

Campagne de biopsies de peau et de lard des orques (*Orcinus orca*) présentes dans le golfe de Gascogne.

1. Contexte et objectifs du projet

Le golfe de Gascogne est une zone marquée par d'importants changements dans l'abondance et la distribution des prédateurs marins au cours des dernières années (e.g. Laran et al. 2017, Autthier et al. 2018). En particulier, la présence de prédateurs supérieurs tels que l'orque *Orcinus orca*, autrefois occasionnelle, est récemment devenue de plus en plus fréquente (Lopez & Methion, 2024 ; Pouey-Santalou et al., 2024). Ce changement se traduit notamment par l'émergence d'interactions directes entre les orques et les activités humaines engendrant des situations de conflits. Deux types de conflits ont en effet été documentés dans la zone depuis 2020. Le premier émane du comportement, appelé « déprédation », que peuvent avoir ces orques de se nourrir sur les poissons capturés par les pêcheurs sur les engins de pêche, en particulier les palangres (Tixier et al., 2021). Le deuxième est associé à un comportement de jeu que les orques de la sous-population appelée « orques ibériques » ont développé vis-à-vis du safran de bateaux, en particulier les voiliers de plaisance, depuis 2020 (Esteban et al., 2023). Ces conflits peuvent avoir des impacts négatifs, sur les orques d'abord (risques de blessure ou de mort sur du matériel humain, ou pratiques létales utilisées par les humains pour éloigner les orques – Dahlheim et al., 2022 ; Tixier et al., 2017 ; 2021), et sur les humains (coûts socio-économiques causés par la détérioration du matériel et/ou la diminution des captures de pêche ; atteinte à la sécurité avec parfois le naufrage des navires ayant perdu le safran - Esteban et al., 2023). Une des hypothèses pouvant expliquer l'augmentation récentes des observations d'orques dans le golfe de Gascogne serait le rétablissement de certains stocks de thon rouge *Thunnus thynnus*, une proie potentiellement clé dans le régime alimentaire des orques dans la zone. En effet, il s'agit d'une des proies principalement chassées par les orques ibériques dans les eaux adjacentes des côtes portugaises et du détroit de Gibraltar (Guinet et al., 2007 ; Esteban et al., 2016a). Or, ni l'origine des orques présentes dans le Golfe de Gascogne (si les individus présents font effectivement partie de la sous-population d'orques ibériques) ni leurs préférences alimentaires ne sont aujourd'hui connues, et ceci est dû à l'absence de données biologiques sur les individus observés. Malgré leur présence dans le golfe de Gascogne, très peu d'individus arrivent échoués mort sur nos côtes (8 en plus de 30 ans, source observatoire Pelagis), ce qui limite l'accès à des prélèvements biologiques. Par conséquent, peu d'analyses et d'études sur leur écologie ont été menées dans la zone.

Dans ce cas, la collecte de prélèvements à partir de biopsies est une approche peu intrusive qui permettrait d'améliorer significativement nos connaissances sur l'écologie et la conservation des orques du Golfe de Gascogne. Il s'agit d'une technique largement utilisée ces dernières décennies (e.g. Noren and Mocklin 2012), car elle permet d'accéder à des cétacés en milieu naturel et dans des zones difficiles d'accès. Les biopsies sont le prélèvement d'échantillons de tissu (peau et lard) collectés à l'aide d'une arbalète, de flèches flottantes et d'un embout à emporte-pièce. Les flèches sont tirées à partir d'une embarcation qui suit l'animal dans son environnement alors qu'il nage librement : aucune capture n'est effectuée et le contact avec l'animal est très court.

Ce projet a donc pour objectifs principaux, au travers de la collecte d'échantillons de biopsie de peau et lard sous-cutané, de i) déterminer la population à laquelle les orques présentes dans le golfe de Gascogne appartiennent par une analyse génétique, de ii) caractériser leur écologie trophique par l'analyse des ratios isotopiques de carbone et azote connus pour être de bons indicateurs des habitats et niveaux trophiques où les prédateurs se nourrissent (e.g. Kannan et al. 2005 ; Newsome et al. 2010 ; Pinzone et al. 2019) et iii) d'évaluer leur niveau de contamination chimique, sachant que l'orque est

une espèce qui a une grande capacité à bioaccumuler de forts niveaux de contaminants (notamment le mercure ou les PCBs, polychlorobiphényles ; Jepson et al. 2016), mais jamais analysé dans le golfe de Gascogne. Ensemble ces informations, par l'amélioration des connaissances sur la provenance et l'écologie des individus, permettront de mesurer les enjeux de conservation associés aux orques et à ses interactions avec les activités humaines.

2. Déroulé du projet

Volet 1 : Détermination de la (ou des) population(s) à laquelle (auxquelles) les orques présentes dans le golfe de Gascogne appartiennent par analyse génétique. Pour ce faire, nous utiliserons un morceau de peau (d'environ 1 mg) pour les analyses moléculaires. Les prélèvements seront conservés à -20°C jusqu'à analyse. Nous prévoyons d'échantillonner 15 individus par an afin d'atteindre un nombre données génétiques statistiquement interprétable, soit 45 individus au total sur les trois années de collecte demandées.

Volet 2 : Étude de l'écologie trophique des orques par mesure des ratios isotopiques de carbone et d'azote, qui sont de bons marqueurs trophiques des prédateurs supérieurs marins (Kannan et al. 2005 ; Newsome et al. 2010 ; Pinzone et al. 2019). Ces analyses réalisées dans la peau des cétacés nous informent de leur écologie trophique au cours des (Gimenez et al. 2016), ce qui correspond approximativement à la période durant laquelle nous pensons que les orques se nourrissent dans le golfe de Gascogne. Ces analyses seront, donc, réalisées sur un morceau de peau des mêmes individus échantillonnés par biopsie, comme pour les analyses génétiques. À la fin des trois années de collecte, nous devrions disposer d'un nombre suffisant d'échantillons (45) pour caractériser leur écologie trophique, c'est-à-dire nous renseigner sur le niveau trophique auquel les orques se nourrissent dans le golfe de Gascogne (ce qui permettra d'affirmer leur consommation de thon rouge dans la zone) et sur leur zone d'alimentation (c.a.d. golfe de Gascogne vs Péninsule ibérique); ii) tester l'influence des interactions avec la pêche et des conditions environnementales, en considérant des effets d'âge et de sexe, sur les variabilités inter-individuelle, inter- et intra-annuelle ; et iii) examiner des changements potentiels dans le temps et dans l'espace dans la composition des régimes alimentaires au travers de comparaisons avec les valeurs isotopiques d'échantillons collectés précédemment dans d'autres zones.

Volet 3 : Étude de la contamination chimique par l'analyse du mercure et de plusieurs classes de polluants organiques persistants (POPs) dans la peau et le lard des mêmes individus échantillonnés par biopsie. L'orque est une espèce de cétacé qui se situe à un très haut niveau trophique et qui est longévive, ce qui explique les fortes teneurs en contaminants (notamment en mercure et PCBs) retrouvées dans la littérature (Jepson et al. 2016 ; Fagerlund 2023). Le thon rouge est l'une de leurs proies principales et fait partie des espèces de poissons présentant les concentrations les plus élevées pour ces deux types de contaminants, ce qui explique le transfert de contaminants proie-prédateur. L'accès aux prélèvements de ces individus nous permettra d'évaluer le niveau de contamination chimique et la vulnérabilité face à la contamination de ces individus et donc potentiellement de la sous-population ibérique considérée comme « en danger critique d'extinction » par l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature).

Pour ces volets, nous maîtrisons totalement les protocoles car les mettons en place sur différentes espèces de cétacés, depuis plus de 20 ans (Méndez-Fernandez et al. 2012, 2018, 2022 ; Tixier et al. 2017, 2019). Nous avons d'autre part une grande expertise de la zone d'étude car nous effectuons ce

type de missions dans le golfe de Gascogne depuis 2022. Les individus faisant l'objet de cette demande font très probablement l'objet d'un suivi à long-terme par photo-identification s'ils appartiennent à la sous-population d'orques ibériques (effectif suivi depuis >20 ans, Esteban et al. 2016c). Ce suivi et la connaissance précise des individus représentent un support de travail crucial pour la réalisation des biopsies car ils permettront de : i) sélectionner les individus au préalable selon leur âge (> 2ans), leur groupe social et selon si ils ont déjà été échantillonnés dans le passé, et ii) suivre avec précision le devenir des individus utilisés par des photos permettant de vérifier la bonne cicatrisation des zones de biopsie à court terme, et la survie de ces individus à long-terme.

3. Bénéfices attendus du projet

Au-delà d'améliorer les connaissances sur l'origine génétique et l'écologie des orques présentes dans le golfe de Gascogne, ce projet permettra de caractériser et de mesurer les changements opérés par les écosystèmes marins dans lesquels cette espèce est incluse en tant que prédateur supérieur. En effet, l'orque a été choisie car il s'agit d'un prédateur au sommet des chaînes trophiques et clef de voûte des écosystèmes côtiers et océaniques. De ce fait, l'espèce constitue un indicateur essentiel des changements affectant les écosystèmes marins. L'espèce a aussi été choisie car particulièrement sensibles aux changements liés à la pêche, **et notamment dans le golfe de Gascogne où les orques pourraient être en compétition avec les pêcheurs pour les mêmes stocks de thon rouge.** Par ailleurs, l'orque a également été choisie car l'espèce est associée à des enjeux importants de conservation, en particulier la sous-population d'orques Ibériques à laquelle les individus du golfe de Gascogne pourraient appartenir (Esteban et al., 2016b) avec un fort besoin en connaissances sur l'écologie alimentaire et état de contamination pour la mise en place de mesures effectives de protection.

4. Nuisances ou effets indésirables attendus sur les animaux

Les animaux sont dans leur milieu naturel sans n'être capturés ni anesthésiés pour la biopsie. La biopsie est effectuée à distance (entre 6 et 15 mètres) et les conditions de mer doivent être inférieures à un niveau de vent de Beaufort 3. **Les animaux sont ciblés sur la zone située en dessous de l'aileron dorsal.** Cette zone se caractérise par une couche de lard d'une épaisseur supérieure à celle d'autres zones du corps (environ 10 cm). Cibler cette zone garantit que le muscle ne sera pas touché (ce qui évite les infections). De plus, seuls les animaux adultes et sans problèmes de santé apparent sont visés. Chaque individu ne fera l'objet qu'une seule fois d'un échantillonnage au cours d'une seule et même campagne de terrain. Des photos de l'individu biopsié sont en effet réalisées, ce qui permet de procéder à la photo-identification (c'est-à-dire à l'identification à l'aide des caractéristiques de son aileron dorsal et de sa tâche dorsale).

Le personnel chargé de réaliser ces biopsies possède une grande expérience, tant sur cette espèce, comme sur d'autres espèces de cétacés, y compris de plus petite taille (e.g. dauphin commun, dauphin bleu et blanc, globicéphale, etc.), et prendra toutes les précautions nécessaires pour minimiser les impacts potentiels de la manœuvre (dérangement lié à l'approche, impact de la flèche sur l'animal). Ces précautions (par exemple, les éléments en contact avec l'animal seront maintenus stériles jusqu'au tir) garantiront notamment une faible réaction comportementale au prélèvement et une cicatrisation rapide de l'animal après la biopsie, sans conséquence négative pour sa santé.

Références bibliographiques :

- Authier M, Dorémus G, Van Canneyt O, Boubert JJ, Gautier G, Doray M, et al. (2018) Exploring change in the relative abundance of marine megafauna in the Bay of Biscay, 2004–2016. *Progress in Oceanography*: 166, 159-167.
- Dahlheim ME, Cahalan J, Breiwick JM (2022) Interactions, injuries, and mortalities of killer whales (*Orcinus orca*) observed during fishing operations in Alaska Fish Bull: pp 79-94.
- Esteban R, Verborgh P, Gauffier P, Giménez J, Guinet C, de Stephanis R (2016a) Dynamics of killer whale, bluefin tuna and human fisheries in the Strait of Gibraltar. *Biol Conserv* : 194, 31-38.
- Esteban R, Verborgh P, Gauffier P, Alarcón D, Salazar-Sierra JM, Giménez J, De Stephanis R (2016b) Conservation status of killer whales, *Orcinus orca*, in the Strait of Gibraltar. *Advances in marine biology*: 75, 141-172.
- Esteban R, Verborgh P, Gauffier P, Giménez J, Martín V, Pérez-Gil M, et al. (2016c) Using a multi-disciplinary approach to identify a critically endangered killer whale management unit. *Ecological Indicators*: 66, 291-300.
- Esteban R, López A, de los Rios, ÁG, Ferreira M, Martinho F, Méndez-Fernandez P, et al. (2022) Killer whales of the Strait of Gibraltar, an endangered subpopulation showing a disruptive behavior. *Mar mam sci*: 38(4).
- Fagerlund CJL (2023) Estimating the Biomagnifying Potential of Mercury (Hg) and Chlorinated Paraffins (CPs) in a Norwegian Arctic Food Web and in Killer whale (*Orcinus orca*) (Master's thesis).
- Giménez J, Ramírez F, Almunia J, Forero MG, de Stephanis R (2016) From the pool to the sea: Applicable isotope turnover rates and diet to skin discrimination factors for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*: 475, 54-61.
- Herman DP, Burrows DG, Wade PR, Durban JW, Matkin CO, LeDuc RG, et al. (2005) Feeding ecology of eastern North Pacific killer whales *Orcinus orca* from fatty acid, stable isotope, and organochlorine analyses of blubber biopsies. *Marine Ecology Progress Series*, 302, 275-291.
- Jepson PD, Deaville R, Barber JL, Aguilar À, Borrell A, Murphy S, et al. (2016) PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific reports*: 6(1), 1-17.
- Laran S, Authier M, Blanck A, Doremus G, Falchetto H, Monestiez P, et al. (2017) Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters-Part II: The Bay of Biscay and the English Channel. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*: 141, 31-40.
- López BD, Methion S (2024) Killer whales habitat suitability in the Iberian Peninsula and the Gulf of Biscay: Implications for conservation. *Ocean & Coastal Management* : 255, 107245.
- Méndez-Fernandez P, Bustamante P, Bode A, Chouvelon T, Ferreira M, Lopez A, et al. (2012) Foraging ecology of five toothed whale species in the Northwest Iberian Peninsula, inferred using carbon and nitrogen isotope ratios. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*: 413, 150-158.
- Méndez-Fernandez P, Taniguchi S, Santos MC, Cascao I, Quéroil S, Martín V, et al. (2018) Contamination status by persistent organic pollutants of the Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) at the metapopulation level. *Environmental Pollution*: 236, 785-794.
- Méndez-Fernandez P, Spitz J, Dars C, Dabin W, Mahfouz C, André JM, et al. (2022) Two cetacean species reveal different long-term trends for toxic trace elements in European Atlantic French waters. *Chemosphere*: 294, 133676.
- Newsome SD, Clementz MT, Koch PL (2010) Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Marine Mammal Science*: 26(3), 509-572.

- Noren DP, Mocklin JA (2012) Review of cetacean biopsy techniques: Factors contributing to successful sample collection and physiological and behavioral impacts. *Marine Mammal Science*: 28(1), 154-199
- Pinzone M, Damseaux F, Michel LN, Das K (2019) Stable isotope ratios of carbon, nitrogen and sulphur and mercury concentrations as descriptors of trophic ecology and contamination sources of Mediterranean whales. *Chemosphere*: 237, 124448.
- Pouey-Santalou V, Moreno-Godoy P, Ducret M, Dramet M, Toulot A, Eriksson I, De Weerd J (2024) The French connection: Multiple records of Strait of Gibraltar killer whales (*Orcinus orca*)(2003–2023) in the Bay of Biscay, France. *Mar Mam Sci*: e13207.
- Tixier P, Barbraud C, Pardo D, Gasco N, Duhamel G, Guinet C (2017) Demographic consequences of fisheries interaction within a killer whale (*Orcinus orca*) population. *Mar Biol*: 164, 1-16.
- Tixier P, Giménez J, Reisinger RR, Méndez-Fernandez P, Arnould JP, Cherel Y, Guinet C (2019) Importance of toothfish in the diet of generalist subantarctic killer whales: implications for fisheries interactions. *Marine Ecology Progress Series*: 613, 197-210.
- Tixier P, Lea MA, Hindell MA, Welsford D, Mazé C, Gourguet S, Arnould JP (2021) When large marine predators feed on fisheries catches: global patterns of the depredation conflict and directions for coexistence. *Fish Fish*: 22(1), 31-53.