

Bilan des connaissances actuelles sur les liens environnement/ anchois qui pourraient expliquer les faibles recrutements actuels de l'anchois dans le golfe de Gascogne

M. Huret, J. Massé, P. Petitgas
Coordination: A. Biseau, A. Forest
Mars 2009

[1].Introduction

Comme toutes les espèces à vie courte, la biomasse d'anchois est très dépendante de l'abondance des recrues (l'arrivée des poissons d'1 an, c'est à dire le produit de la ponte de l'année précédente). Depuis 2002, les recrutements de l'anchois dans le golfe de Gascogne sont parmi les plus bas observés dans la série des évaluations du stock réalisées par le CIEM (1987-2008 fig. 1). Une succession aussi longue de faibles recrutements n'a jamais été observée dans le passé et a conduit à une chute de la biomasse du stock depuis 2002.

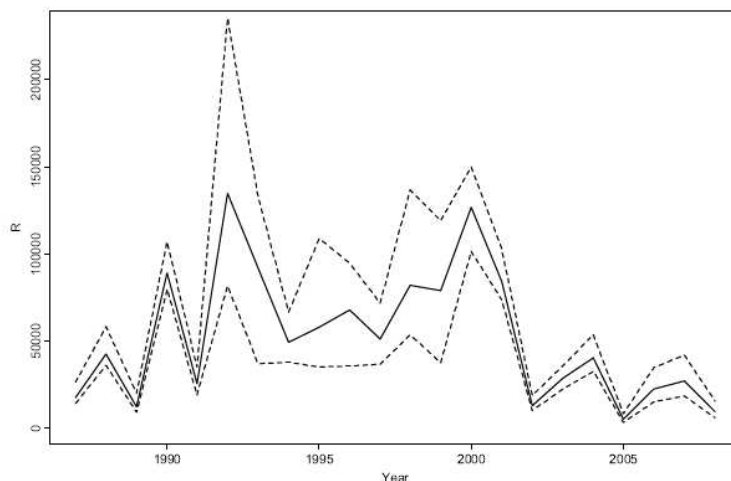


Figure 1 : Anchois du golfe de Gascogne : évolution du recrutement (age 1, en poids) de 1987 à 2008 ; en pointillés : intervalle de confiance à 95 %.

Comme pour les autres stocks, les avis biologiques fournis par le CIEM à l'UE pour la gestion de la pêche d'anchois se basent sur l'approche de précaution. Son objectif est de faire en sorte que la biomasse féconde ne soit pas inférieure à la biomasse limite, B_{lim} , en dessous de laquelle les risques de recrutements faibles sont élevés. Pour ce stock d'anchois, B_{lim} a été défini en 2003 par le CIEM comme étant la plus basse biomasse de reproducteurs estimée dans la série temporelle, soit 21 000 t. En accord avec l'approche de précaution, les avis du CIEM ont pour objectif d'avoir une probabilité faible (moins de 5 %) que la biomasse des reproducteurs soit inférieure à B_{lim} . Au printemps 2008, cette probabilité était estimée à 23%.

C'est sur cette base que le CIEM, en mai 2005, a recommandé l'arrêt de la pêche. Le Conseil des Ministres européens en charge de la pêche a décidé de fermer la pêcherie en juillet 2005, mesure qui a été reconduite chaque année depuis.

Des changements environnementaux, une pression de pêche excessive ou la combinaison de ces deux facteurs sont les causes qui expliquent le plus souvent des effondrements de recrutement.

La fermeture de la pêche avait pour objectif de favoriser la reconstitution du stock (et d'éviter une dégradation supplémentaire). L'absence de capture a effectivement permis une meilleure survie des anchois, ce qui a conduit à une augmentation de l'abondance relative des anchois âgés de plus de 1 an (fig. 2). Malgré cela, le recrutement reste faible.

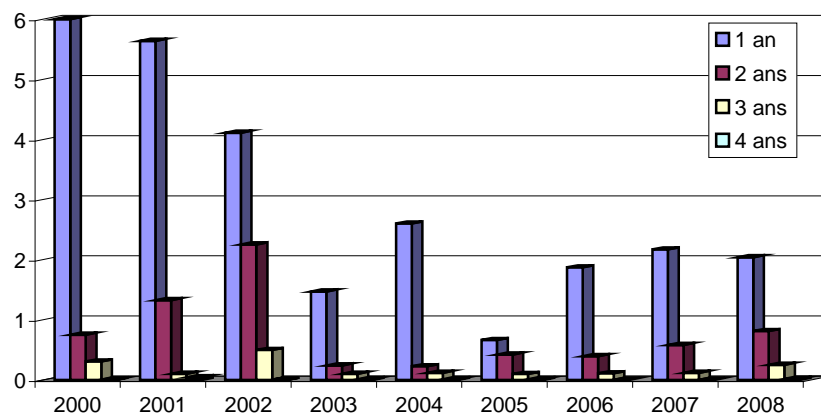


Figure 2 : Abondances et structures démographiques (en millions d'individus) de la population d'anchois du Golfe de Gascogne telles qu'observées au cours des campagnes d'évaluation par acoustique PELGAS entre 2000 et 2008.

Différentes hypothèses peuvent être mises en avant pour expliquer cette situation particulière :

- 1) Un effondrement du stock et une modification de sa position dans l'écosystème, se marquant par des effets dépensatoires (possibilités réduites de reconstitution d'un stock lorsque sa biomasse est devenue très basse) ;
- 2) Un changement de régime dans l'environnement affectant la productivité du stock au travers de son recrutement ;
- 3) Une modification du stock (croissance, dates et lieux de ponte, habitats) modifiant l'impact de l'environnement sur le recrutement ;
- 4) Une modification de la communauté des espèces pélagiques défavorable à l'anchois, augmentant la compétition et la prédation des œufs et larves.

Cette note se propose de faire une synthèse des connaissances disponibles sur l'évolution de l'environnement pélagique dans le golfe de Gascogne et ses possibles liens avec l'évolution de la population d'anchois.

[2].Rappel sur l'évolution de la pêcherie

L'anchois du golfe de Gascogne est exploité conjointement par les flottilles françaises et espagnole depuis les années 50. La flottille espagnole, composée d'environ 500 unités (senneurs exclusivement) dans les années 60, est maintenant réduite à environ 200 unités

(2008). La pêche française reposait, au début des années 2000, sur 2 métiers (fig. 3) : i) une trentaine de petits senneurs côtiers (une flottille en Bretagne sud et une autre au Pays Basque français) qui ciblent la sardine et pêchent de façon opportuniste l'anchois et ii) environ 50 chalutiers pélagiques en "bœufs" (chalut pélagique sans panneaux mais tracté par deux navires). La pêche à l'anchois étant fermée depuis l'été 2005, la flottille française s'est considérablement réduite aujourd'hui (plus de 50% de sorties de flotte).

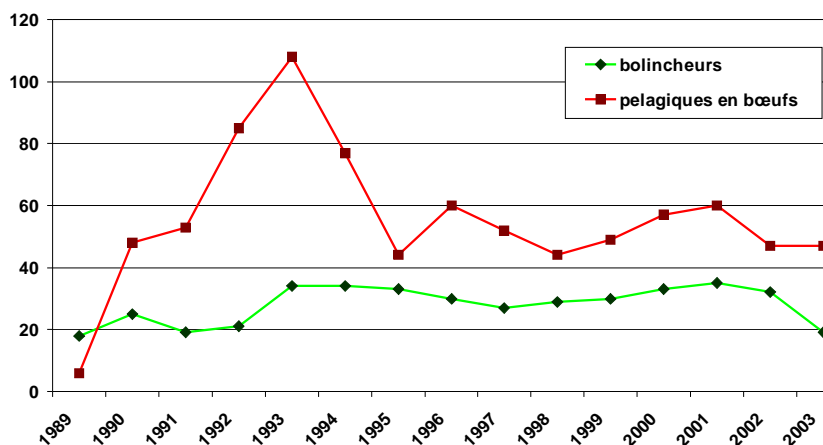


Figure 3: Evolution du nombre de navires français ciblant l'anchois depuis 1989.

La pêche est gérée par un TAC, réparti entre l'Espagne (90%) et la France (10%) ; des accords particuliers permettent, par le biais d'échanges de quotas d'autres espèces d'augmenter la part française, et organisent la saison de pêche des chalutiers pélagiques français.

Les captures (fig.4) ont atteint 80 000t dans les années 60 (90% par la flottille espagnole, 10% par la flottille française), puis se sont effondrées dans les années 80 autour de 10 à 15 000 t, pour se stabiliser autour de 40 000t dans les années 90 (50% par la flottille espagnole, 50% par la flottille française), avant de diminuer brutalement à partir de 2002, jusqu'à la fermeture de la pêche en juillet 2005.

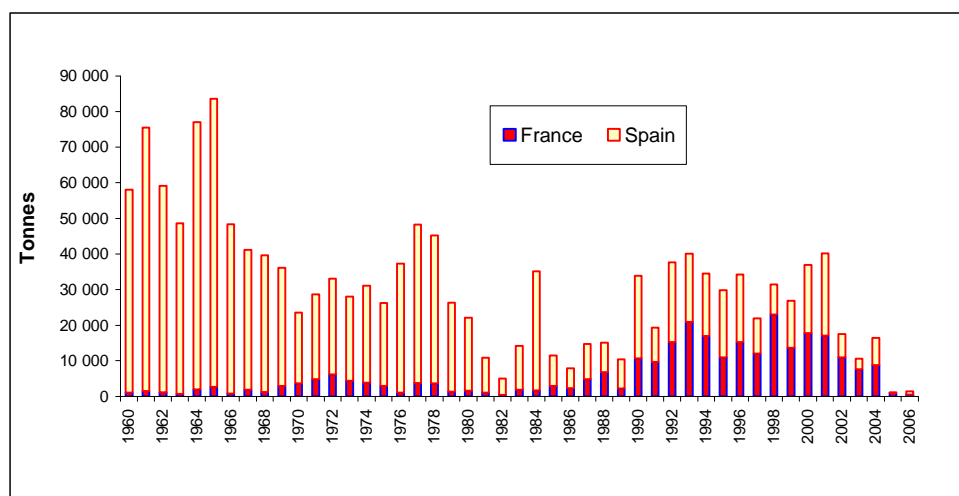


Figure 4 : Anchois du golfe de Gascogne : évolution des débarquements de 1960 à 2006.

Le taux d'exploitation estimé pour la période 1987 – 2008 (rapport débarquement/biomasse, fig. 5) montre une tendance à la baisse jusqu'en 2004, suivie d'une brusque chute à partir de 2005, consécutive à la fermeture de la pêcherie.

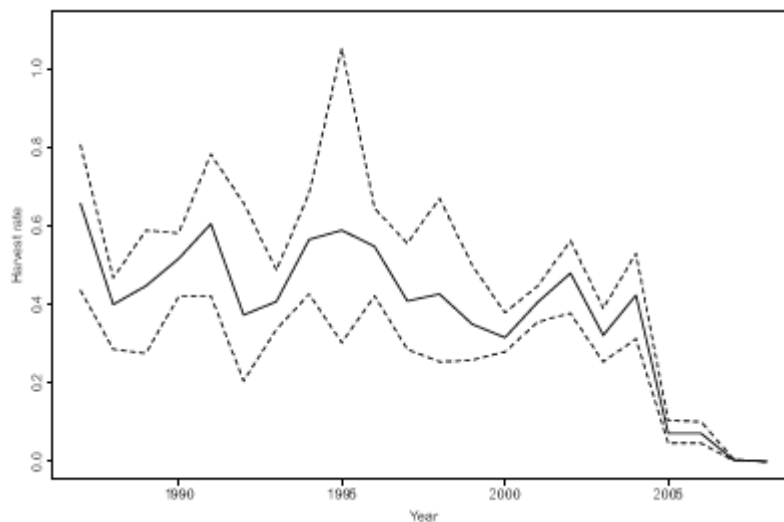


Figure 5 : Anchois du golfe de Gascogne : évolution du taux d'exploitation (débarquements/biomasse) de 1987 à 2008 ; en pointillés : intervalle de confiance à 95 %.

[3]. Rappel sur la biologie et les habitat de l'anchois

Actuellement, et contrairement aux années 1960, le cycle de vie de l'anchois est surtout inféodé au plateau continental français. Le cycle de vie a été réexaminé récemment (fig. 6) à partir des données des campagnes scientifiques au printemps et à l'automne, des données de log-book, et de résultats de modèles courantologiques pour les dérives larvaires.

La ponte a lieu au printemps et début d'été, centrée sur le mois de mai au sud de 46°30'N, comme l'atteste la série des campagnes scientifiques. Elle se déroule sur le plateau des Landes et au voisinage des estuaires de la Gironde et de l'Adour. Il est possible mais rare d'observer de petites pontes en mai à proximité de Belle-île. La distribution géographique du poisson à cette époque est liée à la sonde, les petits sont plus côtiers et les plus gros au large. Une température de surface supérieure à 14°C est nécessaire à la reproduction (Motos *et al.*, 1996). La salinité de surface et la température de fond structurent aussi l'habitat de ponte (Planque *et al.*, 2007). Ainsi, la répartition géographique des frayères semble limitée vers le nord par la température. Après les pontes printanières, les vents et les courants sont orientés vers le sud-ouest. Le stade œuf dure environ 3 jours et le stade larvaire environ 60 jours. Œufs et larves sont donc dispersés durant l'été sur l'ensemble du plateau et dans la zone océanique au delà des accores.

Le stade juvénile est le plus dispersé géographiquement de tous les stades du cycle de vie. En octobre, on peut observer des juvéniles de 4 à 12 cm depuis la zone océanique jusqu'à la côte. Le retour vers la côte serait actif. Les juvéniles au large forment des agrégations dans les couches superficielles de jour comme de nuit. Ceux à la côte se joignent au stock d'adultes (age 1+) et forment des bancs en pleine eau le jour. Certains juvéniles sont observés dans le nord du Golfe (Belle-Île et îles de Glénans) à l'automne.

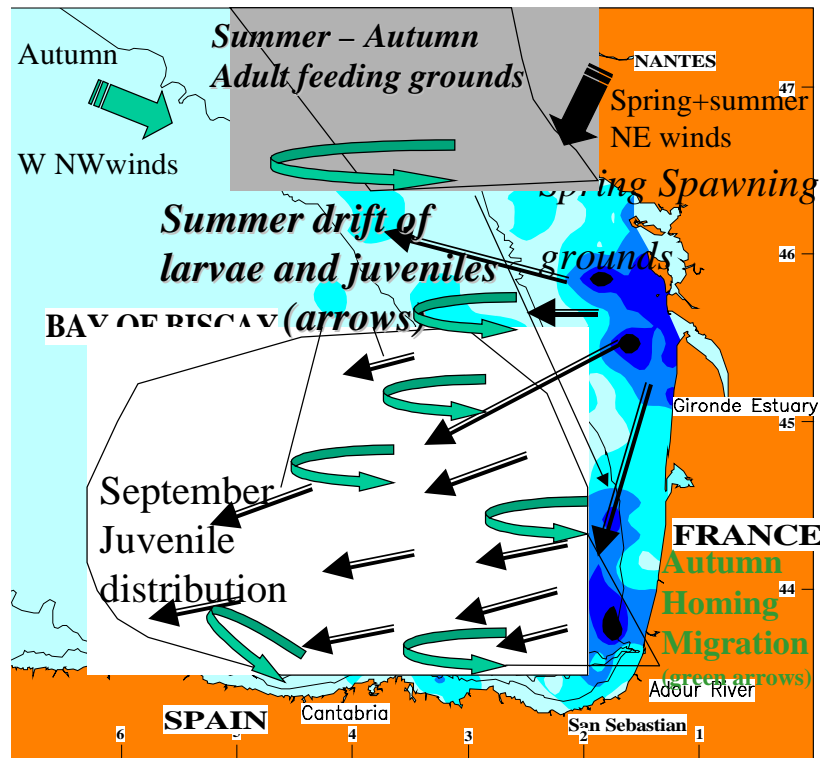


Figure 6 : Cycle de vie actuel de l’anchois dans le golfe de Gascogne (ICES/CIEM, 2004).

Flèches noires : migration des juvéniles depuis les zones de ponte vers le large

Flèches vertes : migrations de retour vers la côte en automne

Après la ponte, les adultes migrent vers le nord du golfe de Gascogne et, (au moins jusqu'aux années 80, mais très peu ces 20 dernières années), vers l'ouest le long de l'Espagne. L'habitat d'automne correspond à peu près à la grande vase entre la Loire et les îles de Glénans. Sur cet habitat le poisson se nourrit et constitue des réserves. En l'absence de campagnes scientifique et de pêche en cette saison, les habitats d'hiver sont mal connus, à part ceux côtiers qui hébergent de petits individus.

Le panache de la Gironde apparaît comme un secteur clé à divers titres : c'est une zone importante pour la ponte au printemps et pour les juvéniles pendant l'automne et l'hiver. Les pontes précoces dans cette zone auraient tendance à dériver vers le nord alors que la dérive est plutôt orientée sud-ouest à partir du mois de mai. Le secteur de la Gironde joue ainsi un rôle d'ensemencement des produits de la ponte sur l'ensemble golfe de Gascogne.

Depuis les années 1960, le stock d'anchois a subi des pertes d'habitats (Junquera, 1984(1986)). Sa distribution géographique a progressivement diminué par l'ouest (fig. 7) pour se cantonner aujourd'hui au plateau français. Cette réduction s'est accompagnée d'une diminution de l'abondance du stock (Villamor *et al.*, 2007). Alors que les dérives larvaires amènent les tous jeunes devant la côte espagnole, celle-ci ne semble pas être aujourd'hui un habitat de juvéniles ni d'adultes à l'automne. Le devenir des produits de la ponte qui arrivent sur la côte espagnole est incertain.

Les conditions environnementales susceptibles de modifier les habitats, et donc les conditions de survie des juvéniles, seraient principalement la température, les courants et la production planctonique.

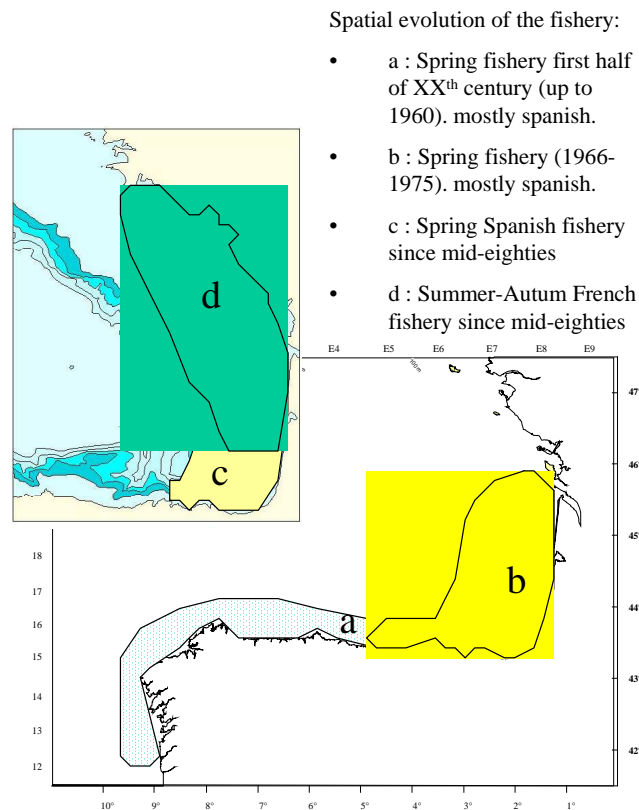


Figure 7 : Changement à long-terme dans la distribution géographique de la pêcherie d’anchois du golfe de Gascogne (ICES/CIEM, 2004)

- a) : pêche de printemps au cours de la première moitié du XX^{ème} siècle (jusqu’aux années 1960) ; essentiellement espagnole
- b) : pêche de printemps, années 1966 à 1975, essentiellement espagnole
- c) pêche espagnole de printemps depuis le milieu des années 1980
- d) pêche française d’été - automne depuis le milieu des années 1980

[4]. Evolution des facteurs forçant de l’environnement pélagique

L’évolution des principaux facteurs atmosphériques forçant de la dynamique océanique pélagique, sur les trois ou quatre décennies écoulées, a été examinée afin d’en extraire des éventuels changements récents susceptibles d’expliquer la diminution du recrutement de l’anchois.

4.1. Débit des fleuves

Les débits annuels moyens des trois principaux fleuves (Loire, Gironde, Adour) débouchant sur le plateau continental du golfe de Gascogne (fig. 8) montrent une forte variabilité depuis 1970. Ils évoluent de façon assez corrélée, même si la Loire semble présenter une plus forte variabilité. De la fin des années 1970 à la fin des années 1980, au milieu des années 1990 ainsi qu’entour de l’année 2000 les débits sont plus élevés. Les années 1989, 1990 et 1991 sont marquées par des débits très faibles.

La période 2000 – 2007 ne présente pas de particularité qui pourrait expliquer à elles seules les faibles recrutements observés. Toutefois les débits sont inférieurs à la normale de façon

notable depuis 2005, après une rupture entre les années 2000 et 2001 (fort débit) et l'année 2002 (faible débit) pour la Loire et la Gironde.

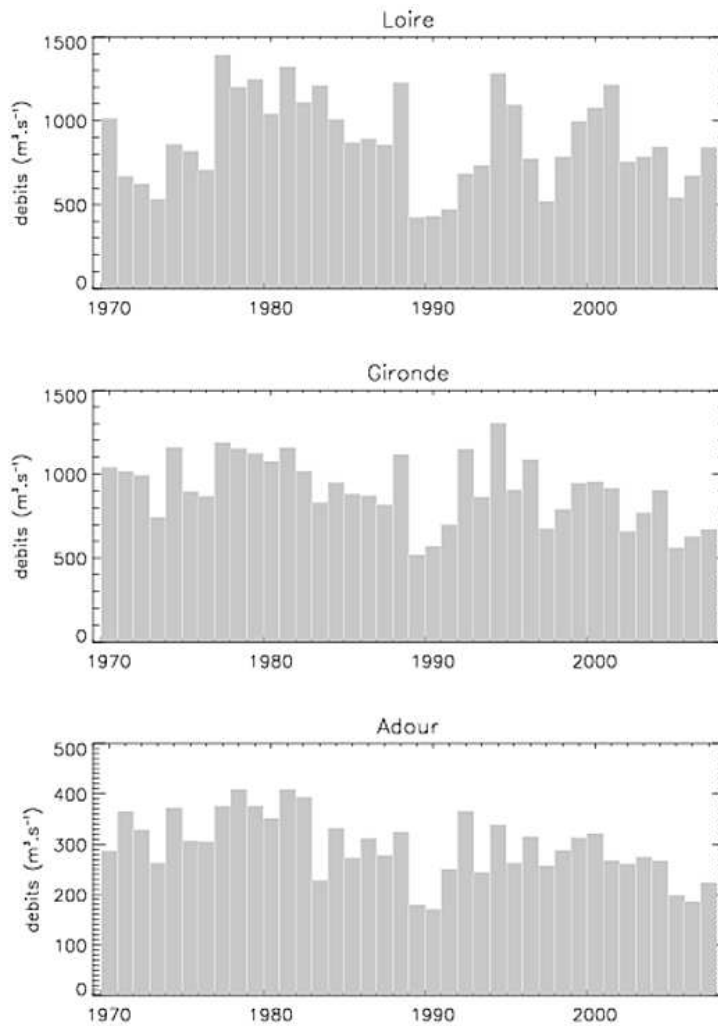


Figure 8 : Evolution des débits moyens annuels des trois principaux fleuves de la façade Atlantique entre 1970 et 2007.

4.2. *Température de la mer*

La question du réchauffement climatique est au cœur des différents programmes de recherche actuels. Il a été en moyenne de 1°C sur la France au cours du siècle dernier selon Météo-France. Pour le golfe de Gascogne il existe également une tendance à la hausse (fig. 9) et ce réchauffement atmosphérique s'est traduit par une augmentation de la température de l'eau en surface d'environ 0,35°C par décennie entre 1986 et 2006 (fig. 10).

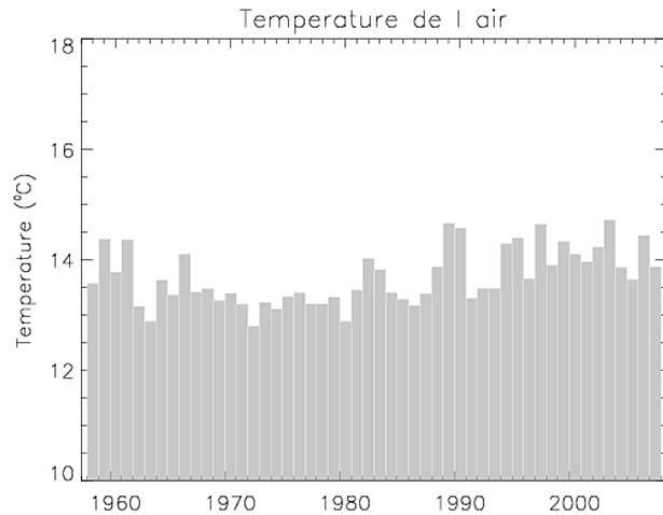


Figure 9 : Evolution de la température annuelle moyenne de l'air à 2m au sud de 46.3°N dans le golfe de Gascogne entre 1958 et 2007. Jusqu'en 2001, données simulées à partir de la réanalyse ERA40 du Centre Européen de Météorologie. A partir de 2002, données simulées par le modèle ARPEGE de Météo - France.

Cette tendance relativement rapide mais progressive ne pourrait expliquer à elle seule la diminution du recrutement observée récemment. En effet la population d'anchois du Golfe est plutôt en limite nord de la répartition biogéographique de l'espèce, ce qui laisse supposer qu'elle peut supporter des températures plus élevées. Cette évolution peut par contre être source de modifications plus brutales sur certains compartiments de l'écosystème pélagique suite à des effets de seuil (modification de la circulation, des successions planctoniques au cours de l'année, de l'abondance d'espèces compétitrices), autant de questions qui représentent des thèmes de recherche actuels.

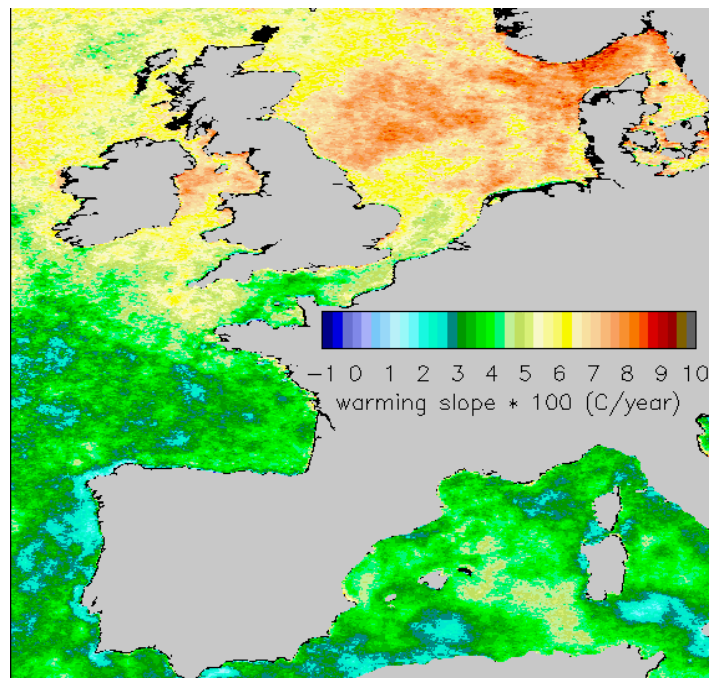


Figure 10 : Coefficient annuel du réchauffement de la température de surface, obtenu par ajustement d'un modèle sur les données SST des satellites de la NOAA (Saulquin & Gohin, accepté).

4.3. Régime des vents

Le vent joue un rôle primordial sur la circulation océanique dans le golfe de Gascogne. La figure 11 montre la dominance des vents d'ouest – nord-ouest dans le sud du Golfe, avec une variabilité de la vitesse plus importante dans cette même direction, reflétant le passage des dépressions avec de forts vents d'ouest. Rien ne permet d'associer la diminution des recrutements récents aux conditions de vents, restées similaires à celles des quatre décennies passées.

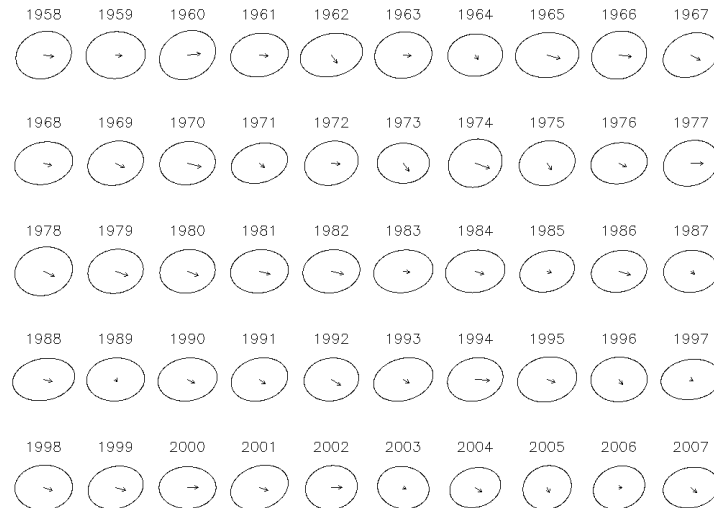


Figure 11 : Evolution du vent à la surface de la mer au sud de 46.3°N dans le golfe de Gascogne entre 1958 et 2007. Jusque 2001, données simulées à partir de la ré-analyse ERA du Centre Européen de Météorologie. A partir de 2002, données simulées par le modèle ARPEGE de Météo-France. Les flèches donnent la direction et l'intensité moyennes annuelles, alors que les ellipses donnent les axes principaux de variabilité de ce même vent.

[5]. Evolution des populations de poissons pélagiques dans le golfe de Gascogne

Le déroulement du cycle vital des poissons pélagiques dépend surtout de la qualité de la masse d'eau dans laquelle ils vivent, des aliments qu'ils rencontrent et de l'abondance des prédateurs. Ils sont donc amenés à des migrations permanentes en fonction de l'évolution de leur environnement. La présence dans une zone donnée de chaque espèce est très variable d'une saison ou d'une année à l'autre en fonction de leur évolution propre (tailles, âge, maturité sexuelle) ou de la disponibilité de nourriture adéquate.

Les principales espèces de poissons pélagiques qui cohabitent avec l'anchois dans le golfe de Gascogne sont le maquereau, le chinchard, la sardine et le sprat. Leur distribution géographique étant parfois très large, il faut distinguer la biomasse présente dans le golfe de Gascogne au moment de l'observation par les campagnes scientifiques et l'abondance totale du stock. Si l'anchois (dont la biomasse se situait dans le passé autour de 80 000 t) occupe principalement le golfe de Gascogne pendant tout son cycle de vie, ce n'est pas le cas pour les autres espèces. La sardine par exemple (dont la biomasse peut atteindre 500 000 t) migrera en partie des Landes vers la côte Cantabrique ou des côtes bretonnes vers la Mer Celtique et la Manche en automne. Les populations de chinchard et de maquereau (plusieurs millions de

tonnes) migrent depuis la Norvège jusqu'au Portugal au cours de l'année, n'occupant le golfe de Gascogne que temporairement. Toutes ces espèces ne cohabiteront donc pas toujours de façon aussi intense avec l'anchois selon les zones et les saisons.

Du fait de leur durée de vie plus ou moins longue, l'abondance des stocks est impactée de manière différente par les variations de recrutement. Les stocks de maquereaux et de chinchard par exemple, composés d'une dizaine de groupes d'âge, peuvent supporter quelques faibles recrutements successifs sans chute importante de biomasse. A l'inverse, chez l'anchois qui ne vit guère plus de 3 ans, toute variation du recrutement aura un impact direct sur la biomasse du stock. Le chinchard a cependant connu un recrutement exceptionnel en 1983 (classe 1982) qui a entraîné une très forte augmentation de biomasse sur laquelle les captures ont reposé presque entièrement pendant une quinzaine d'années.

Les campagnes acoustiques PELGAS réalisées par l'Ifremer chaque année depuis 2000 couvrent le golfe de Gascogne depuis Bayonne jusqu'à Brest et fournissent des indices d'abondance printaniers pour la sardine, l'anchois, le sprat et le chinchard. Ces campagnes permettent de suivre l'évolution des biomasses (fig. 12), et les variations de leurs distributions géographiques.

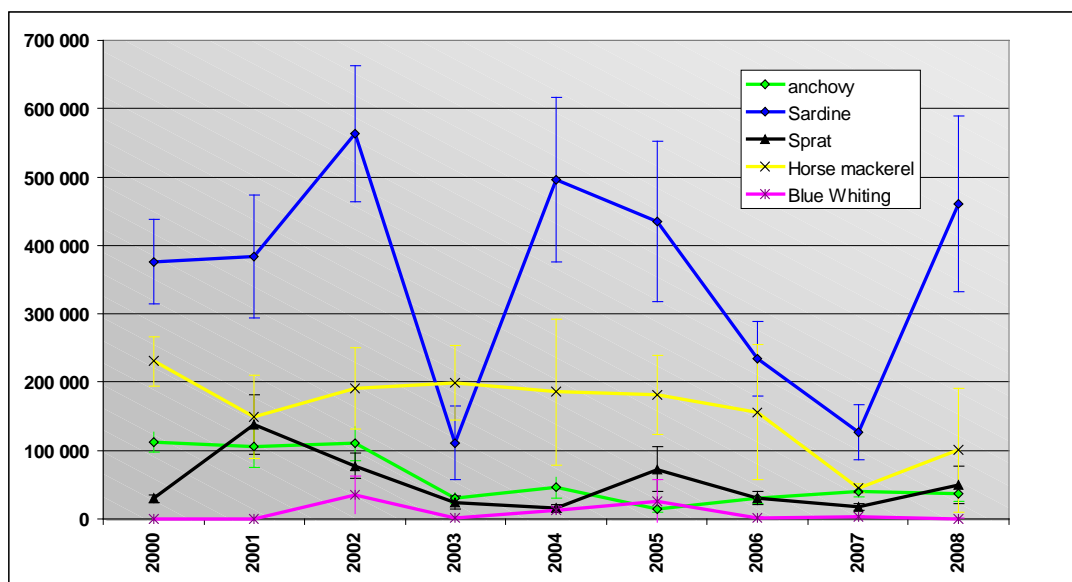


Figure 12 : Indices d'abondance de sardine, d'anchois, de chinchard, de merlan bleu et de sprat évalués par acoustique lors des campagne PELGAS dans le golfe de Gascogne depuis 2000

On a souvent émis l'hypothèse d'une alternance entre la présence de sardine et d'anchois, comme cela est le cas en Afrique du sud ou au Pérou. Cette alternance qui pourrait s'expliquer par une compétition pour l'espace entre espèces ne peut pas expliquer seule la diminution du stock d'anchois dans le golfe de Gascogne puisque les deux espèces s'y côtoient fréquemment, en particulier près des côtes (fig. 13). De la même façon, l'absence de sardine au printemps 2003 n'a pas produit une augmentation de l'abondance de l'anchois dans la même zone.

Le déséquilibre en terme d'abondance pourrait induire un effet de prédation : si des espèces comme la sardine ou le maquereau mangent peu l'anchois adulte, elles peuvent consommer leurs œufs ou larves présents dans le plancton, alors que le produit de la ponte est déjà réduit du fait de la rareté des géniteurs.

Cette dernière hypothèse, qui pourrait être étayée par l'absence de sardine en 2003 expliquant le "sursaut" de recrutement de l'anchois en 2004, ne se vérifie pas toujours, et les plus faibles abondance de sardine en 2006 et 2007 n'a pas permis de bon recrutement ni en 2007 ni en 2008.

L'anchois, comme les autres petits pélagiques, est la proie de nombreux prédateurs autres que l'homme ou les gros poissons. Ainsi les oiseaux de mer ou les mammifères marins très présents dans le golfe de Gascogne depuis toujours, participent à la prédation de ces espèces de façon non négligeable mais difficilement quantifiable.

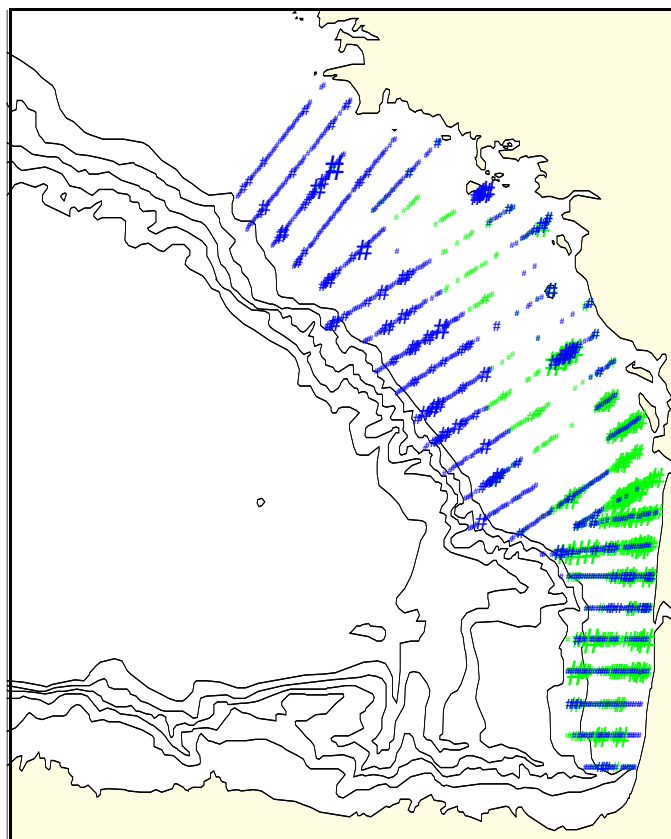


Figure 13 : Distribution géographique de l'anchois (en vert) et de la sardine (en bleu) telle qu'observée en 2000 lors de la campagne PELGAS. L'anchois côtoie la sardine sur le plateau des Landes, tandis qu'il reste isolé au nord.

[6].Exposé des résultats et recherches sur le forçage environnemental de l'anchois

Les traits de vie de l'anchois (vie courte, fécondité importante, croissance rapide) lui confèrent une forte capacité reproductive et une forte réactivité vis à vis de l'environnement climatique et trophique. Avec de telles caractéristiques biologiques, la population d'anchois est naturellement très variable. Ses variations sont soumises principalement aux processus de mortalité durant la première année, de l'éclosion de la larve au passage du premier hiver. Toutefois, depuis 2002, le recrutement dans la population reste bas voire très bas, alors qu'aucun signal fort explicatif n'a pu être identifié dans l'hydroclimat (voir section précédente). Il est donc vraisemblable que des facteurs non pris en compte jusqu'ici ou des interaction entre facteurs soient en jeu. Pour tenter de les appréhender, deux approches ont été retenues.

Une première approche consiste à considérer que toutes les phases du cycle de vie sont potentiellement déterminantes pour la viabilité de la population. Cette conception est nouvelle car on avait coutume de ne considérer qu'un stade critique, le stade larvaire. L'approche envisagée consiste à coupler tout le cycle de vie à l'environnement pour comprendre les interactions au cours de l'histoire de vie entre la physiologie du poisson (croissance et reproduction) et l'environnement (température et nourriture). Avec des modèles individus centrés¹ pour chaque stade de vie (dérive et croissance larvaire ; croissance juvénile et stockage d'énergie ; reproduction et croissance adulte) il devient possible d'évaluer l'impact d'interactions dans l'histoire de vie et de cartographier les habitats et les conditions essentiels à la viabilité de la population. Par exemple, si par effet de la pêche ou influence climatique les pontes utiles (celles dont les larves survivent) sont tardives, les juvéniles seront plus petits à l'approche de l'hiver conduisant à de plus fortes mortalités. D'autre part, si l'hiver est rigoureux, les réserves seront utilisées plus rapidement et la saison de ponte pourra être globalement moins fertile ou écourtée. Depuis 2001, les développements de tels outils ont débuté dans le cadre de deux thèses doctorales financées en partie avec l'aide des pêcheurs et de la région Pays de la Loire. Des campagnes à la mer additionnelles ont été réalisées sur les juvéniles à l'automne (habitats, croissance), ainsi que sur l'écologie larvaire afin d'acquérir les connaissances nécessaires à la mise en place de modèles. Le travail est actuellement poursuivi dans deux projets co-financés par l'Union Européenne (6^{ième} PCRD), l'un sur les mécanismes de reconstitution des stocks (Uncover) et l'autre sur l'effet du changement climatique sur les stocks de poissons (Reclaim). Une simulation à long-terme (1972-actuel) des courants, des structures hydrologiques et de la production planctonique a été réalisée qui permettra en 2009 de reconstituer des histoires de vie. Un système de surveillance est en cours de mise en place (PostDoc) à partir d'indicateurs environnementaux calculés sur ces séries à long-terme. Il permettra d'évaluer si il y a eu un changement de régime dans les l'hydro-climat et la production planctonique. Des simulations de scénarios climatiques sont en cours qui permettront d'évaluer les impacts possibles sur les différents stades du cycle de vie. Ces recherches devraient apporter des résultats au cours de l'année 2009.

La seconde approche consiste à évaluer la place de l'anchois dans l'écosystème du golfe de Gascogne et en particulier de comprendre les forçages sur la population dus aux interactions trophiques avec les autres espèces. En particulier, les espèces pélagiques se nourrissent des œufs et larves de poissons conduisant à une compétition/prédation entre espèces de la communauté pélagique. Lorsqu'une population devient trop peu abondante, sa production d'œufs pourrait ne plus être suffisante pour supporter les mortalités causées par les autres espèces. Cette compétition entre espèces et la place de l'anchois dans l'écosystème font l'objet d'un projet de recherche qui sera soumis début 2009 pour co-financement par l'Union Européenne (7^{ième} PCRD). Les résultats sur ces aspects ne sont prévus qu'à l'horizon 2011.

[7].Conclusions

Lorsqu'un stock est à un niveau d'abondance suffisant, les outils nécessaires à la prévision de son évolution peuvent ne prendre en compte que le stock lui-même et quelques forçages clés. Mais lorsque le niveau d'abondance du stock est très bas, la prévision de son évolution requiert une connaissance plus grande des nombreux forçages sur l'ensemble du cycle de vie et la place du stock dans l'écosystème.

¹ Les modèles individus centrés simulent la dynamique complexe d'une population comme résultat de comportements individuels simples.

L'analyse des facteurs externes forçant de l'écosystème pélagique du golfe de Gascogne ne permettent pas aujourd'hui de conclure sur l'importance d'un facteur particulier décisif pour le recrutement d'une année donnée.

Les travaux récents laissent penser qu'une combinaison de facteurs internes et externes à cet écosystème, aussi bien physiques (ex. circulation, turbulence) ayant un effet sur le transport et la survie larvaire, que biologique (prédation inter-espèce au stade larvaire par exemple) intervient dans l'évolution du stock d'anchois du golfe de Gascogne. La complexité des processus mis en jeu au cours des stades larvaires et juvéniles ainsi que leurs combinaisons imposent de développer de nouveaux outils et méthodes qui ont été identifiés comme axes de recherche.

Dans l'état actuel des connaissances, un changement de régime n'a pas été mis en évidence. Les conditions pour une révision des points de référence biologiques ne semblent donc pas réunies. De plus, les bases scientifiques pour une ré-évaluation des points de référence et des conditions d'exploitation ne sont pas évidentes. En effet, en l'absence de relation entre l'abondance du stock et le recrutement, la méthode de fixation du point de référence B_{lim} (comme étant le seuil de biomasse au-dessous duquel il ne faut pas descendre) repose sur l'estimation de la plus faible biomasse observée. Ainsi, même en cas de mise en évidence d'un changement avéré de régime environnemental, la révision qui suivrait risque fort ne pas conduire à une modification de la valeur de B_{lim} .

[8]. Références

ICES/CIEM. 2004. Report of the ICES Study Group on Regional Scale Ecology of Small Pelagic Fish (SGRESP). ICES CM 2004/G:06,

Junquera, S. 1984(1986). Pêche de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) dans le golfe de Gascogne et sur le littoral atlantique de Galice depuis 1920. Variations quantitatives. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* **48**: 133-142.

Motos, L., A. Uriarte & V. Valencia. 1996. The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.). *Scient. Mar.* **60**: 117-140.

Planque, B., E. Bellier & P. Lazure. 2007. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. *Fish. Oceanogr.* **16**, 1: 16-30.

Saulquin, B. & F. Gohin. accepté. Evolution of Sea Surface Temperature from satellite and in situ data in the English Channel for the period 1986-2006. *Int. J. Remote Sensing*.

Villamor, B., P. Abaunza, P. Petitgas, J. Massé & A. Uriarte. 2007. Bay of Biscay anchovy : a resource in crisis. *ICES Insight*, 44: 9-10.