



Détection automatisée des cétacés à fanons au large de la Nouvelle-Ecosse

Classification automatisée des cétacés à fanons dans l'Atlantique nord.

Client: Department of Fisheries and Oceans Canada

PRESENTATION DU PROJET

Le Department of Fisheries and Oceans Canada (DFO) a réalisé des enregistrements en acoustique passive dans le nord de l'océan Atlantique. Ils souhaitent détecter et classer tous les cétacés à fanons au large de la Nouvelle-Ecosse mais n'avaient pas accès à des détecteurs et classificateurs multi-espèces.

NOTRE APPORT

DFO a engagé notre expertise en bioacoustique pour entraîner un classificateur spécifique qui puisse détecter et classer les chants de n'importe quelle espèce de cétacé à fanons et permettre aux résultats d'être facilement vérifiés.

www.StylesGroupAcoustics.com

ANALYSE DE DONNEES

DFO nous a fourni plusieurs mois de données acoustiques brutes qui ont été chargées dans nos systèmes d'analyse où des détecteurs automatisés ont ensuite traité les données.

Toutes les espèces de cétacé à fanons devaient être détectées donc leur classification a été réalisée en utilisant quatre algorithmes de détection inter-connectés qui utilisent les flux d'énergie, l'entropie spectrale, traçage de contours et la détection des arêtes et des harmoniques. La corrélation croisée entre les sorties et des modèles pré-déterminés basés sur nos données bioacoustiques et sur la littérature a permis la classification des espèces.

Ces détecteurs produisent des fragments audio de 2 minutes de chaque détection ainsi qu'une image du spectrogramme correspondant. Il s'agissait d'un produit de donnée standard fournis à nos clients pour qu'ils puissent vérifier la robustesse de nos détecteurs par comparaison avec leurs propres résultats sur les mêmes jeux de données.

Des chants provenant de baleines bleues, rorquals communs, rorquals boréaux, baleines à bosses et baleines franches de l'Atlantique nord ont été détectés avec les propriétés bioacoustiques, date et heures des chants fournis à DFO.





Comprendre l'impact des activités touristiques sur les cétacés dans le golfe d'Hauraki

Comment le COVID a créé une opportunité unique d'explorer le bien-être acoustique des cétacés

Client: Hauraki Gulf Cetacean Fund, Department of Conservation

PRESENTATION DU PROJET

Le but de ce projet était de caractériser les effets des bruits de bateaux (tels que ceux utilisés pour les activités touristiques) sur le paysage sonore sous-marin et sur la communication des dauphins et poissons. Les paramètres du projet ont été modifiés en raison du COVID (voir note en bas de l'article), offrant une chance unique d'observer l'impact de la réduction des bruits de bateaux sur l'activité des cétacés.

Ce projet de recherche scientifique a été mené en collaboration avec l'université de Victoria au Canada, l'université d'Auckland et l'université Herriot-Watt à Edimbourg.

www.StylesGroupAcoustics.com

NOTRE APPORT

Contexte du golfe d'Hauraki

La biodiversité de cette réserve marine est considérée comme exceptionnelle internationalement et est de ce fait protégée selon sa propre législation, le Hauraki Gulf Marine Park Act 2000 (Pine et al. 2016). Au moins 25 espèces de mammifères marins (près du tiers de toutes les espèces de mammifères marins de la planète) visitent le golfe d'Hauraki au cours de l'année dont 6 sont considérés comme résidentes (Hauraki Gulf Forum 2011, 2014).

La pollution sonore provenant du trafic maritime a le potentiel de détériorer significativement l'habitat des cétacés autour de la réserve marine du golfe d'Hauraki (parmi d'autres facteurs). Les cétacés (baleines, dauphins et marsouins) dépendent du son sous l'eau pour les activités critiques pour leur survie. Cela inclut notamment de préserver la cohésion du groupe, maintenir la communication entre les individus, repérer des proies et éviter les prédateurs et les dangers. Leur faculté à communiquer et appréhender leur environnement en utilisant le son sous l'eau dépend largement du niveau acoustique ambiant où les signaux biologiquement importants doivent être audibles.

Le trafic maritime dans la réserve du golfe d'Hauraki est capable d'élever le niveau de bruit ambiant au point où la communication entre mammifères marins peut être masquée créant de potentiels effets délétères pour les animaux. Approximativement 1,400 navires transitent chaque année par le golfe pour accéder au plus grand port du pays (Constantine et al. 2015) auxquels s'ajoutent les quelques 132,000 bateaux de plaisance appartenant aux particuliers (Beca, 2012).

En plus de ces deux types de trafic maritime, une variété d'autres navires opère quotidiennement: des bateaux de pêche charter aux ferry assurant les liaisons, en passant par les bateaux de croisière dans le golfe, les remorqueurs et les barges, les dragueurs, les bunkers ou encore les bateaux touristiques d'observation des mammifères marins.

Le bruit des navires est hautement variable et peut être de forte intensité avec la capacité d'impacter les cétacés directement en élevant le niveau sonore ambiant. Cela génère un masquage auditif qui est l'impact le plus intrusif du bruit de bateaux (McWhinnie et al., 2017) et capable de s'étendre sur de vastes étendues du golfe d'Hauraki dans certains cas (Pine et al. 2016; Putland et al. 2018). La signature sonore de la plupart des navires motorisés chevauche la gamme de fréquences utilisée par les cétacés et peuvent régulièrement se propager sur plusieurs kilomètres (Pine et al. 2016; Halliday et al. 2017; Pine et al. 2018).



RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Surveillance en acoustique passive et modélisation

Notre objectif était d'accumuler des données en acoustique passive sur deux ans pour étudier les volumes de trafic maritime et de détection de mammifères marins près d'Auckland où seules des données d'observations visuelles, et donc limitées, existent (c'est-à-dire seulement collectées de jour et quand des observateurs sont sur l'eau).

Cinq sites de surveillance en acoustique passive ont été installés dans la partie intérieure du golfe – dans le chenal de Rangitoto, au large de la côte nord d'Auckland, à Shearer's Rock près de l'île de Tiritiri Matangi, au milieu du golfe et aux Aahaha Rocks près des îles Noises.

Les sites, chacun contenant un SoundTrap (les plus profonds aux îles Noises et au milieu du golfe étaient également équipés d'un largueur acoustique), enregistraient le paysage sonore en continu. Cela a permis de caractériser et quantifier l'activité maritime à travers le chenal de Rangitoto ce qui n'aurait pas été possible si les enregistreurs fonctionnaient en intermittence.

La modélisation acoustique se basait sur les données AIS des navires pour déduire les niveaux sonores cumulés pour chaque mois. La modélisation était aussi utilisée pour estimer l'évolution des distances de communication des dauphins lorsqu'ils sont exposés ou non au bruit des bateaux.

L'arrivée du COVID

Quand le COVID arriva en 2020, la Nouvelle-Zélande était l'un des premiers pays à instaurer un confinement strict. Ce confinement s'est étendu aux océans ce qui signifie que les navires non-essentiels ne pouvaient plus naviguer, entraînant une chute considérable du trafic maritime.

Cela nous a permis d'étudier les effets cumulés du trafic maritime de petits bateaux sur le paysage sonore en eaux peu profondes près d'Auckland de façon unique – à travers l'acquisition de données de référence inédites. Cela a aussi illustré la puissance de la surveillance en acoustique passive longue durée car c'était la seule forme de surveillance pouvant opérer avec les restrictions en place. D'autres méthodes de surveillance étaient impossibles et l'acoustique représentait le seul moyen d'étudier les effets du confinement.

Le programme PAM (Passive Acoustic Monitoring) a montré que la soudaineté et la sévérité des restrictions avaient eu un effet très significatif sur le paysage sonore sous-marin avec des niveaux de bruit ambiant pouvant chuter de 8 dB re 1 μ Pa sur les 12 premières heures.

Lors du premier jour de confinement (26 Mars 2020), La présence de bruit lié aux navires dans le chenal de Rangitoto a chuté à 34% du temps. Il était de 63% du temps la veille (25 Mars). Au 1er Avril, la présence quotidienne de bateaux avait chuté à 8% du temps dans le chenal, ne détectant seulement que les navires entrant ou sortant du port de commerce.

Près des îles Noises, le trafic maritime a encore davantage chuté, avec notamment certains jours sans aucun bateau dans la zone. Le paysage sonore ambiant et les niveaux de bruit large bande étaient les plus bas jamais mesurés en Nouvelle-Zélande atteignant à peine 102 dBrms re 1 μ Pa (sur un jour entier) dans le chenal de Rangitoto – niveaux sous les maximums enregistrés pendant l'été Arctique (habituellement entre 73 et 103 dBrms re 1 μ Pa (Insley et al. 2017)).

Les dauphins (et certains poissons) dépendant largement de leurs vocalisations et de leur audition, la chute soudaine des niveaux de bruit ambiants les a vu expérimenter une augmentation de leurs distances de communication estimée à 65%.

NOS RESULTATS

Les dauphins étaient détectés durant les semaines précédentes puis pendant le confinement. Un des endroits très prisé des dauphins (grands dauphins et dauphins commun) se situe près des îles Noises. Les changements dans les durées de présence mesurées entre avant et pendant le confinement y étaient plus significatifs que sur d'autres sites. Par exemple, lors des 31 jours précédant le confinement, les dauphins étaient acoustiquement présents aux îles Noises pendant 1341 minutes/jour tandis qu'ils l'étaient 2031 minutes/jour lors des 31 premiers jours du confinement. D'une manière générale, pendant le confinement les dauphins étaient détectés pour des durées plus longues surtout les sites de surveillance qu'avant son entrée en vigueur.

Le principal enseignement des données récoltées en 2020 est la preuve de l'impact du bruit provenant des petits bateaux sur les paysages sonores sous-marins et comment les animaux marins vont devoir s'adapter à la pollution sonore grandissante. Les statistiques sur les données collectées avant, pendant et après le confinement a permis d'identifier les relations entre l'activité maritime et les niveaux de bruit ambiant. Par exemple, les modèles linéaires généralisés ont montré une augmentation de 2 dB des niveaux de pression acoustique quotidiens pour chaque augmentation de 10% de la présence de navires par période de 24 heures – un effet cumulé mesuré que le bruit lié aux bateaux a sur le paysage sonore. Ces relations n'étaient pas déduisibles avant le confinement.

Ces données empiriques démontrent que les petits bateaux, lorsqu'ils sont en nombre suffisant, influencent directement les niveaux de bruit ambiant et ne sont pas une source aigue ayant un impact limité comme imaginé parfois par certains régulateurs. Les données récoltées pendant le confinement ont montré que le volume actuel de trafic maritime de petits bateaux opérant selon le plan de gestion du golfe d'Hauraki (HGMP) est suffisant pour augmenter les niveaux ambiants médians quotidiens d'au moins 6 dBrms re 1 μ Pa dans des habitats situés au moins à 45km du centre d'Auckland. Plus proche de la ville, la contribution du trafic maritime aux niveaux de bruit sous-marin ambiant est encore plus grande – approximativement 8 dBrms re 1 μ Pa dans le chenal de Rangitoto. Ces données sont inédites dans la façon de montrer comment les petits bateaux contribuent déjà aux niveaux de bruit sous-marin ambiant dans le cadre du HGMP. Cela fournit des relations statistiques solides qui peuvent être utilisées pour mieux anticiper les futurs niveaux de bruit provenant des bateaux de plaisance dont le nombre doit atteindre 183,000 d'ici 2041 – ce qui induirait potentiellement une augmentation de 3 dBrms re 1 μ Pa par rapport aux niveaux de pression acoustique actuels.

Enregistrement de bateaux rapides, sur foils

Note: L'impact du COVID sur le projet

La pandémie de COVID a renforcé la puissance et les conclusions de ce projet. Les confinements nous ont permis de réellement se pencher sur comment le bruit généré par les petits bateaux change un paysage sonore non pas en théorie mais à travers l'observation. Nous disposons alors d'un outil autre que la seule modélisation pour étudier l'impact de la plaisance sur le bien-être acoustique des cétacés dans le golfe. Le COVID et les confinements ont fournis des données inédites qui nous ont permis de quantifier les effets du bruit des bateaux, tels que ceux utilisés par l'industrie du tourisme, sur le paysage sonore sous-marin et la communication des dauphins et poissons. Cela nous a conduit à publier ces résultats et à les partager dans divers médias (presse écrite, radio et podcasts) et à Matt Pine de devenir consultant scientifique pour le documentaire de la BBC The Year Earth Changed avec David Attenborough.

En savoir plus:

<https://blog.doc.govt.nz/2020/10/03/unexpected-upside-to-lockdown-listening-in-to-dolphin-chatter/>
<https://hakaimagazine.com/news/the-tranquility-of-lockdown/>





A la recherche de dauphins d'Hector dans le port de Lyttelton

Approfondissement du chenal et aménagement d'un quai pour les bateaux de croisière dans le port de Lyttelton.

Client: Lyttelton Port Company

PRESENTATION DU PROJET

Le port de Lyttelton en Nouvelle-Zélande est un environnement marin unique niché dans la réserve marine de la péninsule de Banks qui offre refuge à une espèce protégée: le dauphin d'Hector.

Pour répondre à davantage de demande, le port de Lyttelton souhaitait augmenter la profondeur de son chenal pour permettre le passage de navires plus imposants et construire un terminal pour les bateaux de croisière. Ils avaient besoin d'expertise en acoustique sous-marine pour les aider à entreprendre ces travaux sans impacter négativement l'environnement marin.

NOTRE APPORT

Durant les 6 ans qu'ont duré ce projet, nous avons travaillé étroitement avec les équipes du port de Lyttelton et de l'institut Cawthron pour détecter et étudier le dauphin d'Hector à proximité du port afin de minimiser l'impact du dragage et du battage de pieux dans la zone sur ces animaux.

www.StylesGroupAcoustics.com

Au cours du projet, nous avons réalisé:

MESURE DE NIVEAUX DE BRUIT SOUS-MARIN

A travers notre collaboration avec LPC, Vision Environment et Enviser, 8 stations d'écoute (comportant des SoundTraps et/ou CPODs) ont été installées et régulièrement maintenues chaque mois entre 2017 et 2021 (avant, pendant et après les travaux de construction).

MODELISATION ACOUSTIQUE SOUS-MARINE

Une évaluation complète des effets du bruit sous-marin provenant du dragage et du battage de pieux sur les dauphins d'Hector au sein du port de Lyttelton a été menée.

RECOMMANDATIONS D'ATTENUATION DE BRUIT

Nous avons participé à l'élaboration d'un plan de préservation des mammifères marins (Marine Mammal Management Plan (MMMP)) qui définit les mesures mises en place par les instigateurs du projet pour assurer leur préservation et la plus faible perturbation possible dans la zone.

SURVEILLANCE DES MAMMIFERES MARINS

La présence du dauphin d'Hector a été détectée à partir de >100,000 heures d'enregistrement en acoustique passive en utilisant nos détecteurs et classifieurs automatisés. Les détecteurs appliquent une série d'algorithmes de traitement du signal avant que nos programmes d'intelligence artificielle ne classent les signaux acoustiques. Notre logiciel d'analyse acoustique développé en interne intègre du calcul parallèle rendant ainsi le traitement de données bien plus rapide qu'avec d'autres logiciels (le gain en temps est de l'ordre de plusieurs ordres de grandeur).

ANALYSE DE DONNEES

Les données d'acoustique sous-marine collectées représentent le plus gros volume de données de ce type en Nouvelle-Zélande. Notre système d'analyse de données intelligent a permis un traitement rapide et automatisé incorporant les notes et informations sur les travaux provenant de LPC, les rapports des observateurs chargés de repérer visuellement les mammifères marins dans la zone et d'autres jeux de données à l'analyse.

RECHERCHE SCIENTIFIQUE EN COURS

Une enquête scientifique sur les effets du bruit après les travaux a été lancée. C'est un projet collaboratif entre l'institut Cawthron, LPC et Styles Group. Les données acoustiques récoltées sont actuellement utilisées pour alimenter des études scientifiques plus larges. In fine, elles seront utilisées également pour développer les normes portant sur les niveaux de bruit sous-marins visant à maîtriser les impacts non seulement sur les dauphins d'Hector et de Maui mais également sur de nombreuses espèces de dauphins présentes en Nouvelle-Zélande et à l'étranger.

Notre analyse de données nous a permis d'acquérir de précieux retours d'expérience sur:

- Comment le dragage et le battage de pieux altèrent le paysage sonore sous-marin du port.
- Comment chaque changement de ce paysage sonore peut impacter les dauphins d'Hector.
- Nous sommes en cours de publication des résultats dans un article scientifique.





Protection du dauphin à bosse du Pacifique dans les eaux de Hong Kong

Etude des mouvements de dauphins et marsouins au voisinage des lignes de ferry à haute vitesse, Hong Kong SAR

Client: World Wildlife Fund - Hong Kong (WWF- HK)

PRESENTATION DU PROJET

Les développements dans l'estuaire de la rivière des perles (Pearl River Estuary, PRE) ont causé une augmentation du niveau de bruit sous-marin – au point que les communications entre mammifères marins pouvaient être masquées et générer ainsi du stress. Ces développements incluent la construction du pont reliant Hong Kong-Zhuhai-Macau, le HKIA Third Runway Project et le démonstrateur de parc éolien en mer à Guishan.

Des relevés en mer entre 2011 et 2016 ont montré que les dauphins à bosse du Pacifique s'étaient déplacés vers les eaux de Lantau au sud-ouest et les îles Soko, loin des travaux situés à proximité de leur habitat naturel au nord de l'île de Lantau.

www.StylesGroupAcoustics.com

La forte densité du trafic maritime (en particulier les ferrys rapides et bateaux de pêche) dans les eaux sud-ouest et sud des îles Lantau représentait deux risques majeurs pour la santé des dauphins: masquage auditif (menant potentiellement à une recherche de nourriture moins efficace et altérant cohésion du groupe et navigation) et collisions avec des navires (entraînant blessures graves ou décès).

En 2016, World Wildlife Fund - Hong Kong (WWF-HK) a débuté une étude complète sur les cétacés le long des voies de navigation des ferrys dans les eaux sud-ouest de Lantau, incluant les îles Soko. Le but de cette étude était d'appuyer les actions de protection des dauphins à bosse du Pacifique (*Sousa chinensis*) emblématiques de Hong Kong mais également des marsouins aptère (*Neophocaena phocaenoides*).

NOTRE APPORT

WWF - HK nécessitait un avis scientifique pour définir leurs directives de conservation des dauphins dans la région. Ils avaient aussi besoin d'une surveillance des marsouins aptères qui vivent également autour de Hong Kong.

Avec une solide expérience dans la détection des mammifères marins dans les eaux chinoises, nous avons pu faire face aux nombreux problèmes rencontrés lorsque l'on entreprend des études acoustiques dans des mers très fréquentées et y mesurer avec succès les mouvements des mammifères marins. Les rapports techniques issus de ce programme sont utilisés par WWF-HK pour justifier la nécessité d'établir une nouvelle aire marine protégée autour des îles Lantau et Soko afin de préserver le dernier refuge pour les dauphins à bosse du Pacifique - une cause à laquelle nous sommes très fier d'être associés.



Au cours du projet, nous avons réalisé:

ANALYSE DE DONNEES

Des nouveaux logiciels pour le traitement des données pour le PRE et Hong Kong ont été développés pour traiter les enregistrements et amplifier les clics des dauphins tout en réduisant le niveau de bruit ambiant. Cela s'est révélé déterminant pour détecter avec succès les signaux d'écholocalisation dans des environnements très bruyants. Ce logiciel a été incorporé dans des classificateurs spécifiques pour les dauphins à bosse du Pacifique et validés avec nos données sur le golfe de Beidu, la rivière Yangtze (pour les marsouins aptères) et les eaux chinoises du PRE.

SURVEILLANCE EN ACOUSTIQUE PASSIVE ET MESURE DE BRUIT SOUS-MARIN

Ce programme de surveillance en acoustique passive grande échelle s'étalant sur plusieurs années (2016-2021) a impliqué 10 hydrophones à 10 stations d'écoute indépendantes. Pour enregistrer les spectres complets qui couvrent à la fois les bruits de navires, de dauphins et de marsouins, une fréquence d'échantillonnage de 288kHz était nécessaire, générant ainsi plus de 4TB de données par mois.

Les eaux à l'ouest de Hong Kong dans le PRE sont très dangereuses avec un chalutage intense, des typhons et une visibilité sous l'eau nulle rendant ainsi les relevés d'hydrophones mensuels périlleux (assurés par nos collaborateurs Oceanway Corporation Limited, Hong Kong). Malgré ces conditions difficiles, aucun enregistreur ne fut perdu. Nous sommes parvenus à accumuler plus de 3000 heures de données par an. Rien qu'en 2017, nous avons enregistré un nombre total de détections s'élevant à 4533 mammifères marins au sud-ouest de l'île de Lantau - 3368 d'entre elles étaient des dauphins à bosse du Pacifique et 1165 étaient des marsouins aptères.

MODELISATION ACOUSTIQUE

Plusieurs aspects de ce projet ont requis de la modélisation de propagation acoustique avancée pour déterminer le positionnement des hydrophones ou pour assister la prise de décision par WWF-HK. Avec des données bathymétriques haute résolution et des données environnementales provenant de multiples sources, nous avons construit des modèles acoustiques RAM (Range-dependent Acoustic Models) avancés pour les navires mais aussi d'autres sources telles que le battage de pieux à percussions. Ces modèles nous permettent de déterminer comment l'exposition au bruit des dauphins au sein de leur habitat peut être réduite.

Dorénavant nous conseillons régulièrement WWF-HK sur les problématiques liées à l'acoustique sous-marine dans leurs eaux et continuons à fournir des études scientifiques telles que de la modélisation acoustique sous-marine et de l'analyse de données pour les aider dans leurs campagnes de sensibilisation du public.

En savoir plus sur ce projet:

<https://www.wwf.org.hk/en/?20040/Marine-Traffic-Poses-Numerous-Threats-to-Chinese-White-Dolphin-WWF-Study-Finds>

<https://www.scmp.com/news/hong-kong/health-environment/article/2123569/noise-hong-kong-marine-traffic-poses-threat-rare>

<https://www.whales.org/news-stories/securing-a-future-for-the-chinese-white-dolphin>

