"Pour qui les baleines chantent-elles? Etude bioacoustique et ethnomusicologique de la production vocale de deux espèces de Mysticètes, *Megaptera novaengliae* et *Balaena mysticetus*, et de leur représentation au sein de compositions musicales humaines"

Direction : Olivier Adam & Sylvie Le Bomin
Institut d'Alembert & Iremus

Etat de l'art

La figure de la « baleine » -terme vernaculaire désignant des espèces de mammifères marins de l'ordre des Cétacés- fascine depuis au moins l'Antiquité. De par sa taille colossale et son mode de vie aquatique qui la rend paradoxalement quasiment invisible, elle a par exemple alimenté au cours de l'Histoire occidentale nombre de fantasmes illustrés par maintes légendes dans lesquels elle engloutit les humains ou bien les affronte dans des combats sanguinaires [1]. La baleine a également intrigué les naturalistes dès la Grèce Antique, qui peinaient à la classifier en « Mammifères » ou « Poissons ». Et, en littérature, la relation humain-baleine commença sur le plan scientifique de manière sanglante : l'amélioration des connaissances anatomiques et comportementales sur les baleines fut permise par l'expansion de leur chasse à partir du XVIIIème siècle. Cette activité incita un contact plus fréquent et proche avec les mammifères marins, et leurs cadavres permirent des observations visuelles plus aisées [1].

Il faudra attendre le milieu du XXème siècle pour que les occidentaux considère les baleines de manière positive. Dès les années 50, on voit l'émergence de la reconnaissance des sentiences animales à la suite de la création de l'éthologie moderne [2], d'une sensibilité plus accrue envers les océans [3] et de la bioacoustique [4]. On étudie alors les émissions vocales des odontocètes et des mysticètes [5, 6].

En 1971, R. Payne et S. McVay publie *Song of Humpback Whales* dans la revue *Science.* Pour la 1ère fois, des émissions sonores d'une espèce marine sont qualifiées de « chant » [4], au motif que les vocalisations de ces baleines à bosse *Megaptera novaengliae* sont organisées en plusieurs phrases répétées [4, 7]. Cette aptitude se retrouve également chez la baleine boréale *Baleana mysticetus* [8] [9]. Les chants présentent une grande complexité et se transmettent d'adultes à adultes, on parle de transmission culturelle [9, 10, 11, 12]. Cependant, bien que le terme de « chant » soit unanimement utilisé par les cétologues, sa pertinence sur le plan musical n'a pas encore été évaluée.

En tous les cas, les chants de baleines ont également inspiré après la littérature de nombreux artistes dans le domaine musical. Roger Payne lui-même publia en 1970 l'album environnemental *Songs of the Humpback Whale* ("*SOTHW"*), mêlant paysages sonores sous-marins, chants de baleine et narration humaine. L'opus, édité dans le magazine *National Geographic*, fut un immense succès commercial (1000000 copies vendues)[13]. A sa suite, plusieurs compositeurs inclurent ces chants dans un titre musical (Kate Bush, *Moving* 1978) voire en firent les artistes principaux d'un album tout entier (citons *CANTICUM MEGAPTERAE* de la Croate Inner Child en 2019). Des chants de baleine furent aussi inclus au sein de concerts immersifs (Denis Beuret)[14]. Enfin, d'autres artistes se rendent en mer afin de jouer de la musique ou bien de diffuser des sons aux cétacés puis d'observer leurs réponses dans un but "d'échange [13] " voire de "duo interspécifique" [15]. Bien que des pratiques musicales humaines inspirées par les baleines aient déjà été répertoriées [16] [17] , il n'existe à ce jour aucun corpus exhaustif de ces œuvres ni de typologie établie afin de les caractériser.

Objectifs

Source de fascination scientifique et artistique, les Mysticètes méritent d'être davantage étudiés de manière pluridisciplinaire. Cette thèse vise à décrire les productions sonores de deux espèces de baleines dites « chanteuses » (la baleine à bosse et la baleine boréale) ainsi que leur représentation chez les humains en mêlant bioacoustique et ethnomusicologie.

Ce projet se découpe en trois axes :

- Décrire et analyser les productions sonores de ces baleines à l'aide de méthodes musicales afin de proposer un lexique adapté à leur caractérisation
- Représenter l'évolution culturelle des productions sonores au sein de populations des deux espèces à partir des paramètres définis dans le premier axe
- Enquêter sur les systèmes de représentations des Mysticètes au sein de populations humaines avec un focus sur l'intégration de leur productions sonores dans des compositions musicales.

Matériel et méthodes
Les différents axes du projet feront appel à l'utilisation de bases de données de chants de baleine à bosse de l'Océan Indien et de l'Atlantique Nord et de baleines boréales du Spitsberg et du Pacifique Nord. Des enregistrements en mer réalisés pendant la thèse viendront compléter ces données.
Tout d'abord, il s'agira d'évaluer la présence ou non d'une systématique dans ces productions sonores. En clair, peut-on sur le plan musical nommer les émissions sonores de « chant » ? A l'aide d'analyses mélodiques, rythmiques, métriques, scalaires et plurivocales, nous visons à établir un lexique caractérisant ces vocalisations via les regards croisés de la bioacoustique et de l'ethnomusicologie.
Nous nous intéresserons ensuite à l'évolution culturelle des différents paramètres redéfinis dans le premier axe des vocalisations des baleines à bosses et boréales. Les méthodes utilisées seront celles des analyses multivariées et de la cladistique, déjà utilisées dans le cadre de projets mêlant ethnomusicologie et sciences de la vie [18]. Les caractères propres à chaque espèce et population seront identifiés via des systèmes de codage mettant en évidence des critères d'affinités entre ces groupes, d'établir leurs relations de parenté, leurs évolutions et les échanges ayant affecté leurs cultures respectives.
Enfin, il s'agira d'étudier la manière dont sont perçus les « chants » de baleine au sein de populations de l'espèce humaine. Ceci à partir d'une recherche bibliographique poussée en ethnologie et épistémologie ; et à partir de la réalisation d'entretiens, de la mise en place de questionnaires détaillés et d'observations in situ des populations cibles. Un sous-axe majeur vise à effectuer une typologie d'inclusion des productions sonores de Mysticètes dans le langage musical humain. Cette typologie aurait pour but le relevé et l'analyse de l'intégration des « chants » de baleines au sein de compositions (les émissions sonores des Mysticètes servent-elles uniquement de bruitage instrumental ou bien sont-elles une voix à part entière [17]) ; ainsi que des techniques utilisées et des motivations des compositeurs depuis le recueil des sons cétacéens jusqu'à l'œuvre finale.

Insertion dans les axes thématiques du Collegium :
Ce sujet de thèse fait appel à la collaboration entre sciences exactes avec la bioacoustique et sciences humaines représentée par l'ethnomusicologie. Par conséquent, celui-ci correspond pleinement aux objectifs de l'Institut, à savoir la création de projets de recherche interdisciplinaires mêlant études musicales et d'autres champs scientifiques. Ce projet s'inscrit plus particulièrement dans l'axe « Construction des savoirs musicaux », regroupant des études portant notamment sur les délimitations conceptuelles ainsi que sur l'intégration de la musique dans un contexte culturel précis.

Ce sujet associe un chercheur en sciences exactes, Olivier Adam et une chercheuse en sciences humaines, Sylvie Le Bomin. Olivier Adam est professeur en bioacoustique à Sorbonne Université et spécialiste des émissions sonores des Cétacés depuis 2000. Il s'intéresse tout particulièrement aux vocalisations des baleines à bosse depuis 2007 [19]-[25], dont il étudie plusieurs populations à l'échelle mondiale (Madagascar, La Réunion, St Pierre et Miquelon). Il a également contribué à décrire l'appareil vocal de cette espèce [26] [27] et est le co-organisateur du Humpback Whale World Congress. Estimant que le décloisonnement des disciplines est fondamental, et la collaboration entre sciences et arts nécessaire, Olivier Adam travaille notamment avec la compositrice Aline Pénitot [15] et a été membre du comité scientifique de l'exposition de la Philharmonie de Paris *Musicanimales* en 2022 [14]. Son expertise en traitement du signal, en méthodes de passive acoustic monitoring et de playback en milieu marin ainsi qu'en analyse bioacoustique des productions vocales de Cétacés seront mises à contribution dans le cadre de ce projet. Sylvie le Bomin est professeure en ethnomusicologie, à Sorbonne Université et membre de l'Iremus. Elle possède une solide connaissance de l'analyse de la systématique musicale des populations humaines [28]-[32] et s'intéresse beaucoup à l'évolution des espèces, et en particulier aux origines et aux principes de diversification des pratiques culturelles et musicales [18] [33]-[37]. Lors de son rattachement au Muséum national d'Histoire naturelle, elle a eu l'occasion de travailler avec des généticiens des populations, des phylogénéticiens et des paléoanthropologues [18] [33] [35] [36] [37]. C'est ainsi qu'elle a mis en place en collaboration des méthodes de phylogénie musicale [18] [33]. Son apport dans le sujet sera méthodologique afin de mieux comprendre s'il existe une systématique dans la production vocale des baleines, apporter le regard de distanciation de l'ethnomusicologie, des techniques d'enquêtes et des outils épistémologique pour aborder de façon plus neutre à la fois les productions sonores des baleines, mais aussi les discours qui ont trait à ces productions.

Bibliographie:

1. Pastoureau, M. (2023). La baleine, une histoire culturelle (Editions du Seuil).

2. De Waal, F.B.M. (2016). Sommes-nous trop bêtes pour comprendre l'intelligence des animaux ? (Les liens qui libèrent).

3. Zelko, F. (2012). From Blubber and Baleen to Buddha of the Deep: The Rise of the Metaphysical Whale. Soc Animals *20*, 91–108. 10.1163/156853012X614387.

4. Payne, R.S., and McVay, S. (1971). Songs of Humpback Whales: Humpbacks emit sounds in long, predictable patterns ranging over frequencies audible to humans. Science *173*, 585–597. 10.1126/science.173.3997.585.

5. Jefferson, T.A., Webber, M. A., and Pitman, R. L. (2011). Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

6. Bittle, M., and Duncan, A. (2013). A review of current marine mammal detection and classification algorithms for use in automated passive acoustic monitoring. Proceedings of Acoustics, 1–8.

7. Cholewiak, D.M., Sousa-Lima, R.S., and Cerchio, S. (2013). Humpback whale song hierarchical structure: Historical context and discussion of current classification issues. Marine Mammal Science *29*. 10.1111/mms.12005.

8. Cummings, W.C., Holliday, D.W. (1987). Sounds and source levels from bowhead whales off Pt. Barrow, Alaska. *J. Acoust. Soc. Am.* 82, 814–821. https://doi.org/10.1121/1.395279

9. Stafford, K.M., Lydersen, C., Wiig, Ø., and Kovacs, K.M. (2018). Extreme diversity in the songs of Spitsbergen's bowhead whales. Biol. Lett. *14*, 20180056. 10.1098/rsbl.2018.0056.

10. Allen, J.A., Garland, E.C., Garrigue, C., Dunlop, R.A., and Noad, M.J. (2022). Song complexity is maintained during inter-population cultural transmission of humpback whale songs. Sci Rep *12*, 8999. 10.1038/s41598-022-12784-3.

11. Schulze, J.N., Denkinger, J., Oña, J., Poole, M.M., and Garland, E.C. (2022). Humpback whale song revolutions continue to spread from the central into the eastern South Pacific. R. Soc. open sci. *9*, 220158. 10.1098/rsos.220158.

12. Zandberg, L., Lachlan, R.F., Lamoni, L., and Garland, E.C. (2021). Global cultural evolutionary model of humpback whales ong. Phil. Trans. R. Soc. B *376*, 20200242. 10.1098/rstb.2020.0242.

13. Rothenberg, D. (2008). Whale Music: Anatomy of an Interspecies Duet. Leonardo Music Journal *18*, 47–53. 10.1162/lmj.2008.18.47.

14. Adam, O. (2022). "Baleines et musiques, préparation de l'exposition Musicanimale", rapport interne, Philharmonie de Paris.

15. Pénitot, A., Schwarz, D., Nguyen Hong Duc, P., Cazau, D., and Adam, O. (2021). Bidirectional Interactions With Humpback Whale Singer Using Concrete Sound Elements. Front. Psychol. *12*, 654314. 10.3389/fpsyg.2021.654314.

16. South, A. (2022). Composing with cetaceans: Countering human exceptionalism through a practical zoömusicology. Journal of Interdisciplinary Voice Studies *7*, 51–67. 10.1386/jivs_00054_1.

17. Woodson-Gammon, H.E. (2023). Why the Whales Sing: Music, American Science, and the Genesis of the Cetacean Voice.

18. Le Bomin, S., Lecointre, G., and Heyer, E. (2016). The Evolution of Musical Diversity: The Key Role of Vertical Transmission. PLoS ONE *11*, e0151570. 10.1371/journal.pone.0151570.

19. Saloma, A., Ratsimbazafindranahaka, M. N., Martin, M., Andrianarimisa, A., Huetz, C., Adam, O., and Charrier, I. (2022), Social calls in humpback whale mother-calf groups off Sainte Marie breeding ground (Madagascar, Indian Ocean), PeerJ, 10:e13785 https://doi.org/10.7717/peerj.13785

20. Doh, Y., Adam, O., and Nolibé, G. (2018). Medium-term stereophonic recording of humpback whales in Sainte Marie channel, Madagascar: daily variation on whale density, WIO Journal of Marine Science, special issue 1/2018, 53-63

21. Cazau, D., Adam, O., Aubin, T., Laitman, J. T., and Reidenberg, J. S. (2016). A study of vocal nonlinearities in humpback whale songs: from production mechanisms to acoustic analysis, Scientific Reports, 6:31660, DOI: 10.1038/srep31660

22. 2016 Cazau, D., and O. Adam, A PLCA model for detection of humpback whale sound units, Advances in Applied Acoustics, vol. 5, 5p., doi: 10.14355/aiaas.2015.05.001

23. Cazau D., Adam O., Laitman, J.T., Reidenberg, J.S. (2013)., Understanding the intentional acoustic behavior of humpback whales: a production-based approach, Journal of the Acoustical Society of America (JASA), 143(3): 2268-2273

24. Cazau D., Adam O., Gandilhon, N., Fabre, B. Laitman, J.T., Reidenberg, J.S. (2013). New acoustic model for humpback whale sound production, Applied Acoustics, 74(10): 1182–1190

25. Pace, F., Benard, F., Glotin, H., Adam O., White, P. (2010). Subunit definition for humpback whale call classification, Applied Acoustics, éd. Elsevier, 11(71), p. 1107-1114

26. Damien, J., Adam, O., Cazau, D., White, P., Laitman, J. T., and Reidenberg, J. S. (2018). Anatomy and Functional Morphology of the Mysticete Rorqual Whale Larynx: Phonation Positions of the U-fold, The Anatomical Record, Wiley, 15p., 10.1002/ar.24034 and also published in the Special Issue 2019: Thematic Papers: Mysticeted Anatomy and Evolution, 302(5): 703-717

27. Gandilhon, N., Adam, O., Cazau, D., Laitman, J. T., and Reidenberg, J. S (2014)., Two new theoreticalroles of the laryngeal sac of humpback whales, Marine Mammal Science, DOI:10.1111/mms.12187

28. Le Bomin, S. (2017). Systématique, catégorisation et évolution musicales en Afrique centrale. https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-02164178

29. Arom, S., Fernando, N., Fürniss, S., Le Bomin, S., Marandola, F., and Molino, J. (2008). La catégorisation des patrimoines musicaux dans les sociétés de tradition orale. In Catégories et Catégorisations. Une perspective interdisciplinaire Société d'études linguistiques et anthropologiques de France (33)., pp. 273–313.

30. Le Bomin, S. (2008). Typologie des techniques polyphoniques. In L'unité de la musique Musiques. Une encyclopédie pour le XXIe siècle. (Actes Sud/Cité de la Musique), pp. 1008–1109.

31. Le Bomin, S., Lachaux, E., and Mifune, M.-F. (2008). Ce que « faire ensemble » peut vouloir dire en musique Trois études de cas en Afrique centrale. 175–204.

32. *Ndroje balendro, musiques, terrains, disciplines, textes offerts à Simha Arom*, édités par Vincent Dehoux, Suzanne Fürniß, Sylvie Le Bomin, Emmanuelle Olivier, Hervé Rivière, Frédéric Voisin. Paris : Peeters, 1995. 379 p. (Société d'études linguistiques et anthropologiques de France, numéro spécial 27). ISBN 2-87723-158-5

33. Le Bomin, S., and Gardent, J. (2018). Harpe du Gabon : phylogénie, iconographie et projet KUNDI.

34. Le Bomin, S., and Mifune, M.-F. (2015). Pourquoi la musique est-elle universelle et si diversifiée ? In Une belle histoire de l'Homme Sciences., p. 337.

35. Verdu, P., Becker, N.S.A., Froment, A., Georges, M., Grugni, V., Quintana-Murci, L., Hombert, J.-M., Van Der Veen, L., Le Bomin, S., Bahuchet, S., et al. (2013). Sociocultural Behavior, Sex-Biased Admixture, and Effective Population Sizes in Central African Pygmies and Non-Pygmies. Molecular Biology and Evolution *30*, 918–937. 10.1093/molbev/mss328.

36. Becker, N.S.A., Verdu, P., Froment, A., Le Bomin, S., Pagezy, H., Bahuchet, S., and Heyer, E. (2011). Indirect evidence for the genetic determination of short stature in African Pygmies. American J Phys Anthropol *145*, 390–401. 10.1002/ajpa.21512.

37. Verdu, P., Austerlitz, F., Estoup, A., Vitalis, R., Georges, M., Théry, S., Froment, A., Le Bomin, S., Gessain, A., Hombert, J.-M., et al. (2009). Origins and Genetic Diversity of Pygmy Hunter-Gatherers from Western Central Africa. Current Biology *19*, 312–318. 10.1016/j.cub.2008.12.049.