



HAL
open science

Dans l'océan, tout est question de qualité dans les relations entre proies et prédateurs

Jérôme Spitz

► **To cite this version:**

Jérôme Spitz. Dans l'océan, tout est question de qualité dans les relations entre proies et prédateurs. Ecologie, Environnement. La Rochelle Université, 2020. tel-03002357

HAL Id: tel-03002357

<https://hal.science/tel-03002357>

Submitted on 12 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA ROCHELLE UNIVERSITÉ

Habilitation à Diriger des Recherches

Dans l'océan, tout est question de qualité dans les relations entre proies et prédateurs.



Par Jérôme Spitz

Soutenu le 25 Septembre 2020

Membres du jury :

Mireille HARMELIN-VIVIEN
Jean-Benoît CHARRASSIN
Alexandre BEC
Hervé LE BRIS
Yan ROPERT-COUDERT
Florence CAURANT

Directrice de Recherche CNRS
Professeur Muséum National d'Histoire Naturelle
Maitre de Conférence Université de Clermont Ferrand
Professeur Agrocampus Ouest
Directeur de Recherche CNRS
Maitre de Conférence La Rochelle Université

Rapporteur
Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur

TABLE DES MATIERES

CURRICULUM VITAE	3
HISTORIQUE DES ACTIVITES DE RECHERCHE	12
<i>PERIODE PRE-DOCTORALE : 2001-2006</i>	12
<i>THESE DE DOCTORAT : 2007-2010</i>	13
<i>PERIODE POST-DOCTORALE : 2010-2019</i>	14
<i>ACTIVITES DE RECHERCHE COMPLEMENTAIRES</i>	18
SYNTHESE DES TRAVAUX DE RECHERCHE	19
<i>INTRODUCTION</i>	19
Services écosystémiques et érosion de la biodiversité marine	19
Émergence de ressources de basse qualité dans les écosystèmes marins	20
Grands vertébrés marins et services écosystémiques	23
Enjeux de la conservation des grands prédateurs marins	25
Hypothèse et objectifs de mes recherches	27
<i>OBSERVER : ALIMENTATION DES PREDATEURS ET QUALITE DE LEURS PROIES</i>	28
Décrire l'alimentation des prédateurs	28
Décrire la qualité des proies	33
Perspectives : Variabilité des déterminants de la qualité nutritionnelle	36
<i>COMPRENDRE : VERS UNE ECOLOGIE FONCTIONNELLE DE L'ALIMENTATION</i>	38
Sélectivité <i>versus</i> Opportunisme	38
Coûts de vie et qualité des ressources	42
Perspective : Généraliser la relation entre le coût de vie et la qualité de l'alimentation	48
<i>MESURER : QUANTIFIER LES FLUX DE MATIERES ET D'ENERGIE</i>	49
Combien doit manger un prédateur marin ?	49
Des estimations de consommation à différentes échelles spatiales	52
Perspectives : Prédire les conséquences des changements	57
<i>EVALUER ET GUIDER : FOURNIR DES INDICATEURS AUX DECIDEURS</i>	59
Besoin de renseigner de l'état de la biodiversité marine	59
Besoin d'indicateurs précoces pour les espèces longévives	61
Perspectives : Vers une intégration à l'échelle des socio-écosystèmes	65
<i>CONCLUSION</i>	66
<i>REFERENCES</i>	68
PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES	71
<i>ARTICLES DANS REVUES INTERNATIONALES À COMITÉ DE LECTURE</i>	71
<i>CHAPITRES DANS OUVRAGES À COMITÉ DE LECTURE</i>	78
<i>RAPPORTS POUR L'APPUI AUX POLITIQUES DE CONSERVATION</i>	78
<i>OUVRAGES ET ARTICLES SCIENTIFIQUES DE VULGARISATION</i>	81
<i>AUTRES ARTICLES SCIENTIFIQUES (RANG B)</i>	81
<i>COMMUNICATIONS ORALES EN CONGRES INTERNATIONAL</i>	83
<i>COMMUNICATIONS EN POSTERS EN CONGRES INTERNATIONAL</i>	87
<i>COMMUNICATIONS ORALES EN CONGRES NATIONAL</i>	90
<i>SEMINAIRES SCIENTIFIQUES INSTITUTIONNELS</i>	92
<i>CONFERENCES ET EVENEMENTS GRAND PUBLIC</i>	92

CURRICULUM VITAE

POSITION ACTUELLE & RÉSUMÉ SCIENTIFIQUE

Né le 08 mars 1980

Nationalité française

3 enfants

e-mail : jspitz@univ-lr.fr

Chargé de recherche CNRS, CEBC - UMR 7372 CNRS / La Rochelle Université
Co-Directeur Observatoire Pelagis - UMS 3462 CNRS / La Rochelle Université

Principaux thèmes de recherche :

- Décrire et comprendre l'alimentation des prédateurs marins
- Quantifier et suivre la qualité nutritionnelle des proies
- Mesurer les pressions anthropiques pesant sur les prédateurs marins
- Évaluer les services écosystèmes associés aux grands vertébrés marins
- Prédire les conséquences des cascades trophiques sur la qualité des services écosystémiques
- Produire des indicateurs d'aide à la décision pour la mise en œuvre de politiques publiques de conservation.

Principaux modèles biologiques étudiés :

Mammifères Marins, Poissons et Céphalopodes méso à bathypélagiques, Grands poissons prédateurs

Production scientifique :

- 66 articles de rang A dont 25 en 1^{er} ou dernier auteur (5 articles par an depuis la thèse) ;
h-index = 23 pour 1355 citations (source Scopus, avril 2020) ; *Impact Factor* moyen ≈ 3
- Chapitres d'ouvrages : 7 au total dont 6 en premier/dernier en auteur
- Oraux en conférences internationales : 45 au total dont 10 en premier/dernier auteur
- Séminaires invités dans une université étrangère : 2 en premier auteur
- Posters en conférences internationales : 35 au total dont 8 en premier/dernier auteur
- Autres articles scientifiques (rang B) : 31 au total dont 4 en premier/dernier auteur
- Rapports pour l'appui aux politiques de conservation : 25 au total dont 15 premier/dernier auteur

CURSUS ACADEMIQUE

- 2011 Qualifications aux fonctions de Maître de Conférences en section 67 (renouvelées en 2018).
- 2010 Doctorat - mention Très Honorable - Université de La Rochelle : Littoral Environnement et Sociétés (LIENSs), UMR 7266 ULR/CNRS.
- 2004 Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (*équivalent master 2*) - mention Très Bien - Laboratoire EPHE de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, Montpellier.
- 2001 Licence de Biologie de Population – Université de La Rochelle.
- 2000 DUT Génie Biologique, Option Analyses Biologiques et Biochimiques - major de promotion – IUT de La Rochelle.

EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

- Depuis 2019 **Chargé de recherche CNRS au Centre d'Etudes Biologiques de Chizé** - UMR 7372 CNRS / La Rochelle Université
- 2014 – 19 Ingénieur de recherche, Observatoire PELAGIS, UMS 3462 Université de La Rochelle/CNRS.
- 2013 – 14 Post-doctorant, Marine Mammal Research Unit, Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- 2010 – 12 Chercheur contractuel CNRS LIENSs, UMR 7266 Université de La Rochelle/CNRS.
- 2007 – 10 Chargé de recherche au parc zoologique de La Flèche sous convention CIFRE.
- 2005 – 07 Assistant ingénieur au Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM), Université de La Rochelle.
- 2003 – 04 Collaborateur au Muséum d'Histoire Naturelle de La Rochelle.
- 2001 – 03 Technicien de recherche au CRMM.

PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DE CONSERVATION (*responsable ou co-responsable du projet)

- 2019 – 23 SUMMER : *Sustainable management of mesopelagic resources* (UE, H2020) [Task leader]
- 2020 – 23 DolphinFree : *Vers une pêche sans captures de dauphins* (UE, FEAMP)
- 2019 – 21 DREAM : *Devenir des Rejets : de l'Air au fond de la Mer* (UE, FEAMP) [Workpackage leader]
- 2019 – 21 CoRePh : *Suivi des concentrations en contaminants chimiques dans le réseau trophique* (DCSMM, Ministère de l'environnement) [Workpackage leader]
- 2019 – 21 SPEE : *Suivi de la mégafaune marine au large des pertuis charentais, de l'estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne* (Agence française pour la biodiversité)
- 2018 – 21 *Appui scientifique et technique à la mise en œuvre de la DCSMM et à l'expertise internationale pour la thématique "Mammifères Marins"* (Ministère de l'environnement)*

- 2018 – 21 CAPECET : *Comprendre et évaluer les captures accidentelles de petits cétacés* (Ministère de l'environnement)*
- 2018 – 20 *Collaboration et renforcement des capacités pour une amélioration du suivi des cétacés en Méditerranée : Liban – Tunisie – France* (Agence Universitaire de la Francophonie)
- 2018 – 21 *Campagne d'observation aérienne de la mégafaune marine en Méditerranée Occidentale - SAMM2-Méditerranée* (Agence Française pour la Biodiversité)*
- 2017 – 19 *Suivi et évaluation des populations micronectoniques méso- et bathypelagiques du golfe de Gascogne* (Ministère de l'environnement)*
- 2017 – 18 *Levée des risques pour l'appel d'offres Eolien au large de Dunkerque par Observation Aérienne* (Agence Française pour la Biodiversité / DGEC)*
- 2015 – 18 ECOPHOQUE : *Phoques et interactions humaines en Manche* (FRB / Région Hauts de France)
- 2015 – 18 *Programme de surveillance des populations de mammifères marins pour la DCSMM* (Agence des Aires Marines Protégées)*
- 2014 – 17 *Essais et optimisation du suivi mutualisé « Réseaux trophiques et contaminants » sur les campagnes halieutiques DCF 2014-2015* (Ministère de l'environnement)
- 2014 – 17 *Appui scientifique et technique à la mise en œuvre de la DCSMM et à l'expertise internationale pour la thématique "Mammifères Marins"* (Ministère de l'environnement)*
- 2014 – 15 *Suivi des populations de cétacés du Sanctuaire Agoa* (Agence des Aires Marines Protégées)*
- 2013 – 14 *Effects of Climate Change on the Seasonal Diets, Energy Requirements, Abundances and Distributions of Marine Mammals in the North Pacific Ocean* (NSERC / NOAA)
- 2012 BIOLAVE : *Biodiversity and hydromorphology of the Piton de La Fournaise* (Etat-Région Réunion)
- 2010 – 12 FISH : *Forage Fish Interactions* (Union Européenne, FP7)
- 2010 – 12 REPRODUCE : *Understanding REcruitment PROCesses Using Coupled biophysical models of the pelagic Ecosystem* (Union Européenne, ANR)
- 2006 – 07 PROCET : *PROtection CETacés* (Ministère de l'agriculture et de la pêche)
- 2006 – 07 PETRACET : *PElagic TRAWls and CETaceans* (Union Européenne, FP7)
- 2004 – 06 NECESSITY : *NEphrops and CETacean Species Selection Information and Technology* (Union Européenne, FP6)
- 2003 *Etude et Conservation des Cétacés Côtiers en région Poitou-Charentes* (DIREN PC)
- 2000 – 03 BIOCET : *BIOaccumulation of trace elements in small CETaceans* (Union Européenne, FP5)
- 2001 – 03 *Suivi de l'effet de la marée noire de l'Erika sur les cétacés* (Ifremer / INERIS)
- 2000 *Bases écologiques de la conservation du phoque gris en Mer d'Iroise* (DIREN Bretagne / FEOGA)

APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES DE CONSERVATION

- Depuis 2014 Pilote scientifique national du thème "Mammifères marins" pour la mise en œuvre en France de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM).
- Depuis 2011 Expert scientifique pour le Descripteur 1 - Biodiversité et le Descripteur 4 - Réseau trophique pour la mise en œuvre en France de la DCSMM.
- Depuis 2014 Appui au Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Direction de l'Eau et de la Biodiversité, pour le suivi et l'application des conventions internationales ou textes européens relatifs à la conservation des mammifères marins (ASCOBANS, ACCOBAMS, convention OSPAR, convention de Barcelone, groupes de travail de la commission européenne et du CIEM) : participation et/ou préparation des instructions pour la délégation française.
- Depuis 2018 Membre du comité de pilotage pour le suivi de la mise en œuvre du Plan National d'Actions (PNA) en faveur du puffin des Baléares.
- Depuis 2019 Membre du Comité France Océan, groupe de concertation aux côtés du ministre de la Transition Écologique et Solidaire ayant pour objectif de construire un échange régulier et nourri entre l'État, ses établissements publics en charge de la mer et les organisations de protection de l'environnement marin.

MISSIONS SPECIFIQUES SUR LE TERRAIN (temps cumulé sur le terrain : environ 12 mois)

- 2001 – 19 14 campagnes EVHOE (Ifremer) : organisation de chalutages épi à bathypélagiques de nuit et identification des captures des chalutages de fond à bord du N/O "Thalassa".
- 2013 Campagne de suivi des colonies de lion de mer de Steller en Colombie Britannique, Canada (Université de Colombie Britannique) : recensement, photo-identification, collecte de prélèvements biologiques.
- 2007 – 09 3 campagnes SOLPER (Ifremer) : embarquement et identification des captures des chalutages à perche.
- 2004 – 06 3 campagnes PELGAS (Ifremer) : observateur prédateurs supérieurs marins à bord du N/O "Thalassa".
- 2006 Campagne GLENAN 2006 (Université de La Rochelle / Ifremer) : test de répulsifs acoustiques pour cétacés par suivis comportementaux.
- 2005 - 06 2 campagnes NECESSET PRO (Université de La Rochelle / Ifremer) : prélèvements biologiques, test de répulsifs acoustiques et de chaluts modifiés avec système de réduction des captures accidentelles à bord d'une paire de chalutiers professionnels.
- 2005 Campagne SCANS 2 (EU, programme Life) : navigateur lors de survols aériens pour l'estimation des populations de petits cétacés dans les eaux européennes.
- 2001 - 19 Réseau National d'Echouages : gestion et intervention sur les échouages de mammifères marins le long des côtes françaises
- 2004 – 19 Divers embarquements sur des bateaux de pêche professionnelle
- 2014 – 19 Diverses participations à des campagnes en bateau ou en avion pour le recensement de la mégafaune marine et des activités humaines

SEJOURS INTERNATIONAUX COURTS POUR COLLABORATION (durée du séjour <2 mois)

- 2019 Conseil National de la Recherche Scientifique Libanais – Centre National des Sciences Marines, Batroum, Liban. *Suivi des populations de cétacés / Analyses du régime alimentaire*. Collaboration avec Dr. G. Khalaf et Dr. C. Mahfouz.
- 2019 Institut National Agronomique de Tunisie- Département Génie Halieutique et Environnement (INAT) – Université de Carthage, Tunisie. *Interactions cétacés – pêcheries en Tunisie : cas de la pêche à la senne et de l'aquaculture en mer*. Collaboration avec Dr. N. Bejaoui et Dr. R. Benmessaoud.
- 2012 Université de Laval, Quebec, Canada. *Isotopic signatures in whiskers of harbour seal*. Collaboration avec Dr. G. Beauplet.
- 2012 Université de Colombie Britannique, Vancouver, Canada. *Nutritional stress in marine mammals*. Collaboration avec Pr. A.W. Trites et Dr. D. Rosen.
- 2011 Université de Colombie Britannique, Vancouver, Canada. *Cost of living and diet quality in cetaceans*. Collaboration avec Pr. A.W. Trites.
- 2007 Iziko museums de Cape Town, Afrique du Sud. *The myctophids of the West Indian Ocean*. Collaboration avec Dr. P.A. Hulley

EVALUATION DE LA RECHERCHE ET AUTRES EXPERTISES SCIENTIFIQUES

- Evaluateur pour les appels à projets : - *US National Science Foundation* (NSF proposal)
- *Icelandic Research Fund* (postdoctoral grant)
- *North Pacific Research Board* (NPRB research proposal)
- *Chilean Fund for Scientific and Technological Development* (FONDECYT)
- Commission Nationale de la Flotte Côtière

Editeur invité pour un numéro spécial de *Deep Sea Research Part 2* : Abundance, distribution and habitats of Atlantic and Mediterranean marine megafauna. Edited by M. Authier, A. Blanck, V. Ridoux & V. Spitz. July 2017, Volume 141, pages 1-328. 26 articles.

Review Editor pour la section *Megafauna* pour la revue internationale *Frontiers in Marine Science*

Reviewer pour 22 revues internationales : *Functional Ecology, Biology Letters, Marine Ecology Progress Series, Deep Sea Research Part-I, Deep Sea Research Part-II, Aquatic Biology, Marine Ornithology, Behavioural Processes, Mammal Review, Aquatic Conservation: Marine & Freshwaters Ecosystems, Marine Mammal Science, Aquatic Living Resources, Journal of Marine Biological Association of UK, Journal of Fish Biology, BMC Ecology, Journal of Crustacean Biology, Marine Biology Research, The Scientific World Journal, African Journal of Biotechnology, Italian Journal of Zoology, Zootaxa, Cybium*

Reviewer pour les communications scientifiques aux conférences internationales de l'*European Cetacean Society* et de la *Society for Marine Mammalogy*

Membre du Conseil Scientifique du GDR 3716 GRET - Groupe de Recherche en Ecologie Trophique - (depuis 2018)

Membre du Conseil Scientifique de la Société des Sciences Naturelles de Charente Maritime (depuis 2019)

Membre élu au Conseil de la Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de La Rochelle (2017-2020)

Membre du comité scientifique et/ou du comité d'organisation de colloques nationaux ou internationaux : 19ème Conférence internationale de l'*European Cetacean Society* à La Rochelle (2005), Symposium international sur les stratégies de suivi de l'état des populations de mammifères marins à La Rochelle (2008), Séminaires annuels du Réseau National d'Echouages (2001 à 2019)

Expertise et enrichissement des collections pour le Muséum d'Histoire Naturelle de La Rochelle

National Contact Person pour la France de l'*European Cetacean Society* (depuis 2009)

EVALUATION DOCTORALE

Examineur pour la thèse de **E. TESSIER**, CEBC, CNRS / La Rochelle Université, France (2019).
Stratégies alimentaires de prédateurs marins et disponibilité des ressources pélagiques.
Direction de thèse : Dr. C.A. Bost et Dr. Y. Cherel

Rapporteur international pour la thèse de **J. GIMENEZ**, EBD-CSIC (Estación Biológica de Doñana – Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Seville, Espagne (2018). Ecology and conservation of cetacean in southern Iberian waters. Direction de thèse : Dr. R. de Stephanis et Dr. M.G. Forero

Examineur pour la thèse de **A. TABLEAU**, Agrocampus Ouest - Ifremer, France (2015). Interactions trophiques au sein des communautés benthodémersales : Influence de la disponibilité alimentaire sur la capacité d'accueil des nourriceries côtières de juvéniles de poissons. Direction de thèse : Dr. H. Le Bris et Dr. A. Brind'Amour

Membre du comité de thèse de **Y. PLANQUE**, CEBC Université de La Rochelle / CNRS (2018-2021).
Écologie trophique des deux espèces sympatriques de phoques en périphérie de leur aire de répartition. Direction de thèse : Dr. C. Vincent et Dr. F. Caurant

Membre du comité de thèse de **S. OZAKI**, Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté / CNRS (2016-2018). Biodiversité et fonctionnement des réseaux trophiques terrestres : application aux transferts d'éléments traces métalliques. Direction de thèse : Dr. R. Scheifler et Dr. C. Fritsch

Membre du comité de thèse de **L. ESCALLE**, MARBEC, Université de Montpellier / IRD (2013-2016). Spatio-temporal interactions between whale sharks, cetaceans and tropical tuna purse-seine fisheries, within a conservation perspective, in the Atlantic and Indian Oceans. Direction de thèse : Dr. D. Gaertner et Dr. B. Merigot.

Membre du comité de thèse de **T. CHOUVELON**, LIENSs, Université de La Rochelle / CNRS (2008-2011).
Structure et fonctionnement des réseaux trophiques par l'utilisation de traceurs écologiques (isotopes stables, métaux) en environnement marin ouvert : le cas du Golfe de Gascogne.
Direction de thèse : Pr. P. Bustamante.

ENCADREMENTS DOCTORAUX ET POST-DOCTORAUX

- 2019-2020 **M. HUON**, Post-doctorat, Observatoire Pelagis. Interaction entre oiseaux et rejets de pêche à bord des chalutiers du golfe de Gascogne. Taux d'encadrement 80%
- 2019 **C. LAMBERT**, Post-doctorat, Observatoire Pelagis. Abondance et cartographie des macro-déchets en Méditerranée à partir des campagnes d'observation aérienne ASI (ACCOBAMS Survey Initiative). Taux d'encadrement 40%
- 2018 **A. VIRGILI**, Post-doctorat, Observatoire Pelagis. Distribution et abondances du marsouin commun et des principales espèces d'oiseaux marins dans la zone de projet de parc éolien au large de Dunkerque. Taux d'encadrement 40%
- 2012-2015 **A. DESSIER**, Doctorat, UMR LIENSs. Analyse du compartiment mésozooplanctonique et écologie alimentaire printanière de la sardine, *Sardina pilchardus*, et de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* adultes dans le golfe de Gascogne. Direction de thèse : Pr. C. Dupuy et Pr. P. Bustamante. Taux d'encadrement : 1 chapitre de thèse sur la qualité du mésozooplancton.

ENCADREMENTS DE STAGES

42 étudiants (co-)encadrés lors de stages universitaires (thèse vétérinaire, Master 2, Master 1, Licence 3, DEUST, IUT) :

- 2020 **R. CAILLAUD**, DUT (contrat d'apprentissage) : Calorimétrie des poissons de l'Atlantique Nord-Est. Taux d'encadrement 100%
- 2020 **J. NIOL**, Licence Pro (contrat d'apprentissage) : Écologie alimentaire du dauphin commun. Taux d'encadrement 100%
- 2019 **B. GUILHAUMON**, DUT : Calorimétrie des poissons de l'Atlantique Nord-Est. Taux d'encadrement 100%
- 2019 **C. FLINOIS**, Master 1 : Variabilité de la densité énergétique chez les poissons. Taux d'encadrement 100%
- 2018 **M. MAURAN**, Master 2 : Risque lié au bruit chez les cétacés. Taux d'encadrement 30%
- 2018 **J. NIOL**, DEUST : Techniques d'analyses de laboratoire en écologie alimentaire. Taux d'encadrement 100%
- 2017 **L. TERRATS**, Master 2 : Dynamique de la densité énergétique chez les communautés démersales. Taux d'encadrement 50%
- 2017 **M.-H. PICARD**, Institut de technologie (Canada equiv. IUT) : Écologie alimentaire du phoque gris. Taux d'encadrement 80%
- 2017 **S. LECLERC**, DUT : Densité énergétique du plancton. Taux d'encadrement 50%
- 2016 **H. DABKOWSKI**, Master 1 : Énergétique des poissons fourrages. Taux d'encadrement 100%

2016 **M.-C. CHEUTIN**, Master 1 : Écologie alimentaire du sagre commun. Taux d'encadrement 40%

2015 **A. BLANCHARD**, Master 1 : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 100%

2015 **A. RITI**, Licence 3 : Distinction entre deux espèces de phoques par analyse moléculaire. Taux d'encadrement 50%

2015 **K. BESSON**, DUT : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 100%

2014 **A. KABUMBU BAKAJI**, Master 1 : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 50%

2014 **E. LEBRAULT**, Master 1 : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 50%

2014 **Z. PROVOST**, Licence 3 : Distinction entre deux espèces de phoques par analyse moléculaire. Taux d'encadrement 50%

2012 **B. HUBANS**, Master 2 : Écologie alimentaire du Maigre. Taux d'encadrement 50%

2012 **B. DUBIEF**, Master 1 : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 80%

2012 **L. ESCALLE**, Master 1 : Écologie alimentaire du requin peau-bleue. Taux d'encadrement 50%

2012 **M. POTTERIE**, DUT : Écologie alimentaire du grand dauphin. Taux d'encadrement 80%

2011 **J. JOUMA'A**, Master 1 : Énergétique des poissons fourrages. Taux d'encadrement 100%

2011 **J. THENARD**, DUT : Écologie alimentaire du dauphin commun. Taux d'encadrement 80%

2011 **R. BUNEL**, DUT : Écologie alimentaire du cachalot. Taux d'encadrement 50%

2009 **N. BEHAGLE**, Master 1 : Écologie alimentaire du marsouin. Taux d'encadrement 80%

2009 **C. PAPOT**, DUT : Écologie alimentaire du marsouin. Taux d'encadrement 80%

2008 **A.K. JOUAN**, Master 1 : Écologie alimentaire du dauphin commun. Taux d'encadrement 80%

2008 **L. MARTINEZ**, Master 1 : Relation taille proies-prédateurs. Taux d'encadrement 80%

2008 **A. DUPAS**, Master 1 : Composition corporelle de proies marines. Taux d'encadrement 80%

2008 **S. BERTIN**, Licence 3 : Préférences alimentaires chez la baleine à bec de Cuvier. Taux d'encadrement 80%

2008 **C. TREILHES**, DUT : Interaction alimentaire bar / dauphin. Taux d'encadrement 80%

2007 **M. CARDINAUD**, Master 1 : Écologie alimentaire du bar. Taux d'encadrement 80%

2007 **V. SCHOEN**, DUT : Calorimétrie de proies marines. Taux d'encadrement 80%

2007 **L. MARIOTTI**, DUT : Écologie alimentaire du phoque veau-marin. Taux d'encadrement 80%

2006 **L. MOUYEN**, Thèse vétérinaire : Digestibilité des proies de mammifères marins. Taux d'encadrement 50%

2006 **S. LINOT**, Master 1 : Digestibilité *in vitro* de proies marines. Taux d'encadrement 80%

2006 **E. MOUROCCQ**, DUT : Composition corporelle de proies marines. Taux d'encadrement 80%

2005 **C. KOSTECKI**, Licence 2 : Interaction alimentaire bar / dauphin. Taux d'encadrement 80%

2005 **C. CANEL**, DUT : Écologie alimentaire du bar. Taux d'encadrement 80%

2003 **Y. ROUSSEAU**, Master 1 : Écologie alimentaire du grand dauphin. Taux d'encadrement 50%

2003 **E. RICHARD**, Licence 3 : Écologie alimentaire du dauphin bleu & blanc. Taux d'encadrement 80%

2002 **Y. ROUSSEAU**, Licence 2 : Collection de référence de pièces dures de poissons épi à bathypélagique. Taux d'encadrement 80%

ACTIVITÉS DE FORMATION

Plus de 240 heures d'enseignements (travaux dirigés et travaux pratiques) au niveau Licence et Master à La Rochelle Université en physiologie, biologie cellulaire, biologie moléculaire, biologie animale, écologie, conservation.

Expert pour l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique) : *National Training Course on Environmental Monitoring of Contaminants*, Benin (~20 heures de formation, Mars 2018).

Rapporteur et jury de stages de Master 2 Pro - Université de La Rochelle (2006 à 2012).

Rapporteur et encadrant de projets tutorés et de stages de Licence Pro – Université de La Rochelle (2008 à 2011).

Formation annuelle des membres du Réseau National d'Echouages et des Gardes de l'ONCFS à l'intervention sur les échouages de mammifères marins : théorie et dissections (2001-15).

Formation des observateurs embarqués lors des programmes PROCET & PETRACET (2005) et OBSMAM (2006/07) : théorie, dissections de dauphins, identifications des poissons et céphalopodes.

ACTIONS DE VULGARISATION

Projets menés dans le club Jeunes CNRS "*Bénévoles Scientifiques*" de l'E.C.O.L.E. de la mer (2005 à 2009).

Opération CNRS "Les chercheurs font rêver les enfants" (2008 et 2011).

Conférences et évènements grand public : E.C.O.L.E. de la mer, Fête de la Science, Journée mondiale des Océans, Société des Sciences Naturelles de Charente Maritime, ...
(une conférence en moyenne par an).

Interviews, collaborations et corrections d'articles de vulgarisation, expertises (radio, presse écrite, ouvrages) (plusieurs contributions par an).

HISTORIQUE DES ACTIVITES DE RECHERCHE

Mes travaux de recherche ont toujours été centrés sur le rôle des prédateurs supérieurs dans les réseaux trophiques au sein des écosystèmes marins. Cependant, mes axes de recherche et les approches développées ont évolué au cours du temps progressant d'une approche descriptive des régimes alimentaires vers une compréhension de mécanismes fonctionnels pour étudier la dynamique des écosystèmes marins dans un contexte d'interactions avec l'Homme. Ainsi, j'ai au cours du temps associé des approches à différentes échelles, du gène à l'écosystème, et le plus souvent dans une perspective de conservation de la biodiversité et de développement durable des environnements marins.

Mes problématiques actuelles de recherches se focalisent en particulier sur le rôle des caractéristiques fonctionnelles des proies et des prédateurs dans la structuration et la stabilité des écosystèmes marins. Mes travaux visent ainsi à identifier les risques et les conséquences des pressions anthropiques et en particulier l'érosion de la biodiversité marine sur l'état des populations de grands vertébrés marins, et plus largement sur la pérennité des services écosystémiques.

PERIODE PRE-DOCTORALE : 2001-2006

Mon cursus académique et mon expérience professionnelle ont été intimement liés durant mon parcours. Ainsi, mon stage de seconde année de DUT portant sur l'alimentation du phoque gris dans l'archipel de Molène a ouvert la voie à l'ensemble de mes travaux. A l'issue de ce stage au Laboratoire de Biologie et d'Environnement Marin de l'Université de La Rochelle et de l'obtention d'une Licence en biologie, j'ai été recruté en tant que technicien de recherche au Centre de Recherche sur les Mammifères Marins. Ainsi de 2001 à 2003, j'ai eu en charge l'analyse des régimes alimentaires des mammifères marins des côtes de France métropolitaine. Durant cette période, j'ai pu mettre en place en routine l'analyse des contenus stomacaux de mammifères marins au sein du laboratoire. Cette expérience m'a également permis de me confronter à de nombreux aspects du travail de recherche : collecte des échantillons, analyse de laboratoire, analyse des données et valorisation. Cette expérience a été d'autant plus formatrice qu'elle s'inscrivait dans les engagements du laboratoire pour un programme européen de recherche (BIOCET, 5^{ème} PCRD) et que les analyses ont pu être intercalibrées avec d'autres laboratoires en Europe (Université d'Aberdeen, Université de Cork, Université de Vigo). D'un point de vue académique, j'ai pu valoriser cette période par un diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Inscrit au laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés à l'EPHE de Montpellier, j'ai analysé les résultats obtenus sous l'angle de la variabilité temporelle de

l'alimentation des petits cétacés en lien avec les changements environnementaux, dont principalement les variations d'abondances des espèces fourrages.

La période 2004-2006 qui fait suite au licenciement économique de mon poste de technicien se caractérise par une succession de contrats de recherche courts, principalement à l'Université de La Rochelle, et à la recherche de financement de thèse. Durant cette période, j'ai valorisé par des publications scientifiques mes travaux antérieurs et entamé un virage thématique suggéré par mes premiers résultats. Ainsi, le questionnement initial sur la place des mammifères marins dans l'écosystème du golfe de Gascogne à travers la description de leur alimentation a ouvert des perspectives sur la caractérisation qualitative de leur alimentation. Par exemple chez le dauphin commun, un modèle biologique aux besoins élevés en énergie, les premiers résultats ont suggéré qu'indépendamment des variations taxonomiques observés dans son alimentation, ce prédateur semblait sélectionner uniquement des espèces dites "grasses". Ce constat m'a permis d'émettre l'hypothèse que des différences de qualité de l'alimentation chez des prédateurs pourraient être le reflet de différents niveaux de métabolisme. Cette hypothèse a été à l'origine de mon projet de thèse.

Cette période pré-doctorale a été également l'occasion de faire mes premiers encadrements de stagiaires, principalement pour appuyer au laboratoire l'analyse des contenus stomacaux. Dès cette période, j'ai ensuite toujours essayé de faire participer les étudiants à l'analyse des données et de les associer à la valorisation des résultats lors de publications scientifiques ou de conférences.

Sélection de publications associées à cette période (les noms des étudiants encadrés sont soulignés) :

Spitz J., Rousseau Y. & Ridoux V., 2006. Diet overlap between harbour porpoise and bottlenose dolphin: an argument in favour of interference competition for food? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 259-270.

Spitz J., Richard E., Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V., 2006. Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic Bay of Biscay. *Journal of Sea Research*, 55: 309-320.

THESE DE DOCTORAT : 2007-2010

Mon sujet de thèse m'a définitivement orienté vers des approches à l'échelle des assemblages d'espèces et de leurs caractéristiques fonctionnelles. L'objectif majeur était d'explorer la relation entre la composition de l'alimentation et les coûts métaboliques chez les cétacés. Pour ce faire, j'ai réalisé l'analyse de la composition corporelle (teneur en lipides, en protéines, en eau et en cendres) de nombreuses espèces fourrages pour les prédateurs marins afin de convertir les régimes alimentaires, définis jusqu'alors sur des bases taxonomiques, en une évaluation qualitative des apports de nourriture (*i.e.*, densité énergétique moyenne de l'alimentation). L'expérimentation classique ne permettant pas d'évaluer les besoins métaboliques chez les grandes espèces marines, une originalité de la thèse a été de mettre au point des indicateurs des coûts d'existence reposant sur des traits fonctionnels. Ainsi, le niveau de performance musculaire a été approché par la mesure de la densité

en mitochondries et de la quantité de lipides dans les muscles dorsaux. Le résultat majeur de mes travaux fut la mise en évidence d'une relation entre la qualité de l'alimentation et le niveau des coûts de vie, suggérant qu'un organisme caractérisé par d'importants coûts métaboliques par unité de masse ne peut couvrir ses besoins que par une alimentation de qualité élevée et non pas simplement par une plus grande quantité de proie de qualité moyenne ou faible. Cette thèse a été soutenue par un financement CIFRE entre le parc zoologique de la Flèche et l'Université de La Rochelle sous la direction du Pr. Vincent Ridoux.

Sélection de publications associées à cette période (les noms des étudiants encadrés sont soulignés) :

- Spitz J.**, Trites A.W., Becquet V., Brind'Amour A., Cherel Y., Galois R. & Ridoux V., 2012. Cost of living dictates what whales, dolphins and porpoises eat: the importance of prey quality on predator foraging strategies. *PLoS ONE*, 7(11): e50096.
- Spitz J.**, Cherel Y., Bertin S., Kiszka J., Dewez A. & Ridoux V., 2011. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, northeast Atlantic. *Deep Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 58(3): 273-282.
- Spitz J.**, Mourocq E., Leauté J.-P., Quérou J.-C. & Ridoux V., 2010. Prey selection by the common dolphin: fulfilling high energy requirements with high quality food. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 390(2): 73-77.
- Spitz J.**, Mourocq E., Shoen V. & Ridoux V., 2010. Proximate composition and energy content of forage species from the Bay of Biscay: high or low quality food? *ICES Journal of Marine Science*, 67: 909-915.
- Spitz J.**, Mariotti L., Caillot E., Ridoux V. & Elder J.F., 2010. The diet of the harbour seal at the southern limit of its European range. *NAMMCO Scientific Publication*, 8: 313-328.

PERIODE POST-DOCTORALE : 2010-2019

Chercheur contractuel CNRS – Littoral, Environnement et Sociétés, UMR 7266 (2010-2012)

Durant ma période de thèse, étant reconnu comme un leader européen de l'écologie alimentaire des mammifères marins, j'ai été sollicité pour la préparation de deux programmes européens, REPROduce (EraNet-Marifish) et FACTS (7^{ème} PCRD). Ces projets se focalisaient essentiellement sur deux espèces de petits poissons pélagiques d'intérêt économique, l'anchois et la sardine. Les deux programmes ayant été financés, j'ai réalisé un contrat d'un an et demi au CNRS dans l'unité LIENSs (UMR 7266). Mes objectifs principaux étaient :

- Produire des données quantitatives sur la place dans les réseaux trophiques du golfe de Gascogne de deux grands poissons piscivores : le bar (*Dicentrarchus labrax*) et le maigre (*Argyrosomus regius*).
- Intégrer les mammifères marins du plateau continental du golfe de Gascogne dans un modèle écosystémique. J'ai collaboré à travers mes résultats sur la quantification des flux entre les mammifères marins et leurs proies à deux publications, l'une décrivant un modèle de réseau trophique pour l'ensemble de l'écosystème, l'autre sur l'évaluation de l'impact des pêcheries sur les mammifères marins.

- Explorer la variabilité temporelle de la densité énergétique des poissons fourrages. J'ai réalisé une publication sur la valeur de l'assemblage fonctionnel des proies sur la base de leur densité énergétique.

Cette période m'a permis d'affirmer à la suite de ma thèse mon indépendance en recherche, et prendre mes premières responsabilités au sein de projets scientifiques européens. Elle a été également l'occasion d'écrire mes premières réponses à des appels à projets.

Sélection de publications associées à cette période (les noms des étudiants encadrés sont soulignés) :

Spitz J., Chouvelon T., Cardinaud M., Kostecki C. & Lorange P., 2013. Prey preferences of adult sea bass *Dicentrarchus labrax* in the north-eastern Atlantic: implications for by-catch of common dolphin *Delphinus delphis*. *ICES Journal of Marine Science*, 70(2), 452–461.

Spitz J. & Jouma'a J., 2013. Variability in energy density of forage fish from the Bay of Biscay (NE Atlantic): reliability of functional grouping based on prey quality. *Journal of Fish Biology*, 82(6): 2147–2152.

Lassalle G., Gascuel D., Le Loc'h F., Lobry J., Pierce G. J., Ridoux V., Santos M. B., **Spitz J.** & Niquil N., 2012. An ecosystem approach for the assessment of fisheries impacts on marine top predators: the Bay of Biscay case study. *ICES Journal of Marine Science*, 69(6): 925-938. doi:10.1093/icesjms/fss049.

Lassalle G., Lobry J., Le Loc'h F., Bustamante P., Certain G., Delmas D., Dupuy C., Hily C., Labry C., Le Pape O., Marquis E., Petitgas P., Pusineri C., Ridoux V., **Spitz J.** & Niquil N., 2011. Lower trophic levels and detrital biomass controlled the Bay of Biscay continental food web: implications for ecosystem management. *Progress in Oceanography*, 91(4): 561-575.

Hubans B., Chouvelon T., Begout M.-L., Biais G., Bustamante P., Ducci L., Mornet F., Boiron A., Coupeau Y. & **Spitz J.**, 2017. Trophic ecology of commercial-size meagre, *Argyrosomus regius*, in the Bay of Biscay (NE Atlantic). *Aquatic Living Resources* 30: a9.

Postdoctorant – Marine Mammal Research Unit, University of British Columbia, Vancouver, Canada (2013-2014)

La convergence de mes problématiques de recherche avec celles menées par l'équipe du Pr. Andrew Trites à l'Université de Colombie Britannique (UBC), ainsi que nos échanges lors du jury de ma thèse dont il était rapporteur, ont forgé notre volonté de travailler ensemble. Cette collaboration a tout d'abord été concrétisée lors d'un premier séjour de quelques semaines en 2011. Durant ce séjour, nous avons travaillé sur la valorisation de mes derniers résultats de thèse de doctorat en préparant une publication (Spitz *et al.*, 2012). Après la recherche de financement et un second séjour début 2012, j'ai réalisé un séjour postdoctoral à l'Université de Colombie Britannique entre fin 2012 et début 2014. L'objectif le plus ambitieux de ce projet était l'étude de la réponse génomique au stress nutritionnel chez l'otarie de Steller (*Eumetopias jubatus*). Ce travail expérimental reposait sur les installations uniques au monde disponibles à UBC pour l'étude en captivité des mammifères marins et se proposait d'évaluer les changements d'expression de gènes dans le sang d'otaries soumises à des changements de qualité de leur alimentation. La congruence et la qualité des résultats obtenus se sont concrétisées par une première publication qui a contribué à servir de fondation aux études de

génomique environnementale appliqué aux prédateurs supérieurs marins (Spitz *et al.*, 2015a). En parallèle, j'ai pu compléter mon savoir-faire technique par l'acquisition d'autres méthodes de biologie moléculaire permettant par exemple le sexage et l'assignement d'espèces à partir d'ADN extrait de matière fécale. Ces travaux réalisés à UBC sur des prélèvements collectés précédemment en France a également été publié (Spitz *et al.*, 2015b). Enfin, j'ai pu trouver un nouveau contexte hautement favorable à l'échange scientifique, à l'analyse et l'interprétation de données et à l'écriture qui m'a permis durant ce post-doctorat de ré-analyser sous une nouvelle lumière certains de mes résultats acquis en thèse. J'ai pu ainsi pleinement m'engager sur les approches reposant sur les traits fonctionnels pour comprendre les relations proie-prédateur (Spitz *et al.*, 2014).

Sélection de publications associées à cette période (les noms des étudiants encadrés sont soulignés) :

- Spitz J.**, Becquet V., Rosen D.A.S. & Trites A.W., 2015a. A nutrigenomic approach to detect nutritional stress from gene expression in blood samples drawn from Steller sea lions. *Comparative Biochemistry and Physiology: part A*, 187:214-223.
- Spitz J.**, Dupuis L., Becquet V., Dubief B. & Trites A.W., 2015b. Harbour seals *Phoca vitulina* exploit the flatfish nursery in the Bay of Somme (English Channel, France). *Aquatic Living Resources*, 28, 11-19.
- Spitz J.**, Ridoux V. & Brind'Amour A., 2014. Let's go beyond taxonomy in diet description: testing a trait-based approach to prey-predator relationships. *Journal of Animal Ecology*, 83: 1137–1148.

Ingénieur de Recherche Contractuel – Observatoire PELAGIS, UMS 3462, Université de La Rochelle – CNRS (2014-2018)

Au début de l'année 2014, j'ai pris la responsabilité de l'axe *Appui aux politiques publiques* de l'Observatoire PELAGIS dédié à l'observation et à l'expertise sur la conservation des populations de mammifères et oiseaux marins ainsi que la gestion des bases de données associées. Cette UMS du CNRS est adossée au laboratoire de recherche CEBC (UMR 7372 - CNRS & Université de La Rochelle). Adjoint à la direction de l'Unité en 2016-2017, puis co-directeur depuis 2018, j'assure l'encadrement scientifique de différents programmes portés par l'Observatoire et une partie des tâches administratives liées à sa direction (encadrements de CDD, préparation et suivi du budget, conventions avec les financeurs). En 2015, j'ai reçu le mandat de pilote scientifique du thème "mammifères marins" par le Ministère en charge de l'écologie pour la mise en œuvre de la DCSMM et je suis l'un des experts pour le descripteur "Réseau Trophique". J'assure ainsi le pilotage et la réalisation des travaux liés aux indicateurs du bon état écologique du milieu marin : développement, validation, interprétation (échelle d'évaluation, niveaux et tendances, intervalle de confiance, ...). J'assure la cohérence des travaux au niveau international et anime la communauté scientifique dont les compétences permettent de répondre aux enjeux de surveillance et d'évaluation de l'état des populations de mammifères marins, et plus largement des écosystèmes marins. A l'interface entre la

science et les politiques publiques de conservation, j'œuvre notamment pour l'intégration de la biodiversité fonctionnelle dans les outils d'évaluation de la DCSMM renforçant ainsi les interactions du CNRS et des universités avec les acteurs publics engagés dans la conservation de la biodiversité.

Durant cette période, j'ai poursuivi mes activités de recherche en écologie trophique essentiellement sur les flux d'énergie et de nutriments dans les écosystèmes marins, notamment à travers l'évaluation de la densité énergétique du méso-zooplancton (encadrement d'un chapitre de thèse : Aurélie Dessier, Université de La Rochelle) et l'évaluation des biomasses consommées par les mammifères marins.

Sélection de publications associées à cette période (les noms des étudiants encadrés sont soulignés) :

Spitz J., Ridoux V., Trites A.W., Laran S., Authier, M., 2018. Prey consumption by cetaceans reveals the importance of energy-rich food webs in the Bay of Biscay. *Progress in Oceanography*, 166: 148-158.

Dessier A., Dupuy C., Kerric A., Mornet F., Authier M., Bustamante P. & **Spitz J.** 2018. Variability of energy density among mesozooplankton community: new insights in functional diversity to forage fish. *Progress in Oceanography*, 166: 121-128.

Authier M., Descroix Commanducci F., Genov T., Holcer D., Ridoux V., Salivas M., Santos M.B. & **Spitz J.**, 2017. The Marine Strategy Framework Directive and Cetacean Conservation in the Mediterranean and Black Seas: overcoming heterogeneity and fostering transboundary collaboration through the ACCOBAMS. *Marine Policy* 82: 98-103.

Vincent C., Ridoux V., Fedak M. A., McConnell B. J., Sparling C. A., Leaute J. P., Jouma'a J. & **Spitz J.**, 2016. Foraging behaviour and prey consumption by grey seals (*Halichoerus grypus*) - spatial and trophic overlaps with fisheries in a marine protected area. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 2653-2665

Trites A.W. & **Spitz J.**, 2016. One–two punches to eliminate depredation by marine mammals on fish caught or raised for human consumption. *Animal Conservation*, 19(3): 222-224.

Chargé de Recherche CNRS – Centre d'Étude Biologique de Chizé, UMR 7372, CNRS La Rochelle Université (depuis 2019)

Recruté au concours Chercheurs CNRS de 2019 par la commission interdisciplinaire 52 (Environnements sociétés : du fondamental à l'opérationnel) et affecté au CEBC dans l'équipe « prédateurs marins », mes activités actuelles de recherche se focalisent sur les compétitions anthropiques pour les ressources marines et les enjeux liés aux services écosystémiques associés. J'encadre également des projets se focalisant sur les interactions entre activités humaines et biodiversité. Je poursuis mes travaux sur la qualité des ressources notamment en élargissant les déterminants de cette qualité aux concentrations en nutriments clé (*e.g.*, phosphore et azote) et en métaux essentiels chez les poissons et céphalopodes fourrages afin d'évaluer le risque sur le fonctionnement des réseaux trophiques de changements dans la composition des communautés d'espèces proies.

Je m'oriente ainsi vers des approches interdisciplinaires afin d'appuyer la gouvernance des systèmes marins, et de guider la mise en œuvre de politiques publiques de conservation

scientifiquement pertinentes. Une illustration récente est l'acceptation d'un projet H2020 autour des enjeux écologiques et économiques de l'exploitation des ressources océaniques méso et bathypélagiques. J'assure dans ce projet la réalisation et le pilotage d'actions à l'interface entre écologie trophique et services écosystémiques associés aux grands prédateurs dans le but de conseiller les prochaines prises de décision associées aux perspectives d'exploitation de ces ressources par l'Homme.

ACTIVITES DE RECHERCHE COMPLEMENTAIRES

En addition à mes thématiques centrales de recherche, j'ai développé des compétences dans d'autres domaines de recherche notamment liés aux contaminants, aux traceurs écologiques et aux communautés de poissons pélagiques en zone océanique. En effet, l'utilisation de traceurs écologiques comme les isotopes stables, les métaux lourds ou d'autres contaminants est une approche très pertinente dans l'étude des réseaux trophiques et dans le traçage des flux de matière et d'énergie. Les contaminants sont également une des pressions majeures d'origine anthropique pesant sur les vertébrés marins. J'ai eu l'occasion de collaborer sur différents projets qui ont donné lieu à plus d'une dizaine de publications scientifiques et qui m'ont permis d'élargir mes compétences techniques et mes connaissances théoriques en écologie et en conservation. D'autre part, travaillant sur le régime alimentaire de prédateurs supérieurs, une large partie de mon travail s'est attachée à l'étude et à l'identification des proies. J'ai été reconnu au fil des missions de terrain et de l'analyse de laboratoire comme un expert international des communautés de poissons pélagiques profonds.

Sélection de publications associées à ces thèmes :

- Méndez-Fernandez P., Simon-Bouhet B., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Webster L., Read F.R., González A.F. & Caurant F., 2017. Inter-species differences in polychlorinated biphenyls patterns from five sympatric species of odontocetes: Can PCBs be used as tracers of feeding ecology? *Ecological Indicators*, 74:98-108. 29.
- Fort J., Lacoue-Labarthe T., Nguyen H.L., Boué A., **Spitz J.** & Bustamante P., 2015. Mercury in wintering seabirds, an aggravating factor to winter wrecks? *Science of the Total Environment*, 527-528C:448-454.
- Chouvelon T., Chérel Y., Simon-Bouhet B., **Spitz J.** & Bustamante P., 2014. Size-related patterns in stable isotopes and mercury concentrations in fish help refining marine ecosystem indicators and evidence distinct management units for hake in the north-eastern Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 71: 1073-1087.
- Chouvelon T., **Spitz J.**, Caurant F., Méndez-Fernandez P., Chappuis A., Laugier F., Le Goff E. & Bustamante P., 2012. Revisiting the use of $\delta^{15}\text{N}$ in meso-scale studies of marine food webs by considering spatio-temporal variations in stable isotopic signatures – The case of an open ecosystem: The Bay of Biscay (North-East Atlantic). *Progress in Oceanography*, 101: 92-105.
- Spitz J.**, Quéro J.C. & Vayne J.J. 2007. Contribution to the study of the genus *Pseudoscopelus* (Chiasmodontidae), with a new species, *P. pierbartus* sp. nov., two junior synonyms and a key to the valid species. *Cybium*, 31(3): 333-339.

SYNTHESE DES TRAVAUX DE RECHERCHE

Cette synthèse de mes travaux de recherche se structure en cinq parties, la première, appelée avec originalité : « Introduction », pose le contexte scientifique de mes recherches en s'appuyant sur des travaux extérieurs ; les quatre autres parties (« Observer », « Comprendre », « Mesurer », « Evaluer & Guider ») reposent essentiellement sur les travaux que j'ai menés ou auxquels j'ai participé, et se terminent chacune par une section « Perspectives » illustrant les directions que je souhaite prendre. Pour guider la lecture, les références auxquelles j'ai contribué sont notées en gras.

INTRODUCTION

Services écosystémiques et érosion de la biodiversité marine

L'humanité dépend des bénéfices que l'homme tire de la nature. Longtemps considérées comme inépuisables, les ressources naturelles sont aujourd'hui plus généralement perçues comme un bien commun souvent fragilisé par des décennies, voir des siècles d'exploitation humaine. La prise de conscience d'une nature tarissable –et ce parfois irrémédiablement– a favorisé l'émergence au cours de la seconde moitié du XXe siècle d'une qualification et d'une quantification par l'homme des biens et des services indispensables à la vie fournis par les systèmes naturels présents sur Terre (Costanza *et al.*, 2017). Ces services comprennent aussi bien la production de ressources directement exploitées par l'homme (*e.g.* animaux, végétaux, eau) que des fonctions de régulation ou de support assurées par les écosystèmes eux-mêmes (*e.g.* régulation du climat, cycle des nutriments), mais également des services moins matériels associés notamment à la beauté des paysages ou aux activités de loisirs. La Terre peut donc être vue comme une mosaïque d'écosystèmes dont la quantité et la qualité de ces services vont être directement liés au fonctionnement et à la dynamique intrinsèque à chacun de ces écosystèmes (Maes *et al.*, 2012).

Le domaine marin recouvre environ 70% de notre planète et s'étend des eaux côtières aux fosses abyssales offrant une multitude d'écosystèmes aux fonctionnements variés et originaux allant des estuaires aux sources hydrothermales. Nombre de ces écosystèmes ont en outre un rôle essentiel dans la régulation du climat (via notamment la pompe biologique du carbone) et abritent une extraordinaire biodiversité, souvent mal connue mais parfois très exploitée par l'homme. Dans un contexte de fortes pressions climatiques et humaines, la compréhension du fonctionnement des écosystèmes marins revêt aujourd'hui une importance scientifique et socio-économique majeure. Or, on assiste à une érosion rapide de la biodiversité et des ressources marines : les biomasses de poissons, les niveaux trophiques moyens ou encore la diversité des communautés déclinent (Pauly *et al.*, 1998a; Myers and Worm, 2003) au point d'entraîner une décomplexification des réseaux trophiques susceptible d'impacter fortement la résilience de ces écosystèmes face à de nouvelles

perturbations. Cette transformation d'écosystèmes complexes caractérisés par de nombreuses relations trophiques, impliquant notamment les grands vertébrés marins, en écosystèmes simplifiés dominés par des microbes et des espèces gélatineuses (concept du "*rise of slime*" ; Jackson, 2008) fait peser un risque réel pour la pérennité de services écosystémiques comme l'approvisionnement en ressources marines ou le recyclage de la matière (Pauly *et al.*, 2005; McIntyre *et al.*, 2007).

La biodiversité marine est ainsi profondément affectée par les changements climatiques et les impacts humains tels que le réchauffement global, la surpêche, la pollution, la dégradation des habitats ou l'introduction d'espèce non-indigènes (Dulvy *et al.*, 2008; Cheung *et al.*, 2009). Les perturbations de la biodiversité peuvent prendre différentes formes : extinctions d'espèces, changements de l'abondance d'espèces ou de la structure des communautés, changements de distribution ou perte de la diversité génétique (Pereira *et al.*, 2010). Une diminution de la richesse spécifique et/ou de la biomasse globale est communément reconnue pour entraîner une diminution ou un déplacement des populations de prédateurs (Cardinale *et al.*, 2006). Mais à biomasse et à richesse spécifique constantes, certaines modifications peuvent conduire à une érosion de la biodiversité fonctionnelle et affecter le fonctionnement des écosystèmes, comme par exemple une inversion de l'abondance relative entre deux espèces (Hooper *et al.*, 2005). En effet, la qualité d'un service écosystémique donné est souvent intimement liée aux caractéristiques fonctionnelles des espèces présentes. Par exemple pour des services de régulation, toutes les espèces n'ont pas les mêmes capacités à stocker le carbone, à filtrer l'eau ou à dégrader les déchets. Le remplacement d'une espèce par une autre peut affecter le fonctionnement d'un écosystème et modifier le niveau de bénéfice apporté à la société.

Émergence de ressources de basse qualité énergétique dans les écosystèmes marins

Les relations proie-prédateur sont au cœur du fonctionnement des écosystèmes. Mais l'évaluation de leur bon fonctionnement s'est traditionnellement limitée à la quantification de la biomasse disponible au sein de chaque niveau trophique. Notre compréhension des relations proie-prédateur se fonde souvent sur des relations taxonomiques entre espèces, notamment pour les niveaux trophiques élevés, et peine à identifier les traits fonctionnels clés façonnant les stratégies d'alimentation et donc les réseaux trophiques. Pourtant, la qualité nutritionnelle des proies est plus importante pour certains prédateurs marins que la biomasse seule. L'importance de ce trait fonctionnel a été mis en évidence dans plusieurs écosystèmes où des espèces fourrages ayant une forte densité énergétique ont décliné au profit d'espèces significativement moins profitables énergétiquement. Ces changements dans les communautés de poissons ont pu avoir des

conséquences directes sur la dynamique de populations d'oiseaux de mer et de mammifères marins (Figure 1). Ce type de changement a donné naissance au concept de "junk-food emergence" (Österblom *et al.*, 2008).

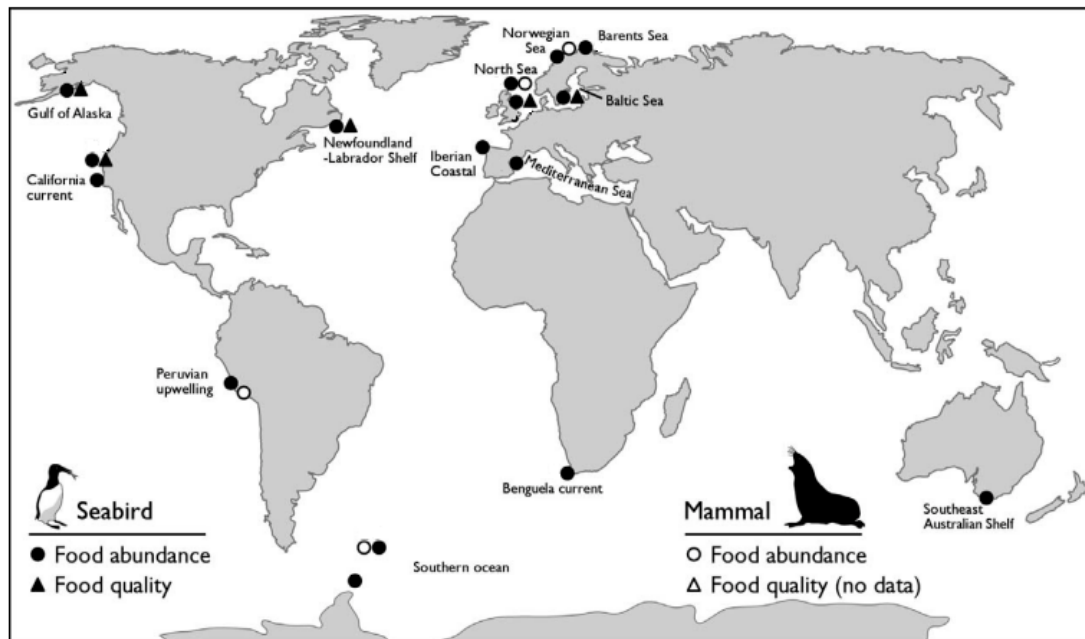


Figure 1. Carte de localisations des études ayant révélé des changements dans des paramètres d'histoire de vie d'espèces d'oiseaux de mer ou de mammifères marins à la suite d'une diminution de la qualité ou la quantité des ressources (Österblom *et al.*, 2008).

Le terme "junk-food" appliqué aux écosystèmes marins correspond ici à des ressources de faible qualité énergétique, *i.e.* dont la densité énergétique ne suffit pas à satisfaire les besoins énergétiques d'un prédateur. L'exemple le plus connu de prédateur supérieur ayant souffert de l'émergence d'alimentation de basse qualité dans un écosystème marin est le déclin de l'otarie de Steller (*Eumetopias jubatus*) en Alaska et en Russie (Trites and Donnelly, 2003). L'écroulement des effectifs de cette espèce dans le golfe d'Alaska et autour des îles Aléoutiennes entre la fin des années 70 et les années 2000 est dû à un stress nutritionnel (Figure 2).

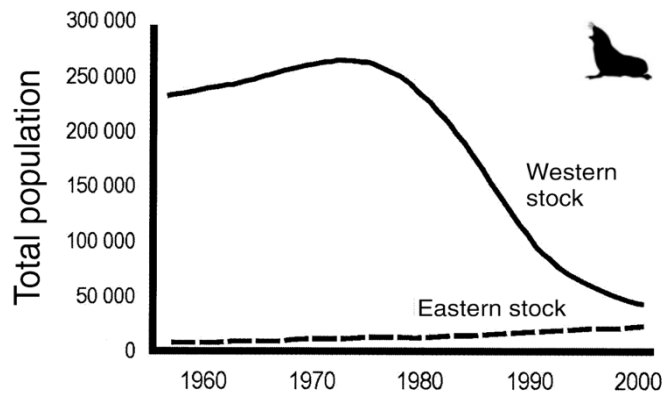


Figure 2. Effondrement de la population de lion de mer de Steller dans le Pacifique nord-ouest attribué à une modification de la qualité énergétique des espèces proies disponibles (Trites and Donnelly, 2003).

L'origine de ce stress est un changement dans l'assemblage des espèces de poissons constituant son champ de proies. Des poissons maigres ont remplacé des poissons de plus forte densité énergétique dans l'écosystème et dans l'alimentation de l'otarie de Steller. Une insuffisance métabolique et une diminution de la masse corporelle ont été expérimentalement confirmées pour des otaries contraintes de se nourrir uniquement de poissons de faible densité énergétique (Rosen and Trites, 2000). Certaines réponses physiologiques ont également été mises en évidence chez des otaries de Steller souffrant de stress nutritionnel comme des changements des taux de glucocorticoïdes et d'hormones thyroïdiennes (Jeanniard du Dot *et al.*, 2009). De plus, les jeunes otaries ne peuvent pas compenser une réduction de la qualité de l'alimentation (*i.e.* une réduction du nombre de calories par unité de masse corporelle des proies) par une simple augmentation de la quantité de nourriture ingérée. Les caractéristiques de la physiologie digestive (*e.g.* satiété, vitesse de digestion, métabolisme lipidique,...) limitent en effet la capacité de ce prédateur à compenser des changements dans la composition nutritive de son alimentation par une augmentation des quantités ingérées par unité de temps (Rosen and Trites, 2004).

Certaines espèces de prédateurs supérieurs seraient donc contraintes de s'alimenter sur des assemblages d'espèces riches en lipides plutôt que sur de plus grande quantité de nourriture de faible qualité énergétique pour maintenir leur bonne santé, leur succès reproducteur et ainsi la bonne dynamique de leur population. Ainsi, la biodiversité taxonomique et la biomasse globale des espèces fourrages peuvent rester inchangées mais la dynamique des populations de prédateurs peut être enrayée par une altération de la biodiversité fonctionnelle. Ici, des variations intrinsèques des traits fonctionnels définissant la profitabilité des proies (*e.g.* diminution des densités énergétiques, variations de la taille des proies, modification de la digestibilité) peuvent conduire au déclin de populations de prédateurs à coût d'existence élevé (*e.g.* mammifères et oiseaux marins). Les

communautés de proies perdent leur capacité à soutenir le fonctionnement de l'écosystème par une érosion de la biodiversité fonctionnelle disponible pour les prédateurs.

Grands vertébrés marins et services écosystémiques

L'état de santé des populations de grands prédateurs marins peuvent donc être conditionné par la qualité des ressources disponibles et non pas uniquement par les biomasses brutes disponibles aux niveaux trophiques inférieurs. La dynamique de population de différentes espèces d'oiseaux et de mammifères marins est donc directement liée à la production de proies de haute qualité nutritionnelle, et par conséquent dépend de la dynamique sous-jacente des services de soutien apportés par un écosystème : production primaire, concentration en nutriments essentiels. Mais en retour, il existe également un enjeu sur les mécanismes de rétrocontrôle que les grands prédateurs peuvent avoir sur l'écosystème, dont notamment leur rôle dans la dynamique des espèces d'intérêt halieutique ou encore sur le recyclage de la matière et l'ensemencement en nutriments du milieu par les matières fécales (Heithaus *et al.*, 2008; Doughty *et al.*, 2016).

Les grands vertébrés marins (mammifères, oiseaux, tortues, grands poissons, requins et raies) jouent ainsi certainement un rôle clé, mais encore très mal connu, dans le fonctionnement des écosystèmes et le maintien de services écosystémiques. En particulier, les schémas migratoires des grandes baleines peuvent entraîner de profondes modifications saisonnières des prélèvements et des apports nutritifs entre certaines régions de l'océan mondial. Les oiseaux mer et les pinnipèdes vivant à l'interface terre / mer peuvent avoir quant à eux un rôle crucial dans le transfert de matière, de nutriments et d'énergie du milieu marin où ces espèces se nourrissent vers le milieu terrestre où elles se reposent et se reproduisent. Ces rôles vont notamment varier en fonction des stratégies d'utilisation de l'espace et des ressources par les différentes espèces (Figure 3).

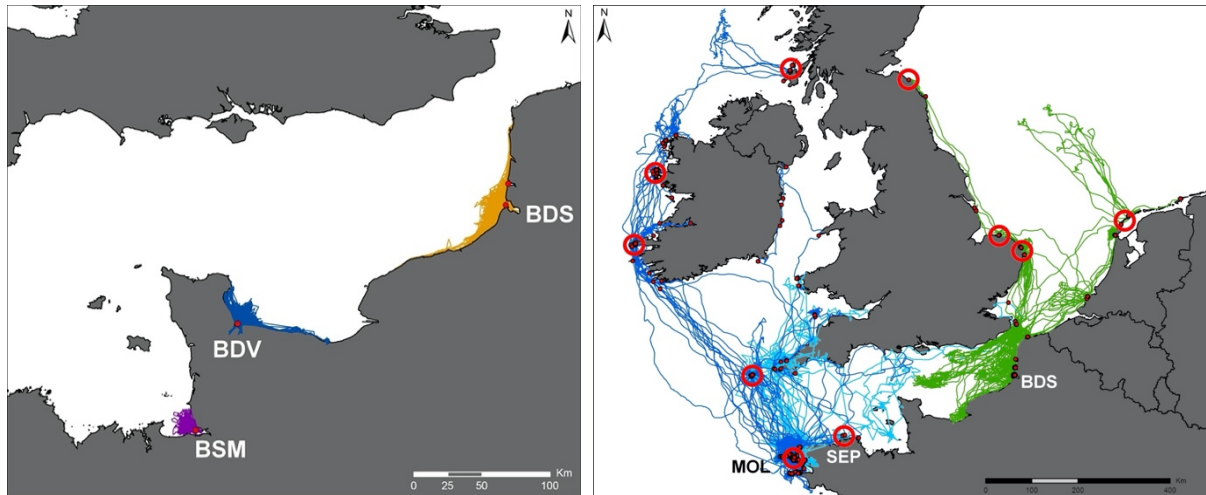


Figure 3 (extrait de *Vincent et al., 2017*). Carte de suivis télémétriques de phoques veaux-marins (à gauche) et de phoque gris (à droite) à partir de leur colonie en France (BDS : baie de Somme, BDV : baie des Veys, BSM : baie du Mont St Michel, SEP : archipel des Sept-Îles, MOL archipel de Molène). Sur la carte droite, les cercles rouges signalent les sites de reproduction du phoque gris.

Le déclin actuel des prédateurs supérieurs serait en passe d'altérer le cycle des nutriments, en limitant notamment les transferts d'azote et de phosphore de la mer vers la terre (Doughty *et al.*, 2016). La quantification du rôle des prédateurs marins dans les transferts de certains éléments comme le fer, l'azote ou le phosphore mais aussi de certains contaminants est un enjeu pour améliorer notre compréhension du fonctionnement des écosystèmes marins. La modification de la qualité de leur proie peut également altérer la quantité et la qualité des transferts de matières assurés par les grands vertébrés, tandis que la modification de l'abondance des prédateurs peut avoir, même lors d'un déclin, des impacts négatifs sur l'abondance de nombreuses espèces de niveaux trophiques inférieurs, dont des espèces exploitées pour l'alimentation humaine.

De plus, les grands prédateurs marins présentent un intérêt particulier pour les approches socio-économiques car ils sont considérés différemment selon les perspectives des parties impliquées. Ainsi, les mammifères marins sont souvent perçus comme un obstacle à l'optimisation des captures de poissons commerciaux par certains, bien qu'ils soient en parallèle reconnus comme un enjeu prioritaire de conservation et peuvent être identifiés comme une composante forte de l'aménité du milieu marin (Spitz *et al.*, 2018). Par exemple en France, l'augmentation des populations de phoques dans les années récentes, notamment en baie de Somme, a été identifiée par certains acteurs comme un risque pour le maintien de l'exploitation par l'Homme de certaines ressources marines et un coût supplémentaire dû à la mise en œuvre préventive de méthodes de réduction des dégâts pouvant être occasionnés dans les engins de pêche. Un comité « anti-phoque » s'est même formé prônant entre-autre une régulation des populations. Or dans le même temps, l'augmentation de ces populations a

contribué à renforcer l'identité régionale et les phoques font aujourd'hui partie de la stratégie touristique et économique de la région Haut de France. Cet exemple illustre la dualité de perception pouvant exister pour les grands prédateurs marins et les enjeux socio-économiques multiples associés.

Enjeux de la conservation des grands prédateurs marins

Les grands prédateurs marins sont donc souvent perçus comme des éléments essentiels de la biodiversité marine malgré un rôle réel encore mal connu dans le fonctionnement des écosystèmes. Ces espèces, souvent patrimoniales, ont généralement été considérées comme un enjeu majeur de conservation et de bons indicateurs de l'état de santé du milieu marin. De fait, ces espèces sont soumises à un grand nombre de pressions d'origine humaine qui menacent la dynamique de leur population en faisant peser un risque sur le fonctionnement entier de l'écosystème. Les pressions peuvent être rassemblées selon la nature et l'intensité de l'effet biologique produit (**Authier et al., 2017** ; Figure 4). Les pressions primaires sont celles qui génèrent des mortalités additionnelles directes (capture accidentelle, chasse, destruction volontaire, bruits de forte intensité, ...). Les pressions secondaires agissent sur la physiologie et l'état de santé général des animaux en abaissant leur fécondité et leur survie naturelles. Les contaminants chimiques et les déséquilibres des réseaux trophiques dus à la surexploitation des ressources halieutiques, au rejet des espèces non ciblées, ou au changement climatique sont des exemples classiques de pressions secondaires car ils affectent respectivement le bilan énergétique des individus et leurs systèmes reproducteurs et immunitaires. Les pressions tertiaires déclenchent des réponses comportementales qui entravent le déroulement des fonctions vitales telles que l'alimentation ou la reproduction. Ces dérangements provoquent ainsi le déplacement des animaux hors des habitats favorables pouvant conduire à une augmentation des dépenses énergétiques et une diminution du succès reproducteur.

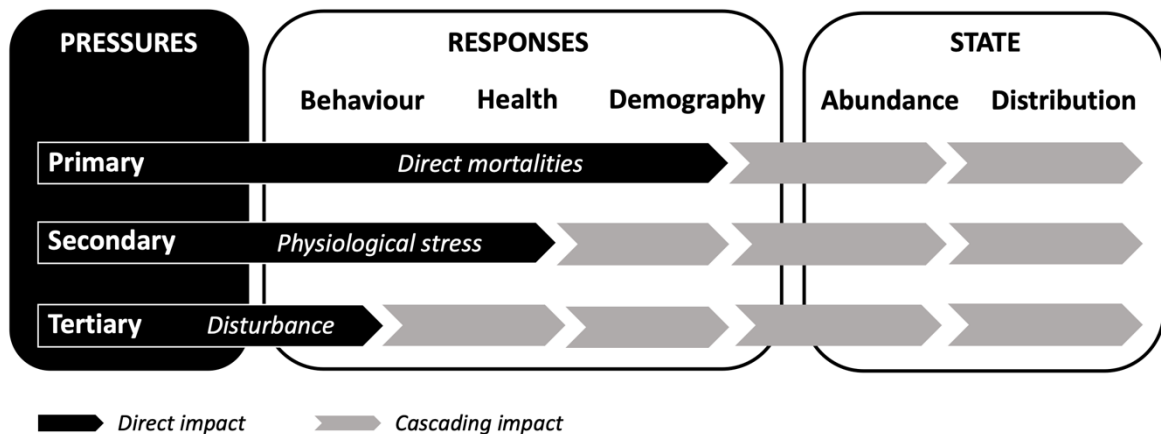


Figure 4 (extrait de Authier et al. 2017). Typologie des pressions selon leurs effets sur les mammifères marins

Un enjeu de conservation sur ces espèces réside également en leur faible résilience, ou capacité à restaurer leurs effectifs quand une population a été décimée. Cette caractéristique résulte d'un faible taux maximum d'accroissement démographique chez ces espèces (e.g., 4% chez les dauphins), et en conséquence, le temps nécessaire pour restaurer une situation dégradée est long (e.g., au moins 60 ans pour rétablir une population de dauphins qui aurait été décimée). La perte de fonctionnalité pour les écosystèmes due à une diminution des populations de prédateurs supérieurs s'inscrit donc dans un temps long avec une perte de bénéfice de long terme pour l'Homme.

A côté de ces enjeux de conservation liés aux caractéristiques intrinsèques des grands vertébrés marins, la conservation de ces espèces est bénéfique pour la conservation des écosystèmes qui les hébergent, et par là même de l'ensemble de la biodiversité marine associée. Les mammifères et oiseaux marins sont des espèces dites 'parapluie', car leur conservation bien ordonnée devrait inclure la conservation d'un cortège d'espèces situées plus bas dans les réseaux trophiques et de leurs habitats. Également considérées comme espèces « sentinelles » ou « indicatrices », il est de plus attendu que l'évaluation de l'état de conservation de ces grands prédateurs marins renseigne plus largement sur le fonctionnement et l'état de conservation des écosystèmes marins (Authier et al., 2017). Ainsi, une politique de conservation des mammifères et oiseaux marins devrait prendre en compte le maintien des fonctionnalités des écosystèmes et notamment des ressources essentielles pour ces prédateurs supérieurs, et serait ainsi favorable à la préservation d'un ensemble plus vaste de services écosystémiques.

Enfin, les enjeux de conservation des grands vertébrés et plus généralement de la biodiversité et des écosystèmes marins sont portés par une part croissante de la société, incluant le public, les médias, un grand nombre d'organisations non-gouvernementales, les organisations professionnelles maritimes et une variété d'administrations et services publics de compétence locale, nationale,

communautaire ou internationale. Cette demande sociétale se matérialise par la mise en œuvre d'un nombre croissant de dispositions réglementaires. Ainsi, pour les eaux françaises de métropole, les dispositions communautaires telles que la Directive Habitats Faune Flore, la Directive-Cadre Stratégie pour le Milieu Marin et la Politique Commune des Pêches constituent les principaux contextes réglementaires qui définissent les obligations de conservation et de surveillance pour les oiseaux et mammifères marins. Des conventions régionales thématiques dont le domaine géographique de compétence s'étend souvent au-delà des eaux communautaires (*e.g.* OSPAR, CIEM, Barcelone, ASCOBANS, ACCOBAMS) complètent le dispositif. Ces divers cadres réglementaires visent en général à évaluer l'état de conservation des populations de prédateurs marins ainsi que l'impact qu'exercent sur celles-ci les activités humaines. Ces activités sont en général en expansion et peuvent être à l'origine de conflits entre acteurs socio-économiques et populations de grands prédateurs, notamment dans le cadre d'activités liées à la pêche, au transport en mer ou aux chantiers maritimes. Une stratégie de conservation des mammifères marins ne peut pas agir directement sur les populations de mammifères marins elles-mêmes, mais doit le faire par l'intermédiaire de modifications des activités humaines dans le cadre d'une politique de gestion durable.

Hypothèse et objectifs de mes recherches

Pour atteindre des objectifs ambitieux de conservation et de maintien des services écosystémiques en milieu marin, il est donc crucial à la fois de croiser différentes disciplines de recherche (biologie, écologie, droit, économie, science politique, ...) et de réussir à transposer la connaissance scientifique et les avancées de la recherche en politique publique de conservation pouvant agir sur les pressions anthropiques affectant l'état des populations des grands vertébrés marins.

L'hypothèse centrale de mes travaux de recherche est qu'un changement de la qualité des ressources disponibles dans un écosystème conduit à une cascade d'effets le long des réseaux trophiques affectant jusqu'aux populations de prédateurs marins et ayant pour conséquence ultime une modification de la qualité des services écosystémiques bénéficiant aux sociétés humaines. Pour tester cette hypothèse et progresser vers une meilleure compréhension des relations entre la composition qualitative des ressources, les peuplements de prédateurs supérieurs qui en dépendent et les services écosystémiques associés, les objectifs de mes recherches sont centrés sur l'observation, la compréhension et la mesure des interactions proie-prédateur, et je m'attache particulièrement à :

1. Décrire l'alimentation des prédateurs supérieurs marins et la qualité nutritionnelle de leurs proies
2. Comprendre les relations fonctionnelles entre proie et prédateur à l'origine des mécanismes de sélection alimentaire
3. Mesurer les flux de matière et d'énergie entre proie et prédateur
4. Evaluer l'état de santé et l'intensité des pressions pesant sur les prédateurs
5. Guider les priorités d'action pour les politiques publiques de conservation

OBSERVER : ALIMENTATION DES PREDATEURS ET QUALITE DE LEURS PROIES

Décrire l'alimentation des prédateurs

Connaitre ce que les prédateurs mangent est une des pierres angulaires de l'écologie et est essentiel pour la compréhension de l'histoire de vie et la gestion de ces espèces. C'est aussi probablement une des branches les plus vieilles des sciences marines qui a commencé par quelqu'un examinant l'estomac d'un animal afin de satisfaire une simple curiosité. Bien que cette technique simple ait depuis longtemps été augmentée avec des technologies d'avant-garde et des échantillonnages rigoureux, il reste beaucoup d'inconnus dans notre compréhension de l'alimentation des prédateurs supérieurs tels que les mammifères marins (**Trites and Spitz, 2017a**).

Historiquement, les biologistes ont déterminé le régime alimentaire des prédateurs mammifères marins en examinant le contenu stomacal et intestinal des animaux abattus en mer ou sur terre. Toutefois, cette méthode d'échantillonnage a été progressivement remplacée par des méthodes moins destructrices, qui comprennent 1) l'examen des restes de proies non digérées dans l'estomac et les intestins des animaux morts qui s'échouent sur les côtes ou sont accidentellement capturés par des engins de pêche, 2) la reconstitution des régimes alimentaires à partir des parties dures et de l'ADN des espèces de proies contenues dans les fèces, et 3) l'inférence des espèces de proies consommées à partir des signatures d'acides gras ou d'isotopes stables dans certains tissus de mammifères marins. D'autres méthodes comprennent 4) l'observation directe à partir de navires ou d'appareils photo embarqués sur des animaux, et 5) la collecte de restes de proies d'espèces que les prédateurs capturent ou consomment près de la surface. L'objectif principal des études sur le régime alimentaire est d'identifier qu'elles sont les espèces consommées par les prédateurs. Ces études cherchent également à déterminer la taille des proies ingérées, ainsi que les proportions relatives en nombre et en masse de chaque espèce consommée. Malheureusement, aucune des méthodes de détermination du régime alimentaire ne peut à elle seule répondre à toutes les questions sur les

préférences alimentaires. Cependant, elles apportent toutes un éclairage sur ce que mangent les prédateurs marins et peuvent donner collectivement une image complète de leur régime alimentaire.

Au cours de mes recherches, j'ai contribué à sensiblement augmenter notre connaissance de l'alimentation des mammifères marins, principalement en Atlantique nord-est où j'ai conduit des études sur plus d'une vingtaine d'espèces (et également chez quelques grands poissons prédateurs) à travers des restes de proies retrouvés dans les contenus stomacaux de cétacés et les fèces de phoques (*e.g.*, **Spitz et al., 2015, 2013, 2011, 2010, 2006a, 2006b**), totalisant ainsi plus de 2000 échantillons analysés et près de 90 000 proies identifiées (Tableau 1). Mais un travail important de bancarisation des données dans une base unique reste à faire.

Tableau 1. Bilan des analyses de régimes alimentaires menées à partir de l'étude des restes présents dans les contenus stomacaux ou les crottes de prédateurs supérieurs. N : nombre d'échantillons, n : nombre de proies identifiées, les proies principales sont présentées à l'échelle de la famille (c : céphalopode, p : poisson, k : crustacé).

Groupes	Espèce	Région	Zone géographique	Période	N	n	Proies principales	Réf.	
Cétacés	Baleine à bec de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	NEA	GdG / MC	1998-2008	10	5092	Histioteuthidés (c), Cranchidés (c), Alloposidés (c), Gonatidés (c)	a
	Mesoplodon de Sowerby	<i>Mesoplodon bidens</i>	NEA	GdG / MC	2007-2008	3	294	Loliginidés (c), Gadidés (p), Portunidés (k)	a
	Hyperoodon boréal	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	NEA	GdG / MC	2009	1	872	Cranchidés (c)	a
	Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	NEA	GdG / MC	2001	3	6978	Histioteuthidés (c), Gonatidés (c)	a
	Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>	MED	Ligure/Provence	2010	1	4805	Histioteuthidés (c)	u
	Cachalot nain	<i>Kogia sima</i>	NEA	GdG / MC	1999	1	45	Histioteuthidés (c)	a
	Cachalot pygmée	<i>Kogia breviceps</i>	NEA	GdG / MC	1984-2010	9	743	Histioteuthidés (c), Ommastrephidés (c)	a
	Dauphin bleu-et-blanc	<i>Stenella coeruleoalba</i>	NEA	GdG / MC	1999-2004	32	1109	Gadidés (p), Atherinidés (p), Ommastrephidés (c), Gonatidés (c)	b
	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	NEA	GdG (zone océanique)	1992-1993	63	32 588	Myctophidés (p)	c
	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	NEA	GdG (plateau continental)	1999-2002	71	5847	Clupéidés (p), Engraulidés (p), Carangidés (p)	d
	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>	NEA	GdG / MC	2000-2009	198	29548	Clupéidés (p), Engraulidés (p), Carangidés (p), Gadidés (p)	a
	Dauphin d'Électre	<i>Peponocephala electra</i>	NEA	GdG / MC	2003-2008	2	41	Sepiidés (c), Ommastrephidés (c), Gadidés (c)	a
	Dauphin de Risso	<i>Grampus griseus</i>	NEA	GdG / MC	1993-2009	2	7	Sepiidés (c)	a
	Globicéphale noir	<i>Globicephala melas</i>	NEA	GdG / MC	1993-2009	11	2986	Histioteuthidés (c), Octopodidés (c), Ommastrephidés (c)	a
	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	NEA	GdG / MC	1988-2003	25	1060	Merluccidés (p), Gadidés (p), Carangidés (p), Mullidés (p), Loliginidés (c)	e
	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>	NEA	GdG / MC	2003-2012	28	585	Merluccidés (p), Scombridés (p), Mullidés (p), Moronidés (p), Carangidés (p)	f,u
Marsouin	<i>Phocoena phocoena</i>	NEA	MdN	2012-2013	14	8000	Gobies (p), Clupéidés (p), Gadidés (p), Ammodytidés (p)	g	
Marsouin	<i>Phocoena phocoena</i>	NEA	GdG / MC / MdN	2003-2009	65	6827	Gobies (p), Clupéidés (p), Gadidés (p)	u	
Marsouin	<i>Phocoena phocoena</i>	NEA	GdG / MC / MdN	1988-2003	29	1728	Clupéidés (p), Gadidés (p), Carangidés (p)	e	
Pinnipèdes	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	NEA	Mer d'Iroise	1998-2000	145	191	Congridés (p), Moronidés (p), Labridés (p)	h
	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>	NEA	Mer d'Iroise	1991-2002	14	138	Congridés (p), Sepiidés (c), Loliginidés (c), Soléidés (p), Gadidés (p)	h
	Phoque veau-marin	<i>Phoca vitulina</i>	NEA	Baie de Somme	2002-2011	86	3327	Pleuronectidés (p), Soléidés (p), Callionymidés (p)	i
	Phoque veau-marin	<i>Phoca vitulina</i>	NEA	Baie de des Veys	2000-2004	121	470	Mullidés (p), Pleuronéctidés (p), Belonidés (p)	j
Actynoptériens	Maigre	<i>Argyrosomus regius</i>	NEA	GdG (plateau continental)	2010-2011	262	648	Engraulidés (p), Clupéidés (p), Gadidés (p), Loliginidés (c)	k
	Germon	<i>Thunnus alalunga</i>	NEA	GdG (zone océanique)	1992-1993	78	4571	Sternoptychidés (p), Scomberesocidés (p)	l
	Bar	<i>Dicentrarchus labrax</i>	NEA	GdG (plateau continental)	2005-2008	404	770	Scombridés (p), Carangidés (p), Engraulidés (p)	m
Chondrichyens	Aiguillat nez court	<i>Squalus megalops</i>	OI	La Réunion	2008-2013	39	70	Myctophidés (p)	u
	Aiguillat épinette	<i>Squalus mitsukurii</i>	OI	La Réunion	2008-2014	10	14	Myctophidés (p)	u
	Squale-chagrin cagaou	<i>Centrophorus moluccensis</i>	OI	La Réunion	2008-2012	11	24	Myctophidés (p), Ommastrephidés (c)	u
	Sagre commun	<i>Etmopterus spinax</i>	NEA	GdG / MC	2013-2015	660	1131	Euphausiacés (k), Gadidae (p)	u
	Requin peau-bleue	<i>Prionace glauca</i>	NEA	GdG / MC	2011	24	118	Belonidés (p), Gadidés (p), Ommastrephidés (c), Portunidés (k)	u

Références. a: Spitz et al., 2011 ; b: Spitz et al., 2006b ; c: Pusineri et al., 2007 ; d: Meynier et al., 2008 ; e: Spitz et al., 2006a ; f: Louis et al., 2014 ; g: Mahfouz et al., 2017 ; h: Ridoux et al., 2007 ; i: Spitz et al., 2015 ; j: Spitz et al., 2010 ; k: Hubans et al., 2017 ; l: Pusineri et al., 2005 ; m: Spitz et al., 2013 ; u: Unpublished data.

En tant que groupe d'espèces, les mammifères marins se nourrissent à tous les niveaux trophiques (des plantes aux invertébrés, en passant par les poissons, les oiseaux et les mammifères) et ils peuvent capturer des proies d'une large gamme de classes de taille (de minuscules crustacés de moins de 1 mm de long aux calmars géants de plus de 15 m de long). Si quelques espèces se nourrissent en rivières ou dans des lacs d'eau douce (*e.g.*, phoque du lac Baïkal), la plupart se nourrissent en mer, des estuaires peu profonds au plus profond dans les océans (Pauly *et al.*, 1998b; **Trites and Spitz, 2017a**).

Tenter de décrire et de comparer les proies préférentielles des mammifères marins en quelques phrases seulement peut sembler déraisonnable étant donné la grande diversité et les différences de régime alimentaire des différentes espèces de mammifères marins. Néanmoins, il existe des similitudes et des distinctions notables entre les régimes alimentaires des principaux groupes de mammifères marins en termes de grands types proies ciblés par ces prédateurs (Figure 5). Parmi quatre groupes de mammifères marins, les loutres de mer et les baleines à fanons ont les régimes alimentaires les plus monotypiques (les loutres de mer se spécialisant sur des invertébrés benthiques, et les baleines à fanons sur du macro-zooplancton), tandis que les pinnipèdes et les cétacés à dents ont des régimes mixtes composés d'invertébrés benthiques, de zooplancton, de calmars, de poissons, d'oiseaux de mer et même d'autres espèces de mammifères marins. Le régime alimentaire apparemment spécialisé des baleines à fanons reflète la nature hautement spécialisée de leur anatomie, notamment les fanons, qui limite la gamme de proies qu'elles peuvent consommer, tandis que les besoins énergétiques élevés et les capacités de nage limitées contraignent la diversité des types de proies ciblées par les loutres de mer. Contrairement aux loutres et aux baleines à fanons, les morphologies des pinnipèdes et des cétacés à dents leur permettent de capturer une plus grande variété de types de proies.

Bien que les pinnipèdes et les cétacés à dents puissent être qualifiés de prédateurs généralistes, les poissons représentent environ 50 % de leur alimentation. En plus des poissons, les cétacés à dents en tant que groupe sont également fortement dépendants des calmars (et d'autant plus pour les espèces présentant une dentition réduite), tandis que les pinnipèdes (carnivores présentant une dentition hétérodonte) ciblent une plus large gamme de types de proies, comprenant les vertébrés supérieurs, les invertébrés benthiques et même le zooplancton (Figure 5). Ces similitudes et différences dans l'alimentation des grands groupes de mammifères marins et la mesure dans laquelle ils sont restés généralistes ou sont devenus spécialistes (*i.e.*, capacité à se nourrir sur des proies diversifiées en termes de forme, de taille et de comportement) reflètent leurs adaptations

évolutives à la vie marine (morphologiques, physiologiques et comportementales) et en particulier leurs aptitudes à capturer et manipuler leurs proies.

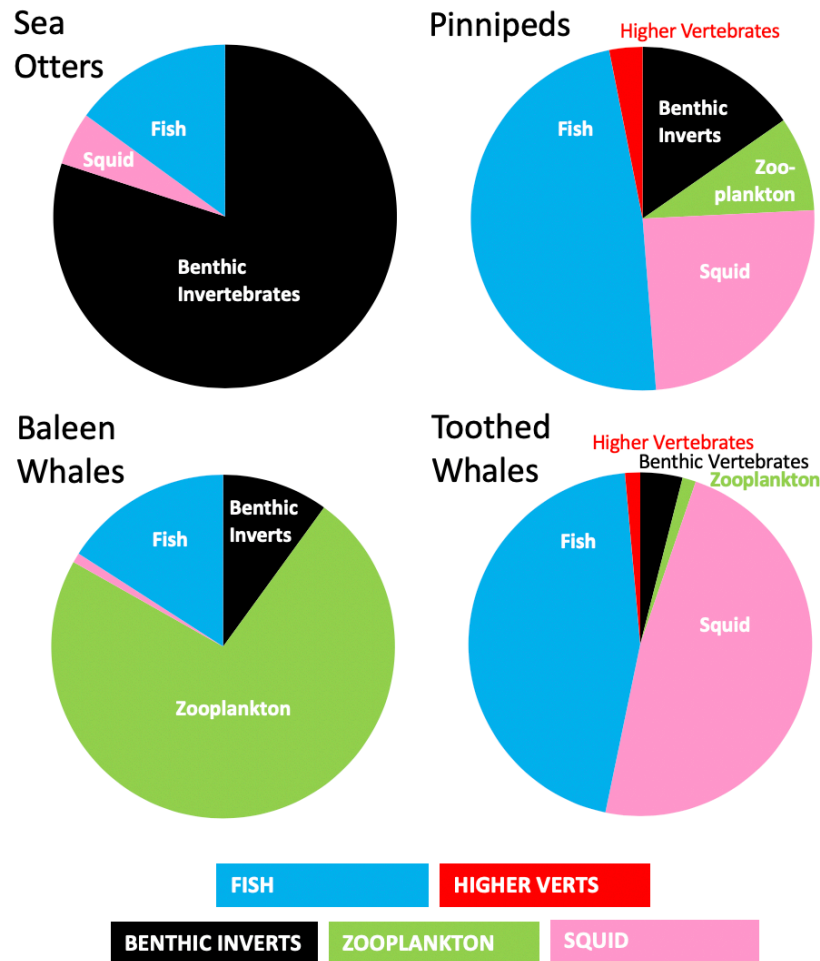


Figure 5 (extrait de *Trites and Spitz, 2017a*). Synthèse du régime alimentaire des pinnipèdes ($n = 32$ espèces), des loutres de mer ($n = 1$), des baleines à fanons ($n = 11$) et des cétacés à dents ($n = 63$) montrant les proportions de la biomasse de proies consommées pour cinq catégories de proies : les invertébrés benthiques (principalement les bivalves et les gastéropodes, mais aussi le poulpe, les échinodermes et les crustacés), le macro-zooplankton (principalement les petits crustacés, en particulier le krill et les copépodes), les calmars, les poissons (incluant les petits poissons pélagiques, les poissons mésopélagiques, les poissons ronds demersaux et les poissons anadromes) et les vertébrés supérieurs (mammifères marins, oiseaux de mer et tortues) (d'après les données de *Pauly et al., 1998*).

Néanmoins, le régime alimentaire des prédateurs doit être perçu comme dynamique et non constant dans le temps et dans l'espace. La plupart des données actuelles proviennent pour les pinnipèdes d'échantillons prélevés au printemps et en été, et sont souvent biaisées en faveur des femelles adultes (dont l'alimentation peut différer de celles des jeunes récemment sevrés ou des mâles adultes). En revanche, le régime alimentaire des cétacés a été principalement décrit à partir

d'animaux échoués ou capturés accidentellement, dont la couverture spatio-temporelle peut-être limitée, notamment en hiver, représentant le plus souvent des zones d'alimentation proche des côtes, et peut être biaisé en fonction des causes de mortalité. L'effort d'une description classique des préférences alimentaires des prédateurs supérieurs doit donc être poursuivi et soutenu, notre connaissance restant encore bien incomplète et les changements dans l'alimentation des prédateurs pouvant éclairer les changements environnementaux auxquels sont confrontés ces espèces.

Décrire la qualité des proies

Les théories sur la recherche de l'alimentation suggèrent que la sélection naturelle favorise les prédateurs qui maximisent l'énergie acquise par l'alimentation tout en minimisant l'énergie dépensée lors de la recherche et de la capture de leur nourriture (Perry and Pianka, 1997). En théorie, les processus évolutifs doivent façonner la physiologie, la morphologie et le système social des prédateurs et de leurs proies. Par conséquent, les prédateurs doivent optimiser leur bilan énergétique tandis que les proies évoluent pour abaisser leur probabilité d'être consommées. Les flux d'énergie sont donc le principal moteur des différentes théories s'inscrivant dans le cadre de l'optimisation de la recherche alimentaire (MacArthur and Pianka, 1966; Charnov, 1976). Dans la compréhension du fonctionnement des écosystèmes, les caractéristiques fonctionnelles sélectionnées par un prédateur chez ses proies ont reçu relativement peu d'attention par rapport aux interprétations reposant sur la taxonomie des proies. Or, des variations intrinsèques de certains traits fonctionnels peuvent conduire à une diminution de la profitabilité des proies pour les prédateurs (*e.g.* diminution des densités énergétiques, variations de la taille des proies, modification de la digestibilité) et à terme affecter négativement la dynamique globale des écosystèmes marins.

Cependant, la notion de qualité des ressources trophiques est encore émergente dans notre compréhension de l'alimentation des prédateurs marins. La densité énergétique et le taux de lipides d'une ressource ont été identifiés comme des déterminants importants de la qualité des proies pour les prédateurs marins mais restent encore trop peu documentés quantitativement. Mes premiers travaux ont permis de mettre en évidence la grande variabilité de la qualité énergétique des espèces fourrages (incluant crustacés, céphalopodes et poissons) pour un écosystème donné, tel que le golfe de Gascogne dans l'Atlantique Européen (Figure 6), confirmant ainsi qu'au sein d'un réseau trophique, tous les flux de matière de quantité égale ne sont donc pas tous aussi profitables pour les consommateurs (**Spitz *et al.*, 2010c**). Ces différences interspécifiques observés chez différents groupes d'espèces, du plancton aux poissons ont permis la mise en œuvre de regroupements fonctionnels sur la base de la qualité des proies pour les prédateurs (**Spitz *et al.*, 2010c; Dessier *et al.*, 2018**) suggérant

que même morphologiquement proches toutes les espèces proies n'étaient pas interchangeables dans l'alimentation d'un prédateur.

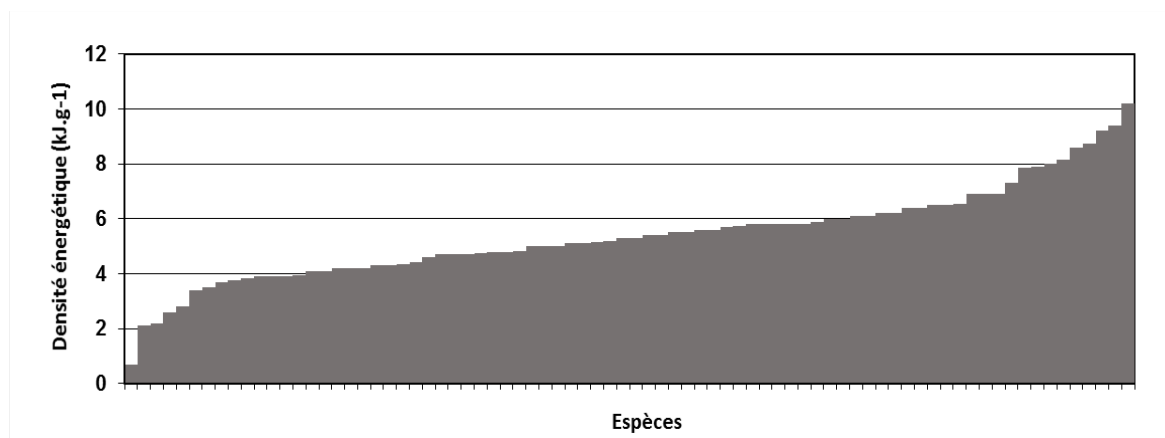


Figure 6 (extrait de *Spitz et al., 2010*). Spectre de la variabilité interspécifique de la densité énergétique mesurée sur 78 espèces fourrages de l'Atlantique nord-est. Les espèces sont classées hiérarchiquement et la dispersion des valeurs illustre la diversité de qualité des ressources disponible dans un écosystème.

La variabilité intraspécifique à la fois temporelle et spatiale de ces déterminants de la qualité reste par contre peu étudiée faisant peser un risque sur l'usage d'une classification fonctionnelle de la qualité des proies. Afin de tester ainsi si les changements temporels de densités énergétiques peuvent compromettre la fiabilité d'une typologie de la qualité des proies, j'ai exploré la gamme de variabilité de la densité énergétique chez neuf espèces principales de poissons fourrages du golfe de Gascogne échantillonnées sur deux saisons différentes (printemps et automne) entre 2002 et 2010 (Figure 7). Les résultats de l'étude ont montré que les variabilités intraspécifiques affectaient très peu l'assignation d'un individu d'une espèce à son groupe fonctionnel prédit sur la base de la moyenne obtenue pour l'espèce (basse / moyenne / haute qualité) confirmant la robustesse d'une telle classification et son intérêt pour différents champs d'application en écologie dont la modélisation écosystémique (*Spitz and Jouma'a, 2013*).

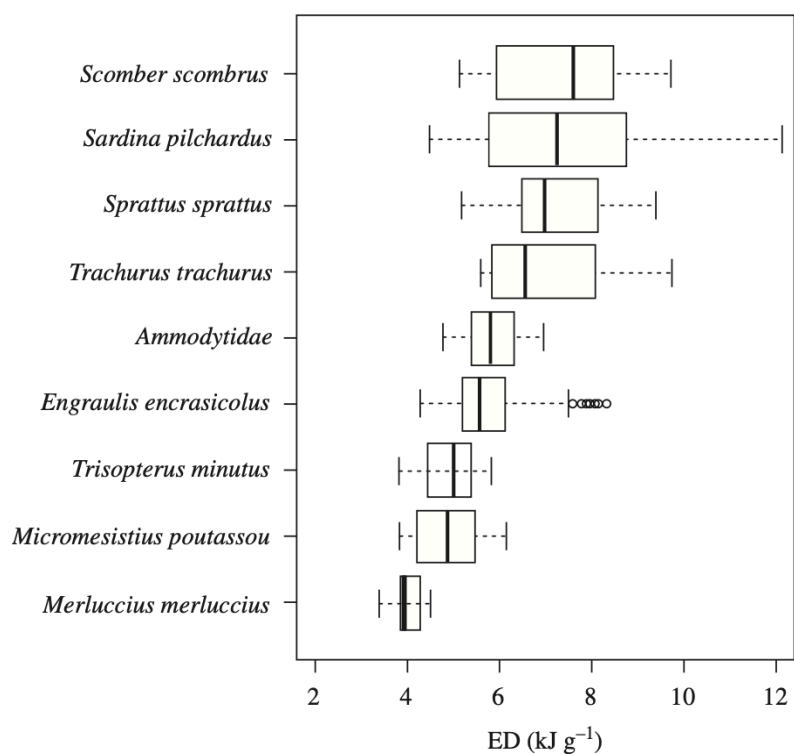


Figure 7 (extrait de **Spitz and Jouma'a, 2013**). Boxplot comparant la variabilité de la densité énergétique (ED) chez neuf espèces majeures de poissons fourrage dans le golfe de Gascogne. La ligne continue en gras à l'intérieur de chaque case est la médiane, le bas et le haut de chaque case représentent les 25 et 75e centiles, les moustaches représentent les 10 et 90e centiles et les cercles représentent les valeurs individuelles en dehors de cette plage.

Néanmoins, des variations importantes pouvant exister au sein des espèces de haute qualité, une compréhension et un suivi plus fin de la variabilité sont nécessaires pour ces espèces clé dans les réseaux trophiques. Récemment, nous avons pu explorer la variabilité spatiale de la densité énergétique lors des travaux de thèse d'Aurélié Dessier sur le zooplancton, en particulier chez une des espèces les plus énergétiques : *Calanus helgolandicus* (**Dessier et al., 2018**).

Un patron spatial clair de la densité énergétique a été mis en évidence pour cette espèce au printemps dans le golfe de Gascogne (Figure 8). Les densités énergétiques les plus fortes sont retrouvées du littoral à la partie centrale du plateau continental (autour de l'isobathe des 50 m). Les valeurs les plus élevées de la densité énergétique de *C. helgolandicus* sont observées à l'embouchure des fleuves (e.g., 4,5 kJ/g de poids frais dans l'estuaire de la Gironde). En revanche, les densités énergétiques de ces copépodes échantillonnés dans la partie centrale du talus continental et dans la partie nord du Golfe apparaissent réduites de moitié (environ 2,5 kJ/g).

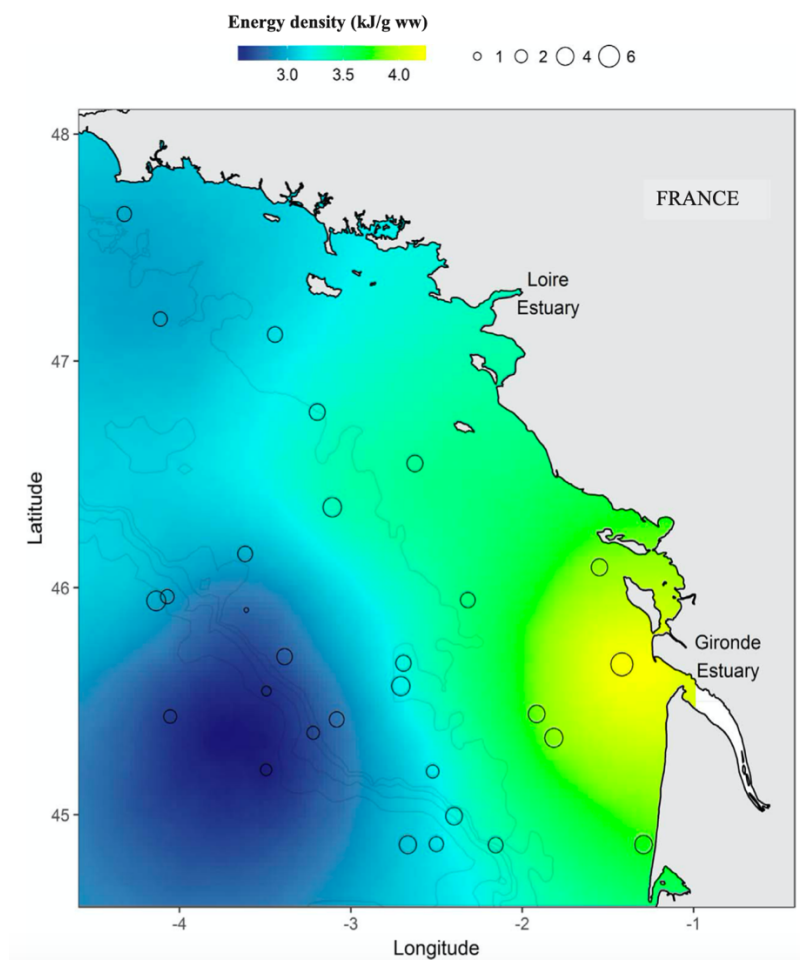


Figure 8 (extrait de *Dessier et al., 2018*). Carte d'interpolation de la densité énergétique printanière (kJ/g) de *Calanus helgolandicus* échantillonnés dans le golfe de Gascogne. Les stations d'échantillonnage sont représentées par des cercles noirs dont la taille est proportionnelle à la densité énergétique mesurée.

L'évaluation et le suivi spatio-temporel de la qualité nutritionnelle des proies apparaît donc aujourd'hui comme un enjeu pour étudier et comprendre la dynamique et le bon état des écosystèmes marins à travers leur capacité à transmettre l'énergie des premiers niveaux trophiques vers les prédateurs supérieurs.

Perspectives : Variabilité des déterminants de la qualité nutritionnelle

L'évaluation et le suivi de la qualité des proies pour les prédateurs en est donc à ses débuts en milieu marin. Sous l'effet de différentes pressions (changement climatique, augmentation des contaminants, eutrophisation, ...), la qualité d'une ressource peut varier dans le temps et dans

l'espace faisant peser un risque sur le maintien de la qualité de l'approvisionnement pour les prédateurs supérieurs et pour la consommation humaine. Il apparaît crucial d'étendre nos capacités à mesurer dans le temps et dans l'espace les variations de différents déterminants de la qualité des proies pour les prédateurs marins.

Dans cette perspective, je propose d'explorer la variabilité sur le long-terme de la densité énergétique dans le golfe de Gascogne où des prélèvements de différentes espèces proies sont disponibles sur les 10 à 15 dernières années et où les premières analyses suggèrent une variabilité marquée de la densité énergétique chez certaines espèces au cours du temps (Figure 9). Le suivi de la densité énergétique chez certaines communautés d'espèces permettra la mise en place d'indicateurs des réseaux trophiques en renseignant à la fois la qualité des niveaux trophiques inférieurs et le risque pour les niveaux supérieurs de changement affectant la qualité de ces proies.

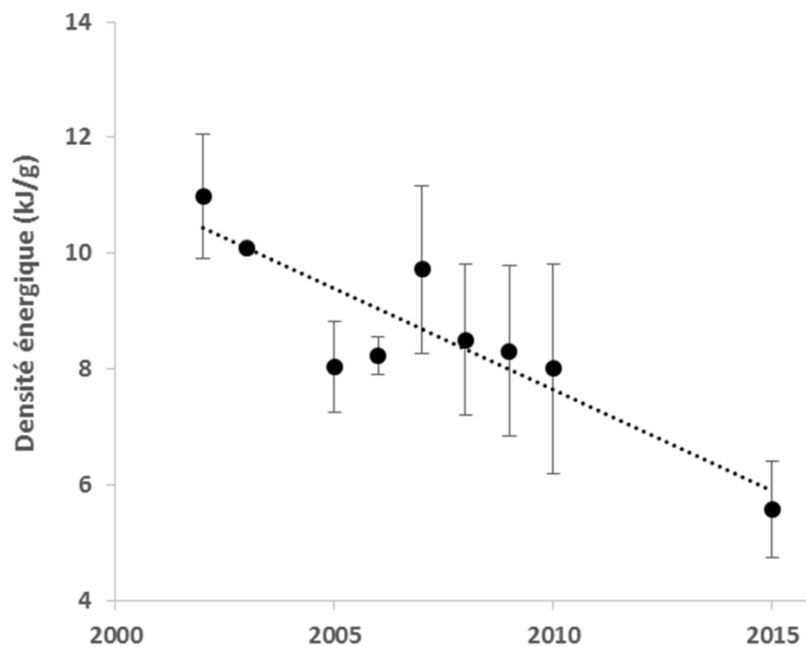


Figure 9. Variabilité temporelle de la densité énergétique de la sardine (*Sardina pilchardus*) à l'automne dans le golfe de Gascogne (Spitz, données préliminaires non publiées).

La variabilité spatiale pourra être elle explorée à deux échelles, d'abord au sein d'un écosystème, comme illustré dans le golfe de Gascogne avec les patrons spatiaux de densité énergétique observés chez un copépode (*Calanus helgolandicus*) (Dessier *et al.*, 2018). Ensuite, il paraît pertinent d'adopter une approche inter-écosystèmes où de mêmes communautés peuvent présenter des qualités différentes. Par exemple, des premières analyses réalisées sur un même assemblage d'espèces de poissons entre le golfe de Gascogne et le golfe du Lion tendent à suggérer des différences marquées des densités énergétiques entre l'Atlantique et la Méditerranée (résultats

en cours de publication). De telles variabilités traduiraient d'une part une différence dans la productivité de ces deux écosystèmes, et donc d'autre part, pourraient induire pour les prédateurs supérieurs une consommation de biomasse plus importante en Méditerranée pour permettre le même apport énergétique qu'en Atlantique.

Cet axe de recherche que je mène sur la qualité de ressources permettra d'explorer d'autres déterminants de la qualité en allant au-delà de la densité énergétique et du taux de lipides. La variabilité des concentrations en nutriments clés (*e.g.*, azote et phosphore), en métaux essentiels (*e.g.*, cuivre, cobalt, sélénium, zinc, ...), en vitamines ou en acides aminés par exemple seront plus largement explorées. Ces éléments présents en faible quantité demeurent néanmoins cruciaux pour le bon fonctionnement des organismes. Ainsi, des carences en certains éléments pourraient conduire à des modifications de la composition des communautés de prédateurs en défavorisant certaines espèces ou en avantageant d'autres. Les différents compartiments d'un écosystème, du phytoplancton aux vertébrés seraient ainsi décrits par une série de déterminants de la qualité pour l'alimentation des consommateurs. Des indices de diversité fonctionnelle reposant sur la composition nutritionnelle des espèces proies pourraient être alors calculés (redondance, rareté, ...) permettant à la fois de mieux comprendre la structure d'un écosystème mais également de comparer des écosystèmes marins différents.

Ces perspectives de recherche s'inscrivent dans une volonté de mettre en place un observatoire à long terme de la qualité nutritionnelle pour une large gamme d'espèces proies des prédateurs supérieurs.

COMPRENDRE : VERS UNE ECOLOGIE FONCTIONNELLE DE L'ALIMENTATION

Sélectivité *versus* Opportunisme

La compréhension des relations fonctionnelles proie-prédateur est certes difficile en milieu marin car sous l'eau la description des comportements alimentaires ainsi que la connaissance des champs de proies sont le plus souvent parcellaires. De plus, la taille et le mode de vie de ces prédateurs supérieurs rendent rarement possibles des expérimentations contrôlées à l'échelle de l'individu. Ainsi pour chaque espèce de prédateur, aller de la simple analyse de "*Quelles sont les espèces proies ?*" vers la compréhension de "*Pourquoi ces espèces proies en particulier sont retrouvées dans l'alimentation de ce prédateur ?*" est une démarche qui est encore peu suivie. Chez les mammifères marins par exemple, l'analyse du régime alimentaire se limite souvent à l'observation de la diversité et aux proportions relatives des espèces proies rencontrées dans l'alimentation du

prédateur. Par conséquent, l'appréciation de la sélection des proies par les mammifères marins est généralement réduite à l'interprétation de la richesse spécifique de l'alimentation. Ainsi des espèces présentant une alimentation monotypique telles que les siréniens et les baleines à fanons sont qualifiées de sélectives car ce sont respectivement des brouteurs de végétaux aquatiques ou des filtreurs de crustacés (Anderson, 1998; Fiedler *et al.*, 1998). A l'inverse, l'ensemble des mammifères marins à dents, pouvant présenter un large spectre d'espèces proies, sont considérées comme généralistes, c'est-à-dire ayant une niche alimentaire étendue (Harcourt *et al.*, 2002), voire opportuniste, c'est-à-dire dont l'alimentation est principalement le reflet de la disponibilité des niveaux trophiques inférieurs (Bearzi *et al.*, 2009).

J'ai d'abord développé une approche réductionniste en testant les relations entre le champ de proies disponibles (en qualité et en quantité) et la composition du régime alimentaire d'un prédateur. Cette approche a été conduite dans le golfe de Gascogne pour un grand poisson prédateur, le bar (Spitz *et al.*, 2013) et une espèce de petit cétacé, le dauphin commun (Spitz *et al.*, 2010b).

En Atlantique-nord, le bar adulte est l'un des plus grands poissons osseux vivant sur le plateau continental et cette espèce présente un fort intérêt patrimonial et économique. Au contraire du stade juvénile, l'écologie alimentaire des adultes est peu connue et en particulier au large. L'alimentation du bar adulte sur le plateau continental du golfe de Gascogne a été décrite à travers l'analyse de contenus stomacaux et de signatures isotopiques d'individus capturés au chalut (Spitz *et al.*, 2013). Le contenu des estomacs a été comparé pour chaque trait de chalut à la composition relative des espèces fourrages présentes. Nos résultats ont mis en évidence que le bar s'alimentait principalement de petits poissons pélagiques riche en lipides ; 80% de la biomasse ingérée sont liés à quatre espèces : maquereau (*Scomber scombrus*), chinchards (*Trachurus spp.*), anchois (*Engraulis encrasicolus*) et sardine (*Sardina pilchardus*). L'évaluation de la sélectivité locale des proies (chalut par chalut) mesuré par l'indice de sélectivité de Chesson révèle que le bar sélectionne fortement les petits poissons pélagiques et néglige les autres proies présentes à l'exception des poissons benthodémersaux qui semblent consommés aléatoirement ou parfois sélectionnés de manière secondaire (Figure 10).

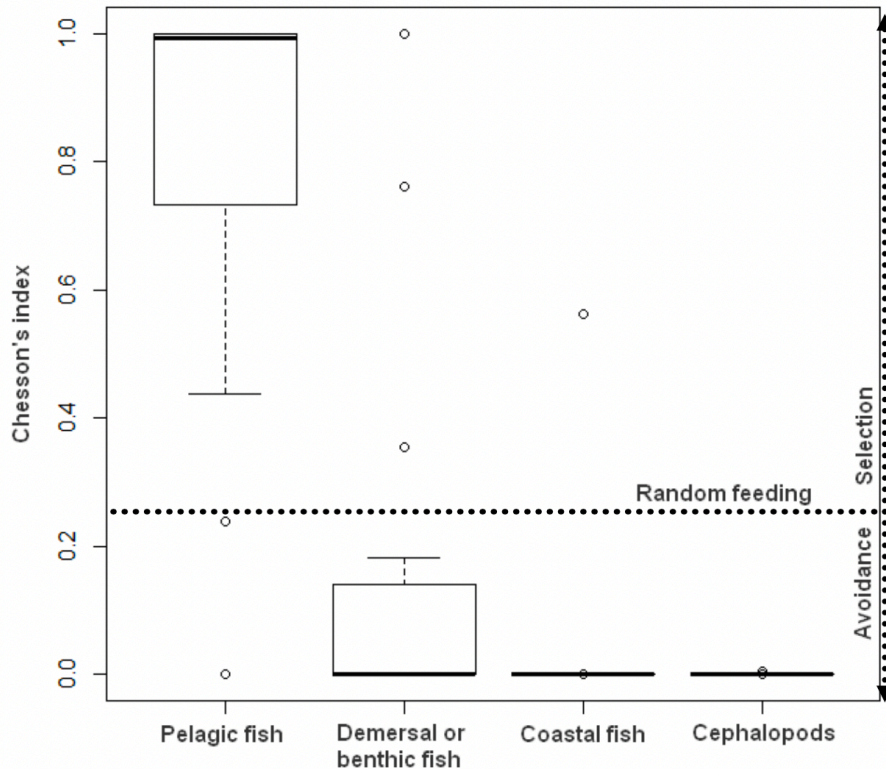


Figure 10 (extrait de *Spitz et al., 2013*). Boxplot de l'indice de Chesson à partir de 15 traits de chalut scientifiques où des estomacs de bars ont été échantillonnés, et diagnostic de la sélection des proies (l'indice de Chesson proche de la ligne pointillée horizontale représente une alimentation opportuniste, les valeurs au-dessus de la ligne représente une sélection positive des proies, la valeur en dessous un évitement). La ligne continue en gras à l'intérieur de chaque case est la médiane, et le bas et le haut de chaque case représentent respectivement les 25e et 75e percentiles. Les moustaches représentent les 10e et 90e centiles, respectivement, et les valeurs en dehors de cette fourchette sont tracées comme des valeurs aberrantes individuelles.

Pour l'étude sur le dauphin commun en zone océanique du golfe de Gascogne, la communauté des espèces de proies potentielles a été décrite à la fois en termes d'abondance relative et de densités énergétiques (ED) grâce à une série de chalutages conduits au-delà du talus continental (*Spitz et al., 2010b*). Ce champ de proies a été comparé au régime alimentaire des dauphins communs dans cette zone. Cette analyse du régime alimentaire d'un prédateur et de son champ de proies a révélé que le dauphin commun composait son régime alimentaire sur la base des densités énergétiques des proies disponibles (Figure 11 : sélection positive des proies selon l'indice de Chesson pour $ED > 5 \text{ kJ.g}^{-1}$). Les proies à haute énergie sont sélectionnées positivement dans le régime, et d'autant plus que leur densité énergétique est élevée ; par exemple le myctophidé *Notoscopelus kroeyeri* ($ED = 7,9 \text{ kJ.g}^{-1}$) représente moins de 10% de l'abondance relative dans l'environnement mais dépasse les 60% de l'abondance relative dans le régime alimentaire. A l'inverse, les proies à faible

énergie sont ignorées ; l'aléopocéphalidé *Xenodermichthys copei* (ED=2,1kJ.g⁻¹) est le petit poisson pélagique le plus abondant de la communauté mais est absent de l'alimentation du dauphin. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle les dauphins communs sélectionnent des espèces de proies à haute densité énergétique pour répondre à leur mode de vie énergétiquement coûteux et ne tiennent pas compte des proies à faible contenu énergétique, même lorsqu'elles sont abondantes dans l'environnement.

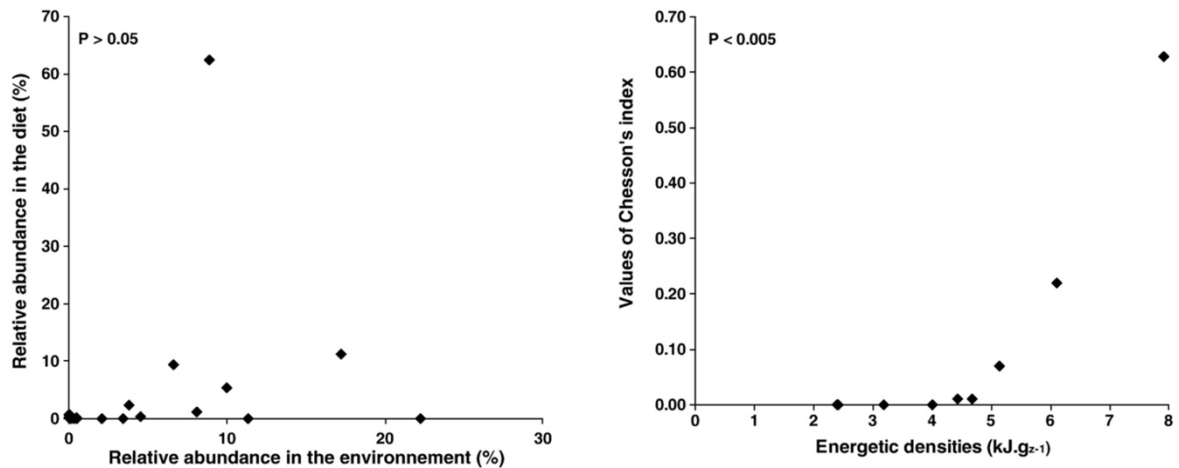


Figure 11 (extrait de Spitz et al., 2010b). A gauche, corrélation entre l'abondance relative dans l'environnement pour les principales espèces de poissons fourrage et leur abondance relative dans le régime alimentaire du dauphin commun. A droite, corrélation entre la valeur énergétique de ces mêmes espèces de poissons fourrages et leur valeur de l'indice de Chesson (les valeurs de l'indice Chesson autour de 0,07 représentent une alimentation opportuniste, les valeurs supérieures à ce seuil représentent une sélection positive des proies, les valeurs inférieures un évitement).

La mise en évidence d'une sélection des proies par les grands vertébrés marins permet de dépasser l'image de prédateurs opportunistes souvent attribuée à ces espèces. Les mécanismes de sélection apparaissent dépasser les classifications taxinomiques ou la simple morphologie des proies potentielles, ouvrant la voie à une recherche plus fine des relations fonctionnelles à l'origine de la sélectivité des proies.

Coûts de vie et qualité des ressources

L'écologie fonctionnelle a accompli des avancées majeures dans la compréhension des relations entre les traits fonctionnels des espèces et les caractéristiques de leurs habitats (Hanspach *et al.*, 2012). Malgré un cadre conceptuel solide développé en écologie végétale (Reiss *et al.*, 2009; Lavorel *et al.*, 2013), l'application des concepts basés sur les traits fonctionnels reste rare en écologie animale et particulièrement dans le domaine marin (Figure 12). Les interactions proie-prédateur reposent souvent exclusivement sur des relations taxinomiques sans prendre en considération les caractéristiques des proies. A l'opposé des études en écologie végétale ont depuis longtemps réussi à transcender la taxinomie en constituant des assemblages d'espèces et en identifiant des interactions reposant sur l'identification de traits fonctionnels clés (*e.g.*, surface foliaire, utilisation des nutriments, phénologie de la reproduction, taille des graines, ...).

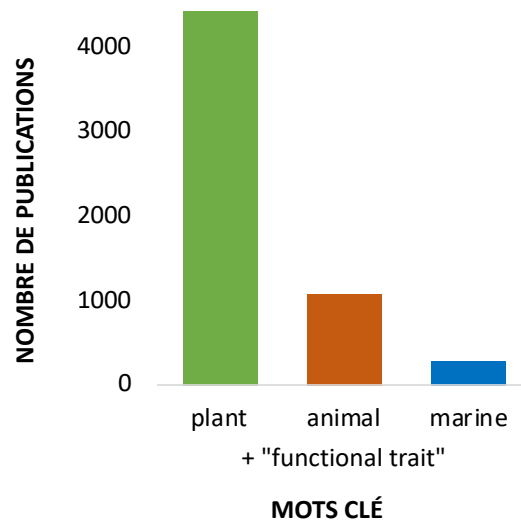


Figure 12. Nombre de publications avec le mot clé "functional trait" associé respectivement à "plant", "animal" et "marine" (Source Scopus, mars 2020).

Chez l'animal, le rapport coût/bénéfice de la prédation apparaît être un levier central dans la mise en place des relations fonctionnelles entre proies et prédateurs. Les liens éventuels entre les traits fonctionnels des proies et l'évaluation des besoins métaboliques sont encore trop rarement considérés chez les prédateurs supérieurs, notamment les mammifères marins (Benoit-Bird, 2004; Meynier *et al.*, 2008). La première limitation est qu'il est rarement possible de mettre un prédateur marin de grande taille dans les conditions expérimentales nécessaires à la mesure de son métabolisme, qu'il soit de base ou d'existence. Les études antérieures, principalement sur des animaux de captivité, véhiculent l'idée générale que les mammifères marins ont un métabolisme plus

élevé (environ 2 à 2,5 fois) que les mammifères terrestres de même taille (Costa and Williams, 1999). Cependant, la réalité est beaucoup plus complexe. En effet, les coûts d'existence en mer sont l'explication avancée du métabolisme élevé des mammifères marins. Or, les adaptations au milieu marin sont différentes en fonction des modèles de mammifères marins. Ainsi, les siréniens présenteraient un métabolisme inférieur aux prédictions conçues sur les mammifères terrestres (Kleiber, 1975), les phoques présenteraient un métabolisme proche des mammifères terrestres, les otaries, les delphinidés et la loutre de mer auraient eux un métabolisme nettement plus élevé. Les caractéristiques de l'alimentation de chaque prédateur pourraient être alors le reflet de ces contraintes métaboliques. Par exemple, les siréniens broutent des plantes aquatiques, une nourriture de faible qualité énergétique qui correspond à un style de vie économique (Berta *et al.*, 2008) et à l'opposé, le dauphin commun (*Delphinus delphis*) soutient donc ses besoins énergétiques élevés par une alimentation principalement composée de proies de haute qualité (Spitz *et al.*, 2010b).

A l'échelle d'une communauté de prédateurs, les cétacés du nord-est Atlantique, j'ai pu tester et mettre en évidence la pertinence d'une relation entre les caractéristiques de l'alimentation et le métabolisme des prédateurs par l'utilisation de traits fonctionnels sans prise en compte de la taxonomie. Il existe ainsi une forte relation entre la densité de mitochondries ou le taux de lipides dans le muscle (utilisés comme indicateurs de la performance musculaire) et la densité énergétique de l'alimentation (Figure 13). A l'inverse, il n'existe qu'une faible relation liant la masse corporelle des prédateurs et la qualité de l'alimentation (Spitz *et al.*, 2012).

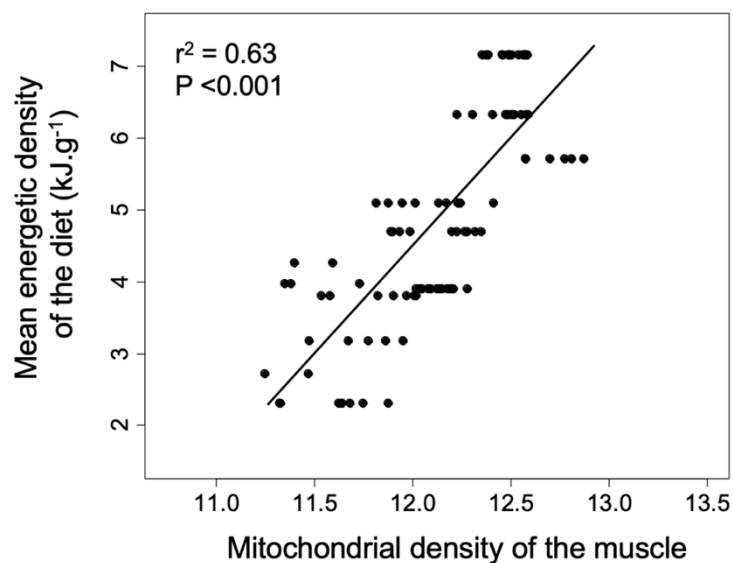


Figure 13 (extrait de Spitz *et al.* 2012). Relation entre la densité de mitochondries dans le muscle et la qualité de l'alimentation pour 68 cétacés appartenant à 11 espèces différentes.

Cette relation fonctionnelle a illustré sous un angle nouveau la variabilité des niches trophiques qui sous-tend à la co-existence des communautés au sein d'un écosystème. En réponse à un gradient de besoins nutritionnels, les espèces de cétacés présentent donc une variabilité interspécifique de la composition qualitative de leur alimentation. A l'échelle de l'évolution, les cétacés semblent avoir ainsi développé différentes stratégies écologiques (stratégies de reproduction et stratégies d'alimentation) qui correspondent à une large gamme de coûts énergétiques. Ces différences interspécifiques des coûts d'existence semblent être reflétées par des différences de la composition nutritionnelle de l'alimentation chez ces prédateurs. De telles relations liant le besoin des consommateurs et la qualité des ressources impliquent que la qualité des services de soutien apportés par un écosystème (production primaire, concentration en nutriments essentiels, ...) va conditionner la composition et l'état de santé des communautés de prédateurs.

J'ai ensuite pu généraliser cette relation construite autour d'un trait de prédateur et d'un trait de proie en testant des approches basées sur des ensembles de traits fonctionnels (Tableau 2). Des liens entre les caractéristiques morphologiques et écologiques des proies et des mammifères marins ont été identifiés et mettant en évidence les fonctions clés impliquées dans la sélection des proies sans prise en compte de la taxonomie (**Spitz *et al.*, 2014**).

Tableau 2 (extrait de *Spitz et al., 2014*). Traits et caractéristiques fonctionnels utilisés pour les cétacés et leurs proies.

PREY TRAITS	CATEGORIES	CODES	PREDATOR TRAITS	CATEGORIES	CODES
Body length	1-10 cm	L1	Body length	1-2 m	BL1
	10-30 cm	L2		2-5 m	BL2
	30-100 cm	L3		5-10 m	BL3
Body mass	1-10 g	W1		10-15 m	BL4
	10-100 g	W2		15-30 m	BL5
	100-500 g	W3	Body mass	10-100 kg	BM1
	500-1000 g	W4		100-500 kg	BM2
>1000 g	W5	500-1000 kg		BM3	
Body shape	Fusiform	F1		1000-10000 kg	BM4
	Compress	F2		10000-50000 kg	BM5
	Flat	F3	Frontal surface	400-1000 cm ²	FF1
	Cylindric	F4		1000-3000 cm ²	FF2
Spine	No	S1		3000-5000 cm ²	FF3
	Few	S2		5000-10000 cm ²	FF4
	Numerous	S3		10000-30000 cm ²	FF5
Photophores	Absence	P1	Fineness ratio	<5	FR1
	Presence	P2		>5	FR2
Color	Cryptic	C1	Rostrum	Presence	RO1
	Conspisius	C2		Absence	RO2
Skeleton	No	O1	Teeth on lower mandibular	0	TU1
	Exosquelette	O2		1-2	TU2
	Internal	O3		10-20	TU3
Mobility	Immobile	M1		20-50	TU4
	Low escape ability	M2		>50	TU5
	Swimmer	M3	Differentiated teeth	Presence	TD1
Water content	Low	WAT1		Absence	TD2
	Medium	WAT2	Baleen plates	Presence	FA1
	High	WAT3		Absence	FA2
Protein content	Low	PRO1	Echolocation	Presence	EC1
	Medium	PRO2		Absence	EC2
	High	PRO3	Vibrissae	Presence	VI1
Lipid content	Low	LIP1		Absence	VI2
	Medium	LIP2	School size	Isolated individual	GR1
	High	LIP3		Small	GR2
Ash content	Low	ASH1		Large	GR3
	Medium	ASH2	Sustainable swimming speed	<2 km.h-1	SS1
	High	ASH3		2-3 km.h-1	SS2
Energy density	Low	ED1		>3 km.h-1	SS3
	Medium	ED2	Maximum swimming speed	<6 km.h-1	SM1
	High	ED3		6-10 km.h-1	SM2
School size	Isolated individual	B1		>10 km.h-1	SM3
	Small	B2	Diving capability	0-200 m	DD1
	Large	B3		200-500 m	DD2
Horizontal habitat	Coastal	H1		500-1000 m	DD3
	Shelf	H2		1000-3000 m	DD4
	Slope	H3	Muscle mitochondrial density	Low	IM1
	Oceanic area	H4		Medium	IM2
Vertical habitat	Surface	V1		High	IM3
	Pelagic	V2	Muscle lipid content	Low	LT1
	Demersal	V3		Medium	LT2
	Benthic	V4		High	LT3
Diel migration	Absence	N1	Seasonal migration	Absence	G1
	Presence	N2		Presence	G2
Depth	0-30 m	D1	Depth	0-30 m	D1
	30-200 m	D2		30-200 m	D2
	200-500 m	D3		200-500 m	D3
	500-1000 m	D4		500-1000 m	D4
	1000-3000 m	D5		1000-3000 m	D5

Le développement d'approches fonctionnelles en écologie alimentaire est en effet essentiel pour dépasser le cadre taxinomique traditionnel et pour améliorer notre connaissance du fonctionnement des écosystèmes, notamment dans une perspective de conservation et de gestion de la faune sauvage. J'ai ainsi testé la pertinence d'utiliser des approches en trois matrices (*i.e.*, test du 4^e coin, analyse RLQ) adaptées et appliquées pour la première fois à des données de régime alimentaire. Notre étude a ainsi permis d'identifier les principaux traits fonctionnels qui façonnent les processus de sélection des proies, indépendamment de la taxinomie des prédateurs et des proies (traits présentant le plus grand nombre de corrélation et les valeurs de corrélations les plus élevées, Figure 14).

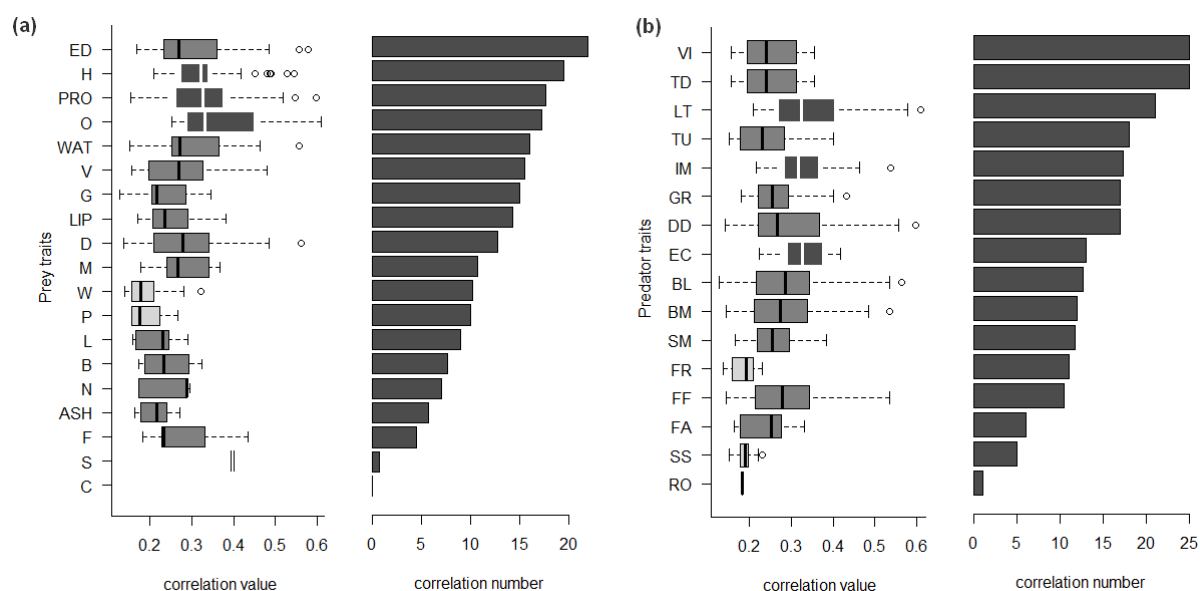


Figure 14 (extrait de *Spitz et al., 2014*). Valeurs (boxplot à gauche de chaque panneau) et nombre (barplot à droite de chaque panneau) des corrélations significatives trouvées pour chaque trait de proie (a) et de prédateur (b) obtenus par l'analyse du quatrième coin. Pour les boxplots, la ligne continue en gras à l'intérieur de chaque case est la médiane, et le bas et le haut de chaque case représentent les 25^e et 75^e centiles ; les moustaches représentent les 10^e et 90^e centiles et les valeurs en dehors de cette fourchette sont tracées comme des valeurs aberrantes individuelles ; la couleur indique l'intensité de la corrélation (gris clair indiquent des valeurs de corrélations positives <0,2, gris foncé des valeurs de corrélations de 0,2 à 0,3 et noires pour des valeurs >0,3). Les codes des traits sont disponibles dans le tableau 2.

Nos résultats ont révélé que les proies présentes dans le régime alimentaire des mammifères marins possèdent des traits fonctionnels qui sont directement et significativement liés aux caractéristiques de leurs prédateurs, ce qui permet d'établir une typologie fonctionnelle des relations entre les mammifères marins et leurs proies. Nous avons constaté que la sélection des proies des mammifères marins était principalement façonnée par les traits physiologiques, puis par les traits

morphologiques des prédateurs et des proies, confirmant que les coûts énergétiques des stratégies de recherche de nourriture et les performances musculaires sont des facteurs majeurs de la sélection des proies chez les mammifères marins. Ainsi, nous avons démontré que les approches basées sur les traits peuvent proposer de nouvelles guildes fonctionnelles de prédateurs, définies ici par leurs stratégies énergétiques (Figure 15), fournissant ainsi un cadre prometteur pour anticiper les effets des changements au sein des communautés de proies disponibles.

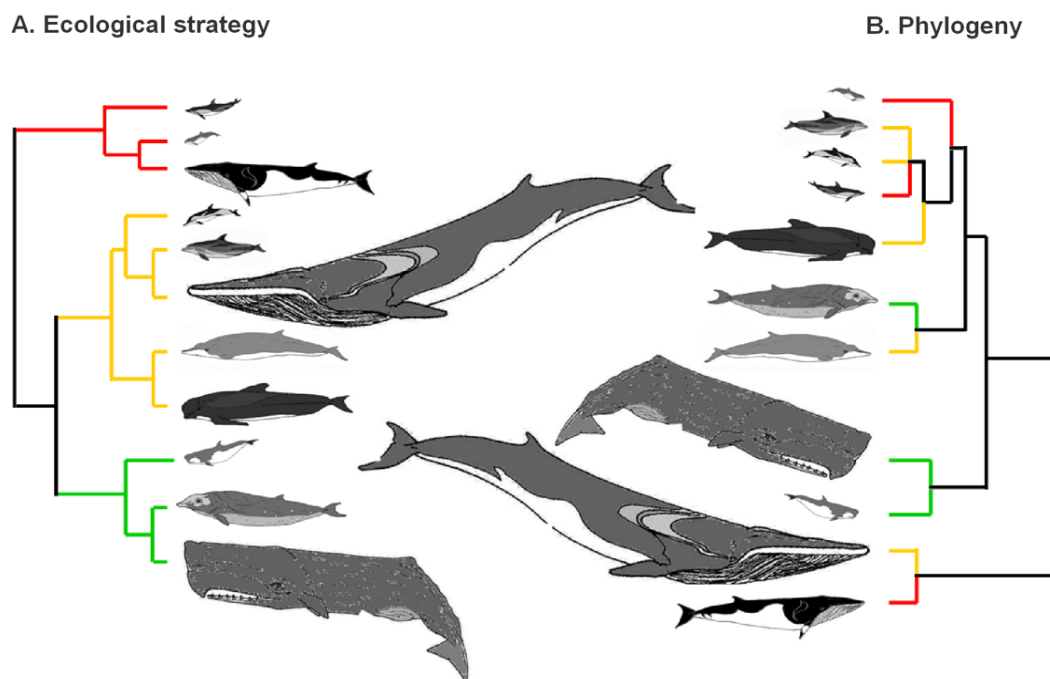


Figure 15 (extrait de *Spitz et al., 2012*). Arbres représentant les relations écologiques (A) et phylogéniques (B) au sein des cétacés. Les cétacés sont représentés à l'échelle. A gauche (A), l'arbre est construit d'après l'analyse de traits fonctionnels associés à la performance musculaire et à la composition des proies, les couleurs reflètent le niveau de coût de vie : élevé (rouge), modéré (jaune) ou faible (vert) et propose ainsi trois guildes de cétacés. A droite (B), l'arbre représente la phylogénie actuelle des cétacés étudiés.

Le développement d'analyses des relations proies-prédateurs reposant sur les traits fonctionnels offre donc un nouvel éclairage sur le fonctionnement des écosystèmes en redéfinissant les mécanismes de sélection des prédateurs, la fonction des proies et les assemblages d'espèces (Figure 15). Ces liens quantitatifs ainsi mis en évidence sont d'une importance majeure pour comprendre les dynamiques des interactions entre espèces en contribuant à mieux définir les relations de

dépendance des prédateurs envers leurs ressources, et ainsi permettre une meilleure qualification des flux de matière et d'énergie au sein des écosystèmes marins.

Perspective : Généraliser la relation entre le coût de vie et la qualité de l'alimentation

Après avoir ouvert la voie à une écologie fonctionnelle de l'alimentation chez les cétacés, il s'agit de tester la généralité des relations entre les traits fonctionnels des proies et des prédateurs. En particulier la relation entre coût de vie des prédateurs et profitabilité des proies doit être explorée pour différents grands groupes d'espèces présentant, entre groupes et en leur sein, de fortes variabilités phylogéniques, morphologiques et écologiques :

- Les pinnipèdes à travers le monde dont les caractéristiques des proies devraient être influencées par les stratégies reproductives, les performances de plongée et de nage et les contraintes de thermorégulation.
- Les oiseaux de mer dans l'océan austral dont les caractéristiques des proies devraient être influencées par les aptitudes de vol ou de plongée (vol plané et vol battu sont par exemple deux modes de locomotion associés à des coûts de transport très différents).
- Les grands poissons pélagiques dont les caractéristiques des proies devraient être influencées par la capacité pour chaque espèce à réguler sa température corporelle et par les performances de nage.

Je souhaite poursuivre à l'avenir l'établissement d'une banque de traits pour les proies et les prédateurs. Cette base de données servira de socle à la mise en évidence de relations entre la profitabilité des proies et les paramètres physiologiques et métaboliques des prédateurs. Elle devra notamment intégrer les analyses biochimiques de la qualité nutritionnelle des proies (*e.g.*, densités énergétiques, taux de lipides, concentrations en éléments essentiels) en complément d'autres caractéristiques morphologiques, physiologiques et comportementales chez les espèces proies. De manière analogue, des traits fonctionnels des prédateurs seront aussi mesurés à l'échelle du tissu, de l'individu ou de l'espèce afin de permettre des comparaisons interspécifiques à large échelle des coûts de prédation. Dans un premier temps, les indicateurs seront liés aux capacités de recherche et de capture des proies (*e.g.*, morphologie, performance musculaire, métabolisme énergétique) à travers la poursuite du développement d'indicateurs métaboliques reposant sur la caractérisation des mitochondries ou le ratio entre les différents types de fibres musculaires chez les organismes marins.

Cette caractérisation des traits fonctionnels des espèces permettra de poursuivre des analyses s'affranchissant de la taxinomie pour lier proies et prédateurs et comprendre la structuration fonctionnelle des réseaux trophiques. Les méthodes d'analyses en trois matrices (méthode du quatrième coin et analyse RLQ) offrent donc un cadre statistique pour lier les traits de proies au traits de prédateurs (Spitz *et al.*, 2014). Ces approches multi-tables permettent de tester simultanément le lien de multiples traits fonctionnels et d'identifier ainsi à la fois des traits clés mais aussi des groupes fonctionnels. Les espèces ainsi regroupées sur la base de profils de traits fonctionnels indépendants de la phylogénie permettent d'offrir une vision originale de la structure des réseaux trophiques. Notamment, ces nouveaux assemblages d'espèces permettront de construire des modèles de réseaux trophiques ou écosystémiques (*e.g.*, modèle Ecopath) originaux reposant sur des compartiments définis par une typologie fonctionnelle. Ces nouvelles guildes fondées sur la similarité de traits fonctionnels clés sont particulièrement pertinentes pour construire des modèles cohérents d'interactions entre espèces, et devraient ainsi représenter plus fidèlement les relations et les flux entre proies et prédateurs.

MESURER : QUANTIFIER LES FLUX DE MATIERES ET D'ENERGIE

Combien doit manger un prédateur marin ?

Le développement d'approches écosystémiques pour répondre aux enjeux de gestion de l'environnement est nécessaire pour assurer la pérennité des services écosystémiques, et pour maintenir ou restaurer la biodiversité marine et la durabilité économique à long terme des ressources (Pikitch *et al.*, 2004; Curtin and Prellezo, 2010). Toutefois, une condition essentielle et préalable à la mise en œuvre de la gestion écosystémique est de disposer de connaissances quantitatives sur les interactions prédateurs-proies, notamment sur le transfert d'énergie et les conséquences de la suppression d'espèces proies de l'écosystème.

Si les changements dans l'abondance ou la distribution des proies peuvent entraîner des pénuries de nourriture et un stress nutritionnel qui ont un impact négatif sur le nombre de prédateurs (Trites *et al.*, 1999; Österblom *et al.*, 2008), les changements dans l'abondance ou la distribution des prédateurs peuvent eux modifier l'abondance et la composition des communautés de proies, et provoquer des effets en cascade importants sur des écosystèmes entiers (Pace *et al.*, 1999; Baum and Worm, 2009). Cependant, notre capacité à prédire de tels changements et la mise en œuvre de politiques de gestion efficaces nécessitent de connaître l'abondance des populations, les interactions

proies-prédateurs, la structure du réseau trophique et les besoins énergétiques propres aux différentes espèces.

La consommation des prédateurs supérieurs - tels que les mammifères marins ou les oiseaux - est souvent une préoccupation majeure dans la gestion des écosystèmes marins en raison à la fois de l'impact qu'ils peuvent avoir sur le rendement des espèces commerciales (Trzcinski *et al.*, 2006; Morissette *et al.*, 2010), mais aussi l'impact que la pêche peut avoir sur la conservation des mammifères marins (Reynolds *et al.*, 2009). Ces deux préoccupations nécessitent d'évaluer les proies présentes et la quantité consommée pour élucider le rôle des mammifères marins dans l'écosystème et leurs interactions avec la pêche. La quantification des quantités de proies consommées par les prédateurs marins supérieurs nécessite des données sur l'abondance, la structure et la distribution des populations, les besoins énergétiques, le régime alimentaire et les densités énergétiques des proies (Figure 16) ; mais il est généralement difficile d'obtenir des estimations solides de la consommation en raison du manque de données sur ces prédateurs (Trites and Spitz, 2017b).

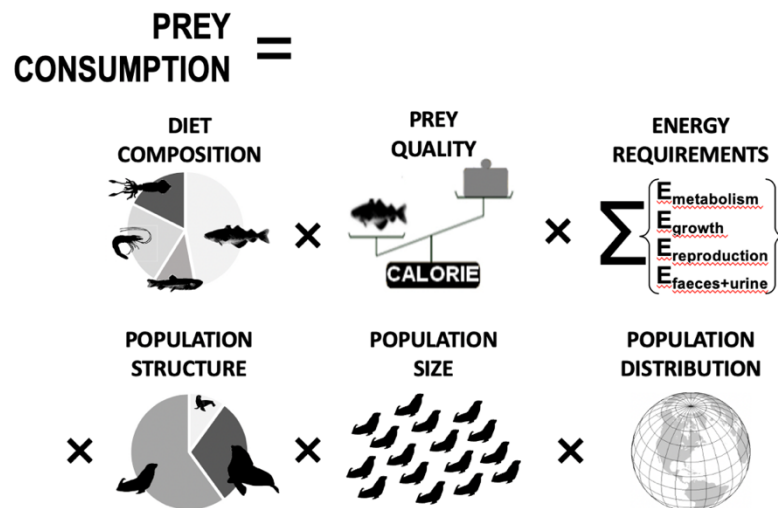


Figure 16 (extrait de *Trites and Spitz, 2017b*). Représentation conceptuelle du calcul de la consommation de proies par une population de mammifères marins.

Une réponse simpliste courante à la question de savoir combien les mammifères marins consomment est de considérer environ 2 à 5% du poids corporel d'un individu par jour. En comparaison, la consommation d'autres organismes marins est estimée à environ 4-15 % pour le zooplancton, 1-4 % pour les céphalopodes, 1-2 % pour les poissons et 15-20 % pour les oiseaux de mer

(Trites, 2003). Il convient toutefois de noter que la consommation de proies est plus complexe que ces chiffres ne le suggèrent. Ils ne tiennent pas compte, par exemple, des augmentations saisonnières des besoins énergétiques pendant les périodes de croissance et de reproduction, et ils négligent ainsi le fait que les classes d'âge immatures consomment généralement environ deux fois plus (par unité de poids corporel) que les individus matures.

En général, les espèces de petite taille ont des besoins énergétiques spécifiques de masse plus élevés que les espèces de grande taille (par exemple, 4 à 5 % pour les dauphins et 2 à 3 % pour les grandes baleines). Cependant, les besoins alimentaires ne s'équilibrent pas nécessairement uniquement en fonction de la masse. Par exemple, certaines espèces d'otaries à fourrure ont les mêmes besoins énergétiques (par unité de masse corporelle) qu'un cétacé deux fois plus grand, tandis que d'autres espèces, comme le dauphin à flancs blancs du Pacifique, ont besoin d'une biomasse de nourriture semblant disproportionnée par rapport à la masse corporelle seule. Il a été mis en évidence qu'un adulte de taille moyenne de cette espèce d'environ 80 kg a besoin d'environ 12 à 16 kg de poisson riche en lipides, soit 16-20 % de sa masse corporelle par jour (Rechsteiner *et al.*, 2013) ; alors que l'utilisation d'un modèle global basé uniquement sur sa masse corporelle prédit que ce même animal devrait consommer moins de 3,5 kg par jour, soit 4 % de sa masse corporelle (Innes *et al.*, 1987). Cette apparente déconnexion entre la taille corporelle et les besoins énergétiques chez certaines espèces reflète le fait que certains mammifères marins ont des métabolismes plus élevés et une musculature plus performante qui nécessitent davantage de proies pour satisfaire leurs besoins (Spitz *et al.*, 2012). Cela implique que les modèles simples utilisés pour déterminer les rations quotidiennes sont inefficaces pour estimer les besoins alimentaires d'espèces telles que les dauphins à flancs blancs, et que de nouveaux moyens sont nécessaires pour obtenir de meilleures estimations de la consommation de proies.

Les estimations actuelles des quantités de proies consommées par les prédateurs marins sont, au mieux, approximatives et doivent être affinées. De meilleures estimations seront disponibles à mesure de l'amélioration des estimations de l'abondance, de la distribution, du cycle de vie, et des régimes alimentaires, mais aussi de notre connaissance des différences interspécifiques à la fois du métabolisme énergétique des prédateurs et de la qualité énergétique des champs de proies consommées.

Des estimations de consommation à différentes échelles spatiales

Les estimations de consommation des prédateurs marins peuvent être réalisées à différentes échelles spatiales selon les sources de données disponibles. En fonction de l'échelle spatiale étudiée, la nature des interactions proie-prédateur mais aussi prédateur-homme peuvent différer. En particulier, les conflits entre prédateurs et pêcheries existent de longues dates et les travaux pour estimer les biomasses consommées par les prédateurs marins répondent souvent à un besoin d'objectiver l'intensité de ces interactions. Pour illustrer la réalisation de telles approches, je présenterai ici deux cas d'études : le phoque gris en mer d'Iroise (**Vincent *et al.*, 2016**) et la communauté de cétacés du golfe de Gascogne (**Spitz *et al.*, 2018**).

Le Parc Naturel Marin d'Iroise créé en 2007, premier parc naturel marin en France, affichait comme objectif lors sa création d'assurer à la fois le maintien de la biodiversité et la durabilité en son sein des certaines activités socio-économiques telles que la pêche professionnelle. Le parc accueille la plus grande colonie de phoque gris en France ce qui a permis d'identifier ce mammifère marin comme une espèce emblématique du parc. Néanmoins, son rôle dans l'écosystème local reste encore peu connu. À cet égard, au cours de la période précédant l'établissement officiel du parc marin, les parties prenantes ont demandé d'étudier l'utilisation de l'habitat et des ressources par les mammifères marins et leurs interactions avec les activités humaines dans la zone. Notamment, les interactions trophiques reviennent souvent au cœur des débats entre pêche professionnelle et protection des espèces de haut niveau trophique, comme les mammifères marins. Des conflits locaux avec la pêche commerciale ou récréative se produisent ainsi fréquemment là où les phoques sont présents. Ces conflits sont sans aucun doute exacerbés par la diminution des ressources halieutiques au cours du siècle dernier. En Iroise, le régime alimentaire du phoque gris est dominé par les vieilles (Labridae), le congre (*Conger conger*) et le bar (*Dicentrarchus labrax*) (Ridoux *et al.*, 2007). Quelques espèces de proies identifiées dans le régime alimentaire des phoques gris de la région sont également visées par la pêche professionnelle ou récréative, mais seules trois espèces ont à la fois une valeur commerciale élevée et représentent une part significative du régime alimentaire des phoques : le bar, le lieu jaune (*Pollachius pollachius*) et la sole commune (*Solea solea*). Dans ce contexte, les estimations de consommation des espèces de poissons par le phoque gris et leur comparaison aux débarquements de la pêche dans les mêmes zones avait pour but de fournir une première évaluation des chevauchements spatiaux et trophiques avec les pêcheries précédant la création du parc, et de permettre ainsi de futures études des effets du parc sur les interactions entre les phoques et les pêcheries.

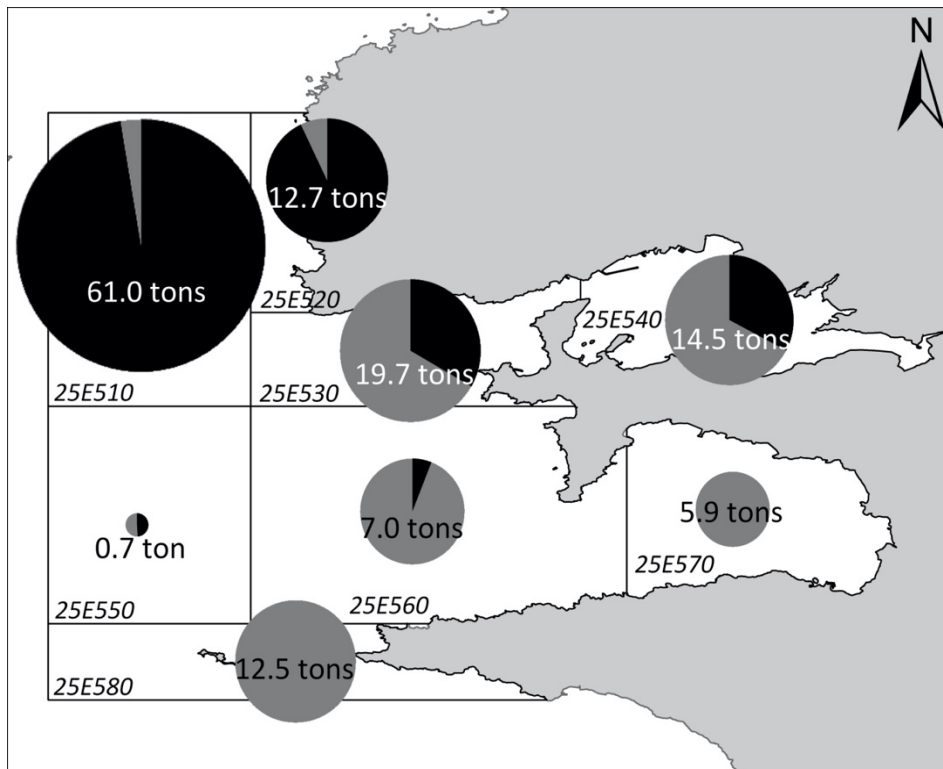


Figure 17 (extrait de Vincent et al., 2016). Chevauchement spatial et quantitatif entre l'effort de recherche de nourriture par les phoques et les activités de pêche, dans 8 sous-zones incluses dans le rectangle CIEM 25E5. Pour chaque sous-zone, la consommation totale de poisson est indiquée en tonnes, représentant la consommation estimée des phoques ajoutée aux débarquements des pêcheries, tandis que les graphiques montrent la proportion de poisson prise par les phoques (en noir) ou les pêcheurs (en gris).

Les besoins énergétiques de la colonie de phoques, en prenant en compte le sex-ratio et la répartition dans les différentes classes d'âge, a été évaluée et combinée avec les estimations de l'abondance des phoques et les données alimentaires pour évaluer la consommation totale des différents espèces proies par les phoques. Nous avons estimé que pendant la période d'étude au début des années 2000, la colonie de phoques gris de la mer d'Iroise consommait environ 115 tonnes de poisson par an. La principale source d'incertitude de ce calcul provient des intervalles de confiance autour des estimations de l'abondance totale des phoques. Cette consommation comprenait 13,6 tonnes de bar, 4,3 tonnes de lieu jaune et 2,7 tonnes de sole, soit respectivement 16,4, 1,8 et 5,2% des débarquements dans les mêmes zones pour ces trois espèces de poissons. A l'échelle spatiale où les phoques gris se nourrissent, le chevauchement entre les phoques et les pêcheries n'était pas homogène dans l'espace, il est plus important à proximité des reposoirs (Figure 17).

Cette étude a été la première conduite sur le comportement alimentaire des phoques gris à la limite sud de l'aire de répartition de l'espèce dans l'Atlantique Nord-Est. Une forte originalité de l'étude a résidé à fournir une estimation combinant la distribution spatiale de l'effort d'alimentation

des phoques, la consommation de proies au niveau de la colonie et les débarquements des pêcheurs pour les mêmes espèces de proies, pendant la même période et à la même échelle géographique. Les résultats suggèrent une faible relation compétitive entre phoque et pêche et prouvent l'intérêt de combiner différentes approches (télémétrie, recensement, analyse de régime alimentaire, modélisation) pour informer les décideurs locaux de l'intensité des interactions entre faune sauvage et activités humaines.

A une échelle plus vaste, le golfe de Gascogne est un écosystème soumis à des pressions de pêche intensives pour l'approvisionnement humain sur le plateau continental et le long du talus. Une grande diversité d'espèces de crustacés, de mollusques, de céphalopodes, de poissons pélagiques et démersaux est fortement exploitée des eaux côtières aux zones profondes. Au cours des 30 dernières années, la surexploitation de cet écosystème a provoqué l'effondrement de certains stocks, le déclin de la biomasse globale, une sévère réduction des longueurs de poissons et des changements dans les structures des communautés. De tels changements peuvent influencer de manière significative la dynamique des populations des espèces de niveau trophique supérieur dans le réseau alimentaire du golfe de Gascogne par des forçages dits « *bottom-up* » (Lassalle *et al.*, 2011), et peuvent être particulièrement négatifs pour les populations de cétacés (Lassalle *et al.*, 2012).

Les cétacés du golfe de Gascogne sont abondants et la communauté est très diversifiée avec plus de 20 espèces recensées à travers les campagnes d'observation et la surveillance des échouages (Spitz *et al.*, 2017). La composition de la communauté de cétacés varie en fonction des habitats, avec quatre espèces principales présentes sur le plateau continental (dauphin commun, *Delphinus delphis* ; grand dauphin, *Tursiops truncatus* ; marsouin commun, *Phocoena phocoena*, et petit rorqual, *Balaenoptera acutorostrata*), et six espèces principales sur le talus (dauphin bleu et blanc, *Stenella coeruleoalba*, globicéphale noir, *Globicephala melas*, dauphin de Risso, *Grampus griseus*, cachalot, *Physeter macrocephalus*, baleine à bec de Cuvier, *Ziphius cavirostris* et rorqual commun, *B. physalus*).

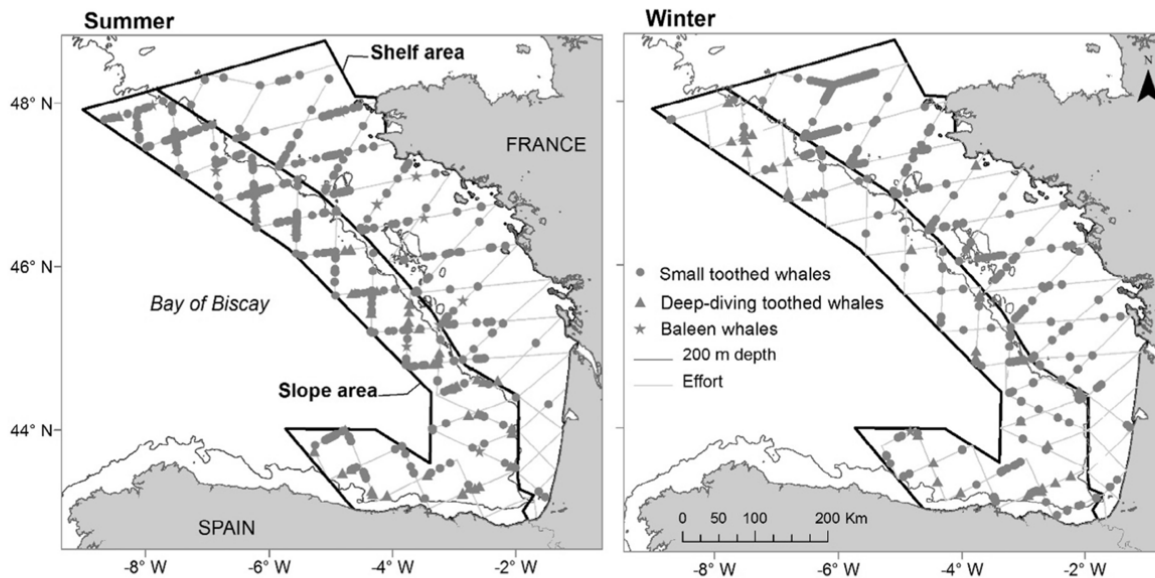


Figure 18 (extrait de *Spitz et al., 2018*). Le talus et le plateau continental du golfe de Gascogne avec les zones d'étude de la campagne aérienne SAMM délimitant les zones où la consommation de proies par les cétacés a été estimée : le plateau continental (< 200 m de profondeur, 103 374 km²) et le talus continental (200-2000 m de profondeur, 87 584 km²). Sont également illustrées la répartition des observations de petits cétacés (rond : marsouin, dauphin commun, dauphin bleu-et-blanc et grand dauphin), de cétacés grands plongeurs (triangle : globicéphale noir, cachalot et baleine à bec) et de baleines à fanons (étoile : rorqual commun et petit rorqual) en été (à gauche) et en hiver (à droite).

Ces dix espèces se nourrissent d'une large variété de proies allant du zooplancton aux calmars géants. Pour ces dix espèces de cétacés les plus abondantes dans le golfe de Gascogne, nous avons entrepris une évaluation complète des besoins énergétiques et de la consommation de proies en combinant les données récentes sur leur abondance provenant de relevés aériens (Figure 18), et leurs régimes alimentaires provenant d'analyses de contenus stomacaux. Nous avons également intégré des considérations fonctionnelles pour regrouper les proies et traiter les différences interspécifiques du coût de vie des cétacés. Nous avons utilisé les méthodes de Monte Carlo pour estimer la consommation annuelle et saisonnière (hiver et été) sur le plateau continental et le talus continental, ainsi que leurs incertitudes. Nous avons constaté que les populations de petits cétacés (qui sont beaucoup plus abondantes que les autres groupes de cétacés) nécessitent environ deux fois plus de ressources que l'ensemble formé par les baleines à fanons et les cétacés grands-plongeurs. Nos résultats montrent que les petits poissons vivant en bancs et riches en énergie sont le principal type de proies assurant la subsistance d'une grande partie de la communauté des cétacés dans le golfe de Gascogne.

Nos modèles indiquent que les prélèvements de biomasse de ces poissons riches en énergie par les cétacés sont 6 fois plus élevés que les prélèvements sur les autres groupes de proies dans le golfe de Gascogne (Figure 19). La plupart des populations de cétacés du golfe de Gascogne dépendent ainsi de réseaux trophiques riches en énergie. La réduction de la disponibilité de ces ressources affecterait considérablement la dynamique des populations de cétacés du Golfe, car les ressources alternatives ne sont généralement pas aussi profitables pour ces grands prédateurs.

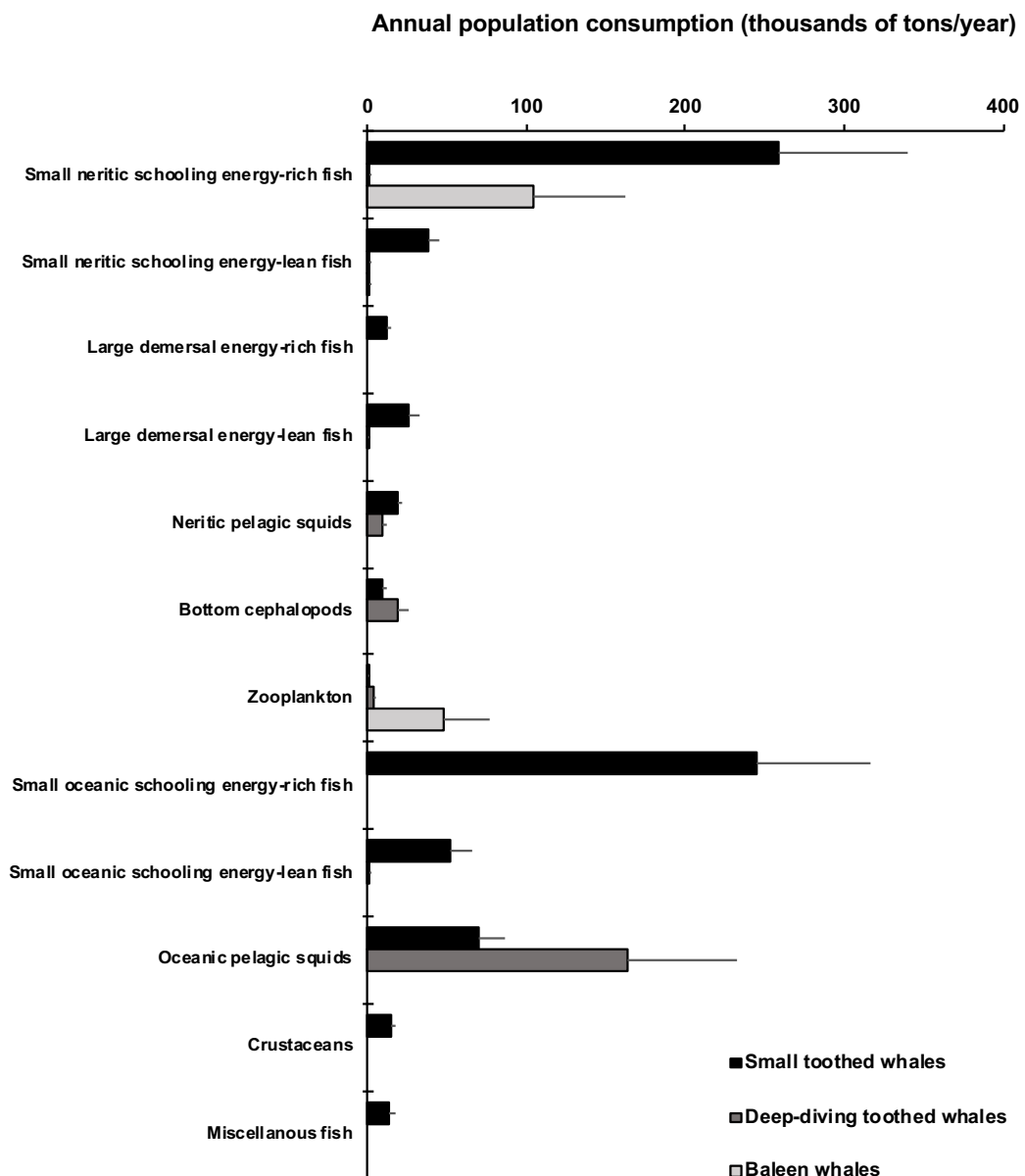


Figure 19 (extrait de *Spitz et al., 2018*). Consommation annuelle de 12 groupes de proies par 3 groupes de cétacés dans le golfe de Gascogne sur le plateau et le talus continental (milliers de tonnes/an). Les barres verticales représentent les valeurs supérieures de l'intervalle de confiance à 80 %.

Les réseaux trophiques riches en énergie semblent être particulièrement sensibles aux pressions climatiques ou humaines en raison d'une faible redondance fonctionnelle aux niveaux trophiques clés (Murphy *et al.*, 2016). En outre, les changements qui affectent les cycles des nutriments ou la production primaire peuvent avoir des effets en cascade rapides dans les réseaux trophiques courts et composés d'espèces proies riches en énergie. En conséquence, la gestion écosystémique dans le golfe de Gascogne - ou plus largement dans des écosystèmes productifs similaires basés sur des réseaux trophiques courts et riches en énergie - doit prendre en compte la qualité des proies (c'est-à-dire les densités énergétiques), plutôt qu'uniquement la biomasse globale des espèces disponibles. Si l'on considère que les poissons riches en énergie font souvent l'objet d'une pêche commerciale importante et comprennent des espèces soumises à des quotas, l'attribution explicite de quotas de poissons alloués aux prédateurs pourrait être une solution politique appropriée pour limiter le risque de pénurie de nourriture de haute qualité pour les prédateurs de haut niveau (Williams *et al.*, 2011). Étant donné l'importance des espèces proies riches en énergie pour les humains et les cétacés, il serait également pertinent de mettre en œuvre un programme rigoureux de surveillance des réseaux trophiques riches en énergie (des nutriments aux prédateurs) afin de garantir le maintien à long terme des fonctions et des services écosystémiques dans le golfe de Gascogne.

Perspectives : Prédire les conséquences des changements

Mes travaux antérieurs ont ainsi permis d'établir que les ressources marines, même à quantité égale, ne sont pas toujours interchangeables, et que les prédateurs, même proches taxonomiquement, ne sont pas exposés aux mêmes risques liés à des changements au sein des communautés de proies. Un changement dans la qualité des ressources disponibles peut ainsi déclencher une cascade d'effets ayant pour conséquence de modifier jusqu'aux communautés de prédateurs supérieurs présentes dans un écosystème, et faire ainsi peser un risque sur la pérennité des services fournis par cet écosystème. A l'instar de la considération croissante sur la qualité nutritionnelle de l'alimentation chez l'homme, la prise en compte de cette qualité pour les flux de matière au sein des écosystèmes devient un enjeu majeur de conservation pour les grands prédateurs, mais aussi pour le maintien des bénéfices apportés par les océans à l'Homme. Notre capacité à prédire la dynamique des écosystèmes marins pour assurer une conservation efficace des différentes facettes de la biodiversité est donc un enjeu écologique mais aussi social et économique, considérant

notamment le risque d'effondrement des apports en protéines et en lipides issus des ressources marines pour l'alimentation humaine.

Pour réaliser des prédictions sur la dynamique des réseaux trophiques, les modèles de consommation et les modèles écosystémiques existants sont souvent construits autour de compartiments définis taxonomiquement et mettent en jeu des flux de matière (*e.g.* flux de carbone, flux de biomasse). Les approches par les traits fonctionnels vont permettre de regrouper les espèces sur la base de profils fonctionnels similaires indépendants de la phylogénie. Ces nouvelles guildes fondées sur la similarité de traits fonctionnels clés sont particulièrement pertinentes pour construire des modèles prédictifs en offrant une vision originale de la structure des réseaux trophiques et ainsi permettre une évaluation plus robuste de la sensibilité des écosystèmes aux changements environnementaux affectant la biodiversité.

Il s'agira notamment de comprendre et de prédire les conséquences de changements affectant la composition des communautés de proies et de prédateurs sur la qualité des services écosystémiques. Les effets de cascades sur les offres potentielles de services pourront être évalués pour différents scénarios en mesurant notamment les effets sur l'abondance des espèces charismatiques, sur la productivité des espèces commerciales et sur le cycle des nutriments sous l'effet de différentes pressions (changement climatique, augmentation des contaminants, eutrophisation, ...). Je propose de débiter cette approche par une analyse de la contribution des grands prédateurs marins dans les flux des nutriments et le stockage du CO₂. En effet, le déclin actuel de la biodiversité serait en passe d'altérer les flux de matière et d'énergie dans les écosystèmes marins dont le cycle des nutriments, en limitant notamment les transferts d'azote et de phosphore en mer. La quantification du rôle des prédateurs marins dans les transferts de certains éléments clé comme le fer, l'azote ou le phosphore est un enjeu pour améliorer notre compréhension du fonctionnement des océans. D'une part, la modification de la qualité de leurs proies pourrait altérer la quantité et la qualité des transferts de matières assurés par ces grands vertébrés, tandis que la modification de l'abondance des prédateurs peut avoir, même lors d'un déclin, des impacts négatifs sur l'abondance de nombreuses espèces de niveaux trophiques inférieurs, dont des espèces exploitées pour l'alimentation humaine. L'objectif est d'explorer les mécanismes de rétrocontrôle que les prédateurs marins peuvent avoir sur l'écosystème dont particulièrement leur rôle dans l'ensemencement en nutriments du milieu par les matières fécales, et ce à différentes échelles spatiales, du local au global, afin notamment d'apporter des arguments scientifiques pour guider les politiques publiques de conservation. Cette approche sera conduite à une large échelle spatiale, afin d'évaluer et de comparer les apports de nutriments dus aux matières fécales et le CO₂ stockés par les communautés de grands

prédateurs marins dans différents grands écosystèmes contrastés (zone tropicale, zone tempérée, zone polaire). Ensuite, à méso-échelle, les contributions dans le fonctionnement écosystémique de prédateurs présentant des stratégies contrastées d'utilisation de l'espace seront comparées (*e.g.*, otarie et éléphant de mer dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises). Enfin, à une échelle locale, les conséquences des changements des communautés de proies ingérées sur les apports dissous de nutriments par les matières fécales seront évaluées, en focalisant d'abord cette approche dans les eaux françaises de métropole où des mesures directes de concentrations de nutriments dans les proies et dans les fèces sont possibles.

Il est attendu de ces modèles originaux une meilleure représentation du fonctionnement de systèmes complexes du plancton aux prédateurs supérieurs. Cette approche intégrée de modélisation fondée sur des groupes fonctionnels (plutôt que taxinomiques) avec une prise en compte de la qualité des ressources (plutôt que de la biomasse seule à travers des flux de carbone) devrait lever des verrous limitant notre compréhension du fonctionnement des réseaux trophiques, et permettre des comparaisons entre écosystèmes différents. Enfin, ces modèles permettront de fournir de nouveaux indices sur le fonctionnement et la stabilité de ces écosystèmes afin de mieux prédire les conséquences des forçages anthropiques ou/et environnementaux pouvant affecter différentes facettes de la biodiversité marine.

EVALUER ET GUIDER : FOURNIR DES INDICATEURS AUX DECIDEURS

Besoin de renseigner de l'état de la biodiversité marine

Afin de guider les prises de décision pour les politiques publiques de conservation et permettre la négociation sociale, il est indispensable de transposer la connaissance scientifique en outils d'aide à la décision. L'usage d'indicateurs est ainsi central dans l'appui scientifique aux gestionnaires et décideurs. Un indicateur doit permettre la standardisation, la quantification, la simplification et la communication de connaissances scientifiques. Standardisation et quantification sont indispensables pour une bonne application des méthodes scientifiques. Simplification et communication permettent la diffusion de résultats sous une forme exploitable et accessible par le plus grand nombre, dont les personnes ou services chargés de définir ou mettre en œuvre les politiques publiques de conservation (Shephard *et al.*, 2015).

La directive européenne cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008/56/CE) met en place un cadre permettant aux États membres de prendre toutes les mesures nécessaires pour atteindre ou maintenir un « Bon État Écologique » (BEE) du milieu marin à l'horizon 2020. Le BEE est

défini comme l'état écologique des eaux marines tel que celles-ci conservent la diversité écologique, le fonctionnement et le dynamisme des océans et des mers sans impact des pressions anthropiques. L'utilisation du milieu marin doit être durable, sauvegardant ainsi le potentiel de celui-ci aux fins des utilisations et activités des générations actuelles et à venir (Article 3 de la directive 2008/56/CE). L'Union européenne (UE) met ainsi en œuvre une approche écosystémique globale ambitieuse pour la gestion de ses eaux marines. Cette directive est en conséquence attendue comme l'instrument clé de la conservation du milieu marin en Europe. Elle se construit autour d'indicateurs quantitatifs de l'atteinte du BEE, mais aussi d'indicateurs d'atteinte des objectifs environnementaux et des indicateurs renseignant l'approche économique et sociale de la directive. L'usage d'indicateurs quantitatifs (*i.e.*, un paramètre mesurable, suivi et calculé de manière standard à long terme associé à un seuil quantitatif -valeur seuil ou tendance- fixant l'atteinte ou non de l'objectif avec prise en compte de l'incertitude ; Figure 20) représente un changement de paradigme, notamment pour la biodiversité, où l'évaluation qualitative fondée sur le dire-d'expert est encore souvent la norme.

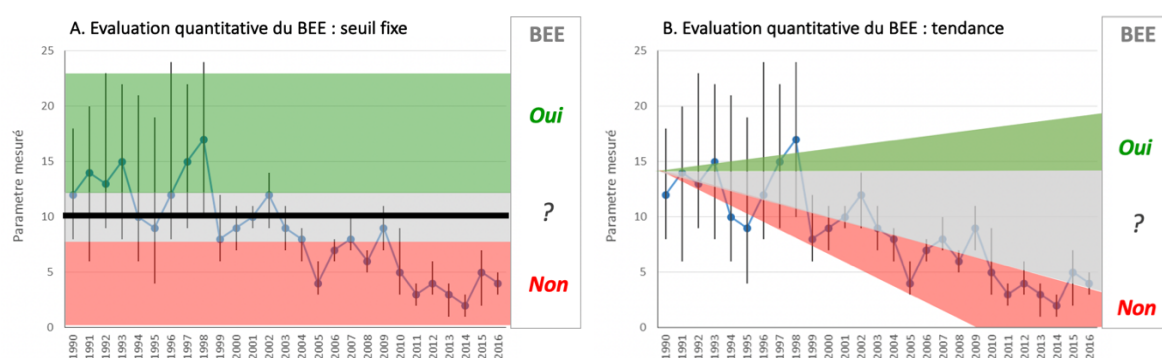


Figure 20. Illustration des attendus d'un indicateur quantitatif dans le cadre de la DCSMM : un paramètre mesuré (e.g., abondance d'une espèce, concentration d'un contaminant dans une matrice biologique,...) sur du long terme (ou au moins une période de référence et une période d'évaluation) et l'incertitude associée, un seuil défini soit par une valeur seuil pour le paramètre mesuré (panel A), soit par une valeur de pente pour une tendance d'évolution temporelle (panel B) qui fixe de part et d'autre l'atteinte ou non du Bon Etat Ecologique (BEE, respectivement en vert ou en rouge) avec une zone d'incertitude associée à la puissance statistique à détecter un changement (en gris).

La DCSMM est structurée autour de 11 descripteurs. Le descripteur 1 "Biodiversité" rassemble les groupes d'espèces identifiés comme des éléments pertinents pour l'évaluation du BEE de l'écosystème, soit les oiseaux, les mammifères, les reptiles, ainsi que les poissons et céphalopodes. Les mammifères marins représentent une composante à part entière du descripteur relatif à la biodiversité. En effet, ce sont des espèces très mobiles, dont la survie à long-terme va dépendre de l'état écologique des écosystèmes dont ils dépendent pour se nourrir et se reproduire. Les mammifères marins se caractérisent par des traits d'histoires de vie (faible fécondité, grande

longévité) qui les rendent particulièrement vulnérables aux pressions telles que les captures accidentelles, les collisions avec des navires, l'enchevêtrement dans des « filets fantômes », l'ingestion de polluants et de déchets (par exemple, les micro- et macro-plastiques), ou encore le bruit sous-marin. En conséquence, les mammifères marins peuvent être considérés comme des espèces sentinelles des écosystèmes marins, et dont le suivi va permettre de renseigner plus globalement le BEE.

L'atteinte du BEE pour les espèces du descripteur 1 repose sur l'évaluation de la distribution et de l'abondance des espèces suivies et de l'intensité des pressions pesant sur ces espèces. L'abondance et la distribution sont des critères faciles à énoncer mais difficiles à documenter en pratique chez les mammifères marins et à comparer à une situation de référence limitant souvent l'opérationnalité des indicateurs dédiés (Hummel *et al.*, 2015). Œuvrant en tant qu'un des pilotes scientifiques nationaux pour la mise en œuvre de la directive, je participe à la construction d'indicateurs dédiés à la DCSMM pour les mammifères marins. Nos premiers travaux ont porté sur les changements d'abondance d'oiseaux et mammifères marins dans le golfe de Gascogne au printemps entre 2004 et 2016 (Authier *et al.*, 2018), sur l'évaluation de l'intensification des pressions sur les populations de cétacés à travers la récurrence et l'intensité des événements extrêmes de mortalités (Bouchard *et al.*, 2019) ou sur l'importance des collisions de grands cétacés à travers le suivi des échouages (Peltier *et al.*, 2019).

Besoin d'indicateurs précoces pour les espèces longévives

Lorsque des suivis à long terme de populations de mammifères marins sont mis en œuvre, il est attendu qu'un déclin de l'abondance ou des changements de distribution traduisent un état dégradé de l'état de santé de ces populations. Cet état dégradé est soit lié à des pressions anthropiques affectant directement la dynamique de ces populations (*e.g.*, mortalités additionnelles), soit la conséquence d'une dégradation du bon état écologique de leurs habitats ou de leurs ressources. Néanmoins, les caractéristiques intrinsèques aux mammifères marins (longévité, mobilité, large distribution, faible densité) font qu'il est souvent difficile de détecter un changement d'abondance avant que le déclin ne soit majeur (Taylor *et al.*, 2007). La puissance statistique à détecter des changements d'abondance absolue est ainsi assez faible : seuls des changements majeurs peuvent être identifiés (*e.g.*, chute supérieure à 20 %, ce qui correspond à des déclin vertigineux). En conséquence, il est alors souvent trop tard pour prendre des mesures de conservation efficaces lorsqu'une diminution de l'abondance est détectée comme l'illustrent les extinctions annoncées du dauphin de Chine (*Lipotes vexillifer*) ou du vaquita (*Phocoena sinus*). Il est ainsi crucial de développer des indicateurs renseignant des changements affectant les paramètres démographiques ou

physiologiques afin de disposer d'indicateurs précoces d'une dégradation de l'état de santé des populations de mammifères marins (*i.e.*, avant de détecter une diminution significative de l'abondance des populations).

Ces indicateurs précoces doivent correspondre à des paramètres mesurables à l'échelle individuelle et renseigner sur des changements affectant la santé ou la démographie. Le plus souvent, ces indicateurs chercheront à mettre en évidence des changements associés aux paramètres reproductifs, à l'état nutritionnel ou immunitaire. Dans cette perspective, j'ai pu travailler sur le développement d'indicateurs reposant sur des changements d'expression des gènes pour renseigner d'un stress nutritionnel chez le lion de mer de Steller (**Spitz *et al.*, 2015a**). Les profils d'expression de gènes sont de plus en plus utilisés comme biomarqueurs pour détecter les réponses physiologiques d'un certain nombre d'espèces (dont essentiellement l'homme) aux maladies, à la dénutrition ou à d'autres facteurs de stress. Cependant, peu d'attention a été accordée à l'utilisation de l'expression des gènes pour évaluer les facteurs de stress et l'état physiologique des mammifères marins. Nous avons cherché à développer et à valider une approche en nutriginomique pour quantifier le stress nutritionnel chez les lions de mer de Steller. Nous avons soumis des lions de mer de Steller femelles en captivité à trois différents régimes alimentaires pendant 70 jours (apport alimentaire illimité, stress nutritionnel aigu et stress nutritionnel chronique), et prélevé des échantillons de sang sur chaque animal à la fin de chaque période (Figure 21).

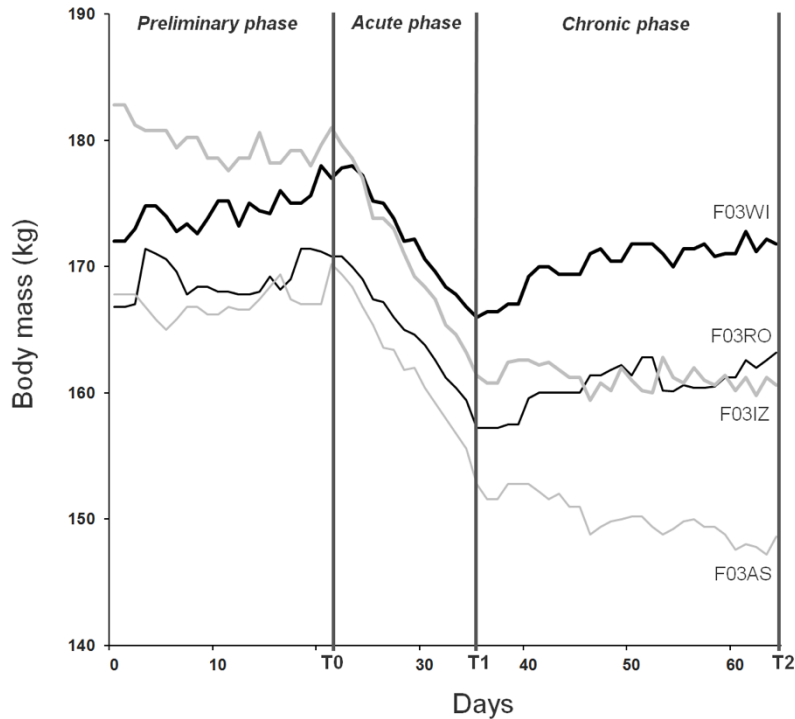


Figure 21 (extrait de *Spitz et al., 2015*). Variations de la masse corporelle individuelle de quatre lions de mer de Steller femelles (F03AS, F03IZ, F03RO, F03WI) sur 64 jours. Les moments où des échantillons de sang ont été prélevés sur les animaux sont indiqués pour les trois phases de l'expérimentation : la phase préliminaire (T0), la phase aiguë (T1) et la phase chronique (T2).

Nous avons ensuite extrait l'ARN des globules blancs et mesuré la réponse de huit gènes connus pour réagir à la restriction alimentaire chez les mammifères terrestres (Tableau 3).

Tableau 3 (extrait de *Spitz et al., 2015*). Gènes amplifiés et séquencés chez les lions de mer de Steller et leur voie d'expression connue en cas de stress nutritionnel.

Gene	Gene symbol	Pathways: biological processes, molecular functions
Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase	GAPDH	(House-keeping gene)
Cytochrome P450 3A34	CYP3A34	Oxidative stress: cell protection, oxidation-reduction process
Transforming growth factor beta	TGFβ	Immune response: proliferation control, cellular differentiation
Interleukin-1	IL1	Immune response: inflammatory response
Heat shock 70 kD protein	HSP70	Stress response: molecular chaperone
NAD-dependent deacetylase sirtuin-2	SIRT2	Cell cycle: lipid accumulation, cellular differentiation
Acetyl-CoA acetyltransferase 2	ACAT2	Lipid metabolism: cholesteryl ester synthesis
Thyroid hormone (T3) receptor alpha	TRα	Lipid/protein metabolism: lipolysis, protein synthesis

Dans l'ensemble, nous avons constaté que la réponse génomique des lions de mer de Steller subissant un stress nutritionnel était cohérente avec la façon dont les mammifères terrestres réagissent aux restrictions alimentaires. Nos lions de mer soumis à un stress nutritionnel ont régulé à

la baisse certains processus cellulaires impliqués dans la réponse immunitaire et le stress oxydatif, et à la hausse les réponses pro-inflammatoires et les processus métaboliques (Figure 22).

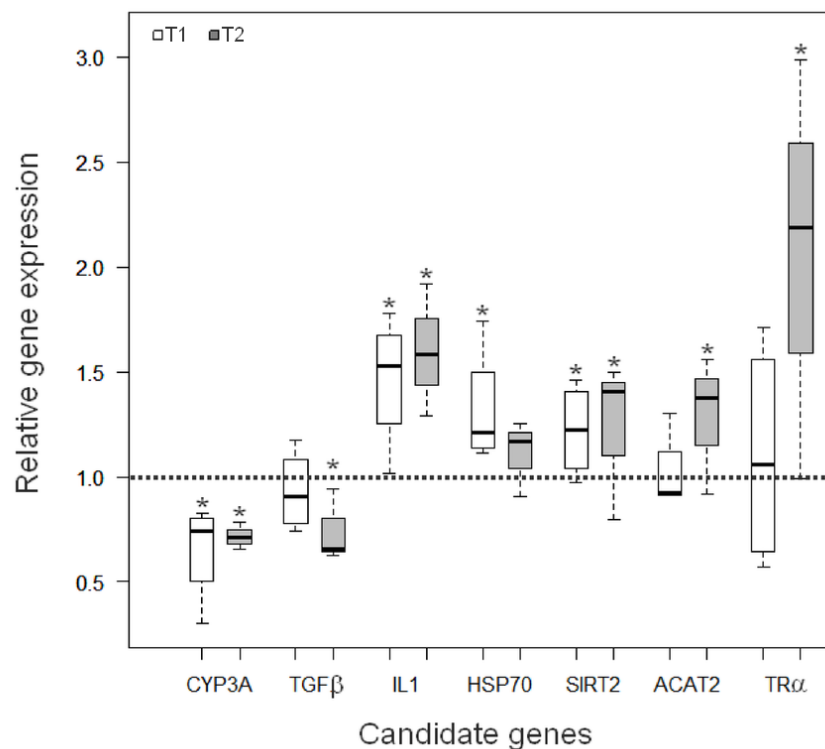


Figure 22 (extrait de *Spitz et al., 2015*). Boxplots montrant le profil de l'expression relative des gènes candidats chez les lions de mer de Steller en captivité après une restriction alimentaire aiguë (T1, n = 4) et une restriction alimentaire chronique (T2, n = 3). La ligne continue en gras dans chaque case représente la médiane des répliquats biologiques ; le bas et le haut de chaque case représentent respectivement les 25e et 75e percentiles ; et les moustaches représentent les 10e et 90e percentiles. Les astérisques indiquent les différences significatives (valeurs $P < 0,05$) entre les échantillons et le contrôle, tandis que la ligne en pointillés indique le niveau d'expression au niveau du contrôle (c'est-à-dire que l'expression génétique relative est fixée à "1" pendant un régime alimentaire normal).

La nutriginomique s'est avéré être un moyen prometteur de surveiller l'apparition d'un stress nutritionnel chez cette espèce. Notre étude constitue la première étape vers le développement d'un indicateur moléculaire du stress nutritionnel chez les mammifères marins, basé sur les changements de l'expression des gènes. Les changements dans l'expression des gènes devraient pouvoir fournir des biomarqueurs pertinents pour détecter les premiers signes de stress nutritionnel chez des prédateurs marins à risque suite à des changements de la qualité des ressources disponibles.

Perspectives : Vers une intégration à l'échelle des socio-écosystèmes

Atteindre des objectifs ambitieux de conservation des écosystèmes marins nécessite souvent de convaincre les décideurs publics et de remporter les négociations sociales afin de mettre en œuvre des mesures efficaces de protection. L'exemple du réchauffement climatique illustre parfaitement les difficultés rencontrées par la Science pour convaincre à la fois le grand public et les décideurs politiques sur la nécessité de changer nos pratiques pour limiter notamment nos émissions de CO₂. Pour la protection de la biodiversité marine, la difficulté de produire des constats sans équivoque de l'état de santé des populations et des habitats suffisamment tôt pour agir est, nous l'avons évoqué, une des premières limitations à lever pour la mise en place de mesures de gestion ou de protection efficaces. Le renforcement d'une surveillance à long terme des écosystèmes marins, associé en parallèle aux développements d'indicateurs renseignant précocement d'une dégradation sont indispensables pour disposer d'arguments scientifiques robustes et formuler des alertes sur l'état des populations et des écosystèmes marins.

Néanmoins, le constat scientifique d'une situation dégradée, bien que nécessaire, ne suffit rarement à lui seul pour emporter les négociations politiques ; l'arbitrage des politiques publiques est avant tout soumis à une évaluation des conséquences d'une situation dégradée. Un levier potentiellement plus important pour orienter les décisions de gestion est de réussir à répondre à la question : *Quel est le lien entre fonctionnement des écosystèmes marins et production de services pour l'Homme ?* en testant par exemple l'importance du maintien d'écosystèmes diversifiés, ou encore les conséquences du développement d'activités valorisant un patrimoine écologique préservé plutôt qu'exploité. Ainsi, il est d'une importance majeure de réussir à évaluer le rôle des grands prédateurs marins dans la dynamique des services écosystémiques. Il s'agira d'abord d'évaluer le rôle des oiseaux et mammifères marins pour la qualité de certains services écosystémiques, notamment ceux liés aux services de soutien, aux services d'approvisionnement et aux services socio-culturels. Conduite à la fois à une échelle globale mais également à l'échelle plus fine de différents écosystèmes ou sociétés, cette approche permettra la comparaison entre situations contrastées, notamment, d'une part pour des socio-écosystèmes marins bénéficiant d'une gouvernance cherchant à maximiser la biodiversité *versus* des socio-écosystèmes où les prédateurs marins ont été décimés, et d'autre part pour des socio-écosystèmes où les grands prédateurs bénéficient d'une forte protection *versus* des socio-écosystèmes qui exploitent directement ces espèces.

Cette compréhension du rôle des grands prédateurs marins dans la dynamique des services écosystémiques permettra ensuite de prédire les effets en cascades d'une érosion de ces populations. Ces prédictions pourront ainsi mesurer objectivement les impacts socio-économiques de changement

d'abondance dans les communautés de proies ou de prédateurs, notamment en estimant les bénéfices économiques et le coût de la dégradation de ces populations dans différents socio-écosystèmes. Dans cette perspective, une approche par bouquet de services est particulièrement pertinente. En effet, les services écosystémiques sont très souvent en interaction, impliquant une notion de compromis à trouver dans la gestion des écosystèmes. Au-delà de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes, l'approche par bouquet de services est alors importante pour prédire les conséquences à large échelle de décisions politiques.

Pour réaliser de telles projections, nous devons réussir un couplage entre des modélisations issues de l'écologie sur les réseaux trophiques (*e.g.* modèle Ecopath) et l'utilisation de systèmes multi-agents (*e.g.* CORMAS) issus des sciences humaines et sociales. Une des ambitions de cette approche sera de construire des modèles socio-écosystémiques originaux reposant sur des compartiments définis par une typologie fonctionnelle définis sous l'angle des services écosystémiques plutôt qu'une approche classique reposant sur des compartiments taxinomiques et des catégories socio-professionnelles. Ce type de modèle pourra formuler des prédictions quant aux impacts des pressions anthropiques ou des décisions de conservation pouvant affecter différents services écosystémiques, dont l'approvisionnement en ressources marines pour l'Homme et le cycle des certains nutriments clés comme le phosphore et le fer. Le couplage entre des modèles écologiques et économiques contribuera également à la création d'indicateurs reposant sur la valeur de la biodiversité et évaluant les coûts de maintien des potentialités écologiques. Une telle approche doit ainsi permettre à l'avenir d'appuyer les stratégies de conservation en apportant des éléments quantitatifs aux différents arbitrages associés à la mise en place des politiques publiques assurant la conservation des populations de prédateurs marins et de leurs fonctionnalités.

CONCLUSION

Aujourd'hui, les écosystèmes marins se modifient sous la pression de changements globaux (*e.g.*, réchauffement, acidification, surpêche, introduction d'espèces nouvelles, ...). On assiste dans certaines régions à des modifications de la biodiversité fonctionnelle comme l'émergence d'une nourriture de faible qualité nutritionnelle combinée à une chute de l'abondance de proies de haute qualité. Ces changements au sein des communautés d'espèces fourrages ont conduit au déclin de certaines populations d'oiseaux de mer et de mammifères marins en modifiant les flux d'énergie entre les différents compartiments des réseaux trophiques impactés. Ces changements font également peser un risque sur la capacité future des écosystèmes marins à soutenir certains services comme

l'approvisionnement pour la consommation humaine ou le recyclage de la matière, et notamment dans un contexte d'interactions trophiques entre l'Homme et les grands prédateurs marins.

Les grands vertébrés marins (mammifères, oiseaux, tortues, grands poissons, requins et raies) jouent certainement un rôle clé, mais encore très mal connu, dans le fonctionnement des écosystèmes et le maintien de services écosystémiques. Les variations de leur abondance vont modifier l'intensité du rétrocontrôle que ces prédateurs peuvent avoir sur l'écosystème dont notamment leur rôle dans la dynamique des espèces commerciales exploitées par l'homme, ou encore sur le recyclage de la matière et l'ensemencement en nutriments du milieu par les matières fécales. Ainsi la prise en compte de la qualité nutritionnelle des ressources marines est certes d'un intérêt majeur pour l'alimentation humaine, mais également une variable clé pour le maintien des populations de grands prédateurs, ainsi que pour la pérennité d'un ensemble plus vaste de bénéfices apportés par les océans à l'Homme.

Mes travaux de recherche se positionne dans un grand défi actuel qu'est la compréhension du fonctionnement des réseaux trophiques à forte biodiversité et de leurs rôles dans la production de services pour l'Homme. En dépassant le cadre classique de l'étude des relations proie-prédateur grâce aux apports de l'écologie fonctionnelle, des résultats originaux ont été obtenus à travers l'étude des profils d'espèces définis par leurs traits fonctionnels, notamment ceux caractérisant la qualité nutritionnelle des proies (*e.g.*, densité énergétique, taux de lipides, concentrations en nutriments, ...) et les performances des prédateurs associées à la recherche alimentaire (*e.g.*, performance musculaire, taux métabolique, morphologie). Cette démarche de recherche en écologie fonctionnelle de l'alimentation est en train de modifier notre vision des flux au sein des réseaux trophiques et devrait éclairer d'un jour nouveau la dynamique des écosystèmes marins. Les perspectives proposées permettront de prédire les effets de l'érosion de la biodiversité des communautés de proies disponibles pour les prédateurs marins, et ainsi évaluer la robustesse des écosystèmes marins face à des changements environnementaux ou sous l'effet des pressions anthropiques. Ces avancées de la connaissance scientifique des relations proie-prédateur devront en retour permettre de guider les priorités d'action pour les politiques publiques de conservation en intégrant à la fois les enjeux de conservation de la biodiversité, la demande sociétale mais aussi certains enjeux socio- économiques liés à l'exploitation des écosystèmes marins.

REFERENCES

- Anderson PK. 1998. Shark Bay dugongs (*Dugong dugon*) in summer. II: Foragers in a Halodule-dominated community. *Mammalia* 62: 409–426.
- Authier M, Spitz J, Blanck A, Ridoux V. 2017. Conservation science for marine megafauna in Europe: Historical perspectives and future directions. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 1–7.
- Authier M, Dorémus G, Van Canneyt O, Boubert J-J, Gautier G, Doray M, Duhamel E, Massé J, Petitgas P, Ridoux V. 2018. Exploring change in the relative abundance of marine megafauna in the Bay of Biscay, 2004–2016. *Progress in Oceanography* 166: 159–167.
- Baum JK, Worm B. 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology* 78: 699–714.
- Bearzi G, Fortuna CM, Reeves RR. 2009. Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 39: 92–123.
- Benoit-Bird KJ. 2004. Prey caloric value and predator energy needs: foraging predictions for wild spinner dolphins. *Marine Biology* 145: 435–444.
- Berta A, Sumich JL, Kovak K. 2008. Marine mammals: Evolutionary biology, 2nd edition. San Diego.
- Bouchard C, Bracken C, Dabin W, Van Canneyt O, Ridoux V, Spitz J, Authier M. 2019. A risk-based forecast of extreme mortality events in small cetaceans: Using stranding data to inform conservation practice. *Conservation Letters* 12: e12639.
- Cardinale BJ, Srivastava DS, Duffy JE, Wright JP, Downing AL, Sankaran M, Jouseau C. 2006. Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature* 443: 989–992.
- Charnov EL. 1976. Optimal foraging: Attack strategy of a mantid. *American Naturalist* 110: 141–151.
- Cheung WWL, Lam VWY, Sarmiento JL, Kearney K, Watson R, Pauly D. 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries* 10: 235–251.
- Costa DP, Williams TM. 1999. Marine mammal energetics. *Biology of Marine Mammals*: 176–217.
- Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski I, Fioramonti L, Sutton P, Farber S, Grasso M. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28: 1–16.
- Curtin R, Prellezo R. 2010. Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy* 34: 821–830.
- Dessier A, Dupuy C, Kerric A, Mornet F, Authier M, Bustamante P, Spitz J. 2018. Variability of energy density among mesozooplankton community: new insights in functional diversity to forage fish. *Progress in Oceanography* 166: 121–128.
- Doughty CE, Roman J, Faurby S, Wolf A, Haque A, Bakker ES, Malhi Y, Dunning JB, Svenning J-C. 2016. Global nutrient transport in a world of giants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113: 868–873.
- Dulvy NK, Rogers SI, Jennings S, Stelzenmüller V, Dye SR, Skjoldal HR. 2008. Climate change and deepening of the North Sea fish assemblage: a biotic indicator of warming seas. *Journal of Applied Ecology* 45: 1029–1039.
- Fiedler PC, Reilly SB, Hewitt RP, Demer D, Philbrick VA, Smith S, Armstrong W, Croll DA, Tershy BR, Mate BR. 1998. Blue whale habitat and prey in the California Channel Islands. *Deep-Sea Research Part II* 45: 1781–1801.
- Hanspach J, Fischer J, Ikin K, Stott J, Law BS. 2012. Using trait-based filtering as a predictive framework for conservation: a case study of bats on farms in southeastern Australia. *Journal of Applied Ecology* 49: 842–850.
- Harcourt RG, Bradshaw CJA, Dickson K, Davis LS. 2002. Foraging ecology of a generalist predator the female New Zealand fur seal. *Marine Ecology Progress Series* 227: 11–24.
- Heithaus MR, Frid A, Wirsing AJ, Worm B. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 202–210.
- Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S, et al. 2005. Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3–35.
- Hummel H, Frost M, Juanes JA, Kochmann J, Bolde CFCP, Aneiros F, Vandenbosch F, Franco JN, Echavarri B, Guinda X, et al. 2015. A comparison of the degree of implementation of marine biodiversity indicators by European countries in relation to the Marine Strategy Framework Directive (MSFD). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 95: 1519–1531.
- Innes S, Lavigne DM, Earle WM, Kovacs KM. 1987. Feeding Rates of Seals and Whales. *Journal of Animal Ecology* 56: 115–130.
- Jackson JBC. 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 11458–11465.
- Jeanniard du Dot T, Rosen DAS, Richmond JP, Kitaysky AS, Zinn SA, Trites AW. 2009. Changes in glucocorticoids, IGF-I and thyroid hormones as indicators of nutritional stress and subsequent refeeding in Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Comparative Biochemistry and Physiology-Part A: Molecular & Integrative Physiology* 152: 524–534.
- Kleiber M. 1975. The fire of life: an introduction to animal energetics. Huntington, NY.
- Lassalle G, Lobry J, Le Loc'h F, Bustamante P, Certain G, Delmas D, Dupuy C, Hily C, Labry C, Le Pape O. 2011. Lower trophic levels and detrital biomass control the Bay of Biscay continental shelf food web: Implications for ecosystem management. *Progress in Oceanography* 91: 561–575.
- Lassalle G, Gascuel D, Le Loch F, Lobry J, Pierce GJ, Ridoux V, Santos MB, Spitz J, Niquil N. 2012. An ecosystem approach for the assessment of fisheries impacts on marine top predators: The Bay of Biscay case study. *ICES Journal of Marine Science* 69: 925–938.
- Lavorel S, Storkey J, Bardgett RD, Bello F de, Berg MP, Roux XL, Moretti M, Mulder C, Pakeman RJ, Díaz S, et al. 2013. A novel framework for linking functional diversity of plants with other trophic levels for the quantification of ecosystem services. *Journal of Vegetation Science* 24: 942–948.
- MacArthur RH, Pianka ER. 1966. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist* 100: 603–609.
- Maes J, Egoh B, Willemen L, Liqueste C, Vihervaara P, Schägner JP, Grizzetti B, Drakou EG, Notte AL, Zulian G, et al. 2012.

- Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1: 31–39.
- McIntyre PB, Jones LE, Flecker AS, Vanni MJ. 2007. Fish extinctions alter nutrient recycling in tropical freshwaters. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 4461–4466.
- Meynier L, Pusineri C, Spitz J, Santos MB, Pierce GJ, Ridoux V. 2008. Intraspecific dietary variation in the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay: importance of fat fish. *Marine Ecology Progress Series* 354: 277–287.
- Morissette L, Kaschner K, Gerber L. 2010. ‘Whales eat fish’? Demystifying the myth in the Caribbean marine ecosystem. *Fish and Fisheries* 11: 388–404.
- Murphy EJ, Cavanagh RD, Drinkwater KF, Grant SM, Heymans JJ, Hofmann EE, Hunt GL, Johnston NM. 2016. Understanding the structure and functioning of polar pelagic ecosystems to predict the impacts of change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283: 20161646.
- Myers RA, Worm B. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280–283.
- Österblom H, Olsson O, Blenckner T, Furness RW. 2008. Junk-food in marine ecosystems. *Oikos* 117: 967–977.
- Pace ML, Cole JJ, Carpenter SR, Kitchell JF. 1999. Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 483–488.
- Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres F. 1998a. Fishing Down Marine Food Webs. *Science* 279: 860–863.
- Pauly D, Trites AW, Capuli E, Christensen V. 1998b. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science* 55: 467–481.
- Pauly D, Watson R, Alder J. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 5–12.
- Peltier H, Beaufile A, Cesarini C, Dabin W, Dars C, Demaret F, Dhermain F, Doremus G, Labach H, Van Canneyt O, et al. 2019. Monitoring of marine mammal strandings along French coasts reveals the importance of ship strikes on large cetaceans: A challenge for the European Marine Strategy Framework Directive. *Frontiers in Marine Science* 6.
- Pereira HM, Leadley PW, Proença V, Alkemade R, Scharlemann JPW, Fernandez-Manjarrés JF, Araújo MB, Balvanera P, Biggs R, Cheung WWL, et al. 2010. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science* 330: 1496–1501.
- Perry G, Pianka ER. 1997. Animal foraging: past, present and future. *Trends in Ecology & Evolution* 12: 360–364.
- Pikitch EK, Santora C, Babcock EA, Bakun A, Bonfil R, Conover DO, Dayton P, Doukakis P, Fluharty D, Heneman B, et al. 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. *Science* 305: 346–347.
- Rechsteiner EU, Rosen DAS, Trites AW. 2013. Energy requirements of Pacific white-sided dolphins (*Lagenorhynchus obliquidens*) as predicted by a bioenergetic model. *Journal of Mammalogy* 94: 820–832.
- Reiss J, Bridle JR, Montoya JM, Woodward G. 2009. Emerging horizons in biodiversity and ecosystem functioning research. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 505–514.
- Reynolds JEI, Marsh H, Ragen TJ. 2009. Marine mammal conservation. *Endangered Species Research* 7: 23–28.
- Ridou V, Spitz J, Vincent C, Walton MJ. 2007. Grey seal diet at the southern limit of its European distribution: combining dietary analyses and fatty acid profiles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 255–264.
- Rosen DAS, Trites AW. 2000. Pollock and the decline of Steller sea lions: testing the junk-food hypothesis. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1243–1250.
- Rosen DAS, Trites AW. 2004. Satiation and compensation for short-term changes in food quality and availability in young Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*). *Canadian Journal of Zoology* 82: 1061–1069.
- Shepherd S, Greenstreet SPR, Piet GJ, Rindorf A, Dickey-Collas M. 2015. Surveillance indicators and their use in implementation of the Marine Strategy Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science* 72: 2269–2277.
- Spitz J, Jouma’a J. 2013. Variability in energy density of forage fishes from the Bay of Biscay (north-east Atlantic Ocean): reliability of functional grouping based on prey quality. *Journal of Fish Biology* 82: 2147–2152.
- Spitz J, Richard E, Meynier L, Pusineri C, Ridoux V. 2006a. Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic waters of the Bay of Biscay. *Journal of Sea Research* 55: 309–320.
- Spitz J, Rousseau Y, Ridoux V. 2006b. Diet overlap between harbour porpoise and bottlenose dolphin: An argument in favour of interference competition for food? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 70: 259–270.
- Spitz J, Mariotti L, Caillot E, Ridoux V, Elder JF. 2010a. The diet of the harbour seal at the southern limit of its European range. *NAMMCO Scientific Publications* 8: 313–328.
- Spitz J, Mouroucq E, Leauté J-P, Quérou J-C, Ridoux V. 2010b. Prey selection by the common dolphin: Fulfilling high energy requirements with high quality food. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 390: 73–77.
- Spitz J, Mouroucq E, Schoen V, Ridoux V. 2010c. Proximate composition and energy content of forage species from the Bay of Biscay: High- or low-quality food? *ICES Journal of Marine Science* 67: 909–915.
- Spitz J, Cherel Y, Bertin S, Kiszka J, Dewez A, Ridoux V. 2011. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 58: 273–282.
- Spitz J, Trites AW, Becquet V, Brind’Amour A, Cherel Y, Galois R, Ridoux V. 2012. Cost of living dictates what whales, dolphins and porpoises eat: the importance of prey quality on predator foraging strategies. *PLoS One* 7: e50096.
- Spitz J, Chouvelon T, Cardinaud M, Kostecki C, Lorange P. 2013. Prey preferences of adult sea bass *Dicentrarchus labrax* in the northeastern Atlantic: implications for bycatch of common dolphin *Delphinus delphis*. *ICES Journal of Marine Science* 70: 452–461.
- Spitz J, Ridoux V, Brind’Amour A. 2014. Let’s go beyond taxonomy in diet description: Testing a trait-based approach to prey-predator relationships. *Journal of Animal Ecology* 83: 1137–1148.
- Spitz J, Becquet V, Rosen DA, Trites AW. 2015a. A nutrigenomic approach to detect nutritional stress from gene expression in blood samples drawn from Steller sea lions. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 187: 214–223.
- Spitz J, Dupuis L, Becquet V, Dubief B, Trites AW. 2015b. Diet of the harbour seal *Phoca vitulina*: Implication for the flatfish

- nursery in the Bay of Somme (English Channel, France). *Aquatic Living Resources* 28: 11–19.
- Spitz J, Labach H, Dubois F. 2017. Monographie Géographique : Atlantique Nord-Est (France métropolitaine). In *Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins* Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; IRD Marseille;
- Spitz J, Ridoux V, Trites AW, Laran S, Authier M. 2018. Prey consumption by cetaceans reveals the importance of energy-rich food webs in the Bay of Biscay. *Progress in Oceanography* 166: 148–158.
- Taylor BL, Martinez M, Gerrodette T, Barlow J, Hrovat YN. 2007. Lessons from Monitoring Trends in Abundance of Marine Mammals. *Marine Mammal Science* 23: 157–175.
- Trites AW. 2003. Food webs in the ocean: who eats whom and how much? In *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem* FAO, Rome and CABI Publishing, Wallingford; 125–143.
- Trites AW, Donnelly CP. 2003. The decline of Steller sea lions *Eumetopias jubatus* in Alaska: A review of the nutritional stress hypothesis. *Mammal Review* 33: 3–28.
- Trites AW, Spitz J. 2017a. Diet. In *Encyclopedia of Marine Mammals, 3rd Edition* Perrin, Wursig, Thewissen; 255–259.
- Trites AW, Spitz J. 2017b. Prey consumption. In *Encyclopedia of Marine Mammals, 3rd Edition* Perrin, Wursig, Thewissen; 783–785.
- Trites AW, Livingston PA, Vasconcellos MC, Mackinson S, Springer AM, Pauly D. 1999. *Ecosystem Change and the Decline of Marine Mammals the Eastern Bering Sea: Testing the Ecosystem Shift and Commercial Whaling Hypotheses*. Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Trzcinski MK, Mohn R, Bowen WD. 2006. Continued decline of an Atlantic cod population: how important is gray seal predation? *Ecological Applications* 16: 2276–2292.
- Vincent C, Ridoux V, Fedak MA, McConnell BJ, Sparling CE, Leaute J-P, Jouma'a J, Spitz J. 2016. Foraging behaviour and prey consumption by grey seals (*Halichoerus grypus*)-spatial and trophic overlaps with fisheries in a marine protected area. *ICES Journal of Marine Science* 73: 2653–2665.
- Williams R, Krkošek M, Ashe E, Branch TA, Clark S, Hammond PS, Hoyt E, Noren DP, Rosen D, Winship A. 2011. Competing Conservation Objectives for Predators and Prey: Estimating Killer Whale Prey Requirements for Chinook Salmon. *PLoS ONE* 6.

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

ARTICLES DANS REVUES INTERNATIONALES À COMITÉ DE LECTURE

2020

1. Lambert C., Authier M., Dorémus G., Laran S., Panigada S., **Spitz J.**, Van Canneyt O. & Ridoux V. 2020. Setting the scene for Mediterranean litterscape management: The first basin-scale quantification and mapping of floating marine debris. *Environmental Pollution*, 114430.
2. Peltier H., Dabin W., Dars C., Demaret F., Dorémus G., Van Canneyt O., Laran S., Méndez-Fernandez P., **Spitz J.**, Authier M., Daniel P. & Ridoux V. 2020. Can modelling the drift of bycaught dolphin stranded carcasses help identify involved fisheries? An exploratory study. *Global Ecology and Conservation*, 2020, 21, e00843.

2019

3. Bouchard C., Bracken C., Dabin W., Van Canneyt O., Ridoux V., **Spitz J.** & Authier M. 2019. A risk-based forecast of extreme mortality events in small cetaceans: Using stranding data to inform conservation practice. *Conservation Letters*, 12(4): e12639.
4. Iglésias S.P., Bouche L., Cosquer P., Goascoz N., Guyader S., Lazard C., Mas L., Metral L., Quéro J.C. & **Spitz J.** 2019. French ichthyological records for 2017. *Cybium*, 43(3): 275-283.
5. Lambert C., Authier M., Doray M., Dorémus G., **Spitz J.** & Ridoux V. 2019. Hide and seek in the Bay of Biscay—a functional investigation of marine megafauna and small pelagic fish interactions. *ICES Journal of Marine Science*, 76(1), 113-123.
6. Lambert C., Authier M., Dorémus G., Gilles A., Hammond P., Laran S., Ricart A., Ridoux V., Scheidat M., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2019. The effect of a multi-target protocol on cetacean detection and abundance estimation in aerial surveys. *Royal Society Open Science*, 6(9): 190296.
7. Peltier H., Beauvils A., Cesarini C., Dabin W., Dars C., Demaret F., Dhermain F., Doremus G., Labach H., Van Canneyt O. & **Spitz J.** 2019. Monitoring of Marine Mammal Strandings Along French Coasts Reveals the Importance of Ship Strikes on Large Cetaceans: A Challenge for the European Marine Strategy Framework Directive. *Frontiers in Marine Science*, 6:486.

2018

8. Authier M., Dorémus G., Van Canneyt O., Boubert J.-J., Gautier G., Doray M., Duhamel E., Massé J., Petitgas P., Ridoux V. & **Spitz J.** 2018. Exploring change in the relative abundance of marine megafauna in the Bay of Biscay, 2004-2016. *Progress in Oceanography*, 166: 159-167.
9. Dessier A., Dupuy C., Kerric A., Mornet F., Authier M., Bustamante P. & **Spitz J.** 2018. Variability of energy density among mesozooplankton community: new insights in functional diversity to forage fish. *Progress in Oceanography*, 166: 121-128.
10. Doray M., Petitgas P., Huret M., Duhamel E., Romagnan J.B., Authier M., Dupuy C. & **Spitz J.** 2018. Monitoring small pelagic fish in the Bay of Biscay ecosystem, using indicators from an integrated survey. *Progress in Oceanography*, 166: 168-188.
11. Doray M., Petitgas P., Romagnan J.-B., Huret M., Duhamel E., Dupuy C., **Spitz J.**, Authier M., Sanchez F., Berger L., Dorémus G., Bourriau P., Grellier P. & Massé J. 2018. The PELGAS

survey: Ship-based integrated monitoring of the Bay of Biscay pelagic ecosystem. *Progress in Oceanography*, 166: 15-29.

12. Gatti P., Cominassi L., Duhamel E., Grellier P., Le Delliou H., Le Mestre S., Petitgas P., Rabiller M., **Spitz J.** & Huret M. 2018. Bioenergetic condition of anchovy and sardine in the Bay of Biscay and English Channel. *Progress in Oceanography*, 166: 129-138.
13. Hoekendijk J. P. A., **Spitz J.**, Read A. J., Leopold M. F. & Fontaine M. C. 2018. Resilience of harbour porpoises to anthropogenic disturbance: must they really feed continuously? *Marine Mammal Science*, 34: 258–264.
14. Lambert, C., Authier, M., Doray, M., Dorémus, G., **Spitz, J.**, Ridoux, V., 2018. Decadal stability in top predator habitat preferences in the Bay of Biscay. *Progress in Oceanography*, 166.
15. Méndez-Fernandez, P., Kiszka, J.J., Heithaus, M.R., Beal, A., Vandersarren, G., Caurant, F., **Spitz, J.**, Taniguchi, S., Montone, R.C., 2018. From banana fields to the deep blue: Assessment of chlordecone contamination of oceanic cetaceans in the eastern Caribbean. *Marine Pollution Bulletin* 137, 56–60.
16. Petitgas P., Huret M., Dupuy C., **Spitz J.**, Authier M., Romagnan J.B., Doray M. 2018. Ecosystem spatial structure revealed by integrated survey data. *Progress in Oceanography*, 166: 189-198.
17. **Spitz J.**, Ridoux V., Trites A.W., Laran S. & Authier, M. 2018. Prey consumption by cetaceans reveals the importance of energy-rich food webs in the Bay of Biscay. *Progress in Oceanography*, 166: 148-158.

2017

18. Authier M., Blanck A., Ridoux V. & **Spitz J.** 2017. Conservation science for marine megafauna in Europe: Historical perspectives and future directions *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 1-7.
19. Authier M., Commanducci F.D., Genov T., Holcer D., Ridoux V., Salivas M., Santos M.B. & **Spitz J.** 2017. Cetacean conservation in the Mediterranean and Black Seas: Fostering transboundary collaboration through the European Marine Strategy Framework Directive. *Marine Policy* 82: 98-103.
20. Hubans B., Chouvelon T., Begout M.-L., Biais G., Bustamante P., Ducci L., Mornet F., Boiron A., Coupeau Y. & **Spitz J.** 2017. Trophic ecology of commercial-size meagre, *Argyrosomus regius*, in the Bay of Biscay (NE Atlantic). *Aquatic Living Resources* 30: a9.
21. Louis M., Buanic M., Lefeuvre C., Nilliot P.L., Ridoux V. & **Spitz J.** 2017. Strong bonds and small home range in a resident bottlenose dolphin community in a Marine Protected Area (Brittany, France, Northeast Atlantic). *Marine Mammal Science* 33(4): 1194-1203.
22. Mahfouz C., Meziane T., Henry F., Abi-Ghanem C., **Spitz J.**, Jauniaux T., Bouveroux T., Khalaf G. & Amara R. 2017. Multi-approach analysis to assess diet of harbour porpoises *Phocoena phocoena* in the southern North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 563: 249-259.
23. Méndez-Fernandez P., Simon-Bouhet B., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Webster L., Read F.R., González A.F. & Caurant F. 2017. Inter-species differences in polychlorinated biphenyls patterns from five sympatric species of odontocetes: Can PCBs be used as tracers of feeding ecology? *Ecological Indicators*, 74: 98-108.
24. Vincent C., Huon M., Caurant F., Dabin W., Deniau A., Dixneuf S., Dupuis L., Elder J.-F., Fremau M.-H., Hassani S., Hemon A., Karpouzopoulos J., Lefeuvre C., McConnell B.J., Moss S.E.W., Provost P., **Spitz J.**, Turpin Y. & Ridoux V. 2017. Grey and harbour seals in France: Distribution

at sea, connectivity and trends in abundance at haulout sites. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141: 294-305.

2016

25. Trites A.W. & **Spitz J.** 2016. One–two punches to eliminate depredation by marine mammals on fish caught or raised for human consumption. *Animal Conservation*, 19(3): 222-224.
26. Unger B., Bravo Rebolledo E.L., Deaville R., Gröne A., IJsseldijk L.L., Leopold M.F., Siebert S., **Spitz J.**, Wohlsein P. & Herr H. 2016. Large amounts of marine debris found in sperm whales stranded along the North Sea coast in early 2016. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1-2): 134-141.
27. Vincent C., Ridoux V., Fedak M. A., McConnell B. J., Sparling C. A., Leaute J. P., Jouma'a J. & **Spitz J.** 2016. Foraging behaviour and prey consumption by grey seals (*Halichoerus grypus*) - spatial and trophic overlaps with fisheries in a marine protected area. *ICES Journal of Marine Science* 73(10): 2653-2665.

2015

28. Escalle L., Capietto A., Chavance P., Dubroca L., Delgado De Molina A., Murua H., Gaertner D., Romanov E., **Spitz J.**, Kiszka J., Floch L., Damiano A. & Merigot B. 2015. Marine mammals and tuna fishery in the Atlantic and Indian Oceans: interaction but few mortalities. *Marine Ecology Progress series*, 522: 255–268.
29. Fort J., Lacoue-Labarthe T., Nguyen H.L., Boué A., **Spitz J.** & Bustamante P. 2015. Mercury in wintering seabirds, an aggravating factor to winter wrecks? *Science of the Total Environment*, 527-528C: 448-454.
30. Mannocci L., Monestiez P., **Spitz J.** & Ridoux V. 2015. Extrapolating cetacean densities beyond surveyed regions: Habitat-based predictions in the circumtropical belt. *Journal of Biogeography*, 42(7): 1267–1280.
31. **Spitz J.**, Becquet V., Rosen D.A.S. & Trites A.W. 2015. A nutrigenomic approach to detect nutritional stress from gene expression in blood samples drawn from Steller sea lions. *Comparative Biochemistry and Physiology: part A*, 187: 214-223.
32. **Spitz J.**, Dupuis L., Becquet V., Dubief B. & Trites A.W. 2015. Harbour seals *Phoca vitulina* exploit the flatfish nursery in the Bay of Somme (English Channel, France). *Aquatic Living Resources*, 28: 11-19.

2014

33. Chouvelon T., Cherel Y., Simon-Bouhet B., **Spitz J.** & Bustamante P. 2014. Size-related patterns in stable isotopes and mercury concentrations in fish help refining marine ecosystem indicators and evidence distinct management units for hake in the north-eastern Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 71(5): 1073-1087.
34. Louis M., Fontaine M.C., **Spitz J.**, Schlund E., Dabin W., Deaville R., Caurant F., Cherel Y., Guinet C. & Simon-Bouhet B. 2014. Ecological opportunities and specializations shaped genetic divergence in a highly mobile marine top predator. *Proceedings of the Royal Society B*, 281(1795): 20141558.
35. Méndez-Fernandez P., Webster L., Chouvelon T., Bustamante P., Ferreira M., González A., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Read F., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Caurant F. 2014. An assessment of contaminant concentrations in toothed whale species of the NW Iberian Peninsula: Part I. Persistent organic pollutants. *Science of the Total Environment*, 484: 196-205.

36. Méndez-Fernandez P., Webster L., Chouvelon T., Bustamante P., Ferreira M., González A., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Read F., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Caurant F. 2014. An assessment of contaminant concentrations in toothed whale species of the NW Iberian Peninsula: Part II. Trace element concentrations. *Science of the Total Environment*, 484: 206-217.
37. **Spitz J.**, Ridoux V. & Brind'Amour A. 2014. Let's go beyond taxonomy in diet description: testing a trait-based approach to prey-predator relationships. *Journal of Animal Ecology*, 83: 1137–1148.

2013

38. Méndez-Fernandez P., Pierce G.J., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., Gonzales A., López A., Read F., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V. & Caurant F. 2013. Ecological niche segregation among five toothed whale species off the NW Iberian Peninsula using ecological tracers as multi-approach. *Marine Biology*, 160(11): 2825-2840.
39. **Spitz J.** & Jouma'a J. 2013. Variability in energy density of forage fish from the Bay of Biscay (NE Atlantic): reliability of functional grouping based on prey quality. *Journal of Fish Biology*, 82(6): 2147–2152.
40. **Spitz J.**, Chouvelon T., Cardinaud M., Kostecki C. & Lorange P. 2013. Prey preferences of adult sea bass *Dicentrarchus labrax* in the north-eastern Atlantic: implications for by-catch of common dolphin *Delphinus delphis*. *ICES Journal of Marine Science*, 70(2): 452–461.

2012

41. Chouvelon T., **Spitz J.**, Caurant F., Méndez Fernandez P., Autier J., Lassus-Débat A. & Bustamante P. 2012. Enhanced bioaccumulation of mercury in deep-sea fauna from the Bay of Biscay (North-East Atlantic) in relation to trophic positions identified by analysis of carbon and nitrogen stable isotopes. *Deep Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 65: 113–124.
42. Chouvelon T., **Spitz J.**, Caurant F., Méndez-Fernandez P., Chappuis A., Laugier F., Le Goff E. & Bustamante P. 2012. Revisiting the use of $\delta^{15}\text{N}$ in meso-scale studies of marine food webs by considering spatio-temporal variations in stable isotopic signatures – The case of an open ecosystem: The Bay of Biscay (North-East Atlantic). *Progress in Oceanography*, 101(1): 92-105.
43. Lassalle G., Gascuel D., Le Loc'h F., Lobry J., Pierce G. J., Ridoux, V., Santos M. B., **Spitz J.** & Niquil N. 2012. An ecosystem approach for the assessment of fisheries impacts on marine top predators: the Bay of Biscay case study. *ICES Journal of Marine Science*, 69(6): 925-938.
44. Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Bode A., Chouvelon T., Ferreira M., López A., Pierce G.J., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V. & Caurant F. 2012. Foraging ecology of five toothed whale species in the Northwest Iberian Peninsula, inferred using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotopic signatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 413: 150–158.
45. Quéro J.C. & **Spitz J.** 2012. First record of *Aulotrachichthys sajademalensis* (Kotlyar, 1979) from Reunion Island (Indian Ocean). *Cybium*, 36(4): 589-590.
46. **Spitz J.**, Trites A.W., Becquet V., Brind'Amour A., Cherel Y., Galois R. & Ridoux V. 2012. Cost of living dictates what whales, dolphins and porpoises eat: the importance of prey quality on predator foraging strategies. *PLoS ONE*, 7(11): e50096.

2011

47. Chouvelon T., **Spitz J.**, Caurant F., Méndez-Fernandez P., Cherel Y. & Bustamante P. 2011. Inter-specific and ontogenic differences in d13C and d15N values and Hg and Cd concentrations in cephalopods. *Marine Ecology Progress Series*, 433: 107-120.
48. Lassalle G., Lobry J., Le Loc'h F., Bustamante P., Certain G., Delmas D., Dupuy C., Hily C., Labry C., Le Pape O., Marquis E., Petitgas P., Pusineri C., Ridoux V., **Spitz J.** & Niquil N. 2011. Lower trophic levels and detrital biomass controlled the Bay of Biscay continental food web: implications for ecosystem management. *Progress in Oceanography*, 91(4): 561-575.
49. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2011. The volcanic eruption hunts out *Neocentropogon profundus* (Tetrarogidae, Scorpaenoidei) from Reunion Island. *Cybium*, 35(2): 99-103.
50. **Spitz J.**, Cherel Y., Bertin S., Kiszka J., Dewez A. & Ridoux V. 2011. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, northeast Atlantic. *Deep Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 58(3): 273-282.

2010

51. **Spitz J.**, Mourocq E., Shoen V. & Ridoux V. 2010. Proximate composition and energy content of forage species from the Bay of Biscay: high or low quality food? *ICES Journal of Marine Science*, 67: 909-915.
52. **Spitz J.**, Mourocq E., Leauté J.-P., Quéro J.-C. & Ridoux V. 2010. Prey selection by the common dolphin: fulfilling high energy requirements with high quality food. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 390(2): 73-77.

2009

53. Cherel Y., Ridoux V., **Spitz J.** & Richard P. 2009. Stable isotopes document the trophic structure of a deep-sea cephalopod assemblage including giant octopod and giant squid. *Biology Letters*, 5: 364-367.
54. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2009. *Argyripnus hulleyi* a new species of Sternoptychidae (Stomiiformes) from Reunion Island (Indian Ocean). *Cybium*, 33(1): 39-43.
55. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2009. *Chromis durvillei* a new species of Pomacentridae (Actinopterygii: Perciformes) from Reunion Island and first record of *Chromis axillaris* (Benett, 1831). *Cybium*, 33(4): 321-326.
56. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2009. *Symphysanoson pitondelafournaisei* a new species of Symphysanodontidae (Perciformes) from Reunion Island. *Cybium*, 33(1): 73-77.

2008

57. Meynier L., Pusineri C., **Spitz J.**, Santos M.B., Pierce G.J. & Ridoux V. 2008. Intraspecific dietary variation in the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay: importance of fat fish. *Marine Ecology Progress Series*, 354: 277-287.
58. Barnes C., Bethea D.M., Brodeur R.D., **Spitz J.**, Ridoux V., Pusineri C., Chase B.C., Hunsicker M.E., Juanes F., Conover D.O., Kellermann A., Lancaster J., Ménard F., Bard F.-X., Munk P., Pinnegar J.K., Scharf F.S., Rountree R.A., Stergiou K.I., Sassa C., Sabates A. & Jennings S. 2008. Predator and prey body sizes in marine food webs. *Ecology*, 89(3): 881.

2007

59. Pusineri C., Magnin V., Meynier L., **Spitz J.**, Hassani S. & Ridoux V. 2007. Food and feeding ecology of the common dolphin (*Delphinus delphis*) in the oceanic northeast Atlantic and comparison with its diet in neritic areas. *Marine Mammal Science*, 23: 30-47.

60. Ridoux V., **Spitz J.**, Vincent C. & Walton M. 2007. Grey seal diet at the southern limit of its European distribution: combining dietary analyses and fatty acid profiles. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, 87: 255-264.
61. **Spitz J.**, Quéro J.C. & Vayne J.J. 2007. Contribution to the study of the genus *Pseudoscopus* (Chiasmodontidae), with a new species, *P. pierbartus* sp. nov., two junior synonyms and a key to the valid species. *Cybium*, 31(3): 333-339.

2006

62. **Spitz J.**, Rousseau Y. & Ridoux V. 2006. Diet overlap between harbour porpoise and bottlenose dolphin: an argument in favour of interference competition for food? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70: 259-270.
63. **Spitz J.**, Richard E., Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V. 2006. Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic Bay of Biscay. *Journal of Sea Research*, 55: 309-320.

2005

64. Lahaye V., Bustamante P., **Spitz J.**, Das K., Meynier L., Magnin V., Dabin W. & Caurant F. 2005. Long-term dietary segregation of common dolphins *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay, determined using cadmium as an ecological tracer. *Marine Ecology Progress Series*, 305: 275-285.
65. Pusineri C., Vasseur Y., Hassani S., Magnin V., Meynier L., **Spitz J.** & Ridoux V. 2005. Food and feeding ecology of juvenile albacore, *Thunnus alalunga*, off the Bay of Biscay: a case study. *ICES Journal of marine science*, 61: 116-122.

2004

66. Ridoux V., Lafontaine L., Bustamante P., Caurant F., Dabin W., Delcroix C., Hassani S., Meynier L., Pereira Da Silva V., Simonin S., Robert M., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2004. The impact of the Erika oil spill on pelagic and coastal marine mammals: combining demographic, ecological trace element and biomarker evidences. *Aquatic Living Resources*, 17: 379-387.

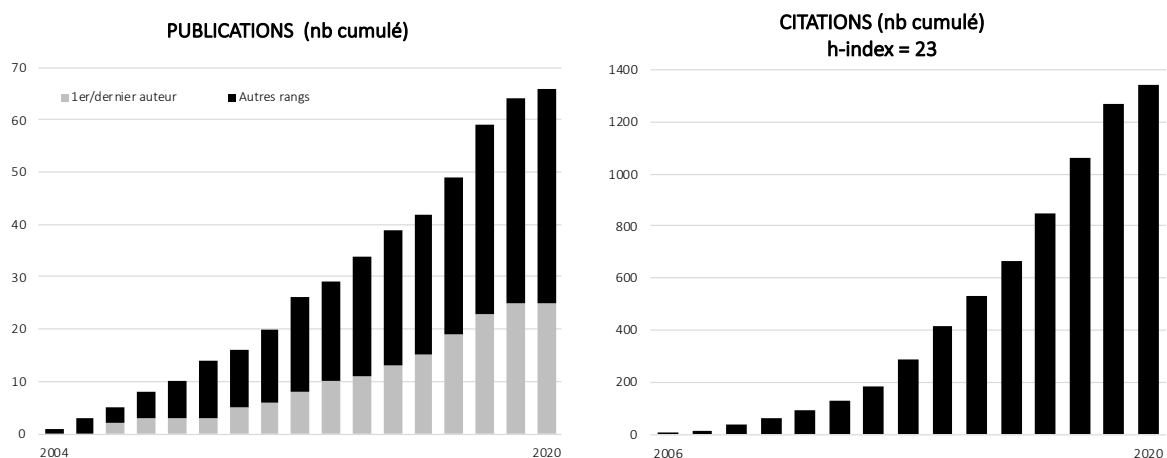


Figure 22. Nombre des publications cumulées et nombre des citations cumulées (Scopus, avril 2020)

Tableau 4. Synthèse des publications selon les journaux scientifiques

Journal	IF 2018	Rang / Catégorie	Nb publications
<i>Conservation Letters</i>	7,397	Q1 Ecology	1
<i>Environmental Pollution</i>	5,714	Q1 Pollution	1
<i>Science of The Total Environment</i>	5,589	Q1 Pollution	3
<i>Ecological Indicators</i>	4,490	Q1 Ecology	1
<i>Journal of Animal Ecology</i>	4,364	Q1 Ecology	1
<i>Proceedings of the Royal Society B</i>	4,304	Q1 Ecology	1
<i>Ecology</i>	4,285	Q1 Ecology	1
<i>Journal of Biogeography</i>	3,884	Q1 Ecology	1
<i>Marine Pollution Bulletin</i>	3,782	Q1 Pollution	2
<i>ICES Journal of Marine Science</i>	3,367	Q1 Aquatic science	7
<i>Biology Letters</i>	3,323	Q1 Ecology	1
<i>Progress in Oceanography</i>	3,245	Q1 Oceanography	10
<i>Frontiers in Marine Science</i>	3,087	Q1 Oceanography	1
<i>Animal Conservation</i>	3,048	Q1 Ecology	1
<i>Marine Biology</i>	2,865	Q1 Ecology	1
<i>Deep Sea Research Part 1</i>	2,848	Q1 Oceanography	2
<i>PLoS ONE</i>	2,776	Q1 Multidisciplinary sciences	1
<i>Global Ecology and Conservation</i>	2,751	Q1 Ecology	1
<i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i>	2,611	Q1 Aquatic science	1
<i>Royal Society Open Science</i>	2,515	Q1 Multidisciplinary sciences	1
<i>Deep Sea Research Part 2</i>	2,430	Q1 Oceanography	2
<i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i>	2,365	Q1 Ecology	2
<i>Marine Ecology Progress Series</i>	2,359	Q1 Ecology	5
<i>Marine Policy</i>	2,235	Q1 International relations	1
<i>Comparative Biochemistry and Physiology: part A</i>	2,142	Q2 Biochemistry	1
<i>Journal of Fish Biology</i>	2,038	Q1 Aquatic science	1
<i>Marine Mammal Science</i>	2,018	Q1 Zoology	3
<i>Journal of Sea Research</i>	1,704	Q1 Aquatic science	1
<i>Journal of Marine Biological Association of UK</i>	1,578	Q2 Aquatic science	1
<i>Aquatic Living Resources</i>	0,864	Q3 Aquatic science	3
<i>Cybium</i>	0,812	Q3 Zoology	7*
Total			66

*dont 4 pour la description d'espèces nouvelles

CHAPITRES DANS OUVRAGES À COMITÉ DE LECTURE

1. Trites A.W. & **Spitz J.** 2017. Diet. *In: Encyclopedia of Marine Mammals*. Perrin, Wursig, Thewissen (Eds). 3rd Edition, Academic press, pp. 255-259.
2. Trites A.W. & **Spitz J.** 2017. Prey consumption. *In: Encyclopedia of Marine Mammals*. Perrin, Wursig, Thewissen (Eds). 3rd Edition, Academic press, pp. 783-785.
3. **Spitz J.**, Labach H. & Dubois F. 2017. Monographie Géographique : Atlantique Nord-Est (France métropolitaine). *In: Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins*. Savouré-Soubelet A, Aulagnier S, Haffner P, Moutou F, Van Canneyt O, Charrassin J-B, Ridoux V (coord.). Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; IRD Marseille, 480 p. ISSN 1281-6213; ISBN 978-2-85653-787-92017
4. Viricel A. & **Spitz J.** 2017. Monographie sur le Cachalot pygmée, *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838). *In: Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins*. Savouré-Soubelet A, Aulagnier S, Haffner P, Moutou F, Van Canneyt O, Charrassin J-B, Ridoux V (coord.). Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; IRD Marseille, 480 p. ISSN 1281-6213; ISBN 978-2-85653-787-92017
5. Dabin W., **Spitz J.**, Alfonsi E. & Bouveroux T. 2017. Monographie sur le marsouin commun, *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758). *In: Atlas des mammifères sauvages de France volume 1 : Mammifères marins*. Savouré-Soubelet A, Aulagnier S, Haffner P, Moutou F, Van Canneyt O, Charrassin J-B, Ridoux V (coord.). Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; IRD Marseille, 480 p. ISSN 1281-6213; ISBN 978-2-85653-787-92017
6. Van Canneyt O., Dabin W., Dorémus G. & **Spitz J.** 2011. Les mammifères marins de Poitou-Charentes. *In: Prévost et Gailledrat (coord.). Atlas des mammifères sauvages du Poitou-Charentes*. Poitou-Charentes Nature, Fontaine-le-Comte, pp. 273-287
7. **Spitz J.**, Mariotti L., Caillot E., Ridoux V. & Elder J.F. 2010. The diet of the harbour seal at the southern limit of its European range. *In: Harbour seals in the North Atlantic and the Baltic*. Desportes G., Bjørge A., Rosing-Asvid A., Waring GT (Eds). *NAMMCO Scientific Publication*, Volume 8, pp. 313-328

RAPPORTS POUR L'APPUI AUX POLITIQUES DE CONSERVATION

1. Peltier H., Authier M., Caurant F., Dabin W., Dars C., Demaret F., Meheust E., Ridoux V., Van Canneyt, O. & **Spitz J.** 2019. État des connaissances sur les captures accidentelles de dauphins communs dans le golfe de Gascogne – Synthèse 2019. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 23 p.
2. Laran S., Dorémus G., Van Canneyt O., Authier M. & **Spitz J.** 2019. Synthèse des données de l'Observatoire Pelagis au sein du PNM de l'Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis et de la ZPS Pertuis charentais-Rochebonne. *Rapport scientifique pour le Parc Naturel Marin de l'Estuaire de la Gironde et de la Mer des Pertuis (AFB)*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 36 p.
3. Méndez-Fernandez P., Caurant F. & **Spitz J.** 2019. Stratégie de suivi des contaminants chez les cétacés des côtes françaises. DCSMM - Mise en œuvre du programme de surveillance. *Rapport scientifique pour l'Agence Française pour la Biodiversité*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 23p.

4. Dars C., Dabin W., Demaret F., Dorémus G., Meheust E., Mendez-Fernandez P., Peltier E., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2019. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2018. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence Française pour la Biodiversité.* Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 39p.
5. Serre S., David L., Di-Méglio N., Dorémus G., Laran S., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2019. Distribution et abondance de la mégafaune marine en France métropolitaine. Rapport de campagne SAMM-II Méditerranée Hiver – 2019. *Rapport scientifique pour l'Agence Française pour la Biodiversité.* Observatoire Pelagis - UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 52p.
6. **Spitz J.**, Munsch C. & Chouvelon T. 2019. Biodiversité et Contamination du micronecton profond - Faisabilité du suivi et Etat de référence - EVHOE 2017 & 2018. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité.* Observatoire PELAGIS - UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS ; Ifremer, 42p.
7. Virgili A., Authier M., Dars C., Dorémus G., Laran S., Van Canneyt O. & **Spitz J.** 2018. Levée des risques pour l'appel d'offres éolien au large de Dunkerque par observation aérienne. Programme DUNKRISK - Campagne LEDKOA. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction Générale de l'Energie et du Climat et pour l'Agence Française pour la Biodiversité.* Observatoire PELAGIS - UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 49p.
8. Dars C., Dabin W., Demaret F., Dorémus G., Meheust E., Mendez-Fernandez P., Peltier E., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2018. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2017. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence Française pour la Biodiversité.* Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 66p.
9. **Spitz J.**, Peltier H., Authier M. 2017. Évaluation de l'état écologique des mammifères marins en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité.* Observatoire PELAGIS – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 170p.
10. Mialet B., Banaru D., Baudrier J., Bustamante P., Chekri R., Cresson P., Harmelin M., Le Loc'h F., Mauffret A., Marchand P., Petit L., Prieur S., Saibi-Yedjer L., Serre S., **Spitz J.**, Timmerman C.A., Vouriot P. & Wessel N. 2017. Bilan des essais et optimisation du suivi mutualisé « réseaux trophiques et contaminants » sur les campagnes halieutiques DCF 2014- 2015. Programme de Surveillance DCSMM. *Rapport scientifique pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire / Direction de l'Eau et de la Biodiversité.* CNRS, Université Aix-Marseille, Ifremer, La Rochelle Université, ANSES, LABERCA, IRD, 108p.
11. Dars C., Peltier H., Dabin W., Demaret F., Dorémus G., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2017. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2016. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence Française pour la Biodiversité.* Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 65p.
12. Laran S., Authier M., Ridoux V. & **Spitz J.** 2016. Développement d'une approche semi-quantitative pour la cartographie des observations de cétacés collectées par des suivis de nature hétérogène. *Rapport scientifique pour le Sanctuaire AGOA.* Observatoire Pelagis – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 25p.
13. Van Canneyt O., Dars C., Authier M., Dabin W., Demaret F., Dorémus G., Peltier H. & **Spitz J.** 2016. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2015. *Rapport scientifique*

pour le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence des Aires Marines Protégées. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 48p.

14. Peltier H., Ridoux V., Van Canneyt O. & **Spitz J.** 2015. Les cétacés et leurs méthodes de suivi dans le sanctuaire AGOA. Synthèse bibliographique. *Rapport scientifique pour le Sanctuaire AGOA*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 29p.
15. Ridoux V., Authier M. & **Spitz J.** 2015 Overview of the implementation of MSFD regarding cetaceans in the ACCOBAMS area and recommendations. *Report for the ACCOBAMS Permanent Secretariat*. Observatoire Pelagis - UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 20p.
16. Ricart A., Ridoux V., Laran S. & **Spitz J.** 2015. Expertise et synthèse des données collectées lors des campagnes en mer 2012, 2013 et 2014 du sanctuaire Agoa. *Rapport scientifique pour le Sanctuaire AGOA*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 179p.
17. Samaran, F., Corman, D., **Spitz, J.** & Ridoux, V. 2015. Mise en place d'un suivi acoustique passive des marsouins communs le long des côtes françaises. *Rapport de synthèse pour l'Agence des aires marines Protégées*. Observatoire Pelagis - UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS ; Agence des aires marines Protégées ; ENSTA Bretagne, 184p.
18. Van Canneyt O., Authier M., Dabin W., Dars C., Demaret F., Dorémus G., Prellwitz F. & **Spitz J.** 2015. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2014. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence des Aires Marines Protégées*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 53p.
19. Van Canneyt O., Authier M., Caurant F., Peltier H., **Spitz J.** & Ridoux V. 2014. Aide à la mise en œuvre d'une stratégie de surveillance pour les mammifères marins et tortues marines dans les eaux de France métropolitaine. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie / Direction de l'Eau et de la Biodiversité*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 75p.
20. **Spitz J.** 2014. Les populations micronectoniques méso et bathypélagique de la ZEE française métropolitaine. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie / Direction de l'Eau et de la Biodiversité*. Observatoire PELAGIS – UMS 3462, Université de La Rochelle / CNRS, 24p.
21. Van Canneyt O., Kerric A., Authier M., Dabin W., Demaret F., Dorémus G. & **Spitz J.** 2014. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2013. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie / Direction de l'Eau et de la Biodiversité et pour l'Agence des Aires Marines Protégées*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 54p.
22. Martinez L., Dabin W., Caurant F., Kiszka J., Peltier H., **Spitz J.**, Vincent C., Van Canneyt O., Doremus G. & Ridoux V. 2012. Impacts cumulatifs et synergiques : l'exemple des mammifères marins. Evaluation initiale DCSMM. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de de l'Énergie, pour l'Agence des Aires Marines Protégées et pour l'Ifremer*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 46p.
23. Martinez L., Laran S., Dabin W., Van Canneyt O., Doremus G., Caurant F., Peltier H., **Spitz J.**, Vincent C., Ridoux V. & Kiszka J. 2012. Mammifères Marins. Evaluation initiale DCSMM. *Rapport scientifique pour le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de de l'Énergie, pour l'Agence des Aires Marines Protégées et pour l'Ifremer*. Observatoire Pelagis – UMS 3462, La Rochelle Université / CNRS, 64p.

24. Ridoux V., Caurant F., **Spitz J.**, Van Canneyt O., Vincent C. (Eds). 2009. Report of the International Symposium on Monitoring Strategies for Marine Mammal Populations, 21-23 November 2008, La Rochelle, France. Université de La Rochelle, La Rochelle, 40p.
25. **Spitz J.** & Ridoux V. 2009. Diet. In: Report of ASCOBANS/HELCOM Small Cetacean Population Structure Workshop (Evans PGH, Teilmann J, Eds), 16th ASCOBANS Advisory Committee Meeting Document AC16/Doc.29 (WG), 142p.

OUVRAGES ET ARTICLES SCIENTIFIQUES DE VULGARISATION

1. **Spitz J.** 2019. Le rôle caché des cétacés dans la protection du climat. *Arcades*, Numéro Spécial Océan & Climat, 2:22-23.
2. **Spitz J.** 2016. Que mangent les phoques en Baie de Somme ? *Subaqua*, 264 :62-63.
3. Van Canneyt O., Dabin W., Dars C., Dorémus G., Gonzalez L., Ridoux V. & Spitz J. **2015**. Guide des échouages de mammifères marins. Cahier technique de l'Observatoire Pelagis sur le suivi de la mégafaune marine. Université de La Rochelle et CNRS, 64 pages. doi: 10.13140/RG.2.1.1495.6002

AUTRES ARTICLES SCIENTIFIQUES (RANG B)

1. Munsch C., Chouvelon T., Bely N., Héas-Moisan K., Pollono C., Mauffret A. & **Spitz J.** 2019. Legacy and emerging organohalogen compounds in deep-sea pelagic organisms from the Bay of Biscay (Northeast Atlantic). *Organohalogen Compounds*, 81: 108-111.
2. Cariou R., Hutinet S., Guitton Y., Méndez-Fernandez P., Dervilly-Pinel G., **Spitz J.**, Caurant F. & Le Bizec B., 2019. Non target screening of halogenated substances in marine mammals stranded on French coasts based on LC-HRMS and haloseeker 1.0 software. *Organohalogen Compounds*, 81: 57-60.
3. Quéro J.C., Léauté J.P., **Spitz J.** & Iglésias S.P. 2019. Faune Française de l'Atlantique. Poissons du talus continental. 1. Alepocephalidae (Craniata : Actinopterygii : Osmeriformes). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 11(1): 19-34
4. Mauran M., Le Courtois F., Cachera M., Stéphan Y., **Spitz J.**, & Kinda G.B. 2018. Assessing risk of underwater noise impact on marine mammals throughout a new methodology. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(3): 1885-1885.
5. Quéro J.C., **Spitz J.**, Léauté J.P., 2017. Faune Française de l'Atlantique. Batoïdes : Torpéidiniformes, Rajiformes & Myliobatiformes (Craniata : Elasmobranchii). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(8): 863-903.
6. Van Canneyt O., Dabin W., Demaret D., Dorémus G., **Spitz J.** & Ridoux V. 2016. Les échouages contemporains de cachalot (*Physeter macrocephalus*) sur les côtes de l'Atlantique et de la Manche-Mer du Nord. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(7): 757-770.
7. Quéro J.C., **Spitz J.** & Léauté J.P. 2015. Faune française de l'Atlantique Requins 3. Echinorhiniformes, Squaliformes & Squatiniformes (Craniata : Elasmobranchii). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(6): 651-674.
8. Chouvelon T., Massé J., **Spitz J.** & Doremus G. 2013. Campagnes Pelgas : dynamique des petits poissons pélagiques et relations trophiques avec les autres compartiments de l'écosystème pélagique du golfe de Gascogne. *Ar Van – Revue d'Ornithologie Bretonne*, 24-2: 37-41.

9. Quéro J.C., **Spitz J.** & Léauté J.P. 2013. Faune Française de l'Atlantique. Requin. 2. Carcharhiniformes. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(4): 413-432.
10. Quéro J.C., **Spitz J.**, Tétard A., Aumond Y. & Iglésias S.P. 2012. Observations ichthyologiques effectuées en 2011. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(3): 349-352.
11. Quéro J.C., Leaute J.P., **Spitz J.**, Bellail R., Brind'Amour A., Cochard M.L., Coppin F., Lorange P., Mahe J.C., Morin J. & Verin Y. 2011. Liste des « poissons » capturés dans les eaux françaises de l'Atlantique, Manche, Mer du Nord, au cours des campagnes océanographiques de 1965 à 2010. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(2): 225-236.
12. Quéro J.C., **Spitz J.** & Léauté J.P. 2011. Faune française de l'Atlantique. Requins 1. Hexanchiformes & Lamniformes (Craniata : Elasmobranchii). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(2): 207-224.
13. Quéro J.C., **Spitz J.**, Aumond Y., Leaute J.P. & Morinière P. 2011. Observations ichthyologiques effectuées en 2010. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(2): 201-206.
14. Quéro J.C., **Spitz J.**, Vayne J.J., Auby I., De Casamajor M.N., Crouzet J.M., Duquesne E., Lorange P., Monhurel L., Morandeau G. & Aranha Santos A.M. 2010. Observations ichthyologiques effectuées en 2009. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(1): 65-74.
15. Quéro J.C., **Spitz J.** & Léauté J.P. 2010. Faune française de l'Atlantique. Chimères (Craniata: Chondrichthyes: Holocephali). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 10(1): 75-84.
16. Caurant F., Chouvelon T., Lahaye V., Méndez-Fernandez P., Rogan E., **Spitz J.** & Ridoux V., 2009. The use of ecological tracers for discriminating populations: the case of the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the European Atlantic waters. *International Whaling Commission, SC61/SM/34*: 17p.
17. Durville P., Mulochau T., Barrère A., Quod J.P., **Spitz J.**, Quéro J.C. & S. Ribes 2009. Inventaire des poissons récoltés lors de l'éruption volcanique d'avril 2007 du Piton de la Fournaise (Ile de la Réunion). *Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Marit.*, 9(9): 948-956.
18. Quéro J.C, **Spitz J.**, Vayne J.J, Auby I., De Casamajor M.N., Leaute J.P., Marie F., Monhurel L. & J. Quinquis 2009. Observations ichthyologiques effectuées en 2008. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(9): 932-940.
19. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2009. Faune française de l'Atlantique. Myxines & Lamproies (Craniata: Myxini & Petromyzontidae). *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(9): 943-947.
20. Quéro J.C., **Spitz J.**, Vayne J.J., Auby I., De Casamajor, M.N., Chanet B., Léaute J.P., Morinière P. & Tardy J. 2008. Observations ichthyologiques effectuées en 2007. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(8): 805-810.
21. **Spitz J.** & Quéro J.C. 2008. Observations ichthyologiques de la faune bathypélagique du canyon du Cap Ferret. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(8): 811-814.
22. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2008. Faune française de l'Atlantique, poissons tétraodontiformes. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(8): 815-832.
23. Quéro J.C., **Spitz J.**, Vayne J.J., Abernot-Le Gac C., De Casamajor, M.N., Duhamel E., Morandeau G., Gautier G & Van Canneyt O. 2007. Observations ichthyologiques effectuées en 2006. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(7): 699-708.
24. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2007. Faune française de l'Atlantique, poissons carangidés. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(7): 709-722.
25. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2006. Observations ichthyologiques effectuées en 2005. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(6): 613-620.

26. Quéro J.C., Bellail R., De Casamajor, M.N., Leaute J.P., Morandeau G., Morinière P., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2005. Observations ichtyologiques effectuées en 2004. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(5): 483-490.
27. Pusineri C., Meynier L., **Spitz J.** & Ridoux V. 2004. Study of dietary overlap between small cetaceans and fisheries in the Bay of Biscay from stomach content analysis. *In: Investigating the roles of cetaceans in marine ecosystems. CIESM Workshop Monograph n°25, Monaco, pp. 59-66.*
28. **Spitz J.** & Quéro J.C. 2004. Observations ichtyologiques de la faune mésopélagique du talus continental du golfe de Gascogne en 2003. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(4): 371-376.
29. Quéro J.C., Bellail R., **Spitz J.**, Tardy J. & Vayne J.J. 2004. Observations ichtyologiques effectuées en 2003. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(4): 367-370.
30. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2003. Observations ichtyologiques effectuées en 2002. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(3): 275-280.
31. Quéro J.C., **Spitz J.** & Vayne J.J. 2002. Observations ichtyologiques effectuées en 2001. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Marit.*, 9(2): 179-186.

COMMUNICATIONS ORALES EN CONGRES INTERNATIONAL

1. Lambert C., Authier M., Dorémus G., Gilles A., Hammond P., Laran S., Ricart A., Ridoux V., Scheidat M., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2019. The effect of multi-target protocol on cetacean detection and abundance estimation in aerial surveys. *2nd World Marine Mammal Conference, December 9-12, 2019, Barcelona, Spain.*
2. Peltier H., Dabin W., Dars C., Demaret F., Dorémus G., Van Canneyt O., Laran S., Méndez-Fernandez P., **Spitz J.**, Authier M., Daniel P. & Ridoux V. 2019. Can modelling the drift of bycaught dolphin stranded carcasses help identify involved fisheries? An exploratory study. *2nd World Marine Mammal Conference, December 9-12, 2019, Barcelona, Spain.*
3. Virgili A., Laran L., Authier M., Dorémus G., Van Canneyt O. & **Spitz J.** 2019. Prospective impact assessment of offshore wind farm development on harbour porpoise distribution in the southern European North Sea. *2nd World Marine Mammal Conference, December 9-12, 2019, Barcelona, Spain.*
4. Planque Y., Vincent C., **Spitz J.** & Caurant F. 2019. Individual strategies are determining factors to gain insight on harbour and grey seals' foraging ecology. *2nd World Marine Mammal Conference, December 9-12, 2019, Barcelona, Spain.*
5. Cariou R., Hutinet S., Guitton Y., Méndez-Fernandez P., Dervilly-Pinel G., **Spitz J.**, Caurant F. & Le Bizec B. 2019. Non target screening of halogenated substances in marine mammals stranded on French coasts based on LC-HRMS and haloseeker 1.0 software. *39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, August 25-30, 2019, Kyoto, Japan.*
6. Munsch C., Bély N., Héas-Moisan K., Pollono C., Chouvelon T. & **Spitz J.** 2019. Legacy and emerging organohalogen compounds in deep-sea pelagic organisms from the Bay of Biscay (Northeast Atlantic). *39th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants, August 25-30, 2019, Kyoto, Japan.*
7. Mauffret A., Wessel N., Chouvelon T., Cresson P., Bănaru D., Bustamante P., Baudrier J., Mialet B., Saibi-Yedjer L., **Spitz J.**, Bouchouca M., Mille T., Le Loc'h F. & Harmelin Vivien M. 2019. Relationship between fish contamination and trophodynamic in three French subregions. *Integrated Marine Biosphere Research (IMBER) international conference, June 17-21, 2019, Brest, France.*

8. Méndez-Fernandez P., Caurant F., Cariou R., Marchand P. & **Spitz J.** 2019. Suivi des contaminants chez les mammifères marins des côtes françaises : accumulation, distribution géographique et tendances temporelles. *Colloque international francophone en écotoxicologie aquatique ECOBIM*, May 1-4, 2019, Sousse, Tunisia.
9. Planque Y., Vincent C., **Spitz J.**, Brévart C., Caurant F., Decomble M., Karpouzopoulos J., Leviez F., Monnet S., Ruellet T., Everard A., Fremau M-H. & Thiery P. 2018. Population dynamics and feeding ecology of seals in the North of France. *Thames Seal Forum 2018, Zoological Society of London*, February 19, 2018, London, United-Kingdom.
10. Lambert C., Authier M., Doray M., Dorémus G., **Spitz J.** & Ridoux V. 2018. A story of size and depth: predator-prey interactions in the Bay of Biscay. *32nd Annual Conference of the European Cetacean Society*, April 6-10, 2018, La Spezia, Italy.
11. Planque Y., Vincent C., Caurant F., Picard M.H., Tykarska M., Authier M. & **Spitz J.** 2018. Harbour and grey seals' foraging ecology in the Eastern English Channel highlight potential competitive trophic interactions. *32nd Annual Conference of the European Cetacean Society*, April 6-10, 2018, La Spezia, Italy.
12. Piatkowski U., Leopold M., Tuhuteru N., Hoving H.J. & **Spitz J.** 2018. The Boreoatlantic armhook squid (*Gonatus fabricii*) is the essential food resource of male sperm whales in the northern Atlantic Ocean. *Cephalopod International Advice Council, CIAC'18 Conference*, November 12-16, 2018, St. Petersburg, Florida, USA.
13. Nguyen T., Bustamante P., Manceau A., **Spitz J.**, Bodin N., Cherel Y. & Lacoue-Labarthe T. 2018. Validation of cephalopod beaks to monitor Hg in the Ocean. *Cephalopod International Advice Council, CIAC'18 Conference*, November 12-16, 2018, St. Petersburg, Florida, USA.
14. Cresson P., Bănanu D., Briand M., Chouvelon T., Mauffret A., Bustamante P., Mialet B., **Spitz J.**, Wessel N., Harmelin-Vivien M. 2018. Different trophic functioning of fish assemblages in French marine subregions. *16th International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay (ISOBAY)*, June 5-7, 2018, Anglet, France.
15. Mauffret A., Wessel N., Chouvelon T., Cresson P., Bănanu D., Bustamante P., Baudrier J., Mialet B., Saibi-Yedjer L., **Spitz J.**, Bouchoucha M., Mille T., Le Loc'h F., Harmelin Vivien M. 2018. Relationship between fish contamination and trophodynamic in three French subregions. *16th International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay (ISOBAY)*, June 5-7, 2018, Anglet, France.
16. Dessier A., Dupuy C., Kerric A., Mornet F., Authier M., Bustamante P. & **Spitz J.** 2017. Variability of energy density among mesozooplankton community: new insights in functional diversity to forage fish. *Conference « Functional Ecology and Environment »*, July 11-12, 2017, Toulouse, France.
17. Caurant F., **Spitz J.**, Simon-Bouhet B., Huon M., Beaudet M., Dubois M., Dumont M. & Vincent C. 2015. Stable isotope signatures in whiskers from two sympatric seals: what do they tell us on foraging strategies of the species? *21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Workshop on stable isotope analysis*, December 13, 2015, San Francisco, USA.
18. Ridoux V. & **Spitz J.** 2015. Long-finned pilot whale mass stranding in Calais, Northern France, November 2nd, 2015. *21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Workshop on Mass stranding*, December 12-18, 2015, San Francisco, USA.
19. Louis M., Fontaine M.C., **Spitz J.**, Schlund E., Dabin W., Deaville R., Caurant F., Cherel Y., Guinet C. & Simon-Bouhet B. 2015. Past environmental changes and ecology shaped evolutionary divergence of bottlenose dolphins in the North-East Atlantic. *21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 12-18, 2015, San Francisco, USA.

20. Escalle L., Chavance P., Gaertner D., Capietto A., Pennino M., Dubroca L., Murua H., Delgado De Molina A., Demarcq H., **Spitz J.**, Kiszka J., Floch L., Damiano A., Romanov E. & Merigot B. 2015. Spatio-temporal interactions between cetaceans and tuna purse seine fisheries with link to environmental factors in the Atlantic and Indian Oceans. *21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 12-18, 2015, San Francisco, USA.
21. Chouvelon T., Chappuis A., Bustamante P., Lefebvre S., Mornet F., Méndez-Fernandez P., **Spitz J.**, Caurant F. & Dupuy C. 2012. Combining biological and environmental variability with carbon and nitrogen stable isotopes analysis for the study of marine species' trophic ecology: the case of European sardine *Sardina pilchardus* and anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Bay of Biscay. *47th European Marine Biology Symposium*, September 3-7, 2012, Arendal, Norway.
22. Chouvelon T., Chappuis A., Bustamante P., Lefebvre S., Mornet F., Méndez-Fernandez P., **Spitz J.**, Caurant F. & Dupuy C. 2012. Depicting trophic relationships through carbon and nitrogen stable isotopes ratios in a context of significant environmental variability: the Bay of Biscay case study. *8th International Conference on Applications of Stable Isotope Techniques to Ecological Studies*, August 20-24, 2012, Brest, France.
23. Chouvelon T., **Spitz J.**, Méndez-Fernandez P., Estrade V., Caurant F., Ridoux V., Bustamante P. 2012. Sepioids don't feed on sperm whales, or the importance to consider biological and environmental variability when interpreting isotopic field data in open marine ecosystems. *26th ECS Conference*, March 26-28, 2012, Galway, Ireland.
24. Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., López A., Pierce G.J., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Caurant F. 2012. Comparison of inter-species segregation between the Bay of Biscay and the NW Iberian Peninsula toothed whales using trace elements and stable isotopes. *XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13*, April 11-13, 2012, Santander, Spain.
25. **Spitz J.**, Trites A.W., Becquet V., Brind'Amour A., Cherel Y., Galois R. & Ridoux V. 2011. Metabolic cost of living dictates what whales, dolphins and porpoises must eat. *19th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, November 26 - December 3, 2011, Tampa, USA.
26. Lassalle G., **Spitz J.**, Peltier H., Ridoux V. & Niquil N. 2011. Assessing the effects of small pelagics fisheries on marine top-predators: the Bay of Biscay case study. *ICES annual science conference*, September 19-23, 2011, Gdansk, Poland.
27. **Spitz J.** & Ridoux V. The use of allometric equations between hard parts and prey length or weight. *25th ECS Conference, Workshop on prey identification*, March 21-23, 2011, Cadiz, Spain.
28. Peltier H., Van Canneyt O., Dabin W., Doremus G., **Spitz J.**, Gonzalez, L. & Ridoux V. 2011. The French stranding network: 35 years of marine mammal stranding monitoring. *25th ECS Conference, Workshop on stranding networks*, March 21-23, 2011 Cadiz, Spain.
29. Caurant F., Bustamante P., Chouvelon T., Lahaye V., Méndez-Fernandez P., Pierce G., Rogan E., **Spitz J.** & Ridoux V. 2011. The use of ecological tracers for discriminating dolphin population structure: the case of the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in European Atlantic waters. *25th ECS Conference*, March 21-23, 2011 Cadiz, Spain.
30. Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., González A., Lopez A., Pierce G., Read F., Santos B., **Spitz J.**, Vingada J. & Caurant F. 2011. Long-term ecological segregation among the NW Iberian Peninsula odontocete species as evidenced using ecological tracers. *25th ECS Conference*, March 21-23, 2011 Cadiz, Spain.

31. Bustamante P., Chouvelon T., Lacoue-Labarthe T., **Spitz J.** & Caurant F. 2010. A synthesis on Hg bioaccumulation in cephalopods. *8th International Symposium Cephalopods*, August 30 - September 3, 2010, Dijon, France.
32. **Spitz J.**, Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V. 2009. Common dolphin *Delphinus delphis*: a selective predator with an expensive life style. *18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 11-16, 2009, Quebec, Canada.
33. Ridoux V., Bustamante P., Chouvelon T., Dabin W., Lahaye V., Learmonth J., Pierce G.J., **Spitz J.**, Viricel A. & Caurant F. 2009. The dynamics of common dolphin group structure as inferred from biological and chemical tracers integrated over increasing time periods. *18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 11-16, 2009, Quebec, Canada.
34. Chouvelon T., **Spitz J.**, Caurant F., Mendez-Fernandez P., Cherel Y. & Bustamante P. 2009. Ontogenetic changes on metal accumulation and isotopic signatures in cephalopods. *Cephalopod International Advice Council, CIAC'09 Conference, September 3-11, 2009, Vigo, Spain*.
35. Van Canneyt O., Certain G., Peltier H., Dabin W., Doremus G., **Spitz J.**, Duguay R. & Ridoux V. 2008. 35 years of strandings records reveal trends in marine mammal populations. *Monitoring strategies for Marine Mammal Populations & 10^e Meeting of the French Stranding Network*, November 21-23, 2008, La Rochelle, France.
36. **Spitz J.**, Van Canneyt O., Morizur Y. & Ridoux V. 2007. A possible ecological basis to common dolphin by-catch in pelagic fisheries in the European Atlantic waters. *17th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, November 28 – December 3, 2007, Cape Town, South Africa.
37. Caurant F., **Spitz J.**, Ridoux V., Pusineri C. & Meynier L. 2007. Could diet be a source of discrimination between small cetaceans populations? The case of common and striped dolphins in and off the Bay of Biscay. *ASCOBANS/HELCOM Workshop on small cetacean population structure in the ASCOBANS area*, October 8-9, 2007, Bonn, Germany.
38. **Spitz J.**, Van Canneyt O., Morizur Y. & Ridoux V. 2007. A possible ecological basis to common dolphin by-catch in pelagic fisheries in the Bay of Biscay. *21th ECS Conference*, April 23-25, 2007, San Sebastian, Spain.
39. Meynier L., Pusineri C., **Spitz J.**, Pierce G.J. & Ridoux V. 2005. Food and feeding ecology of the common dolphin, *Delphinus delphis*, in the Bay of Biscay: Intraspecific dietary variation and food transfer modelling. *19th ECS Conference*, April 2-7, 2005, La Rochelle, France.
40. Viricel A., Caurant F., Dabin W., Garcia-Meunier P., Lahaye V., **Spitz J.**, Pierce G., Learmonth J.A., Boon J., Zegers B., Rogan E. & Ridoux V. 2005. Genetics and social ecology of pelagic delphinids: The structure and dynamics of group of short-beaked common dolphins in the Northeast Atlantic. *19th ECS Conference*, April 2-7, 2005, La Rochelle, France.
41. Lahaye V., Bustamante P., Dabin W., **Spitz J.**, Van Canneyt O., Das K., Holsbeekj L., Learmonth J.A., Santos B., Pierce G., Rogan E., Guerra A., Gonzales A.F. & Caurant F. 2005. New insights from metallic tracers on the feeding ecology of common dolphins in European waters. *19th ECS Conference*, April 2-7, 2005, La Rochelle, France.
42. Lahaye V., Bustamante P., **Spitz J.**, Dabin W., Das K., Meynier L., Magnin V. & Caurant F. 2004. Utilisation du cadmium (Cd) pour caractériser les habitudes alimentaires du dauphin commun (*Delphinus delphis*) dans le Golfe de Gascogne. *IX Colloque International d'Océanographie du Golfe de Gascogne*, Juin 10-12, 2004 Pau, France.
43. Ridoux V., Caurant F., Bustamante P., Dabin W., Delcroix C., Léonard M., Meynier L., **Spitz J.** & Van Canneyt O. 2004. Direct and indirect impact of the *Erika* oil spill on cetaceans of the Bay of

Biscay: Discriminating paroxysmic events from background variability. *18th ECS Conference*, March 28-31, 2004, Kolmardens Djurpark, Sweden.

44. Lahaye V., Bustamante P., **Spitz J.**, Ridoux V. & Caurant F. 2004. Using heavy metals (Cd and Hg) to discriminate dietary preferences of common dolphin (*Delphinus delphis*) and striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) in the Bay of Biscay. *18th ECS Conference*, March 28-31, 2004, Kolmardens Djurpark, Sweden.
45. Ridoux V., **Spitz J.**, Vincent C., McConnell B. & Fedak M.A. 2002. Food and foraging behaviour of grey seals: are they more opportunistic at the periphery of their range? *16th ECS Conference*, April 7-11, 2002, Liège, Belgium.

COMMUNICATIONS EN POSTERS EN CONGRES INTERNATIONAL

1. Guichard B. & **Spitz J.** 2019. A critical analysis of the French marine mammal monitoring programme for MSFD first cycle, and perspectives for second cycle 2020-2026. *2nd World Marine Mammal Conference*, December 9-12, 2019, Barcelona, Spain.
2. Doray M., Petitgas P., Romagnan J.B., Huret M., Duhamel E., Dupuy C., **Spitz J.**, Authier M., Berger L., Dorémus G., Bourriau P., Grellier P., Masse J. & Sanchez F. 2018. Fifteen years of data from the PELGAS integrated survey (2000-2015): what have we learned on the Bay of Biscay pelagic ecosystem? *XVIth International Symposium of Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY 16*, June 5-7, 2018, Anglet, France.
3. Doray M., Petitgas P., Romagnan J.B., Huret M., Duhamel E., Dupuy C., Spitz J., Berger L., Dorémus G., Bourriau P., Grellier P., Massé J. & Sanchez F. 2018. Data products for fish stocks and ecosystem assessment: the PELGAS survey example. *ICES Annual Science Conference 2018*, September 24-27, 2018, Hamburg, Germany.
4. Le Courtois F., Mauran M., Kinda B., Stéphan Y. & **Spitz J.** 2018. From the evaluation of the anthropogenic pressure of underwater noise to the impact assessment: French approach of the MSFD. *32nd Annual Conference of the European Cetacean Society*, April 6-10, 2018, La Spezia, Italy.
5. Béésau J., Samaran F. & **Spitz J.** 2018. Temporal variation of small cetacean presence along French coasts revealed by stasis acoustic monitoring. *32nd Annual Conference of the European Cetacean Society*, April 6-10, 2018, La Spezia, Italy.
6. Guichard B., Authier M. & **Spitz J.** 2017. The French MSFD monitoring programme and evaluation of good environmental status for marine mammals. *31st Annual Conference of the European Cetacean Society*, April 29- May 3, 2017, Middlefart, Denmark.
7. Méndez Fernandez P., **Spitz J.**, Caurant F. 2017. Will detoxification processes developed by marine mammals still be efficient in the future? *SETAC Europe 27th Annual Meeting*, June 7-11, 2017, Brussels, Belgium.
8. Caurant F., **Spitz J.**, Simon-Bouhet B., Huon M., Beaudet M., Dubois M., Dumont M., Vincent C. (2015). Stable isotope signatures in whiskers from two sympatric seals: evidence of inter-individuals and inter-colonies variability in foraging strategies. *21st Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 12-18, 2015, San Francisco, USA.
9. Escalle L., Capietto A., Chavance P., Dubroca L., Delgado De Molina A., Murua H., Gaertner D., Romanov E., **Spitz J.**, Kiszka J., Floch L., Damiano A. & Merigot B. 2015. Marine mammals and tuna fishery in the Atlantic and Indian Oceans: interaction but few mortalities. *29th Annual Conference of the European Cetacean Society*, March 23-25, 2015, St Julian's, Malta.

10. Méndez-Fernandez P., Webster L., Chouvelon T., Bustamante P., Ferreira M., González A.F., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Read F., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V. & Caurant F. 2013. Assessment of the toxicological status of small cetacean species from the North West Iberian Peninsula. *27th ECS Conference*, April 8-10, 2013, Setubal, Portugal.
11. Dupuis L., **Spitz J.**, Vincent C., Meirland A., Normand C. & Brevart C. 2013. Prey consumption of harbour seals in baie de Somme, France. *27th ECS Conference*, April 8-10, 2013, Setubal, Portugal.
12. Chouvelon T., Lassalle G., Bustamante P., Dupuy C., **Spitz J.** & Niquil N. 2012. Comparison of mass-balanced modelling and isotopic approach as tools for the monitoring of marine food webs: the Bay of Biscay case study (North-East Atlantic). *ICES/PICES Symposium on Forage Fish Interactions (FACTS)*, November 12-14, Nantes, France.
13. Méndez-Fernandez P., Simon-Bouhet B., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., López A., Moffat C.F., Pierce G.J., Russell M., Santos M.B., **Spitz J.**, Vingada J.V., Webster L. & Caurant F. 2012. Concentrations and patterns of polychlorinated biphenyls in five toothed whale species from the NW Iberian Peninsula. *26th ECS Conference, March 26-28, 2012*, Galway, Ireland.
14. Petitgas P., Villamor B., Preciado I., **Spitz J.**, Doremus G., Santos M.B., Puzon A. & Rodriguez-Marin E. 2012. Maps of potential predation on the life stages of anchovy in the Bay of Biscay. *XIII International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay, ISOBAY13*, April 11-13, 2012, Santander, Spain.
15. Chouvelon, **Spitz J.**, Caurant F., Méndez-Fernandez P. & Bustamante P. 2011. Use of stable carbon and nitrogen isotopes for trophic levels evaluation and food webs reconstruction: the Bay of Biscay case study. *International symposium on isotopes in hydrology, marine ecosystems and climate change studies*, 27 March-1 April, Monaco.
16. Mannocci L., Dorémus G., Laran S., **Spitz J.**, Van Canneyt O., Ridoux V. 2011. Do odontocetes with higher energy requirements select more productive habitats: a comparative study in southwest Indian Ocean. *19th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, 26 November-3 December, 2011, Tampa, USA.
17. Chouvelon T., **Spitz J.**, Autier J., Caurant F., Méndez-Fernandez P. & Bustamante P. 2010. Isotopic investigation of mercury accumulation in the oceanic and deep-sea food webs from the Bay of Biscay. *12th Deep-sea Biology Symposium*, June 7-11, 2010, Reykjavík, Iceland.
18. Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Ferreira M., Lopez A., Pierce G.J., Chouvelon T, **Spitz J.**, Vingada J. & Caurant F., 2010. Feeding ecology and habitat use of odontocete cetaceans from the NW Iberian Peninsula inferred from stable isotopes. *24th ECS Conference*, March 22-24, 2010, Stralsund, Germany.
19. Méndez-Fernandez P., Chouvelon T., **Spitz J.**, Bustamante P., Ferreira M., Lopez A., Pierce G.J., Richard P., Ridoux V., Rogan E., Simon-Bouhet B., Vingada J. & Caurant F. 2009. Common dolphin population structure in European waters as inferred from stable isotopes analyses in muscle. *18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 11-16, 2009, Quebec, Canada.
20. Van Canneyt O., Certain G., Peltier H., Dabin W., Doremus G., **Spitz J.**, Duguay R. & Ridoux V. 2009. 35 years of strandings records reveal trends in marine mammal populations. *23rd ECS Conference*, March 2-4, 2009. Istanbul, Turkey.
21. Elder J.F., Vincent C., McConnell B., **Spitz J.**, Gautier G., Caillot E. 2008. Monitoring of harbour seal (*Phoca vitulina*) in baie des Veys. *Monitoring strategies for Marine Mammal Populations & 10^e Meeting of the French Stranding Network*, November 21-23, 2008, La Rochelle, France.

22. Deponge C., Galois R., Dabin W., **Spitz J.**, Renou J.P. & Caurant F. 2008. Characterisation of Fatty Acids in Marine Mammal Blubber using Carbon Nuclear Magnetic Resonance. *5th Lipidomics Meeting - Lipids for the Future: From Agroresources to Human Health*, October 21-23, 2008, Compiègne, France.
23. Van Canneyt O., Massé J., Certain G., Gautier G., **Spitz J.** & Ridoux V. 2008. Characterisation of bottlenose and common dolphins habitat in the Bay of Biscay: evidence of a strong spatial segregation. *22nd ECS Conference*, March 8-12, 2008, Edmond aan zee, Netherland.
24. Mourocq E., **Spitz J.**, Castin M. & Ridoux V., 2007. Fish quality and prey selection by dolphins off the Bay of Biscay. *21th ECS Conference*, April 23-25 2007, San Sebastian, Spain.
25. Mouyen L., **Spitz, J.**, Linot S., Saint-Jean C. & Ridoux, V., 2007. Considering digestibility biases in dietary analyses of marine mammals: In vitro and modelling experiments. *21th ECS Conference*, April 23-25 2007, San Sebastian, Spain.
26. Bustamante P., Dabin W., Van Canneyt O. & **Spitz, J.**, 2007. Trace elements in six odontocete species stranded in the Bay of Biscay. *21th ECS Conference*, April 23-25 2007, San Sebastian, Spain.
27. **Spitz J.**, Vincent C., Sparling C.E., Leaute J.-P., Gerondeau M., Fedak M.A., McConnell B.J. & Ridoux V. 2006. Seasonal and spatial prey exploitation by grey seals (*Halichoerus grypus*) and fisheries in the Iroise sea, France. *20th ECS Conference*, April 2-7, 2006, Gdynia, Pologne.
28. Pusineri C., **Spitz J.**, Meynier L., Chancollon O., Ringelstein J., Magnin V., Vasseur Y. & Ridoux V. 2005. Assessment of trophic relationships between fisheries and small delphinids in the highly exploited Bay of Biscay. *16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*, December 12-16, 2005, San Diego, California.
29. **Spitz J.**, Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V. 2005. Consideration of sampling sources for cetacean diet analysis: the common dolphin, *Delphinus delphis*, in the Northeast Atlantic. *19th ECS Conference*, April 2-7, 2005, La Rochelle, France.
30. Lahaye V., Bustamante P., Das K., **Spitz J.**, Meynier L., Magnin V. & Caurant F. 2004. The use of cadmium (Cd) and mercury (Hg) to discriminate dietary preferences of common dolphins (*Delphinus delphis*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the Bay of Biscay (France). *18th ECS Conference*, March 24-28, 2004, Kolmardens Djurpark, Sweden.
31. Van Canneyt O., **Spitz J.**, Dorémus G., Dabin W., Anselme G., Meslin J.-R., Brenez C. & Ridoux V. 2004. First report on two melon-headed whales (*Peponocephala electra*) stranded alive on the European coast. *18th ECS Conference*, March 24-28, 2004, Kolmardens Djurpark, Sweden.
32. **Spitz J.**, Poulard J.-C., Richard E., Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V. 2003. May changes in the diet of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from the Bay of Biscay reflect trends from groundfish surveys? *17th ECS Conference*, March 9-13, 2003, Las Palmas, Spain.
33. Meynier L., Pusineri C., **Spitz J.**, Santos M.B., Massé J., Pierce G.J. & Ridoux V. 2003. Long-term changes in the food of common dolphins (*Delphinus delphis*) in relation to fish stocks in the Bay of Biscay. *17th ECS Conference*, March 9-13, 2003, Las Palmas, Spain.
34. Pusineri C., Meynier L., **Spitz J.** & Ridoux V. 2003. Differential digestion rates of dolphin prey: observational and experimental bases for an improved dietary analysis procedure. *17th ECS Conference*, March 9-13, 2003, Las Palmas, Spain.
35. Brenez C., Jauniaux T., Kiszka J., **Spitz J.** & Coignoul F. 2003. Parasitic infestations in newborns pilot whales, *Globicephala melas*, stranded on the French Atlantic coast. *17th ECS Conference*, March 9-13, 2003, Las Palmas, Spain.

COMMUNICATIONS ORALES EN CONGRES NATIONAL

1. Wessel N., Chouvelon T., Baudrier J., Saib L., **Spitz J.**, Mille T., Bouchoucha M. & Mauffret A. 2019. Suivi des Contaminants dans les Réseaux troPhiques (CoRePh), dans le contexte du programme de surveillance de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin : exemple en Méditerranée. *14^e colloque de l'AFH*, 26-28 juin 2019, Caen, France.
2. Dorémus G., **Spitz J.** & Authier M. 2019. Abondance relative et diversité de la mégafaune marine automnale dans la Manche 2014 - 2018. Suivi Mégascope : prédateurs supérieurs marins. *La CGFS a 30 ans*, 24-25 avril 2019, Boulogne sur Mer, France.
3. Méndez-Fernandez P., Kiszka J., Normand T., Vandersarren G., Caurant F., **Spitz J.**, Rinaldi C., Montone R.C., Taniguchi S. & Heithaus M. R. 2019. Contamination chimique des populations de cétaqués de la mer des Caraïbes. *XXI^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 26 au 28 Novembre 2019, Fort de France, Martinique, France.
4. Dorémus G., **Spitz J.**, Authier M. Lambert C. & Van Canneyt. 2019. Megascope : Observation de la mégafaune marine sur les campagnes halieutiques. *Journée RETEX « Retour d'expérience sur la collecte de données environnementales déployée à bord des campagnes halieutiques au titre du programme de surveillance DCSMM »*. 21 mars 2019, Nantes, France.
5. **Spitz J.**, Quéro J.C., Iglésias S.P. & Ridoux V. 2017. Un premier regard sur les populations micronectoniques méso- et bathypélagiques du golfe de Gascogne offert par les campagnes EVHOE. *Colloque « 30 ans de la campagne EVHOE »*, 19 décembre 2017, Nantes, France.
6. Chouvelon T., **Spitz J.**, Bustamante P., Caurant F., Knoery J., Wessel N. & Mauffret A. 2017. Les métaux traces sur les campagnes EVHOE : une passerelle entre chimie et halieutique ? *Colloque « 30 ans de la campagne EVHOE »*, 19 décembre 2017, Nantes, France.
7. Terrats L, Brind'Amour A. & **Spitz J.** 2017. Variabilité à long terme de la disponibilité énergétique de la ressource pour les prédateurs supérieurs dans le golfe de Gascogne. *13^e colloque de l'AFH*, 28 au 30 juin 2017, Nantes, France.
8. Méndez-Fernandez P., Caurant F. & **Spitz J.** 2017. Tendances temporelles des concentrations de mercure et cadmium chez le marsouin commun (*Phocoena phocoena*) : en hausse ou en baisse ? *XIX^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 11-12 novembre 2017, le Croisic, France.
9. Planque Y., Vincent C., Caurant F. & **Spitz J.** 2017. Ecologie alimentaire des phoques gris et veaux-marins en Manche Est. *XIX^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 11-12 novembre 2017, le Croisic, France.
10. **Spitz J.**, Peltier H. & Authier M. 2017 DCSMM - Évaluation du Bon État Écologique 2018 : Mammifères Marins. *XIX^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 11-12 novembre 2017, le Croisic, France.
11. Caurant F., **Spitz J.**, Simon-Bouhet B., Huon M., Beudet M., Dubois M., Dumont M. & Vincent C. 2016. Etude de la variabilité des stratégies alimentaires chez le phoque gris et le phoque veau marin en Manche au travers des signatures isotopiques le long des vibrisses. *XVIII^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 15 et 16 Octobre 2016, Hyères, France.
12. Guichard B., Beauvais S., Authier M. & **Spitz J.** 2015. Le programme de surveillance de la DCSMM sur les mammifères marins. *XVII^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 17 et 18 octobre 2015, Le Conquet, France.
13. **Spitz J.** & Peltier H. 2014. Marsouins sans frontières : Apports des collaborations internationales dans le suivi d'espèces mobiles. *XVI^e séminaire du Réseau National d'Echouages*, 27 et 28 septembre 2014, Dunkerque, France.

14. Ridoux V., Mannocci L., **Spitz J.** & Vincent C. 2013. Sélection des habitats et des ressources alimentaires chez les mammifères marins. *Colloque de la Société Française pour l'Etude du Comportement Animal (SFECA)*, 14 novembre 2013, Dijon, France.
15. Chouvelon T., Massé J., **Spitz J.** & Doremus G. 2013. PELGAS surveys : small pelagic fish dynamics and trophic relationships with other compartments of the pelagic ecosystem of the Bay of Biscay. *Séminaire scientifique de la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO)*, « Oiseaux marins nicheurs, ressources halieutiques et environnement marin : quelles stratégies de conservation pour les oiseaux marins nicheurs ? », 14 janvier 2013, Pleumeur-Bodou, France.
16. Roussel M., Dupuis L. & **Spitz J.** 2011. Alimentation du phoque veau-marin en baie de Somme. *XIII^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 22-23 octobre 2011, Moliets, France.
17. Ridoux V., Cherel Y., Bertin S., Kiszka J., Dewez A. & **Spitz J.** Régime alimentaire des grands plongeurs du golfe de Gascogne. *XIII^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 22-23 octobre 2011, Moliets, France.
18. Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Chouvelon T., Ferreira M., González A., Lopez A., Pierce G., Read F., Santos B., **Spitz J.**, Vingada J. & Caurant F. 2011. Segregação ecológica de longo prazo no NW da Península Ibérica nas espécies de odontocetes evidenciada pela utilização de marcadores ecológicos. *2th SafeSea Seminar*, 16-17 April 2011, Figueira da foz, Portugal.
19. Méndez-Fernandez P., Chouvelon T., Bustamante P., Ferreira M., Lopez A., Pierce G., **Spitz J.**, Vingada J.V. & Caurant F. Feeding ecology and habitat use of the cetaceans community from the NW Iberian Peninsula inferred from stable isotopes. *XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina*, 6-10 September 2010, Alicante, Spain.
20. **Spitz J.**, Meynier L., Pusineri C. & Ridoux V. 2009. Le dauphin commun *Delphinus delphis* : un prédateur sélectif au mode de vie couteux. *XI^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 24-25 octobre 2009, Porticcio, France.
21. Peltier H., Huon M., Van Canneyt O., Dabin W., Doremus G., **Spitz J.** & Ridoux V. 2009. Comment déterminer des zones de mortalités en mer à partir des photos prises lors des échouages ? *XI^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 24-25 octobre 2009, Porticcio, France.
22. **Spitz J.**, Mariotti L., Caillot E., Ridoux V. & Elder J.F. 2008. Le régime alimentaire du phoque veau-marin en baie des Veys par analyse des fèces collectées sur les reposoirs du territoire maritime de la Réserve Naturelle Nationale du domaine de Beauguillot. *Journée de restitution des études et suivis sur le phoque veau-marin en baie des Veys et en baie du Mont-Saint-Michel*, 1^{er} juillet 2008, Caen, France.
23. Dabin W., Gautier G., Peltier H., **Spitz J.**, Trégarot E. & Van Canneyt O., 2007. Cinétique de décomposition de 2 cadavres de petits cétacés : vers une aide à la datation des cadavres échoués - résultats préliminaires. *IX^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 18-19 novembre 2007, Brest, France.
24. **Spitz J.**, 2004. Le régime alimentaire des petits cétacés et sa variabilité temporelle : Un indicateur de changements environnementaux ? *XIII^e Conférence Internationale sur les Cétacés & VI^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 13-14 novembre 2004, Nice, France.
25. Astruc G., Pusineri C., **Spitz J.**, Ringelstein J., Ridoux V. & Beaubrun P. 2004. Comparaison du régime alimentaire du dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) dans les eaux méditerranéennes françaises et le golfe de Gascogne *XIII^e Conférence Internationale sur les Cétacés & VI^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 13-14 novembre 2004, Nice, France.

26. **Spitz J.**, Magnin V., Meynier L., Pusineri C., Richard E., Rousseau Y., Vasseur Y. & Ridoux V. 2003. Le régime alimentaire des petits cétacés du proche atlantique français. *V^e séminaire du Réseau National d'Échouages*, 29 novembre 2003, La Rochelle, France.

SEMINAIRES SCIENTIFIQUES INSTITUTIONNELS

1. **Spitz J.** 2018. Marsouins sans frontières : Suivre des espèces mobiles. *Table ronde des gestionnaires d'AMP - Façades Manche Mer du Nord et Atlantique*, Agence Française pour la Biodiversité, 23-25 mai 2018, La Rochelle, France.
2. **Spitz J.** 2017. Intégration des traits fonctionnels dans les relations trophiques au sein des écosystèmes marins. *Ifremer, les causeries de l'EMH*, 17 mars 2017, Nantes, France.
3. **Spitz J.** 2017. Rôle de la qualité des ressources dans le fonctionnement des réseaux trophiques. *5^{ème} Journées du Groupe de Recherche en Ecologie Trophique (GRET)*, 7-9 juin 2017, Nantes, France.
4. **Spitz J.** 2016. Traits fonctionnels et stress nutritionnel chez les prédateurs marins. *4^{ème} Journées du Groupe de Recherche en Ecologie Trophique (GRET)*, 8-10 juin 2016, Toulouse, France.
5. **Spitz J.**, Becquet V., Rosen D.A.S. & Trites A.W. 2015. A nutrigenomic approach to detect nutritional stress from gene expression in blood samples drawn from Steller sea lions. *Journée Annuelle « Écologie et Conservation des Oiseaux et Mammifères Marins »*, Université de La Rochelle / CNRS, 19 mai 2015, La Rochelle, France.
6. Authier M., **Spitz J.** & Ridoux V. 2014. Modeled response of marine top predators to contemporaneous vs climatological variables according to life history traits. *Contemporaneous vs Climatological Workshop*, December 16-17, 2014, Durham, USA.
7. **Spitz J.**, Becquet V., Rosen D.A.S. & Trites A.W. 2013. Nutrigenomics in Steller sea lion: could gene expression in blood samples cast light on some environmental issues in pinnipeds? *Marine Mammal Research Unit, Lab Meeting*, August 19, 2013, Vancouver, Canada.
8. **Spitz J.**, Ridoux V. & Brind'Amour A. 2013. Let's go beyond taxonomy in foraging ecology: testing a trait-based approach to prey-predator relationships in marine ecosystems. *Marine Mammal Research Unit, Lab Meeting*, May 6, 2013, Vancouver, Canada.
9. **Spitz J.** 2012. Go further the simple taxonomic description of diet in ecological studies: the foraging strategies of marine mammals. *Seminar of the University of Laval*, 19th April 2012, Quebec, Canada.
10. **Spitz J.** 2011. Strategies and energetic costs of foraging in marine mammals. *Seminar of the Marine Mammal Research Unit, University of British Columbia*, 1st April 2011, Vancouver, Canada.
11. **Spitz J.**, Behagle N., Ridoux V. 2009. Implication des préférences alimentaires des petits cétacés dans les captures accidentelles. *Journée thématique cétacés au CNPMM*, 15 juin 2009, Paris, France.

CONFERENCES ET EVENEMENTS GRAND PUBLIC

1. Baudin E., Chauvaud L., Evans A., Lelong S., Frey F., Olivier F. & **Spitz J.** 2020. « Tintamarre dans le Monde du Silence », Impact de la pollution sonore sur les écosystèmes océaniques : vers une transition soutenable de la recherche et du transport maritime. *Table ronde dans le cadre de l'Exposition Climat-Océan*, 17 janvier 2020, La Rochelle, France.

2. Fichet D., Caurant F. & **Spitz J.** 2018. Fonds marins des pertuis et prédateurs du golfe de Gascogne : diversité et interactions avec les activités humaines. *Conférence lors des 1^{ères} Universités sur la Biodiversité*, 8 juin 2018, Rochefort, France.
3. Lelong S., Evans A., Frey F. & **Spitz J.** 2018. Océan et biodiversité. *Table ronde lors des 1^{ères} Universités sur la Biodiversité*, 9 juin 2018, Rochefort, France.
4. **Spitz J.** 2018. Restitution de l'évaluation du bon état écologique des mammifères marins dans le cadre de la DCSMM. *Conférence lors du Colloque « Bilan de santé des eaux marines »*, 9 novembre 2018, Paris, France.
5. Dorémus G., Van Canneyt O., Laran S. & **Spitz J.** 2016. Observons les mammifères marins. *Atelier lors du 1^{er} Salon des Naturalistes*, 4-5 juin 2016, La Rochelle, France.
6. Dorémus G., Van Canneyt O., Dabin W., Laran S., Peltier H. & **Spitz J.** 2014. Les Mammifères marins d'ici et d'ailleurs. *Atelier lors de la Fête de la science*, 8 au 12 octobre 2014, La Rochelle, France.
7. **Spitz J.** 2012. Eating right key to survival of whales and dolphins. *Émission scientifique sur CBC Radio Canada*, 3 décembre 2012, Vancouver, Canada.
8. Caurant F., Ridoux V. & **Spitz J.** 2007. Qu'est-ce que l'écologie trophique. *Atelier lors de la Fête de la science*, 12 au 14 octobre 2007, Paris, France.
9. **Spitz J.** 2005. Le régime alimentaire des petits cétacés du proche atlantique français : Description & Utilisation. *Conférence à la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, 13 décembre 2005, La Rochelle, France.
10. **Spitz J.** 2004. Les mammifères marins des côtes de France. *Conférence à l'Université du Temps Libre*, 06 avril 2004, La Rochelle, France.
11. **Spitz J.** 2003. Étude du peuplement de cétacés du Golfe de Gascogne. *Conférence à l'École de la Mer*, 11 mars 2003, La Rochelle, France.

Merci à vous tous, et en particulier à toi