bergeron, J.-P., Delmas, D., Herbland, A., Koueta, N., Froidefond, J.-M., Santos, M., 2006a. Hydro-plankton characteristics and their relationship with sardine and anchovy distribution on the French shelf of the Bay of Biscay. *Scientia Marina* 70S1, 161–172.
- Petitgas, P., Magri, S., et Lazure, P., 2006b. One-dimensional biophysical modelling of fish egg vertical distributions in shelf seas. *Fisheries Oceanography* 15 (5), 415–428.
- Planque, B., Bellier, E., Lazure, P., 2007. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. *Fisheries Oceanography* 16 (1), 16–30.
- Poulard, J.-C., Blanchard, F., 2005. The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science* 62, 1436–1443.
- Poulet, S.A., Laabir, M., Chaudron, Y., 1996. Characteristic features of zooplankton in the Bay of Biscay. *Scientia Marina* 60 (Supl. 2), 79–95.
- Richards, W.J., 2006. Early Stages of Atlantic Fishes. An identification Guide for Western Central North Atlantic. CRC Press. *Marine Biology Series*, 2640 pp.
- Ré, P., 1996. Ictioplancton estuarino da península ibérica. *Premio Do Mar. Camara Municipal de Cascais.* 163 pp.
- Russel, F.R.S., 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, 524 pp.
- Sabatés, A., 2004. Diel vertical distribution of fish larvae during the winter-mixing period in the northwestern Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science* 61, 1243–1252.
- Sanchez, F., Gil, J., 1999. Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in southern Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science* 57, 152–170.
- Sola, A., Motos, L., Franco, C., Lago de Lanzos, A., 1990. Seasonal occurrence of pelagic fish eggs and larvae in the cantabrian (VIIIc) and Galicia (Ixa) from 1987 to 1989. *ICES CM/H* 25, 38.
- Souissi, S., Ibanez, F., Ben Hamadou, R., Boucher, J., Cathelineau, A.-C., Blanchard, F., Poulard, J.-C., 2001. A new multivariate mapping method for studying species assemblages and their habitats: example using bottom trawl surveys in the Bay of Biscay (France). *Sarsia* 86, 527–542.
- Spiegel, M. R., 1983. *Théorie et application de la statistique.* Ed. Shaum. 358 pp.
- Suau, P., Vives, F., 1979. Ictioplancton de las aguas del cantabrico, frente a Punta Undata (Nde Espana). *Investigación Pesquera* 43 (3), 723–736.
- Valencia, V., Motos, L., Urrutia, J., 1988. Estudio de la variación temporal de la hidrografía y el plancton en la zona nerítica frente a San Sebastian. *Resultados abril 1986-diciembre 1987.* *Informes Técnicos (Departamento Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco)* 20, 80 pp.
- Zarrad, R., Missaoui, H., Alemany, F., Salah, R.M., Garcia, A., Ridha, M., Othman, J., Amor, E., 2006. Spawning areas and larval distributions of anchovy *Engraulis encrasicolus* in relation to environmental conditions in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea). *Scientia Marina* 70S2, 137–146.

Please cite this article as: d'Elbée, J., et al., Variation and temporal patterns in the composition of the surface ichthyoplankton in the southern Bay of Biscay (W. Atlantic). *Continental Shelf Research* (2009), doi:10.1016/j.csr.2008.12.023

Programme régional

Environnement et ressources des milieux marins aquitains

Le Programme régional « Environnement et ressources des milieux marins aquitains » constitue une démarche inter organismes et pluridisciplinaire comptant actuellement neuf participants principaux :



Avec le partenariat de :

