

Mémoire de 1<sup>ère</sup> année de Master Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie (SDUEE)

Spécialité Ecologie, Biodiversité, Evolution (EBE)

UPS-UPMC-MNHN-ENS

# Compréhension des différences de distribution spatiale des anchois et de leurs œufs

CLAIRE GODET  
SOUTENANCE DU 08 JUIN 2016



Responsable de stage : Pierre PETITGAS

Durée de stage : 18/04/2016-03/06/2016

# Remerciements

---

J'adresse mes remerciements et témoigne toute ma reconnaissance aux personnes qui m'ont épaulé dans la réalisation de mon rapport de stage de Master 1, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant ces deux mois au sein de l'IFREMER et à bord du navire océanographique Thalassa.

En premier lieu, je remercie M. Petitgas, responsable de l'unité EMH et responsable de mon stage, qui m'a aidé en me fournissant des informations précieuses dans mes recherches, et d'avoir été présent pour répondre à mes interrogations tout au long de la réalisation de mon rapport.

Je remercie aussi, M. Doray, chef de mission de la campagne PELGAS, pour m'avoir expliqué toute la prospection acoustique et d'avoir été présent pour nous aider à ce poste.

Enfin, Je remercie également les post-doc, doctorants et les stagiaires de master un et deuxième année de l'IFREMER de Nantes, qui ont accepté de répondre à mes questions, de m'avoir aidée et pour avoir apporté un regard critique sur mon rapport.

Pour finir, je tiens à remercier mes parents, familles et amis pour m'avoir aidé et soutenue tout au long de mon rapport.

# Sommaire

---

Introduction .....	2
Matériels et Méthodes .....	4
Matériel d'étude: Anchois commun ( <i>Engraulis encrasicolus</i> ) .....	4
Site d'échantillonnage .....	6
Matériels et Méthodes d'échantillonnage .....	7
Méthodes d'analyses statistiques et cartes .....	9
Résultats .....	11
Discussion .....	15
Conclusion.....	17
Bibliographie.....	18

## Introduction

L'IFREMER, créé en 1984, est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). Il contribue à la connaissance des océans et de leurs ressources, à la surveillance du milieu marin et du littoral, ainsi qu'au développement durable des activités maritimes. Les missions de l'IFREMER sont de permettre des recherches afin de répondre aux questions sociétales actuelles, par exemple les effets du réchauffement climatique, la biodiversité marine...

Chaque année aux mois d'avril-mai, une campagne PELGAS (Pélagique Gascogne) est réalisée, à bord du navire la Thalassa, pour effectuer le suivi des stocks de poissons pélagiques du Golfe de Gascogne pour la gestion des pêches. Elle est organisée par l'équipe de l'unité EMH (Unité Recherche Ecologie et Modèles pour l'Halieutique) d'IFREMER de Nantes, dont l'enjeu est de répondre aux besoins de diagnostics sur les ressources halieutiques et leur environnement, d'évaluer des scénarios de gestion et de surveiller des écosystèmes.

Leur objectif est d'évaluer la biomasse d'anchois disponible au printemps pour répondre aux demandes d'évaluation de l'Union Européenne et d'étudier le fonctionnement de l'écosystème pélagique dans son ensemble. La surveillance de cet écosystème, qui est affecté par des activités anthropiques comme la pêche et le réchauffement climatique, est indispensable afin de pouvoir mettre en place des mesures de gestions vis-à-vis de ces ressources pélagiques.

En ce qui concerne les petits poissons pélagiques, les dynamiques spatio-temporelles de ces populations sont étudiées pour pouvoir obtenir des indicateurs comme l'abondance des stocks, qui seront utilisés pour la gestion de ces stocks dans le Golfe de Gascogne.

Le modèle biologique particulièrement étudié est l'anchois, qui a un grand intérêt écologique, car il représente la base de l'alimentation de nombreux prédateurs (poissons, oiseaux, mammifères). Et c'est un poisson d'une grande importance commerciale. Par ailleurs, en 2000, l'anchois représentait au moins 15 % des 86 millions de tonnes des poissons pêchés chaque année (hors aquaculture) dans le monde. Dans le Golfe de Gascogne, l'anchois est géré au niveau européen par un Total Autorisé de Captures (TAC) annuel. Pour fixer ce TAC,

une évaluation annuelle du stock est réalisée pendant la période de reproduction. Elle est basée sur deux indices d'abondance, l'un durant la campagne PELGAS par prospection acoustique (Doray *et al*, 2015), et l'autre par l'Institut basque espagnol (AZTI) à partir de la ponte (Daily Egg Production Method).

Depuis l'année 2000, les bancs d'anchois et leurs œufs sont échantillonnés de façon simultanée et continue le long de transects côtes-large, par échosondage ainsi que par chalutages pour les poissons, et par pompe en sub-surface pour les œufs. Ces prélèvements permettent d'acquérir des données de concentrations d'adultes, de concentrations d'œufs, de paramètres biologiques d'adultes et des variables environnementales. L'anchois est un modèle biologique intéressant car c'est une espèce à durée de vie courte (4 ans maximum). La campagne permet d'observer la stratégie spatio-temporelle de ponte exprimée par la population des adultes et la dissociation entre la phase planctonique et le stock adulte, menant à la problématique suivante : quelles sont les différences dans les distributions spatiales des anchois et de leurs œufs ?

## Matériels et Méthodes

### Matériel d'étude : Anchois commun (*Engraulis encrasicolus*)

L'anchois commun (*Engraulis encrasicolus*) est un poisson pélagique qui se situe dans l'Atlantique Nord-Est, du Maroc à la mer du Nord et en Méditerranée (Figure 1).



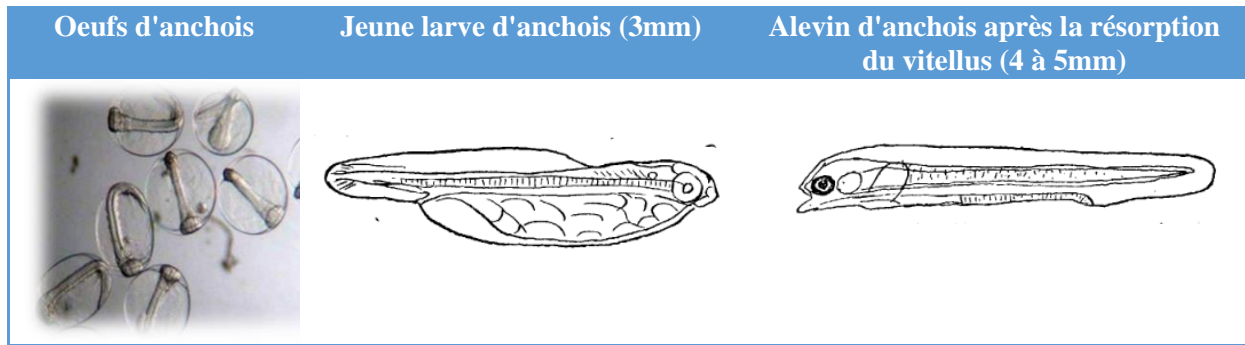
Figure 1-Carte de la répartition de l'anchois commun (*Engraulis encrasicolus*)  
source: <https://www.ifremer.fr/peche/content/download/34647/472138/file/anchois.pdf>

Son alimentation est principalement composée de zooplancton, de petits crustacés, des œufs et larves de poissons pélagiques.

L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) est une espèce qui a une croissance rapide ainsi qu'une fécondité élevée. Il atteint sa maturité sexuelle dès 1 an (Motos *et al*, 1996). La saison de ponte s'étend de mi-Avril à mi-Août avec un pic de ponte entre Mai et Juin. Le début de la ponte coïncide avec la forte augmentation saisonnière de la température de surface.

L'œuf de l'anchois est pélagique, dans la couche de surface (0-15 m). L'éclosion des œufs a lieu au bout de deux à trois jours après la ponte. Ensuite, la larve vitelline atteint une longueur d'environ 3 millimètres (Tableau 1). Quand la larve atteint la taille de 4 à 5 mm, le vitellus est résorbé (Tableau 1). Les larves se métamorphosent en juvéniles entre 25 et 60 jours après l'éclosion. Leur taille est alors de 35 à 40mm (Arne, 1931).

Tableau 1-Les premières étapes du développement de l'anchois



L'anchois a une fécondation indéterminée et la ponte a lieu par lot (appelée « batch »). Le temps moyen entre chaque lot est de 4 - 5 jours, et le nombre moyen de lots dans la saison est à peu près de 20 à 25 lots, ce qui entraîne environ 110 000 à 350 000 œufs pondus par femelle pendant la saison (Motos *et al.*, 1996).

**Les paramètres de fécondité de l'anchois sont les suivants (Santiago J. & Sanza., 1989), (Stradoudakis *et al.*, 2006) :**

- **Fb : Batch fecundity (ou fécondité par lot)** (nombre d'œufs par lot)
- **Specific Batch fecundity** (nombre d'œufs par lot par gramme de femelle).
- **R=Sex ratio**, Nombre de femelles sur nombre total d'individus dans la population (en pourcentage)
- **P0=** production journalière d'œufs par anchois en œufs/m<sup>2</sup>/jour
- **S=**spawning frequency (fréquence des pontes) (en pourcentage)
- **Wf=** poids moyen des femelles (en gramme)
- **Df=**daily fecundity (fécondité journalière) (nombre d'œufs par gramme de stock)

$$Df = \frac{Fb \times S \times R}{Wf}$$

## Site d'échantillonnage

Le Golfe de Gascogne est une partie de l'océan Atlantique-Nord située entre la Bretagne et la Côte Cantabrique. La campagne PELGAS s'effectue dans le Golfe de Gascogne. Le parcours d'échantillonnage est fixe et systématique. Les observations sont réalisées selon des radiales standardisées en parallèles de la côte vers le large, depuis la côte espagnole jusqu'à la pointe de la Bretagne. De plus, les radiales sont espacées d'environ 12 miles, et généralement couvrent le plateau continental à partir de 20 m de profondeur, jusqu'à la rupture du plateau (Figure2) (Duhamel *et al.*, 2015).

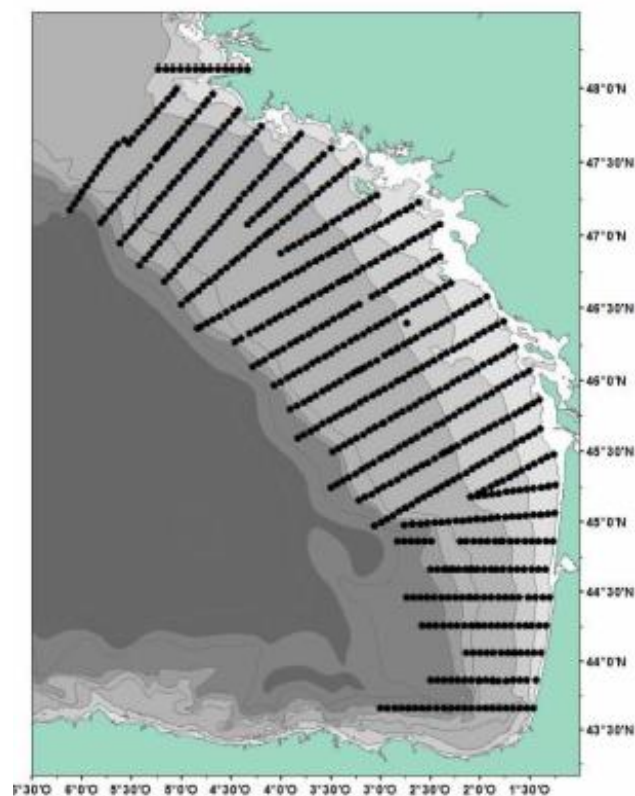


Figure 2-Radiales standardisées dans le Golfe de Gascogne (Doray *et al.*, 2015).



## Matériels et Méthodes d'échantillonnage

### ➤ La prospection acoustique

La prospection acoustique se réalise essentiellement de jour, car la nuit les anchois ne sont plus à portée des sondeurs (couche d'eau entre la surface et 10m de profondeur), et de façon continue. Les zones à prospector sont couvertes à 10 nœuds. Les prospections se font sur les radiales depuis la position la plus proche possible de la côte (20m) jusqu'au-delà du plateau continental.

Les données acoustiques sont acquises en temps réel à partir des sondeurs (Doray *et al.*, 2015) :

- Les sondeurs mono-faisceaux multifréquences verticaux (18, 38, 70, 120, 200, 333 kHz) : SIMRAD ER60. Ils permettent d'observer les bancs de poissons.
- Un sondeur mono-faisceau horizontal SIMRAD ER60 (120kHz) sur le côté tribord pour les traces de surface.
- Un sondeur multi-faisceaux halieutique ME70 (21 faisceaux, fréquences de 70 à 120 kHz), est utilisé pour la visualisation du comportement et de la forme des bancs de poissons. Son objectif est d'observer les détections en 3D en temps réel pour pouvoir prendre les décisions de pêche. Cependant, les données de ce sondeur ne sont pas utilisées pour l'évaluation des stocks.

Les sondeurs envoient des ultrasons dans l'eau pour détecter les bancs de poissons, qui renvoient des ondes grâce à leur vessie natatoire, qui émettent dans une fréquence donnée en fonction des espèces. Toutes les informations des sondeurs sont transmises sur des ordinateurs:

- Le logiciel MOVIES 3D permet de visualiser les données acoustiques multi-faisceaux en 3D et ainsi d'analyser les formes et la répartition spatiale des bancs de poissons dans la colonne d'eau.
- Le logiciel Hermes gère les paramètres des différents sondeurs.
- Le logiciel SUMATRA est un SIG qui rassemble la position du navire en temps réel, les pêches et les relevés d'œufs.

Les travaux réalisés en prospection acoustique, auxquels j'ai participé, sont la mise en opération des sondeurs, la vérification du bon fonctionnement des sondeurs, et l'observation des écho traces de poissons. S'y ajoutent, le stockage, la correction et le pré-traitement (écho typage) des données acoustiques. Ensuite la coordination de la campagne et la décision de mise en pêche et fin de pêche, sont prises par le chef de mission.

### ➤ **Chalut et salle de tri**

A partir de la prospection acoustique dans les zones où des détections sont observées et quand les structures de détections varient, des pêches au chalut pélagique sont réalisées pour pouvoir déterminer la composition spécifique de la structure acoustique observée. En moyenne, 2 à 3 chalutages sont effectués par jour. Une fois le chalut remonté à bord, les poissons sont envoyés en salle de tri où les poids et tailles de chaque espèce sont mesurés pour la totalité des captures, quand les pêches ne sont pas abondantes. Dans le cas où elles le sont, un sous-échantillon est réalisé.

Différents panneaux de chalut sont utilisés, pour la pêche à proximité du fond (Annexe 1), ou en surface (Annexe 2).

Par la suite, les relations tailles/poids sont établies, des prélèvements de pièces dures (pour la détermination de l'âge) comme les otolithes pour les anchois, et des observations biologiques (maturité sexuelle, état nutritionnel...) sont réalisés afin de connaître les caractéristiques des stocks d'anchois et de sardines.

Les données acoustiques sont stockées sur plusieurs disques réseaux, sous un format HAC standardisé. Par la suite, elles peuvent être rejouées en temps voulu. Les paramètres récoltés en salle de tri sont stockés dans une base de données appelée "Tutti". A partir de ces bases de données, le fichier que j'ai utilisé comprend l'année, les coordonnées géographiques (longitude et latitude), l'espèce, la longueur, l'abondance et la biomasse totale.

### ➤ **Pompe CUFES**

L'échantillonnage des œufs est réalisé grâce au système de pompage CUFES (Continuous Underwater Fish Eggs Survey) (Checkley *et al.*, 1997), qui permet de pomper les œufs de poissons pélagiques en surface. Le CUFES pompe en continu de l'eau de mer à 5m de profondeur, les œufs sont concentrés en un petit volume d'eau, et les prélèvements d'échantillons sont effectués de façon régulière toutes les 18 minutes à 10 nœuds, c'est-à-dire tous les 3 miles nautiques.

Le débit de la pompe, la date, et l'heure des échantillons sont enregistrés. Après la collecte, les œufs sont identifiés au niveau de l'espèce pour la sardine et l'anchois, et sont comptés par imagerie (ZooCam). Les comptages sont rapportés au volume filtré (concentration d'œufs), c'est-à-dire le nombre d'œufs par 10 m<sup>3</sup> d'eau de mer filtrée (Planque *et al.*, 2007).

Ces données sont résumées dans une base de données, géo-localisées (longitude et latitude), représentant les données concernant les œufs d'anchois et sardines (nombre d'œufs par 10 m<sup>3</sup>, par stade...).

### **Méthodes d'analyses statistiques et cartes**

J'ai effectué des cartes sur une maille régulière (grille ou grid) qui permettent d'estimer la distribution spatiale pour chaque année de 2000 à 2015 ainsi que les cartes moyennes. La procédure de cartographie effectue la moyenne des données (biomasse des anchois ou du nombre d'œufs) présentes dans chaque cellule de la grille. Pour ce faire, j'ai utilisé un package EchoR (Doray, 2013) et un script approprié (voir Annexe 3).

J'ai réalisé plusieurs cartes pour étudier la différence de distribution spatiale des anchois et de leurs œufs :

- La carte de la biomasse des anchois pour chaque année de 2000 à 2015 et en moyenne de la biomasse d'anchois.
- La carte du poids moyen des anchois pour chaque année de 2000 à 2015 et la carte moyenne du poids moyen
- La carte des œufs par 10m<sup>3</sup> pour chaque année de 2000 à 2015 et la carte moyenne des œufs.

De plus, j'ai calculé le centre de gravité et l'inertie autour du centre de gravité pour les paramètres étudiés (concentration des œufs d'anchois, biomasse d'anchois...) à l'aide d'un script en langage R. Pour ce faire, j'ai installé les packages RGeostats et splancs. Le centre de gravité (CG) indique l'emplacement moyen de la population ; c'est la moyenne de l'emplacement des individus qui la composent. Et l'inertie indique comment la population est dispersée autour du centre de gravité (Woillez *et al.*,2009).

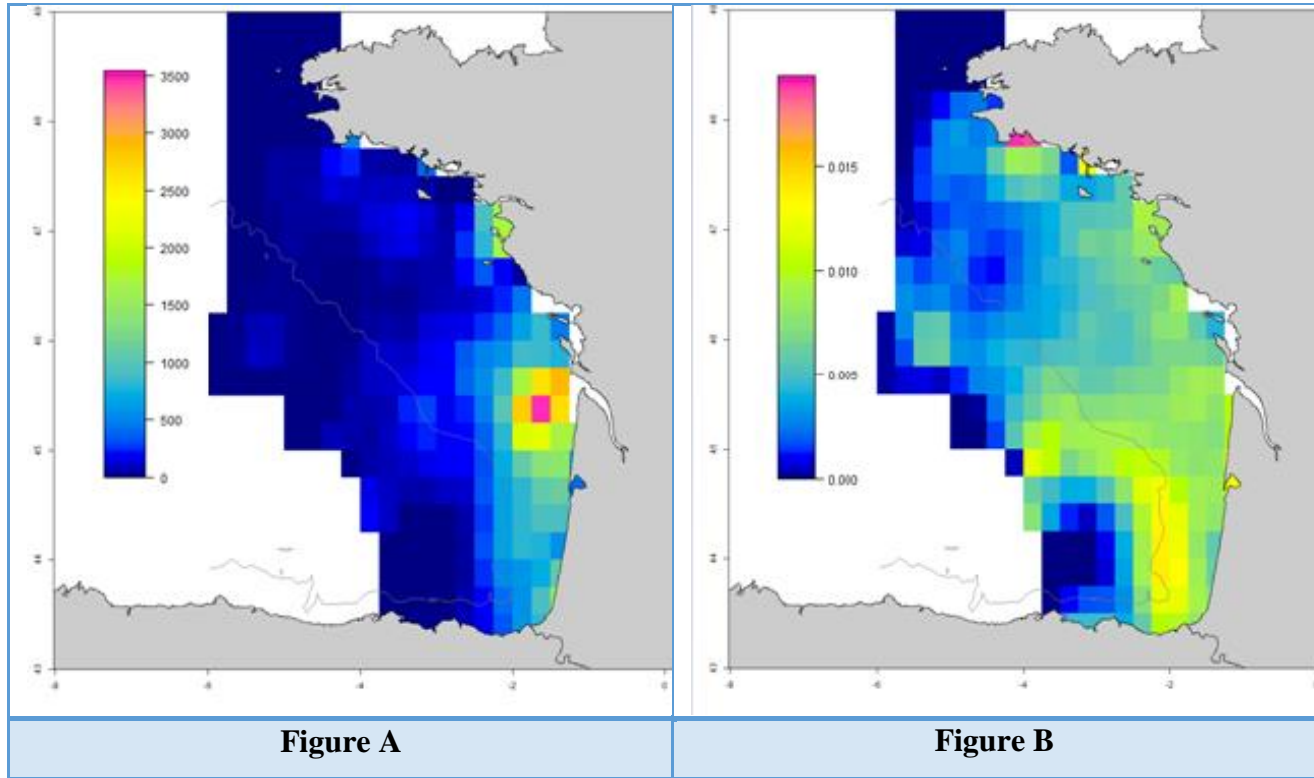
### ➤ **Analyses statistiques**

Dans un premier temps, j'ai récolté les données des paramètres de fécondité de l'anchois pour chaque année depuis 1987 dans l'article de Somarakis (2004), pour les années précédents 2000, dans les rapports de WGMHSA (Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine and Anchovy), et les rapports de WGACEGG (Working Group on Acoustic and Egg Surveys for Sardine and Anchovy) pour les années 2000 à 2015, puis je les ai insérées dans un tableau Excel.

A partir de ces données, la vérification d'une relation entre deux variables est réalisée, l'une étant la variable à expliquer et l'autre la variable explicative. J'ai étudié la fécondité par lot et le poids moyen des femelles en effectuant une régression linéaire simple, car la fécondité par lot étant une variable quantitative à expliquer (Y) et le poids moyen des femelles est une variable quantitative explicative (X). Cette régression permettra de voir la corrélation entre ces deux variables.

## Résultats

### ➤ Distribution spatiale des anchois adultes

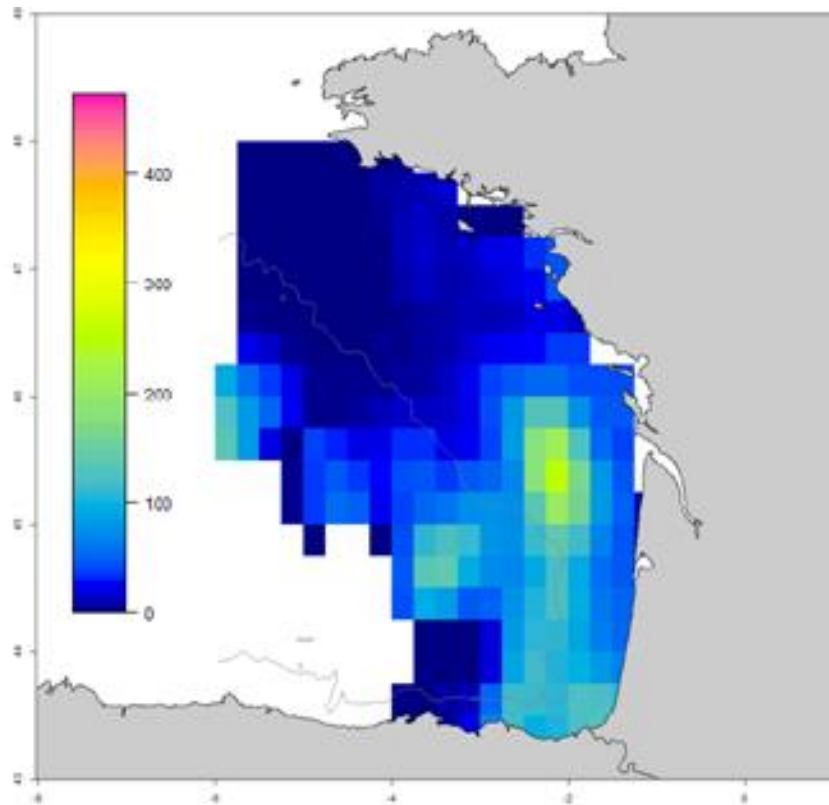


**Figure 3- Carte grid de la distribution spatiale des anchois (biomasse en tonne) (Figure A) et carte grid de la distribution spatiale du poids moyen des anchois (en tonnes)**

Selon les données et la carte de la distribution spatiale des anchois (biomasse), ils sont prédominants à l'entrée de l'estuaire de la Gironde et au sud du Golfe de Gascogne. Une petite partie est présente au sud de la Bretagne. Ils sont principalement situés vers les côtes et le plateau continental.

A contrario, la carte de distribution de 2000 à 2015 du poids moyen des anchois, montre que les anchois plus lourds se situent plus au large. Les anchois avec un poids moyen plus élevé se situent majoritairement au sud du Golfe de Gascogne, au large. Ils sont également présents au sud de la Bretagne et aux alentours de la Gironde.

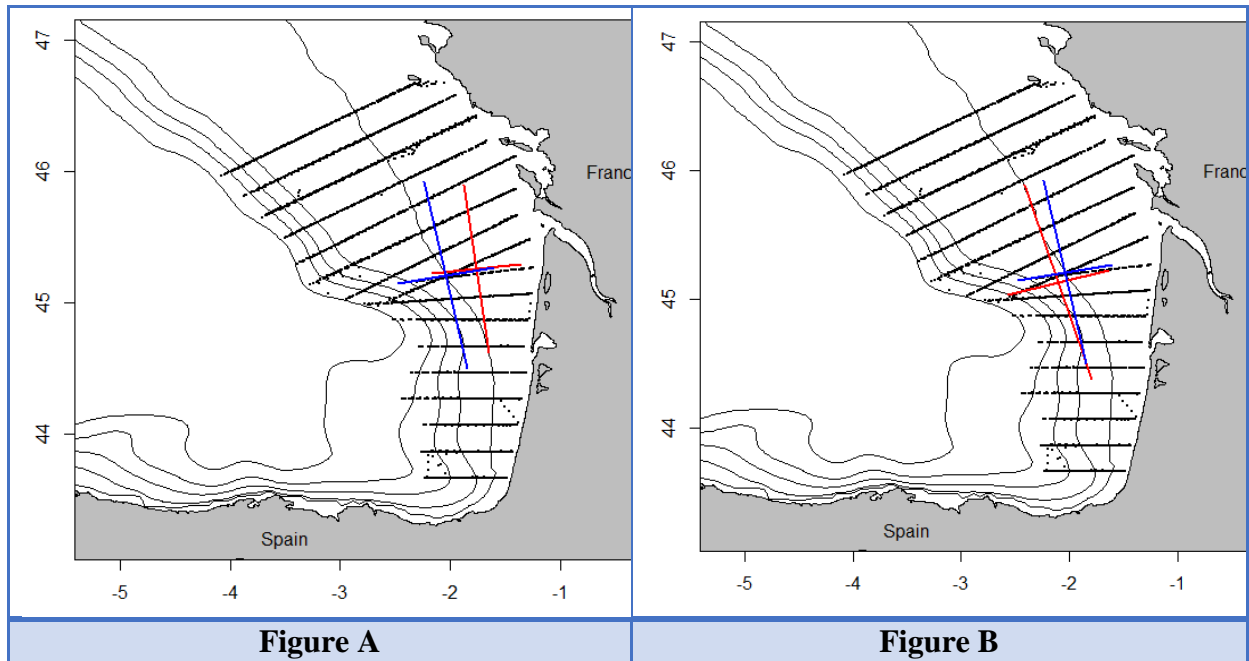
➤ **Distribution spatiale des œufs d'anchois**



**Figure 4- Carte grid de la distribution spatiale des œufs (nombre d'œufs par 10 m<sup>3</sup>)**

Selon la carte de la répartition spatiale, les œufs d'anchois sont majoritairement localisés à l'entrée de l'estuaire de la Gironde ainsi qu'au sud du Golfe de Gascogne. Toutefois, une petite quantité d'œufs est trouvée en face de l'embouchure de la Loire et le long de la côte sud de la Bretagne. Les œufs se trouvent principalement au niveau du plateau continental (Figure 4).

➤ **Carte du centre de gravité et de l'inertie**

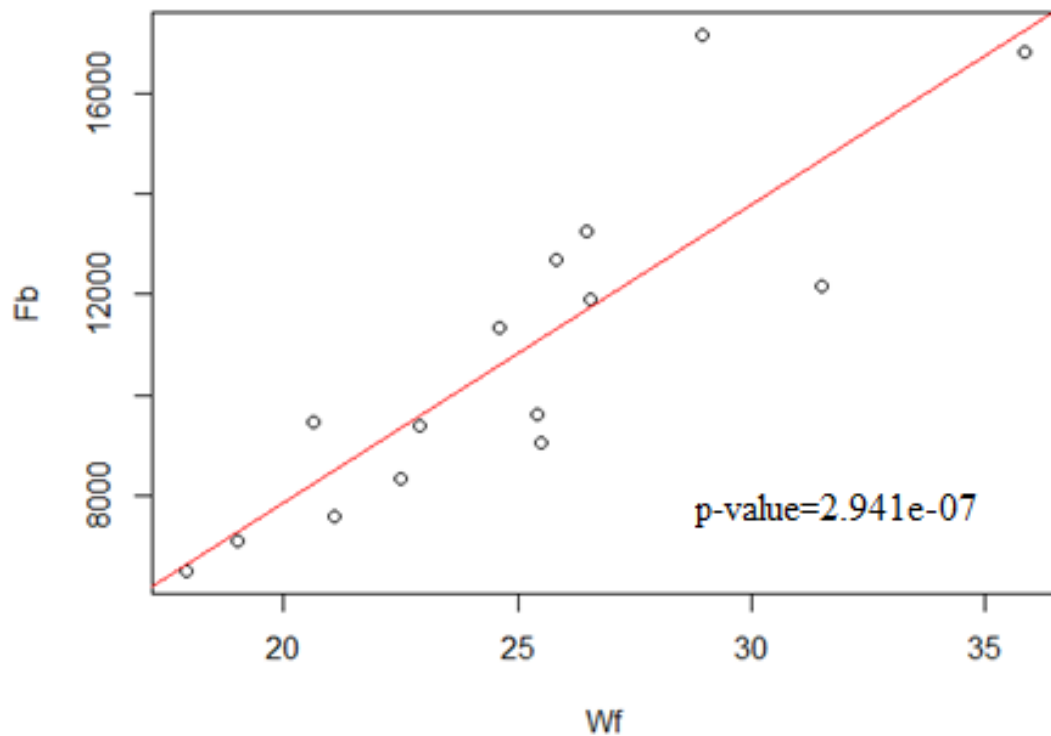


**Figure 5-Cartes du centre de gravité et de l'inertie de la biomasse des anchois (en rouge) et des œufs (en bleu) (Figure A), et celle du poids moyen des anchois (en rouge) et des œufs (en bleu) (Figure B).**

Les différences entre les distributions de poissons et des œufs sont caractérisées par des centres de gravité et l'inertie autour du centre de gravité.

Les centres de gravité de la biomasse totale des anchois, du poids moyen des anchois et des œufs sont localisés au sud de la Gironde quasiment sur la même radiale (Figure 5). Les inerties autour du centre de gravité restent assez similaires, les dispersions sont à peu près toutes les mêmes autour de leur centre de gravité. Cependant, des différences de localisations entre les centres de gravité sont observables. La position moyenne des anchois est plus côtière que celle des œufs (Figure 5-A), alors que la position moyenne des plus gros anchois est plus au large que les œufs (Figure 5-B). De plus, le centre de gravité des œufs se trouve à la limite du plateau continental, plus proche du centre de gravité du poids moyen des anchois que celui de la biomasse totale (Figure 5 A et B).

➤ Régression de la fécondité par lot en fonction du poids des femelles



**Figure 6-Régression linéaire simple de la fécondité par lot (Fb) en fonction du poids moyen des femelles (Wf) (en gramme).**

La régression linéaire simple montre une relation positive, il y a ainsi une corrélation entre la fécondité par lot et le poids moyen des femelles. Les données sont bien expliquées par le modèle linéaire ( $R^2=0,6747$ ), et montrent un lien fort entre les deux variables (Figure 6).



## Discussion

Le plan d'échantillonnage réalisé et la capturabilité des anchois et leurs œufs peuvent varier d'une année à l'autre (poissons plus proches des côtes, ou au contraire en dehors du plateau continental, œufs plus ou moins en surface, ...) ce qui peut faire varier les cartes. On a travaillé sur la carte moyenne, et la procédure de cartographie réalise une moyenne des échantillons par cellule sur une grille, ce qui limite l'influence de la variabilité des données.

Pour mon étude, j'ai utilisé les cartes de la répartition moyenne de 2000 à 2015, de la biomasse des anchois, du poids moyen des individus, et des œufs, mais d'une année à l'autre, la biomasse totale des anchois et l'abondance des œufs varient. Par exemple en 2015, il y a eu une forte densité d'anchois jamais observée auparavant (Duhamel *et al.*, 2015), a contrario de l'année 2005 où il y avait peu de stock d'anchois. Malgré ces variations du stock d'anchois, leur répartition reste similaire.

Les cartes de distribution spatiale des anchois et de leurs œufs sont liées. Cependant, des différences sont observables entre ces cartes. La distribution des anchois est plus côtière et moins dispersée que leurs œufs. Par ailleurs, les plus gros anchois se trouvent plus au large (Motos *et al.*, 1996), et les plus petits anchois se situent plus aux bords des côtes, en grande quantité à la sortie de l'estuaire de la Gironde (Somarakis *et al.*, 2004). La carte moyenne du poids des individus que j'ai calculé est donc cohérente avec les études antérieures.

Les différences de localisation des centres de gravité de la biomasse totale des anchois, du poids moyen et des œufs (Figure 5), sont cohérentes avec les cartes des distributions spatiales (Figure 3 et 4). Les anchois sont plus proches de la côte que les œufs, et les plus gros anchois sont plus au large. Il ne faut pas oublier que le centre de gravité indique la position moyenne de la population étudiée et non pas la répartition, ainsi les anchois ou les œufs peuvent ne pas être présents à l'emplacement du centre de gravité (qui peut être sur une île, par exemple) (Woillez *et al.*, 2009).

Au printemps, saison de reproduction chez l'anchois, selon la régression linéaire, plus les femelles ont un poids élevé, plus elles ont une fécondité par lot importante. Ce qui signifie que les gros anchois sont plus féconds que les petits. Cette analyse statistique explique la différence de distribution spatiale entre les œufs et les anchois. Les femelles avec un poids important sont plus au large et pondent plus abondamment que les petits, ainsi les zones de répartition des œufs sont localisées plus au large, au niveau du plateau continental, et plus proches des plus gros anchois comme le montre la carte du centre de gravité (Figure 5) (Moto *et al.*, 1996). Le poids et la fécondité des anchois influencent donc la répartition des œufs.

Cependant, le poids des anchois et la fécondité ne sont pas les seuls paramètres à jouer sur la distribution des anchois et de leurs œufs. Le début de la ponte coïncide avec la forte augmentation saisonnière de la température de surface. L'intensité des pontes semble être limitée par les températures (Arbault et Lacroix, 1977). De plus, la production de plancton joue aussi un rôle dans le contrôle du succès reproducteur de l'anchois dans le Golfe de Gascogne (Motos *et al.*, 1996). Cependant, il n'y a pas eu d'étude quantitative entre ces facteurs environnementaux et la ponte des anchois

## Conclusion

Depuis le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, la progression spectaculaire de la production halieutique a permis de répondre à l'un des enjeux majeurs, celui de la sécurité alimentaire. Les produits halieutiques sont passés en 60 ans de 6 à 18,8 kg par an et par habitant (Bouvet Y., 2014). Il y a eu une forte augmentation de cette production dûe au développement de meilleures techniques de pêches. Depuis presque un siècle, cette pression qui ne cesse d'augmenter menace certaines espèces marines. C'est pourquoi il est important d'effectuer des évaluations des stocks afin de les gérer.

Comparer la cohérence entre les répartitions spatiales des anchois et de leurs œufs contribue à la validation des deux méthodes d'évaluation de l'anchois dans le Golfe de Gascogne, par échosondage et par production d'œufs. On a trouvé que la cohérence entre les cartes est donnée par le poids des individus. Les gros anchois plus féconds jouent un rôle dans la distribution des œufs. Cependant, des facteurs environnementaux peuvent aussi avoir un effet sur la carte des œufs, comme par exemple le vent sur la dérive des œufs ou la température et la production planctonique sur la ponte des anchois...

Une meilleure connaissance de tous les paramètres environnementaux influençant la ponte des anchois permettrait d'améliorer la gestion des stocks d'anchois.

## Bibliographie

- Arbault, S., Lacroix.1977. Oeufs et larves de Clupeides et Engraulides dans le Golfe de Gascogne (1969-1973). Distribution des frayeres. Relations entre les facteurs de milieu et la reproduction -*Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. 41(3), 227-254.
- Arne, P. Contribution à l'étude de l'anchois. (*Engraulis encrassicholus*. L) du Golfe de Gascogne - *Lie. Sc.* p154.  
[en ligne] <http://archimer.ifremer.fr/doc/1931/publication-5671.pdf>
- Bouvet, Y .2014 . De la mer à l'assiette : présentation de la filière halieutique dans le Monde -*Géoconfluences*.  
[en ligne]-<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/oceans-et-mondialisation/corpus-documentaire/de-la-mer-a-l2019assiette-presentation-de-la-filiere-halieutique-dans-le-monde>
- Checkley, D.M.Jr.,Ortner, P.B.,Settle,L.R. and Cummings S.R. 1997. A continous, underway fish egg sampler.-*Fish. Oceanogr.* 6: 58-73
- Doray, M., 2013, EchoR package tutorial, *IFREMER de Nantes, Département Écologie et Modèles pour l'Halieutique*, 10p.  
[en ligne] <http://archimer.ifremer.fr/doc/00128/23879/21814.pdf>.
- Doray, M., Badts, V., Huret, M., Duhamel, E., Doremus, G., Masse, J., Petitgas, P. 2015. Guide du chef de mission de la campagne PELGAS. *IFREMER* 1-25.  
[en ligne] <http://doi.org/10.13155/36054>.
- Duhamel, E., Doray, M., Huret, M., Sanchez, F., Authier, M., Bergot, P. 2015. Direct assessment of small pelagic fish by the PELGAS15 acoustic survey. - *IFREMER*1-37.  
[en ligne], <http://archimer.ifremer.fr/doc/00278/38972/>.
- ICES. 2004. The DEPM Estimation of Spawning-Stock Biomass for Sardine and Anchovy. -*ICES Cooperative Research Report No. 268*.
- ICES. 2010. Life cycle spatial patterns of small pelagic fish in the Northeast Atlantic.- *ICES Cooperative Research Report No. 306*.
- Planque, B., Bellier, E. et 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.
- Motos, L., Uriarte, A. and Valencia, V. 1996. The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.).- *Scientia Marina* 60: 117-140.

- Santiago, J. & Sanz, A. 1988. Daily fecundity of the bay of Biscay anchovy population in 1988. - *ICES C.M.* H:33
- Somarakis, S., Palomera, I., Garcia, A., Quintanilla, L., Koutsikopoulos, C., Uriarte, A. and Motos, L. 2004. Daily egg production of anchovy in European waters.- *ICES Journal of Marine Science* 61: 944-958.
- Stradoudakis, Y., Bernal, M., Ganias, K. and Uriarte, A. 2006. The daily egg production method: recent advances, current applications and future challenges. -*Fish and Fisheries* 7: 35-57.
- Woillez, M. , Rivoirard, J., et Petitgas, P., 2009. Notes on survey-based spatial indicators for monitoring fish populations.-*Aquat. Living Resour* 22: 155-164.

# Annexes

---

## Annexe 1

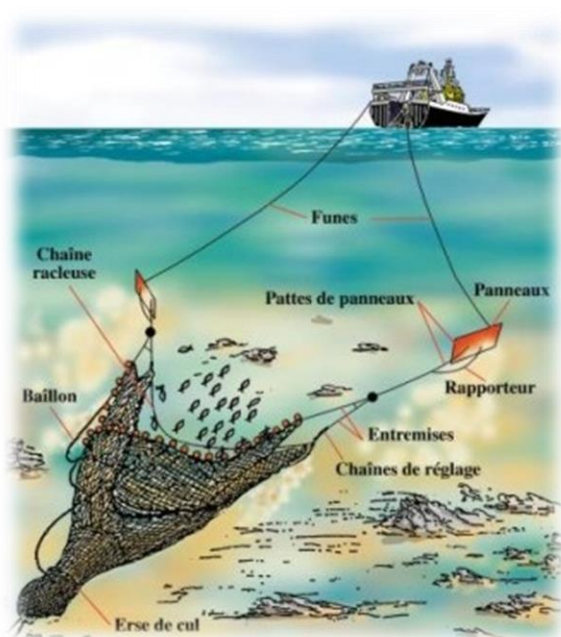


Figure 7-Chalut de fond

(<http://wwz.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins/Chalut-de-fond>)

## Annexe 2

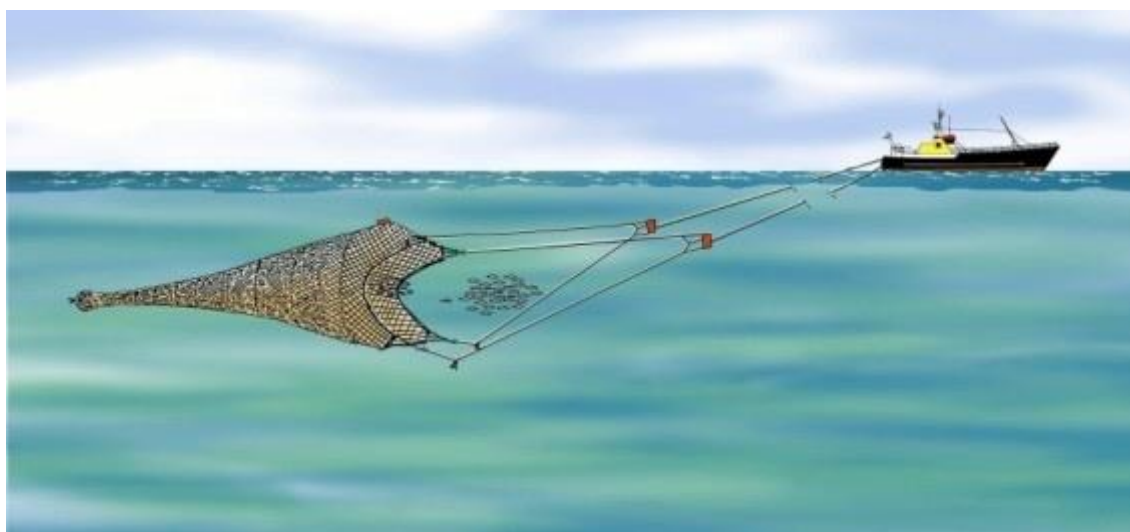


Figure 8-Chalut pélagique en surface

(source: <http://wwz.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins/Chalut-pelagique>)

## Annexe 3

```
setwd("C:/Users/cgodet/Documents/Dossier_Claire")

Pelgas15=read.csv("Pelgas2015.csv",header = T,dec = ".",sep = ";")

####sélectionner que les anchois dans le data####
pelgas<- subset(Pelgas15,Pelgas15$sp == "ENGR-ENC")
pelgas$year[pelgas$year>1999]<-2000

LAT=(pelgas$LAT)
z=(pelgas$w)
LONG=(pelgas$LONG)
CodEsp=(pelgas$sp)
year=(pelgas$year)
CAMPAGNE=(pelgas$year)
####data pour faire la carte grid####
BB=data.frame(LONG=(pelgas$LONG),LAT=(pelgas$LAT),z=(pelgas$w),CodEsp=(pelgas$sp),
              year=(pelgas$year),CAMPAGNE=(rep(6,length(pelgas$LAT))))
library(EchoR)
x1=-6;x2=-1;y1=43;y2=49
ax=0.25;ay=0.25
u=2
ni=200
define.grid.poly.mask(x1,x2,y1,y2,ax,ay,u,ni,polygonit= FALSE)
setwd("C:/Users/cgodet/Documents/Dossier_Claire/carte global poids moyen")
path.grids=getwd()
xxx=gridNplot(BB,vart = 'z',varname = "poids",
              path.grids=path.grids,bathy.plot=TRUE,deep=-450,shallow=-50,bstep=450,
              bcol='grey50',drawlabels=TRUE)
```

Figure 9- Un des scripts pour réaliser les cartes grids (ici la biomasse des anchois)

## Résumé

La campagne PELGAS participe à la gestion du stock d'anchois du Golfe de Gascogne, en réalisant une évaluation directe à la mer de la biomasse d'anchois. Pour déterminer la biomasse totale, des appareils acoustiques envoyant des ultra-sons dans l'eau pour détecter les bancs de poisson sont utilisés. Ensuite des pêches sont effectuées sur les zones détectées pour déterminer la composition des bancs (espèces, poids, longueurs...). En parallèle, les œufs d'anchois sont comptés. A partir des données récoltées de 2000 à 2015, j'ai pu réaliser des cartes de distribution spatiale des anchois et de leurs œufs, ainsi que des analyses statistiques afin de comprendre les différences de distribution entre les deux. Il s'avère que les œufs sont plus au large que les anchois, ce qui est dû à une question de poids moyen et de fécondité. Les anchois les plus gros seraient plus féconds et se localisent plus au large, d'où la répartition des œufs plus éloignées des côtes que la biomasse totale d'anchois. La fécondité et le poids des anchois font parties des paramètres qui ont une influence sur la distribution des œufs.

**Mots clés :** Anchois, fécondité, répartition, Golfe de Gascogne, œufs.

## Abstract

The PELGAS campaign participates to the management of anchovies 'stock in the Bay of Biscay, doing assessment of the anchovies 'biomass in the sea. To determine the total biomass, acoustics sounders sending ultrasounds into the water to detect fish schools are used. Next, fisheries are made in detected zones to determine the composition of the fish bench (species, weight, length...). In the same time, anchovies 'eggs are counted. From the collected 2000 to 2015, I realized the spatial distribution maps anchovies and eggs, as well as statistical analyzes order to understand the differences in distribution between them. It appears that the eggs are more distant coasts as anchovies, which is due to weight and fecundity. The biggest anchovies would be more fecund and are localized further offshore, that is why the repartition of the eggs is more far away from coast than total anchovies' biomass. The fecundity and the weight of anchovies are among parameters that influence the distribution of eggs.

**Key words :** Anchovies, fecundity, repartition, Bay of Biscay, eggs.