

Le Cormoran huppé, un système autonome d'échantillonnage pour le suivi de la petite ichtyo-faune côtière

Philippe Maes⁽¹⁾, Marine Leicher⁽²⁾ et Matthieu Fortin⁽²⁾

⁽¹⁾ Université de Bretagne Sud, Institut de Géoarchitecture, EA 2219, BP 573, 56017 Vannes, France

⁽²⁾ Bretagne Vivante - SEPNEB / Réserve Naturelle des marais de Séné, route de Brouël, 56680 Séné, France

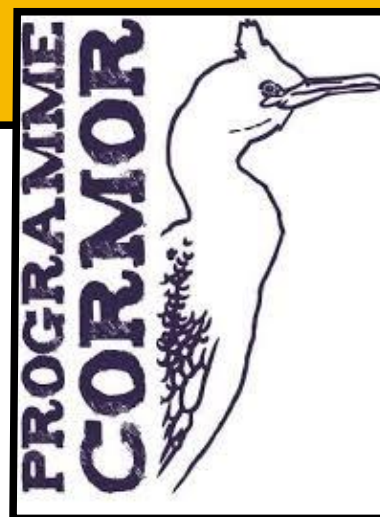
Mots clés : cormoran huppé, ichtyo-faune, mor braz

Introduction

Le régime alimentaire du Cormoran huppé a fait l'objet de nombreux travaux en Espagne, Ecosse, Norvège et France (Alvarez, 1998, Velando et Freire, 1999 ; Harris et Wanless, 1991 ; Barret *et al*, 1990 ; Gremillet *et al*, 1998 ; Fortin *et al*, 2013) qui, globalement, définissent cet oiseau comme un piscivore opportuniste, consommant surtout des ammodytidés (lançons) et des gadidés (lieus ou tacauds le plus souvent). Il ingère aussi à l'occasion des annélides ou des crustacés mais ces proies sont très peu mentionnées.

L'analyse présentée ici couvre la période janvier 2010 – décembre 2016. Ce qui a motivé un suivi dans le temps du régime alimentaire de cet oiseau marin, vient de l'idée que le Cormoran huppé pêche toute l'année, tous les jours, en zone côtière peu profonde et parfois délicate à échantillonner par bateau. Il peut donc servir d'échantillonneur pour l'étude en continu des peuplements côtiers de petits poissons communs. Une caractéristique avantageuse du cormoran est son opportunisme vis-à-vis de la nature de ses proies, ainsi la présence de certaines espèces dans son régime est un bon indice de leur abondance dans le milieu, ou en tout cas de leur disponibilité.

Un autre intérêt du cormoran est le caractère sédentaire de l'espèce. Les individus ont donc tendance à fréquenter les colonies de reproduction ou les reposoirs associés pendant, mais aussi en dehors de la période de reproduction, ce qui permet un suivi continu pratiquement tout au long de l'année.



© Bretagne Vivante

Méthodologie

L'étude est basée sur l'analyse de pelotes de réjection échantillonnées si possible sur un pas de temps mensuel, sur des îlots hébergeant une colonie de reproduction. Les trois colonies principales pour l'étude sont situées dans le Mor Braz (figure 1) : Meaban à la sortie du Golfe du Morbihan, Er Valueg et Er Valant (ou Île aux Chevaux) plus au large dans l'archipel de Houat. Un quatrième îlot permet de compléter les résultats et l'analyse des variations : les îlots de Quignénec dans l'archipel des Glénan. Le contenu des pelotes est trié sous loupe binoculaire après digestion du surplus de matière organique à la soude (NaOH 1M, à température ambiante, pendant 2h), puis tamisages successifs et rinçage sur des mailles de 2 mm et 0.5 mm. Les restes de proies, principalement les otolithes de téléostéens⁽¹⁾, mais aussi des meules pharyngiennes, des éléments de mâchoires et d'os crâniens, ou encore des fragments de cuticules de crustacés sont aussi gardés. L'identification des proies par les otolithes se fait grâce aux ouvrages de Harkonnen (1998) et Campana (2004), la base de données en ligne AFORO (Lombarte *et al*, 2006), et notre collection d'otolithes de référence. Le nombre de proies est calculé par taxon (famille, genre ou espèce) en divisant le nombre

(1) Groupe taxinomique regroupant l'écrasante majorité des espèces de poissons actuels.

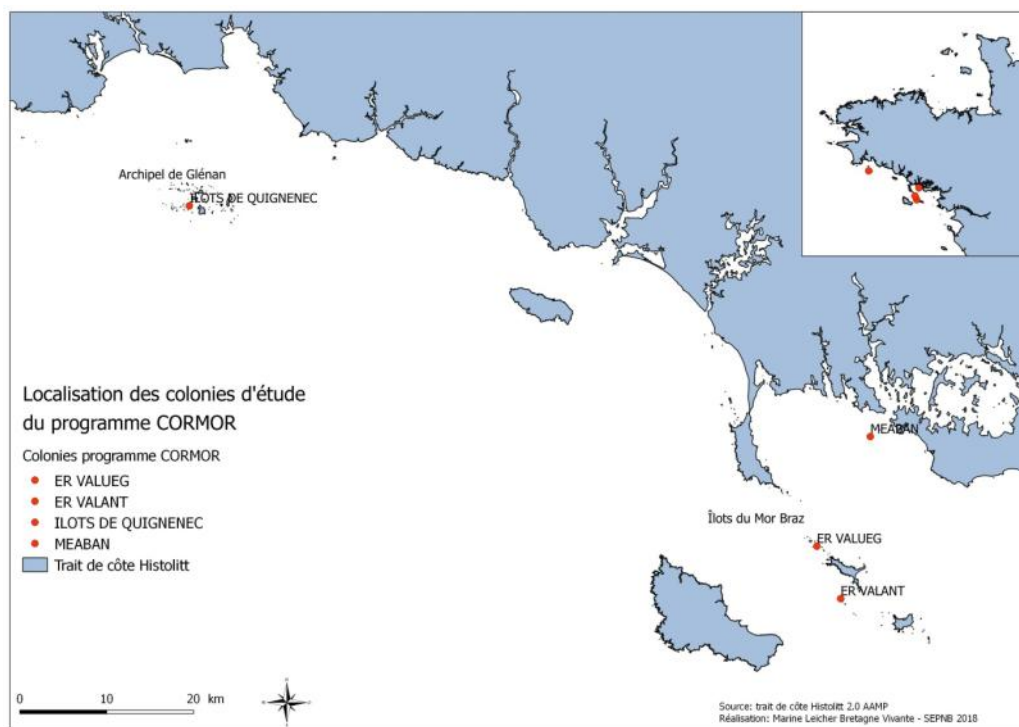


Figure 1 : Localisation des colonies étudiées dans le cadre du programme CORMOR.

d'otolithes par deux (chaque individu possédant deux otolithes principaux). La proportion des différents taxons proies peut ensuite être calculée pour chaque date.

Après identification et dénombrement, les otolithes et autres éléments sont séchés et conservés en tubes référencés. Le reliquat du tri est intégralement conservé après séchage. La longueur des otolithes de tacauds est mesurée sur image standardisée au moyen du logiciel libre « piximètre » développé par A. Henriot et J.L. Cheype pour calculer la taille des proies en appliquant une formule préalablement établie.

Résultats et discussion

Les principales proies du Cormoran huppé en Bretagne sud

Sur l'ensemble des 4 sites investigués ici les proies du Cormoran huppé peuvent être attribuées à onze familles de téléostéens, soit un peu plus d'une vingtaine d'espèces potentielles, en cohérence avec leur aire de répartition. Dans cette étude une dizaine d'espèces sont identifiables à l'espèce (marquées * dans le tableau 1), un taxon

(*Trisopterus* sp) au genre, le reste au niveau de la famille.

Cette liste comprend des poissons benthiques⁽¹⁾ (Cottidae, Gobiidae, Blenniidae, Lotidae), démersaux⁽²⁾ (Labridae, *Trisopterus* spp) ou pélagiques⁽³⁾ (Ammodytidae, Atherinidae, Carangidae, Clupeidae, certains Gadidae, Merlucciidae) indiquant la capacité du cormoran à exploiter l'intégralité de la colonne d'eau et le fond, à savoir entre 20 et 30 m dans le Mor Braz. La diversité des proies atteste aussi du caractère opportuniste du Cormoran huppé. On note la présence d'espèces d'importance économique comme le Lieu jaune *Polachius polachius*, le Merlu *Merluccius merluccius* et la Dorade grise *Spondyliosoma cantharus* ; les tacauds, *Trisopterus* spp, (*T. luscus* et *T. minutus*) et les lançons (Ammodytidae) constituent des espèces fourrage pour plusieurs espèces de gadidés, et pour le Merlu qui s'attaque particulièrement aux tacauds (Du Buit, 1996). À noter, l'anecdotique Trident *Raniceps raninus*, ramené par le cormoran dans ses pelotes, qui se laisse rarement pêcher et dont la biologie est peu connue.

Outre les poissons, des restes de crustacés décapodes sont aussi retrouvés dans les pelotes : le plus souvent des crevettes *Palaemon serratus*, plus rarement des petits

⁽¹⁾ Groupe taxinomique regroupant l'écrasante majorité des espèces de poissons actuels.

⁽²⁾ Adjectif qualifiant la vie sur les Fonds marins.

⁽³⁾ Adjectif qualifiant une espèce vivant en pleine eau mais à proximité et dépendamment des fonds marins.

tableau 1 : Liste des taxons identifiés

Familles	Espèces
Ammodytidae	<i>Ammodytes tobianus</i> , <i>Gymnamodytes semisquamatus</i> , <i>Hyperoplus lanceolatus</i>
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i> *
Blenniidae	<i>Lipophrys pholis</i> , <i>Parablennius gattogurine</i> ,
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i> *
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i> , <i>Spratus spratus</i>
Cottidae	<i>Myoxocephalus scorpius</i> , <i>Taurulus bubalis</i>
Gadidae	<i>Trisopterus spp</i> *, <i>Raniceps raninus</i> *, <i>Polachius polachius</i> *
Gobiidae	<i>Gobius niger</i> , <i>Gobius paganellus</i> , <i>Pomatoschistus sp</i> , ...
Labridae	<i>Labrus bergylta</i> *, <i>Symphodus melops</i> *, <i>Ctenolabrus rupestris</i> *
Lotidae	<i>Ciliata mustela</i> , <i>Gaidropsarus vulgaris</i> , <i>Encheliopus cimbinius</i> *
Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i> *
Sparidae	<i>Spondyllosoma cantharus</i> *

crabes *Leiocarcinus sp* ou des galathées (figure 2) ; mentionnons aussi *Scyllarus arctus*, la petite cigale de mer atlantique retrouvée dans une pelote régurgitée à Er Valant (figure 2). L'abondance du bouquet dans le régime montre une oscillation saisonnière avec un pic de novembre à janvier où 80 % des pelotes en contiennent des restes, et un creux à 20-50 % d'occurrence au printemps et en été (figure 3). Les gros bouquets se récoltent surtout à la fin de l'automne, les pêcheurs de crevettes le savent bien, apparemment les cormorans aussi. Enfin il faut signaler la présence fréquente aux Glénan du crustacé isopode *Anilocra frontalis* (figure 4), ectoparasite de Labridae et qui n'est donc pas visé directement en tant que proie, mais constitue plutôt une capture « accidentelle ».

Variations géographiques des profils de proportion des principales proies

À Meaban le régime alimentaire du cormoran, toutes dates confondues, est composé aux trois quarts par seulement trois familles : gobiidés, gadidés, et atherinidés. Pour les gobiidés le régime inclut plusieurs espèces non discernables, alors que les deux autres familles ne sont représentées que par le Tacaud commun *Trisopterus luscus*, et le Prêtre *Atherina presbyter*. Le dernier quart est constitué de labridés et cottidés, deux familles comportant plusieurs espèces. Enfin quelques lançons sont consommés en très petites proportions, autour de 3 %.

Ce profil de proportions de proies, montre de nettes

différences en fonction du site d'étude. Dans la colonie de Quignénec, où la différence par rapport à Meaban est la plus marquée, les cormorans consomment presque exclusivement deux taxons, les labridés et les ammodytidés (figure 5) : les athérines, gobies et tacauds très représentés dans le régime à Meaban représentent ici à peine 7 % des proies. Globalement plus similaires à celui



figure 2 : Reste de crustacés décapodes exceptionnellement peu dégradés régurgités par les Cormorans huppés ; de haut en bas : *Galathea sp.*, *Palaemon serratus* et *Scyllarus arctus*.

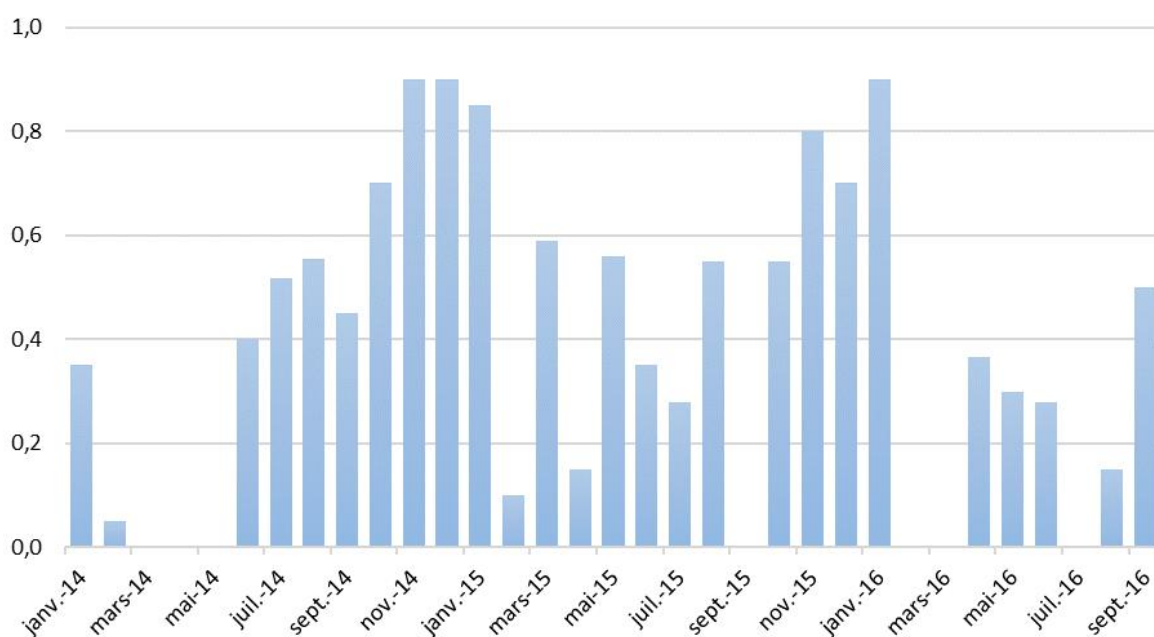


figure 3 : Variations saisonnières de la proportion de pelotes contenant *Palaemon serratus*.

de Meaban les profils des îlots Er Valueg et Er Valant montrent cependant une nette différence concernant les athérines et les lançons : les athérines, abondantes à Meaban, sont très peu voire non représentées dans l'alimentation des cormorans des deux îlots du large, pour les lançons la situation est inverse : rares à Meaban, ils constituent autour de 20 % des items plus au large. Relevons aussi le petit score des gobies à Er valant (6 %), espèce principale à Meaban (35 %) et aussi assez bien représentée à Er Valueg (24 %). Les différences du profil des proportions de proies observées entre les quatre îlots étudiés ne peuvent évidemment être mises sur le compte

de préférences alimentaires variables pour les cormorans de ces différentes colonies. Ces différences, étant donné le caractère opportuniste du Cormoran huppé, sont raisonnablement interprétables comme un indice de l'abondance et de la disponibilité de ces différents taxons dans le milieu.

Variations saisonnières et interannuelles des proportions des principales proies sur les îlots du Mor Braz.

Le principal intérêt de ce suivi est de pouvoir appréhender comment varient les profils alimentaires au fil des saisons et des années. À l'exception des labridés, la plupart des principaux taxons-proies montrent des fluctuations saisonnières d'abondance, en termes de proportion, dans le régime alimentaire du cormoran. Ces *maxima* se situent à des moments différents selon les proies : certaines sont plutôt caractéristiques de l'hiver, de la période printemps-été ou encore de l'automne. Pour une même proie ces *maxima* s'observent à la même période chaque année sur les différents îlots du Mor Braz, suggérant un lien avec la biologie de l'espèce proie.



figure 4 : *Anilocra frontalis*, crustacé isopode, ectoparasite de labridés, fréquemment retrouvé dans les pelotes des Glénan.

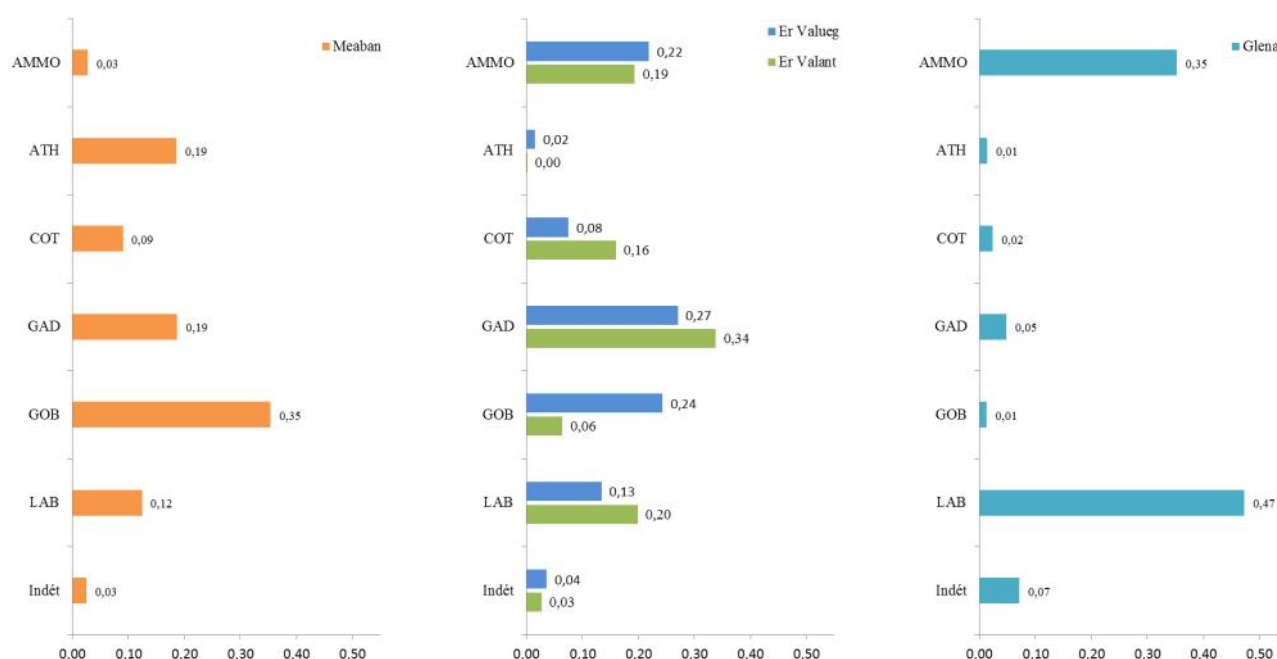


figure 5 : Proportions des 6 familles de proies principales, toutes dates confondues, pour les quatre colonies de cormorans étudiées.
AMMO : ammodytidés ; ATH : athérinidés ; COT : cottidés ; GAD : gadidés ; GOB : gobiidés ; LAB : labridés ; Indét : indéterminés

Pour les cottidés par exemple, poissons benthiques exclusifs, il y a correspondance entre la période de reproduction signalée dans la littérature et un pic d'abondance dans le régime du cormoran : les cottidés sont effectivement plus représentés dans les pelotes de réjection en période hivernale (figure 6). Chez cette famille, et en particulier chez *Myoxocephalus scorpius*, la période de reproduction s'étend de décembre à mars, et des masses d'œufs relativement gros (2 à 2,4 mm), fixées sous les pierres, font l'objet d'une surveillance et d'une défense active de la part des mâles qui veillent parfois sur plusieurs masses d'œufs de différentes femelles en même temps (Ennis 1970). Ce comportement expose davantage les individus mâles à la prédation pendant cette période. De fait une mortalité plus élevée est constatée chez les mâles par rapport aux femelles (Luksenburg & Pedersen, 2002), et Ennis (1970) mentionne que pendant la période de surveillance des pontes, les mâles ne fuient pas d'éventuels prédateurs et même les attaquent, quelle que soit leur taille. Ce comportement face à un cormoran en recherche de nourriture fait évidemment de ce poisson une proie plus facilement accessible en période hivernale.

Les gobies constituent les autres proies exclusivement benthiques. Plusieurs espèces sont susceptibles d'être

consommées dans la zone du Mor Braz (*Gobius niger*, *Gobius paganellus*, *Gobius cobitis*, ...). Leur croissance est relativement lente : *G. niger*, espèce la plus commune et probablement majoritaire dans le régime de notre cormoran, met 2 à 3 ans pour atteindre 15 cm, atteint la maturité sexuelle vers un an, et peut vivre jusqu'à cinq années (Filiz et Togulga, 2009). Ici aussi s'observent des variations saisonnières d'abondance de cette proie en phase avec sa période de reproduction (figure 7). *G. niger* se reproduit d'avril à Août (Vesey et Langford, 1985, Filiz et Togulga, 2009) et fixe ses œufs sous divers substrats durs, pierres, coquilles de bivalves, débris non naturels. Ce nid est entretenu et défendu par les mâles fortement territoriaux (Marconato, 1980 cité par Mazzoli et Rasotto, 2002). C'est autour de cette période que les otolithes de gobies se retrouvent le plus dans les pelotes, puis une forte baisse s'observe systématiquement de juillet à septembre (figure 7), période pendant laquelle Vesey et Langford (1985) signalent également une forte diminution des captures de *G. niger* par pêche dans leur étude sur la côte sud de l'Angleterre. Cette baisse est interprétée par ces auteurs comme résultant d'une mortalité post-reproduction, sans autre précision. Dans notre cas, la faible proportion de gobies dans l'alimentation observée à la fin de l'été pourrait résulter d'une déplétion consécutive à la

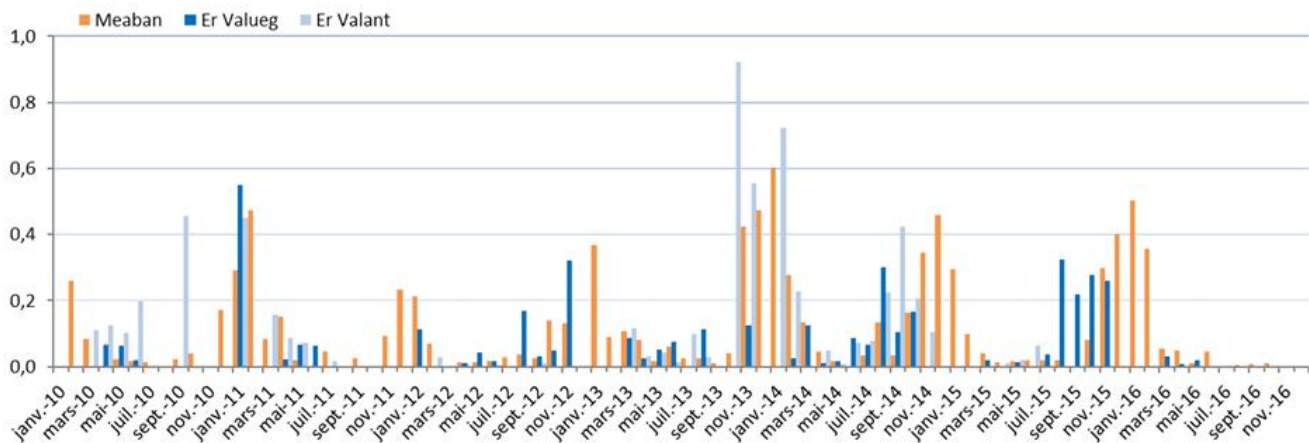


figure 6 : Variations temporelles de la proportion de cottidés dans les régurgitas de cormorans. Les maximas s'observent en période hivernale, lors de la reproduction des cottidés pour les trois îlots. On note aussi des variations interannuelles entre 2011 et 2013.

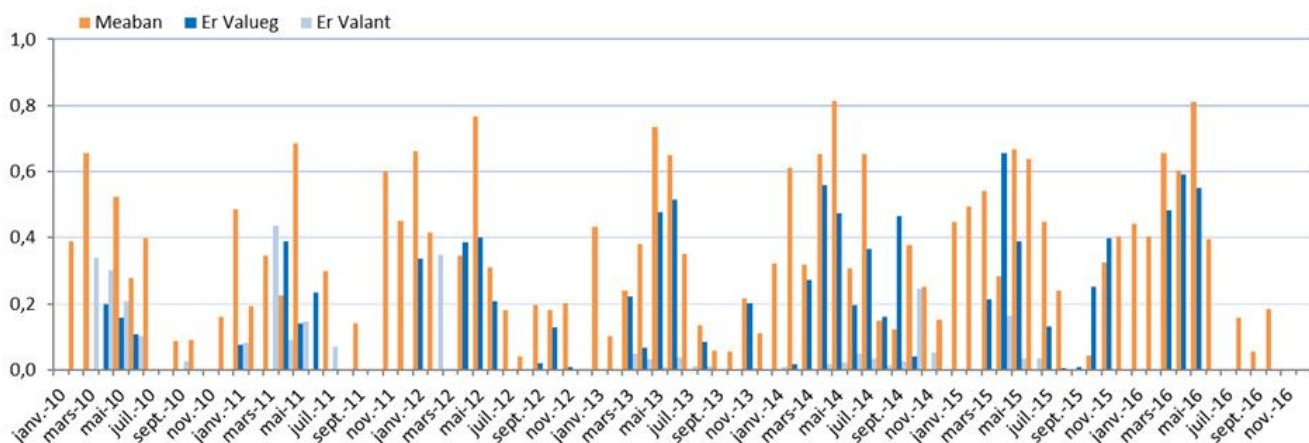


figure 7 : Variations temporelles de la proportion de gobiidés dans les régurgitas de cormorans. Les gobies sont consommés pratiquement toute l'année avec une baisse vers l'automne chaque année. Les maximas coïncident avec la période de reproduction de la proie. Il y a peu de variations interannuelles.

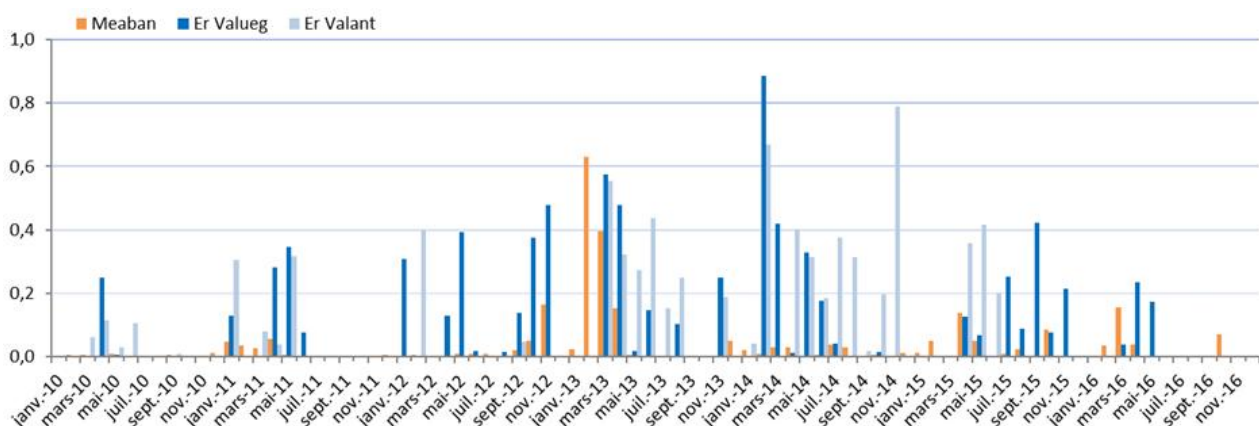


figure 8 : Variations temporelles de la proportion d'ammodytidés dans les régurgitas de cormorans. Proie fréquente pour les deux îlots du large, elle n'atteint des valeurs élevées à Meaban qu'en février et mars 2013. Aucune variation saisonnière ne se dégage nettement, en revanche la variation interannuelle fait apparaître une augmentation assez régulière entre 2010 et 2014 suivie d'une baisse pour les années

prédation par les cormorans. En effet la localisation très prévisible des mâles territoriaux en période de surveillance des nids pourrait conduire à une diminution sensible de leur densité à la suite de cette prédation. Cette interprétation est du reste applicable aux cottidés, proies elles aussi benthiques et à comportement territorial.

De nombreuses études montrent que les lançons (famille des ammodytidés) constituent des proies majoritairement consommées par le Cormoran huppé, dont le régime peut être constitué par *Ammodytes marinus*, en très grande partie en Galice (75 %), voire en totalité en Ecosse (95 à 100 %), en période de reproduction (Velando et Freire,

1999 ; Harris, Ridiford, 1989 ; Harris, Wanless, 1991). Cependant le cormoran ne paraît pas être un prédateur spécialiste de cette proie comme peut l'être le guillemot, meilleur nageur, et chassant habituellement le lançon dans la colonne d'eau (Wanless et al, 2005). En fait les lançons mènent une double vie : ils passent la majeure partie de leur temps enfouis dans le sable en période hivernale, et sont plus souvent dans la colonne d'eau au printemps et en été lorsque leur nourriture planctonique y est abondante ; ils ont aussi tendance à s'enfouir dans le sédiment en fin de journée et la nuit (Winslade, 1974). Il semble que le cormoran, nageur peu rapide, cherche plutôt à capturer les lançons lorsque ceux-ci sont enfouis

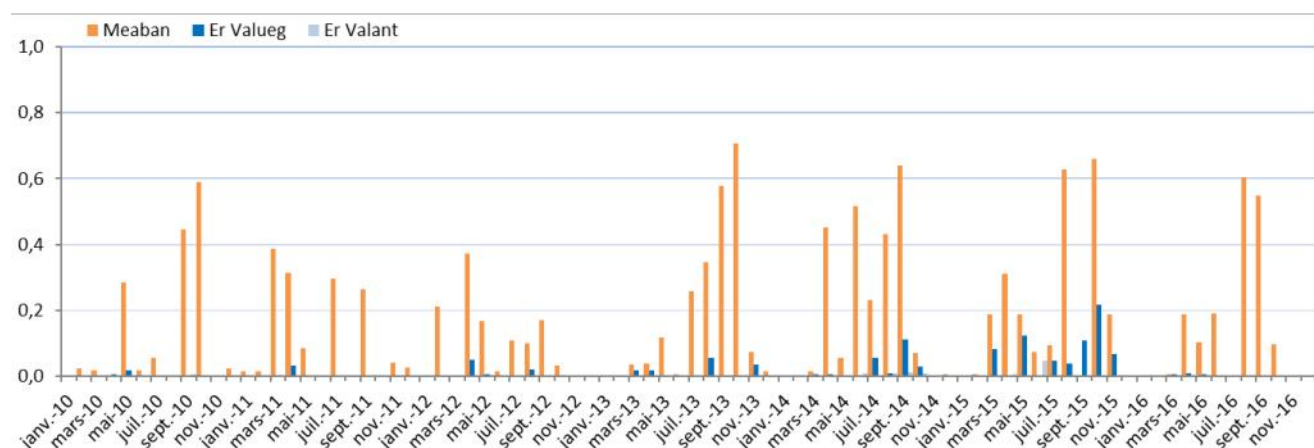


Figure 9 : Variations temporelles de la proportion d'athérinidés dans les régurgitas de cormorans. Noter l'abondance en été, suivie d'une brusque chute chaque année en novembre.

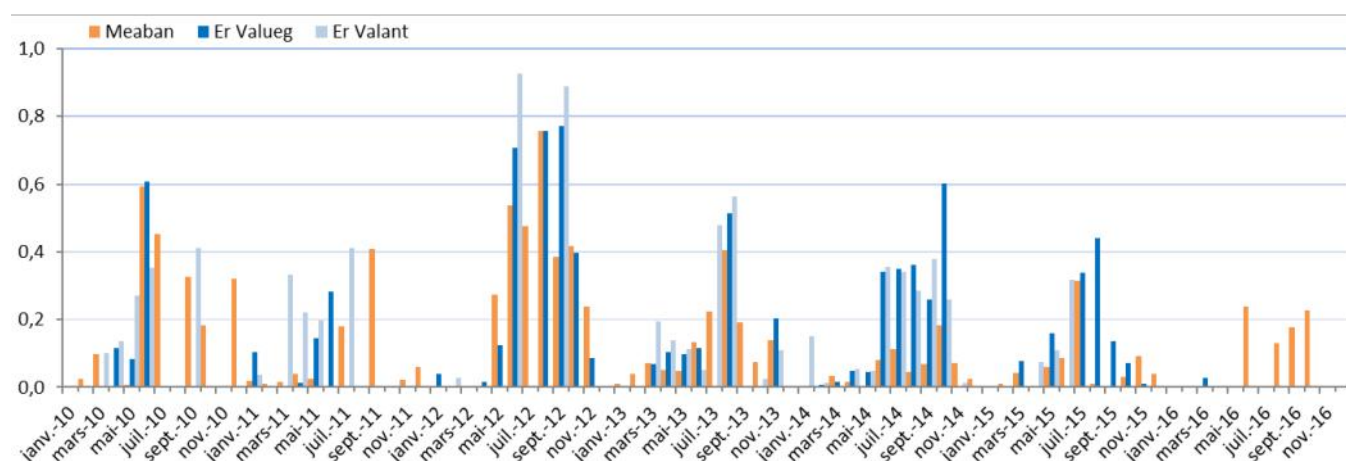


Figure 10 : Variations temporelles de la proportion de tacauds communs dans les régurgitas de cormorans. Une abondance estivale se dessine de façon régulière, elle est liée à l'arrivée de jeunes issus de la reproduction de l'année. Noter la tendance générale à la baisse de 2012 à 2015, plus forte à Méaban que sur les îlots du large de 2012 à 2014.

dans le sable. En effet les images obtenues par de petites caméras fixées sur leur dos montrent des chasses en groupe sur fonds sableux au cours desquelles des individus sondent activement le sédiment de leur bec à la recherche de lançons (Watanuki et al., 2008). Sans exclure la possibilité de captures pélagiques, il apparaît donc que c'est surtout au fond que les cormorans capturent les lançons. Mais quel type de fond ? Les travaux de Wright *et al.* (2000) et de Holland *et al.* (2005) indiquent que les lançons marquent une préférence pour des sables de granulométrie médiane à grossière ($> 250 \mu\text{m}$ à $< 2\text{mm}$), un manque d'attrait pour les particules grossières comme les graviers ($> 2 \text{ mm}$) et un net évitement des sédiments contenant des particules fines comme les silts ou la vase (particules $< 63 \mu\text{m}$). En conclusion, si l'on associe le comportement du cormoran dans sa chasse au lançon et les préférences sédimentaires de ce poisson, la répartition des types de fonds autour des colonies devient l'élément explicatif clé de l'abondance du lançon dans le régime alimentaire des cormorans des colonies de Eralueg et Er Valant, et de sa quasi absence pour les oiseaux de Meaban (figure 8). Des dunes sableuses sous-marines attractives pour les ammodytides couvrent de très grandes surfaces au sud-ouest immédiat de l'île de Houat, alors que les fonds de Meaban sont surtout rocheux, comportent des zones de graviers peu attractives, voire quelques zones de vases. Les valeurs exceptionnellement élevées observées à Meaban en février et mars 2013 sont probablement dues à des chasses dans des bancs de lançons de passage, et non au fond.

Les athérines, dont *Atherina presbyter* est la seule espèce dans la zone, sont des petits poissons côtiers pélagiques, supportant la dessalure et formant des grands bancs serrés dans les ports ou les estuaires. Cette espèce se reproduit en mai-juin, a une longévité de 3 à 4 ans et une taille maximale d'une douzaine de cm. A l'inverse des ammodytides, cette proie n'est consommée que par les cormorans de Meaban (figure 9), et les rares athérines capturées plus au large l'ont probablement été dans les ports de Houat et Hoëdic où les athérines sont abondantes. Un net cycle d'abondance saisonnier n'est apparent chez cette espèce qu'à partir de 2013, avec un maximum vers septembre ou octobre, suivi d'une baisse très brusque le mois suivant et d'une absence complète durant les mois d'automne-hiver, suggérant une

émigration hors des zones de pêche du cormoran à cette saison, puis d'une reprise plus ou moins progressive à partir du printemps (figure 9).

La famille des gadidés, est représentée dans l'alimentation du cormoran par le Tacaud commun, *Trisopterus luscus*, poisson démersal de fonds rocheux et se tenant en bancs plus ou moins grands dans les anfractuosités, et autour des épaves. Le Petit tacaud, *Trisopterus minutus* est également présent dans le Mor Braz, mais plus au large, et en densités nettement plus faibles que celles de *T. luscus* (Trenkel *et al.*, 2009). On peut donc considérer que le cormoran se nourrit essentiellement de la première espèce. La croissance du Tacaud commun est relativement rapide : il mesure entre 15 et 20 cm à un an, plus de 25 cm à deux ans et atteint une taille maximale d'environ 35 cm ; il peut vivre jusqu'à 5 ans et se reproduit de janvier à avril au nord du Golfe de Gascogne (Demarchelier, 1986). La détection d'otolithes de tacauds dans les pelotes de cormorans à partir du mois de juin correspond donc essentiellement à la capture d'individus de l'année (groupe 0). L'arrivée en juin-juillet de ces jeunes tacauds s'observe régulièrement depuis 2010 pour les trois îlots du Mor Braz (figure 10) et constitue une ressource nouvelle pour le cormoran à partir du début de l'été pratiquement chaque année. Il faut cependant mentionner l'été 2014 pour lequel la proportion de tacauds reste très peu élevée à Meaban par rapport aux années 2012 et 2013. En effet cette proportion atteint à peine 18 % des proies en 2014. Mais ce déficit de tacauds apparaît localisé à proximité de la côte puisque pour les îlots du large, Eralueg et Er Valant, les proportions atteintes sont équivalentes à celles des années précédentes (figure 10). Cela signifie que les jeunes tacauds de 2014 ont une distribution spatiale différente de leur distribution habituelle dans le Mor Braz. En bref, les jeunes tacauds de 2014 ont pris le large, et il est peu probable qu'on ait pu le savoir sans l'aide des cormorans et de leurs pelotes...

Suivi de la croissance du Tacaud commun

Un autre intérêt de la méthode de suivi utilisant les otolithes réside dans le fait que la longueur des otolithes est proportionnelle à celle du poisson. La mesure des

otolithes, s'ils ne sont pas trop usés par les processus digestifs, peut donc donner une indication sur la taille des poissons capturés. Si la croissance du poisson-proie est lente, les individus capturés par le cormoran risquent d'appartenir à plusieurs classes d'âge, et l'interprétation des tailles de proies sera complexe. En revanche si la croissance de la proie est rapide, comme c'est le cas du Tacaud commun, les poissons capturés à une date donnée ont plus de chance d'appartenir à une même cohorte (ou classe d'âge). Dans ce cas la mesure des otolithes permet le calcul d'une taille mensuelle moyenne correspondant à celle de ce groupe de même âge. L'opération effectuée plusieurs mois de suite, ici entre mai et septembre pour le Tacaud commun, permet de calculer directement la croissance des jeunes tacauds de l'année sur cette période (figure 11). La taille moyenne des tacauds passe de 34 mm en mai à 104 mm en septembre, soit une croissance moyenne d'environ 18 mm par mois, ce qui est en accord avec les données de Demarchelier (1986) et de Merayo et Vilegas (1994). À ce rythme, les tacauds devraient atteindre 152 mm en décembre, or pour ce mois, les tailles obtenues par les otolithes ne sont que de 125 mm. En fait le Cormoran huppé est limité quant à la taille de ses proies. En effet sur la totalité des tacauds ingérés et mesurés ici (soit plusieurs milliers), seulement 1.4 % ont une taille supérieure à 15 mm. À partir du mois d'octobre la moyenne calculée n'est donc plus représentative de la cohorte des jeunes poissons issus de l'année car elle est amputée d'une part inconnue d'individus trop grands pour le cormoran.

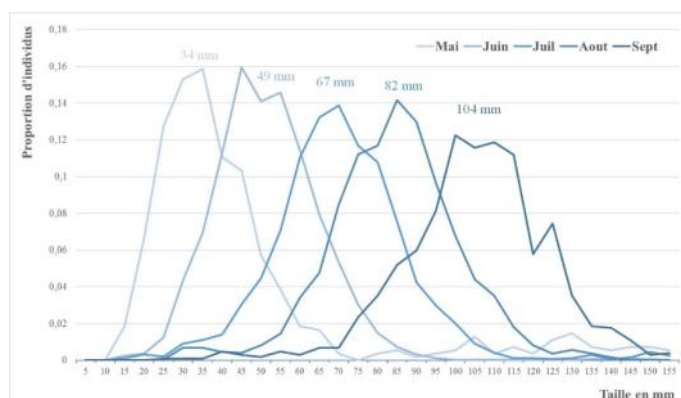


Figure 11 : Distribution des tailles de *Trisopterus luscus* déduites de la mesure des otolithes de mai à septembre, toutes années confondues. Les moyennes mensuelles sont indiquées au-dessus des courbes correspondant à chaque mois. Les otolithes montrent qu'en moyenne les tacauds grandissent d'environ 18 mm par mois sur la période.

Conclusion et perspectives

La démarche poursuivie ici n'a pas l'ambition d'établir un bilan exact et absolu du régime alimentaire du Cormoran huppé. En effet certains taxons-proies ont des otolithes de très petite taille ou de forme les rendant fragiles et leur niveau de dégradation par la digestion peut faire diminuer leur nombre voire les faire totalement disparaître des pelotes. Mais ce potentiel effet de sous-estimation voire de non prise en compte de certaines proies pourtant réellement consommées est constant, et dès lors n'enlève rien à la valeur relative des données.

L'intérêt de la méthodologie développée ici est de produire des données standardisées concernant les peuplements des petits poissons côtiers, données pouvant être comparées entre sites et surtout permettre un suivi dans le temps. De plus la méthode est peu coûteuse en termes de moyens à déployer en mer, la seule contrainte étant la régularité des prélèvements sans laquelle elle perd beaucoup de son intérêt.

Sur le plan technique, le cormoran peut être considéré comme un véritable outil, un échantillonneur autonome, une sorte d'engin de pêche à maille fine permettant des prélèvements réguliers de la petite ichtyo-faune côtière. Quant aux pelotes, elles constituent un système d'enregistrement et de stockage des données ; elles peuvent être conservées indéfiniment soit entières, congelées ou après séchage, débarrassées de la matière organique putrescible après un prétraitement à la soude, et analysées en temps utile.

Sur le plan des connaissances, l'étude permet le suivi d'espèces sans intérêt commercial direct et donc plutôt délaissées par les recherches halieutiques classiques, mais très communes et caractéristiques des écosystèmes côtiers, et à ce titre représentatives de l'état de leur fonctionnement. Il y a peu d'occurrences d'espèces commerciales dans le régime du cormoran dans le Mor Braz, mais l'étude pourrait parfaitement s'étendre à de telles espèces pour d'autres sites. Le suivi du régime alimentaire du Cormoran huppé révèle l'existence de nets cycles saisonniers d'abondance directement liés aux cycles de vie des différentes proies comme c'est le cas pour les poissons benthiques (cottidés, gobiidés, ...) rendus plus

vulnérables par leur comportement, et donc plus disponibles pour les prédateurs lors de leur période de reproduction. C'est aussi clairement le cas du Tacaud commun, poisson démersal dont le déterminisme de l'augmentation de proportion dans le régime du cormoran n'est pas lié à un comportement particulier des reproducteurs. Ici l'augmentation notée à partir de la fin du printemps correspond à l'arrivée dans l'écosystème côtier de jeunes de l'année (groupe 0) qui grandissent au cours de l'été jusqu'à la bonne taille pour le cormoran puis deviennent trop grands à l'automne. Le suivi est donc susceptible de documenter non seulement le recrutement de cette espèce chaque année, paramètre clé pour le suivi d'une population, mais aussi de suivre la croissance du groupe 0. L'objectif est de poursuivre cette analyse en comparant le recrutement et la croissance estivale de ces jeunes tacauds pour différentes années, avec en ligne de mire une mise en parallèle avec des facteurs océanographiques locaux éventuellement explicatifs comme pourraient l'être la température ou la chlorophylle. La poursuite à long terme de ce type de suivi pourrait rendre possible l'observation d'autres variations, comme des oscillations sur un pas de temps pluriannuel, ou des tendances seulement observables sur plusieurs années, comme des baisses d'occurrence ou des disparitions de proies avec substitutions éventuelles par d'autres.

Dans le contexte actuel, où les changements globaux impriment des modifications de plus en plus sensibles dans le fonctionnement des écosystèmes, ce type de suivi fournit un jeu de données permettant de rendre compte d'un état biologique initial complexe et dynamique des écosystèmes côtiers, sorte de « point zéro » permettant d'évaluer l'importance de ces modifications à plus ou moins long terme. Il sera aussi possible en temps utile de se référer à ce « point zéro » en cas d'aléa climatique, de bloom phyto-toxique, ou d'accident maritime.

Ces éléments justifient la poursuite du suivi, qui outre son intérêt sur le plan scientifique comprend aussi une fonction pédagogique importante, en effet le tri et la reconnaissance d'otolithes peut être facilement mis à la portée d'un public non spécialiste. Ainsi l'initiation de jeunes enfants à cette activité permet d'aborder assez rapidement des notions plus larges, et d'engendrer une

sensibilisation aux problématiques environnementales actuelles. Des stages intégrés au cursus de licence et master sont aussi proposés à l'Université de Bretagne Sud chaque année, et ont permis la production de l'ensemble des données présentées ici.

Remerciements

Chers stagiaires, dont la liste figure ci-dessous, soyez remerciés pour votre travail, avec vous et avec d'autres, continuons ce suivi mensuel, laissons tourner la bande d'enregistrement...

Adeline Grosjean, Alexandre Bourgeois, Alexanne Jubin, Alice Monnier, Aline Tirouflet, Allan Le Blévec, Amaël Germa, Alrick Prot, Amandine Hyuel, Asnia Benlebna, Aurélia Le Naour, Aurélie Le Dréau, Bastien Jorigné, Benjamin Monnier, Branwen Rozé, Camille Laurent, Camille Vogel, Carl Posseme, Clarisse Laurent, Corentin Le Floc'h, Elie Retailleau, Emmanuel Courbon, Elsa Pabion, Enorha Guimard, Felicitas Ten Brink, François Le Roy, Ganaelle Marembé, Ilse Lagrange, Jean Marie Mazzola, Jonathan Pugeon, Julien Planchais, Léa Costales, Lizenn Delisle, Louis Fréchon, Lucas Pensivy, Margaux Dissays, Marie Melnotte, Mathilde Coic, Mathilde Cronier, Matthias Renoir, Mélissa Briel, Morgane Guillam, Nicolas Le Hingrat, Pierre Lelong, Quentin Boisbouvier, Raphaël Dupont, Romane Valmalette, Sirella Chamoreau, Sonia Beslic, Sullivan Bourbon, Sylvie Castay, Syméon Kergourlay, Thanh-Xuân Nguyen, Théo Lopez, Thomas Le Gall, Valentin Geslin, Yann Hecker, Yves Le Bail.

Bibliographie

- Alvarez D, 1998. The diet of shags *Phalacrocorax aristotelis* L. in the Cantabrian sea (North of Spain) during the breeding season. *Seabird* 20: 22–30.
- Barret RT, 1991. Shags (*Phalacrocorax aristotelis* L.) as potential samplers of juvenile saithe (*Pollachius virens* L.) stocks in Northern Norway. *Sarsia* 76: 153–156.
- Barret RT, Røv N, Loen J, Montevecchi WA, 1990. Diets of shags *Phalacrocorax aristotelis* and cormorants *P. carbo* in Norway and possible interactions for gadoid stock recruitment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 66: 205–218.

- Campana SE, 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the northwest Atlantic Ocean. *Can Spec Pub Fish Aquat Sci* 133: 1-284.
- Demarchelier M, 1986. Contribution à l'étude de la biologie des populations de Tacauds *Trisopterus luscus* (L.1758) en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord. Thèse, Université des sciences et techniques de Lille, 177 pp.
- Du Buit MH, 1996. Diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the Celtic Sea. *Fisheries Research*, 28: 381-394.
- Ennis GP, 1970. Reproduction and associated behaviour in the Shorthorn Sculpin, *Myoxocephalus scorpius* in Newfoundland waters. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 27: 2037-2045.
- Filiz H and Togulga M, 2009. Age and growth, reproduction and diet of the black goby, (*Gobius niger*) from Aegean Sea, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences* 3: 243-265.
- Fortin M, Bost, C-A, Maes P, Barbraud C, 2013. The demography and ecology of the European shag *Phalacrocorax aristotelis* in Mor Braz, France. *Aquat. Living Resource*, 26:179-185.
- Grémillet D, Argentin G, Schulte B, Culik, BM, 1998. Flexible foraging techniques in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo* and Shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? *Ibis* 140 (1): 113-119.
- Harkönen T, 1986. Guide of the bony fishes of the northeast Atlantic. Danbiu ApS. Biological consultants, 256 pp.
- Harris MP, Wanless S, 1991. The importance of the lesser sandeel *Ammodytes marinus* in the diet of shag *Phalacrocorax aristotelis*. *Ornis Scand.* 22: 375-382.
- Harris MP and Ridiford NJ, 1989. The food of some young seabirds on Fair Isle In 1986-1988. *Scottish birds*, 15:119-125.
- Holland GJ, Greenstreet SPR, Gibb IM, Fraser HM, Robertson MR, 2005. Identifying sandeel, *Ammodytes marinus*, sediment habitat preferences in the marine environment. *Mar Ecol Prog Ser*, 303: 269-282.
- Lombarte A, Ò Chic, V Parisi-Baradad, R Olivella, J Piera and E García-Ladona, 2006. A web-based environment from shape analysis of fish otoliths. The AFORO database. *Scientia Marina* 70: 147-152. <http://www.cmima.csic.es/aforo/>
- Luksenburg JA and T Pederen, 2002. Sexual and geographical variation in life history parameters of the shorthorn sculpin. *Journal of Fish Biology* 61: 1453-1464.
- Mazzoldi and Rasotto, 2002. Alternative male mating tactics in *Gobius niger*. *Journal of Fish Biology*, 61: 157-172.
- Merayo CR and Villegas ML, 1994. Age and growth of *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Gadidae) off the coast of Asturias. *Hydrobiologia*, 281: 115-122.
- Trenkel VM, Berthelé O, Lorange P, Bertrand J, Brind'Amour A, Cochard M-L, Coppin F, Leauté J-P, Mahé J-C, Morin J, Rochet M-J, Salaun M, Souplet A, Vérin Y, 2009. Atlas des grands invertébrés et poissons observés par les campagnes scientifiques. Bilan 2008. Ifremer, Nantes, EMH: 09-003, 100 pp.
- Velando A and Freire J, 1999. Intercolony and seasonal differences in the breeding diet of European shags on the Galician coast (NW Spain). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 188: 225-236.
- Wanless S, Harris MP, Redman P, Speakman JR, 2005. Low energy values of fish as a probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea. *Mar Ecol Prog Ser*, 294: 1-8.
- Wright PJ, Jensen H and Tucket I, 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. *Journal of Sea Research* 44: 243-256.