



HAL
open science

Le chant des poissons

Lia Giraud, Térence Meunier, Philippe Marmottant, Nathalie Henrich
Bernardoni

► **To cite this version:**

Lia Giraud, Térence Meunier, Philippe Marmottant, Nathalie Henrich Bernardoni. Le chant des poissons. Techniques et culture, 2020, 73, pp.146-165. 10.4000/tc.13611 . hal-03077552

HAL Id: hal-03077552

<https://hal.science/hal-03077552v1>

Submitted on 18 Oct 2021

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.

LE CHANT DES POISSONS

[Lia Giraud](#), [Térence Meunier](#), [Philippe Marmottant](#), [Nathalie Henrich Bernardoni](#)

Éditions de l'EHESS | « Techniques & Culture »

2020/1 n° 73 | pages 146 à 165

ISSN 0248-6016

ISBN 9782713228391

DOI 10.4000/tc.13611

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-techniques-et-culture-2020-1-page-146.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Éditions de l'EHESS.

© Éditions de l'EHESS. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Le chant des poissons

Lia Giraud, TERENCE Meunier, Philippe Marmottant et Nathalie Henrich Bernardoni

**Édition électronique**URL : <http://journals.openedition.org/tc/13611>

DOI : 10.4000/tc.13611

ISSN : 1952-420X

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 30 juin 2020

Pagination : 146-165

ISBN : 978-2-7132-2839-1

ISSN : 0248-6016

Distribution électronique Cairn



CHERCHER, REPÉRER, AVANCER.

Référence électronique

Lia Giraud, TERENCE Meunier, Philippe Marmottant et Nathalie Henrich Bernardoni, « Le chant des poissons », *Techniques & Culture* [En ligne], 73 | 2020, mis en ligne le 01 janvier 2023, consulté le 06 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/tc/13611> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.13611>

Tous droits réservés

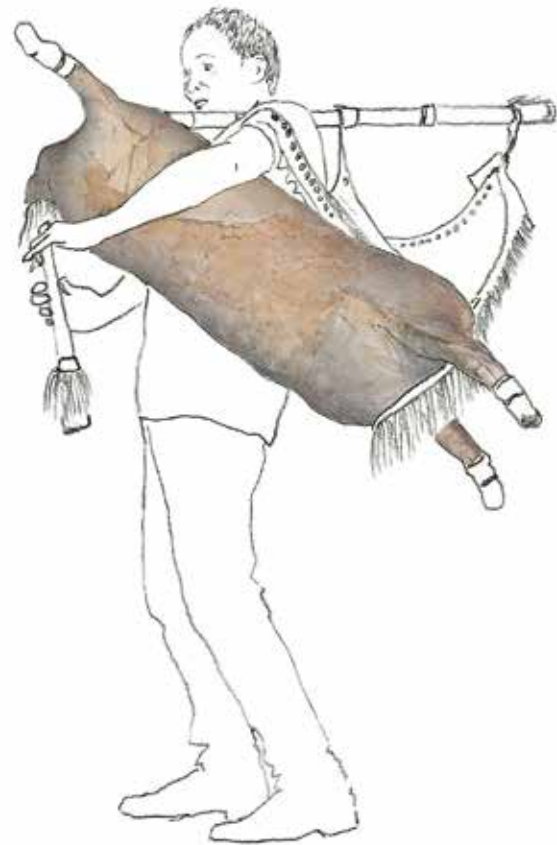


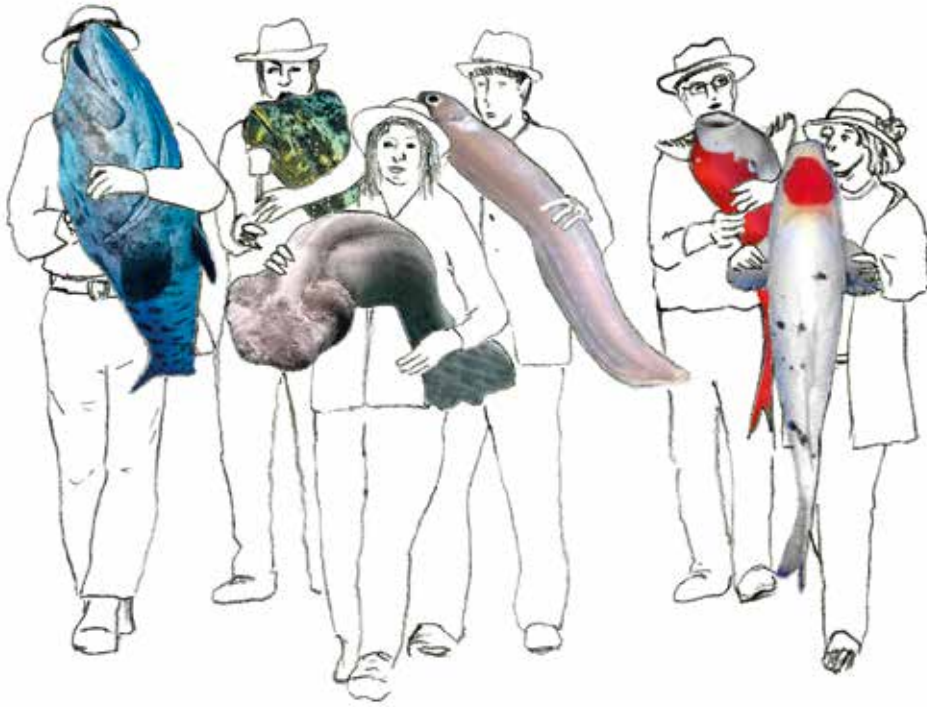
Le chant des poissons

En 2017, j'apprends l'existence d'un étrange et poétique phénomène : le chant des poissons. Du mythe de la sirène au présumé « monde du silence », mon esprit d'artiste-chercheuse s' moustille : comment et pourquoi les poissons chantent-ils ? La question contamine rapidement Térence Meunier, compositeur de musique concrète, Philippe Marmottant, physicien travaillant sur « chant des bulles », Nathalie Henrich Bernardoni, phon ticienne spécialiste de la voix parl e et chantée, ainsi que la SFR Création qui nous offre son soutien mat riel¹ afin de tenter d'y répondre. Pour espérer fabriquer des instruments de musique capables de reproduire le chant des poissons, les scientifiques suggèrent de comprendre comment les organes des poissons sont impliqués dans la production du son. Il s'agit de mener une étude « organologique », terme plurivoque², propice au développement d'un projet artistique.

Les instruments à vent et à cordes ont souvent été fabriqués pour tenter d'imiter la voix humaine³. L'étude fonctionnelle de la voix a, quant à elle, eu recours à de nombreuses modélisations instrumentales⁴. Si ces organes biologiques et techniques dialoguent sensiblement, ils sont aussi en mesure d'affecter nos organisations sociales (Stiegler 2013). Certaines cornemuses médiévales et folkloriques⁵, parfois sculptées à l'effigie d'un animal, utilisent de vraies panses d'animaux pour alimenter en air anches et bourdons. Dans cette proximité matérielle et corporelle, l'instrument de musique dépasse la reproduction fidèle et s'offre comme une forme symbolique autonome, interrogeant notre relation au vivant. Cette dimension supplémentaire est à la source du projet de « Playing Fishes Orchestra ».

Notre approche emprunte au biomimétisme actuel sa démarche imitative du vivant, sa méthode interdisciplinaire, ses objectifs scientifiques et ing nieriques (Benyus 2011) : observer et modéliser le vivant pour développer de nouveaux savoirs ; le traduire en concepts techniques par la création d'un instrument innovant (Vincent 2006). Mais son ancrage artistique peut-il offrir de nouvelles perspectives ? Comment la recherche en art instaure-t-elle





un contexte privilégié pour suivre pas-à-pas une démarche biomimétique ? Comment la double composante art-science de ce projet questionne-t-elle les fondements et limites d'une telle approche ? L'artefact biomimétique, envisagé comme instrument sensible, peut-il dépasser sa fonction imitative pour devenir un objet de réflexion sociophilosophique ?

L'approche biomimétique

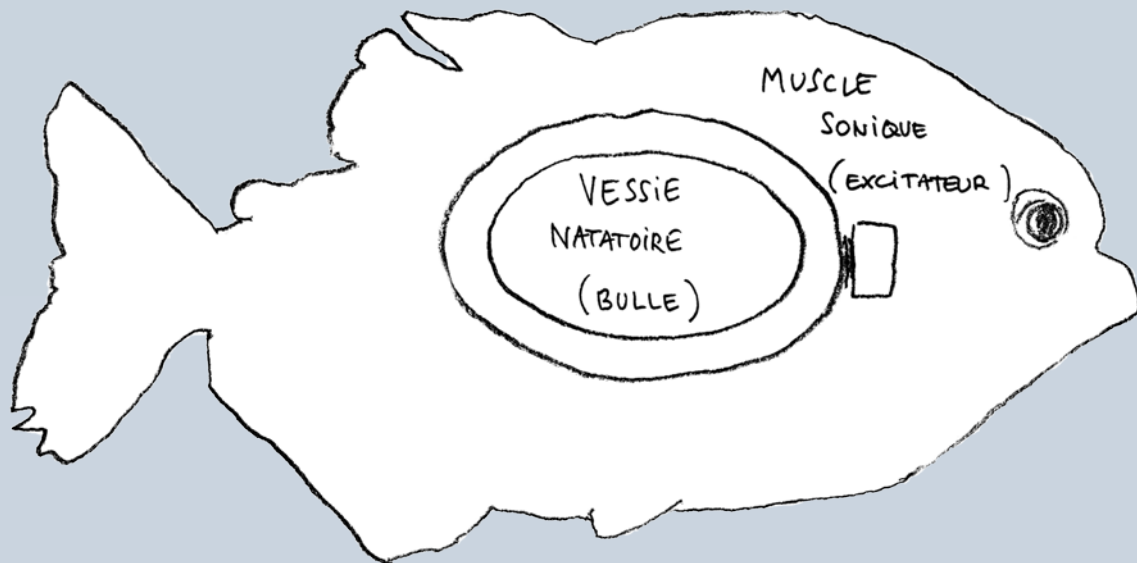
Dans les cultures populaires, le « chant des poissons » est connu depuis longtemps : en France, le nom vernaculaire de « grondin » fait référence aux grognements de certains trigles ou rougets. Au xvii^e siècle, les pêcheurs girondins posaient l'oreille sur le pont des bateaux pour repérer les bancs de maigres, aussi appelés « grondeurs ». Aujourd'hui, les bioacousticiens utilisent des hydrophones associés à des dispositifs d'enregistrement longue durée pour étudier le déplacement et la fluctuation des populations de poissons (Parsons *et al.* 2016). D'autres chercheurs s'intéressent aux mécanismes biologiques impliqués dans la production des sons : les poissons utilisent conjointement leur vessie nataoire⁶ et des muscles dits « soniques ». Reliés à la vessie, ceux-ci produisent une série d'oscillations pouvant aller jusqu'à 300 cycles par seconde (Fine *et al.* 2001). La vibration est transmise à la vessie qui, par sa forme et sa plasticité, pourrait avoir un rôle dans la modulation et l'amplification du son.

Pour Philippe Marmottant, le « système poisson » peut être modélisé : il s'apparente à un dispositif immergé composé d'une poche d'air et d'un actionneur fixé en un point. La fréquence de vibration naturelle f de la vessie peut ainsi être calculée par une équation. Plusieurs prototypes de poissons artificiels sont réalisés à partir de ce système simplifié. Chaque tentative d'amélioration du matériau reproduisant la poche (œuf en silicone épais, puis ballon de baudruche en latex), de l'actionneur simulant le mouvement du muscle (excitateur, haut-parleur, puis piston appelé « pot vibrant ») et de la zone les liant (par contact, en un point) fait apparaître de nouvelles difficultés techniques (artefacts sonores, système non submersible, taille irréaliste), éloignant la modélisation du système biologique réel. À l'évidence, il semble difficile, voire impossible, de créer un objet s'approchant un tant soit peu du son émis par les poissons.

Nous rencontrons alors la bioacousticienne Lucia Di Iorio (chaire Chorus, Grenoble) qui nous confie des enregistrements effectués en Méditerranée. Elle parle de « paysages sonores », car les chants en chœur de plusieurs espèces s'y superposent. Pour les distinguer et supprimer les sons parasites (biophonie et anthropophonie), les bioacousticiens filtrent le son afin de ne conserver que la fréquence correspondant au groupe de poissons étudié. Ces documents sonores, amplifiés et retravaillés, suffisent aux bioacousticiens pour identifier la présence d'une espèce, mais posent problème pour une reproduction fidèle du son : le son de référence utilisé pour régler notre dispositif de laboratoire est-il bien le son réellement émis par le poisson ?

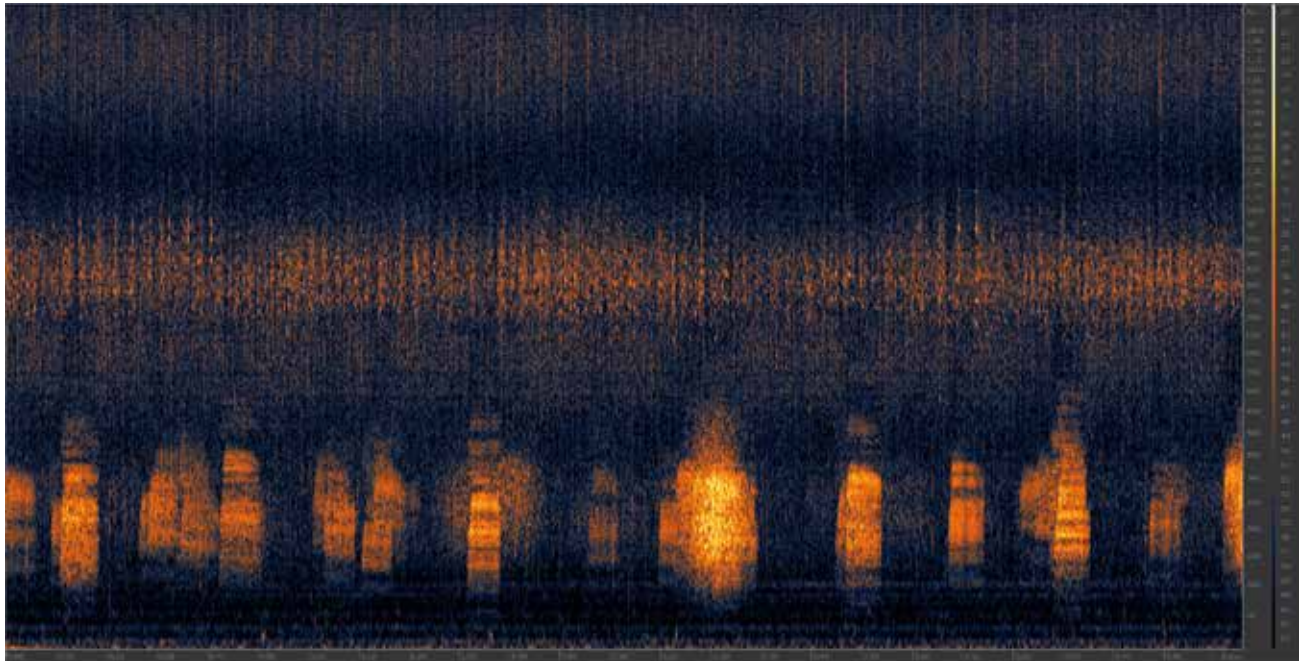
2. Le poisson du physicien

Croquis et équation de la fréquence f de vibration d'une vessie nataoire, élaborée par Philippe Marmottant



$$f = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{3kP_0 + 12G \frac{d}{R}}{\rho R^2} \right)^{1/2}$$

ICI, LA ROCHE EST SUPPOSÉE SPHÉRIQUE, DE RAYON R , D'ÉPAISSEUR d , AVEC UN MODULE ÉLASTIQUE DE CISAILLEMENT G . ELLE EST GONFLÉE PAR UN GAZ D'EXPOSANT POLYTROPIQUE k (MODIFICATION THERMODYNAMIQUE DU SYSTÈME PAR UN ÉCHANGE THERMIQUE ENTRE CE DERNIER ET SON ENVIRONNEMENT) ET PLONGÉE DANS UN LIQUIDE DE MASSE VOLUMIQUE ρ .



3. **Sonagramme d'un paysage sonore enregistré par Lucia Di Iorio**

Banc d'*Ophidion Rocheii* (blocs inférieurs), banc de [*Kwa*] (ligne centrale) et sons parasites du Benthos (ligne du haut)

En disséquant une truite, nous constatons que la paroi de la vessie est bien plus fine que nos matériaux en latex. Les propriétés mécaniques sont également différentes : le latex des ballons de baudruche est cinq fois plus élastique que le tissu biologique. Pour en savoir plus, nous partons à Liège rencontrer Éric Parmentier, directeur du Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Évolutive. Celui-ci nous initie à la grande complexité structurelle des vessies natatoires dont la composition et le fonctionnement varient d'un poisson à l'autre. Les exemples du *Carapus* et de l'*Ophidion Rocheii* montrent bien la diversité des mécanismes impliqués dans la production du son (Parmentier *et al.* 2006).

Au fil des discussions, Éric explique que la vessie natatoire ne semble pas être un très bon instrument de musique. Loin d'entrer en résonance, elle semble au contraire atténuer les vibrations (Fine *et al.* 2016). Son étudiant Thomas Duchenne expérimente le phénomène : il tape sur la vessie d'une carpe Koï avec un marteau piézoélectrique et enregistre la réponse avec un vibromètre laser. Le signal décroît rapidement. « Si on a une vessie qui ne vibre pas, comment ça se fait qu'on enregistre des vibrations ? Si ce n'est pas la vessie qui vibre, ça doit être autre chose... », nous confie Éric.

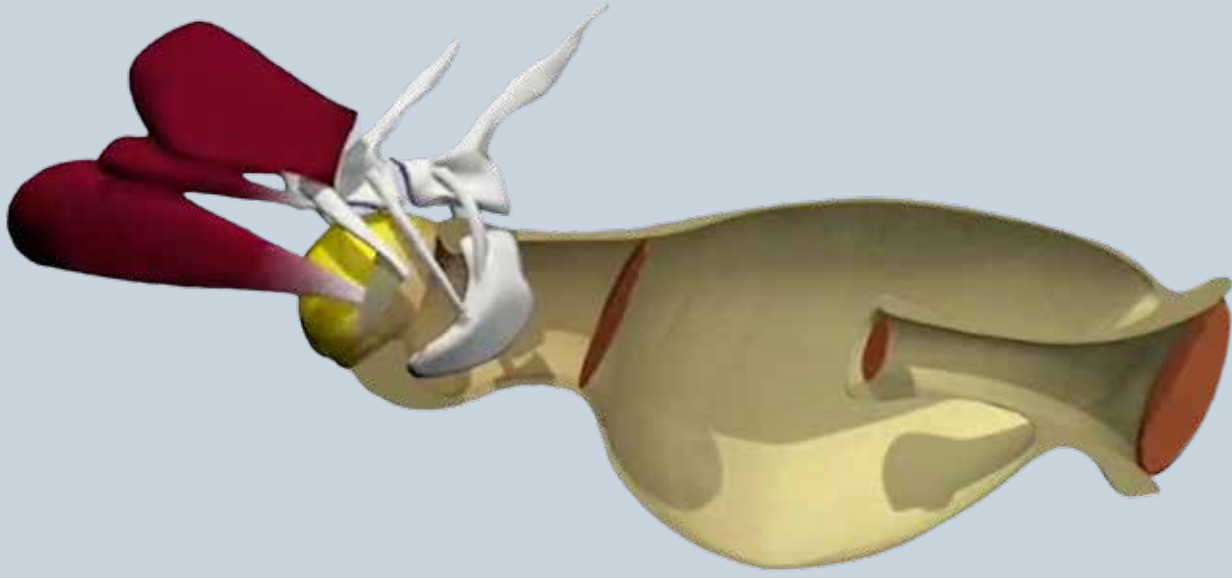


4. Séance de dissection de truites au Laboratoire interdisciplinaire de physique, Grenoble



« PARCE QUE DANS LES PETITS BÏTOUX, TU AS AUSSI DES MACHINES
 COMME ÇA, HEIN... QUAND JE VOUS DISAIS QUE VOUS ÉTIEZ UN
 PEU PAUVRES AVEC VOTRE VESSIE DE TRUITE ! LÀ, TU VOIS LE BÏDOU :
 TU AS DES CÔTES ICI ; T'AS PAS UN MUSCLE MAIS T'AS TROIS MUSCLES :
 UN, DEUX, TROIS MUSCLES. LA VESSIE, LÀ, ELLE EST TRANSFORMÉE,
 ELLE FORME UNE STRUCTURE SQUELETTIQUE ; ON A PU
 DÉTERMINER QU'IL Y AVAIT UN MUSCLE QUI SE CONTRACTAIT L'UN
 APRÈS L'AUTRE, ET À L'INTÉRIEUR DE LA VESSIE ON A ENCORE VU ÇA...
 ET POUR LE MOMENT ON N'A ABSOLUMENT PAS COMPRIS À QUOI SERVAIT
 CETTE TIGE À L'INTÉRIEUR. ÇA, C'EST LA DOUBELLE : L'OPHIDIION ROCHEÏIIS »

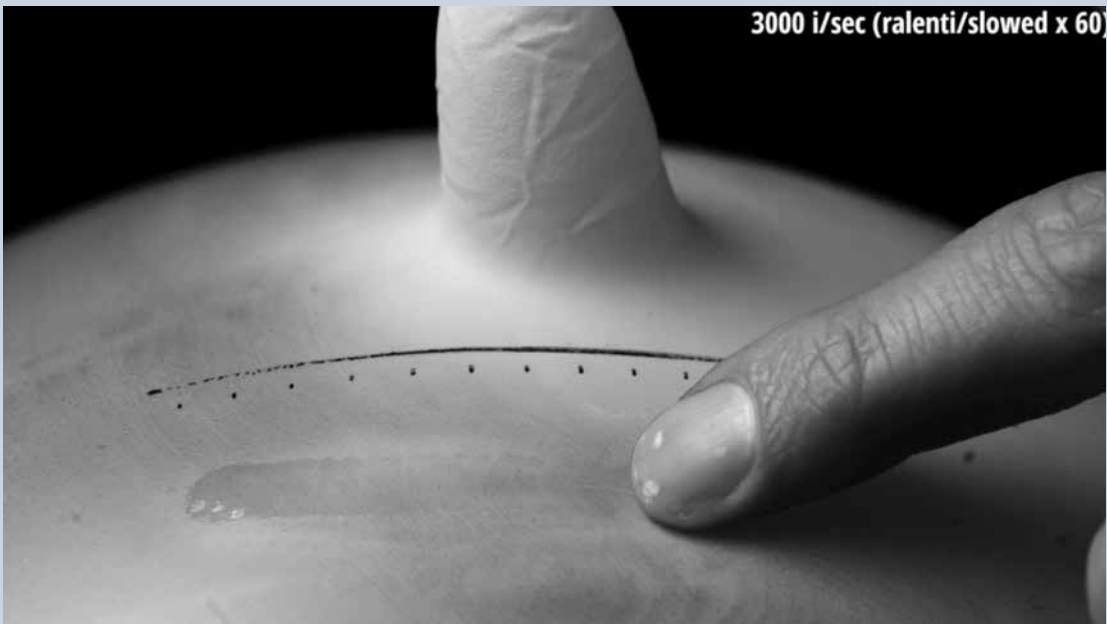
5. Système producteur de son chez le *Carapus*
 et l'*Ophidion Rocheii* modélisés et commentés par Éric Parmentier





6. **Planche sur la découverte du *stick-slip***

Le travail en laboratoire, l'expérience de l'Ophidion de baudruce et l'analyse du phénomène avec une caméra 3 000 images par seconde





7. André Fèvre jouant du Mérou

L'approche pragmatique

Pourquoi un poisson s'évertuerait-il à produire des sons en utilisant un instrument peu adapté aux vibrations ? Est-ce pour remédier à ce « défaut de fabrication » que les muscles soniques s'activent à des vitesses folles ?

En relisant les publications, nous notons que les chercheurs ont toujours travaillé sur des spécimens morts, activant électriquement le muscle (Fine *et al.* 2002). Si ce dernier peut répondre jusqu'à 300 Hz sans tétanie des fibres, rien ne prouve que le poisson vivant exploite totalement cette capacité. Différents modes de production sonore, connus dans le monde animal, montrent aussi que le vivant privilégie l'économie d'énergie : la stridulation du grillon résulte d'un lent frottement sur une râpe stridulatoire, composée de dents. L'insecte démultiplie ainsi les impulsions sonores. Chez le poisson, la vessie natatoire est attachée aux premières vertèbres par une série d'osselets appelée « appareil de Weber ». Cette structure solide amplifie et transmet les vibrations de la vessie à l'oreille interne du poisson, qui perçoit ainsi les sons extérieurs. Cet ensemble pourrait-il avoir une fonction de transduction réversible, au même titre qu'un micro peut aussi servir de haut-parleur ? La zone d'interaction vessie-vertèbres qui transmet le son est-elle aussi son lieu de production ? Inversons le problème : partons du son pour formuler des hypothèses sur son mode de production.

De retour au laboratoire, notre passion tactile pour les matières latex (ballons, gants) nous conduit à découvrir par sérendipité un nouveau phénomène sonore : le « stick-slip ». En glissant un doigt humidifié à la surface d'un gant de laboratoire gonflé, nous reproduisons le son de l'*Rocheii*. Une caméra rapide décompose le mouvement : au départ, la pression du doigt sur le latex entraîne le matériau élastique dans son mouvement d'adhérence (le « stick ») puis la force de résistance du latex devient plus importante que la pression exercée et le doigt glisse à la surface du latex (le « slip »). Le relâchement du matériau élastique libère une force mécanique provoquant une détonation sonore de forte intensité, en comparaison de l'énergie dépensée.

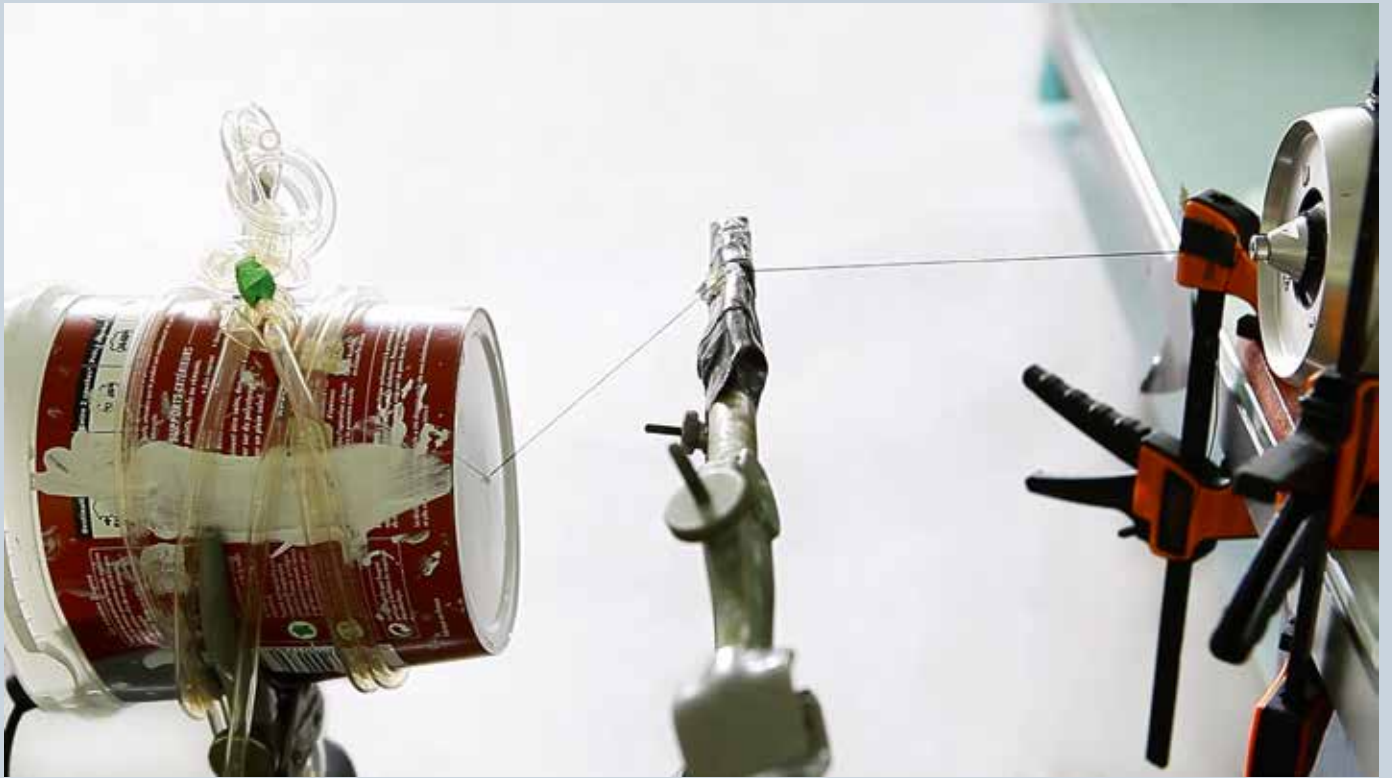
Pour mettre à l'épreuve cette nouvelle théorie, nous faisons appel à André Fèvre, bruiteur pour le cinéma, habitué à reproduire des sons réalistes sans se soucier de la véracité de leur contexte de production : une approche pragmatique, qui fait donc abstraction des savoirs scientifiques et mécanismes impliqués. André doit tenter de reproduire les chants de poissons de notre banque de sons. Son imitation du Mérou, produite avec une sorte de cuica brésilienne, est particulièrement convaincante. Philippe est catégorique : il s'agit à nouveau d'un « stick-slip ».

Dès lors, nous expérimentons les facteurs influençant la production du *stick-slip*. Il semble lié à un état instable : la pression exercée sur le matériau, l'angle d'attaque, le rythme du mouvement, l'humidification de la surface doivent être continuellement réadaptés les uns aux autres pour perpétuer le son. Un mouvement mécanique est moins performant qu'une action manuelle réajustant intuitivement les paramètres du geste. Le poisson qui étire ses muscles, régule l'humidité de son corps et ajuste la pression interne exercée grâce à sa vessie natatoire, pourrait donc « jouer de son corps » comme d'un instrument de musique. Nathalie Henrich Bernardoni conforte cette



8. **Planche sur le «*stick-slip* laboratory»**

Création d'un concept, réalisation des tests de matériaux (Robert) et d'un *stick-slip* mécanique (Araki)





9. Prototypes d'*Ophidion Rocheii*
et de *Carapus* pouvant être joués manuellement



hypothèse expliquant que l'apparition d'un *stick-slip* au niveau des tissus laryngés (pli vocal) a pu être mise en évidence dans l'étude de la voix humaine (Garrel 2007). En avril 2019, cette nouvelle hypothèse de recherche est exposée au grand public lors d'une conférence performance.

Cette enquête sur la démarche biomimétique explore la production de savoirs et savoir-faire qui en découle. Chacun à leur manière, les chercheurs rencontrés travaillent sur le chant des poissons en optant pour une « écoute réduite⁷ » du phénomène (Schaeffer 1966) : modélisation réductrice chez le physicien ou le mathématicien, information filtrée des bioacousticiens, isolation du milieu ou déconnexion des organes par le biologiste. La *mimesis* artistique offre, quant à elle, une sensation de complexité mais ne s'attache pas à la vraisemblance de cette ressemblance. Ces approches sélectives ont pourtant chacune leurs raisons d'être car toute ouverture holistique, toute intégration d'un nouveau facteur, démultiplie les difficultés techniques et la complexité des dispositifs à mettre en œuvre pour parvenir à ses fins. Si l'objet biomimétique semble intrinsèquement limité dans son projet d'imitation du vivant, sa qualité d'objet technique révèle *in fine* de multiples manières d'aborder et de saisir un phénomène vivant, en s'affranchissant des barrières entre objectivité et sensibilité. En ce sens, il nous donne à vivre l'infinie distance qui sépare nos actions et conceptions de la complexe réalité du vivant étudié.



Notes

1. La Structure Fédérative de Recherche Création de l'université Grenoble Alpes finance chaque année quelques projets de recherche-crédation.
2. Le terme grec « organon » désignait à l'origine l'organe sensible. Hippocrate lui donne son sens anatomique ; Aristote, son sens d'instrument : outil qui, par la main, se lie à la pensée.
3. Gambiste, théoricien et enseignant, Jean Rousseau livre, dans une méthode claire, les règles du port de voix et révèle, grâce à un traité de la viole en 1687, la proximité des instruments à archets, telle la viole de gambe, avec la voix.
4. Les poumons et la trachée sont souvent assimilés à un tuyau d'orgue équipé d'un soufflet ; les plis vocaux sont comparés aux lèvres vibrantes du trompettiste.
5. Par exemple la craba (Occitanie), la gaita (Macédoine), la mih (Croatie) ; voir aussi Le Vraux 2014.
6. Cette poche d'air facilite le déplacement du poisson : il la vide et la remplit pour réguler sa flottaison.
7. Utilisée ici dans une acceptation élargie, la notion d'« écoute réduite », proposée par Pierre Schaeffer, consiste à se concentrer sur les qualités internes de l'objet (sonore), en faisant abstraction de sa cause (instrumentale) ou du sens qu'il prend dans un contexte (culturel). Par cette *époque* réductrice, l'objet s'ouvre à la réinvention, à la fois sensible et objective, de l'expérience phénoménale. Selon Schaeffer, seule cette expérience du « changement d'objet » est à même d'aboutir à une compréhension réelle et universelle de l'objet perçu.

Les auteurs

Lia Giraud est artiste-chercheuse, titulaire d'un doctorat en Arts Visuels (SACRe/PSL) et diplômée de l'École nationale supérieure des Arts Décoratifs (EnsAD). Ses œuvres, exposées en France et à l'étranger, s'attachent à une expérimentation sensible et réflexive du vivant à l'ère où se déploient les sciences et techniques.

Térence Meunier est artiste et technicien du son, principalement compositeur de musique acousmatique et chef opérateur du son pour le cinéma. Il compose pour des concerts acousmatiques, de la danse, du théâtre, des installations sonores, des lectures. Ses musiques ont le bruit pour saveur.

Philippe Marmottant est directeur de recherche CNRS au Laboratoire Interdisciplinaire de Physique. Ses activités de recherche sont l'acoustique des bulles (qu'il préfère cubiques) et la physique des plantes (embolies gazeuses dans la sève, mécanisme de capture carnivore). Il est passionné par la vulgarisation au travers de clips vidéo mettant en scène ses observations.

Directrice de recherche au CNRS, chef de chœur et chanteuse, **Nathalie Henrich Bernardoni** est une scientifique passionnée par la voix humaine sous toutes ses formes d'expressions, du human beatbox aux chants mongols de l'Altaï. Ses plis vocaux vibrent souvent pour partager ses recherches à tout public, petits et grands.

Iconographie

Image d'ouverture. Le chant des poissons: ce que l'objet biomimétique nous raconte.

Crédit des images sauf mention contraire :

© Lia Giraud & Térence Meunier.

3. Sonagramme d'un paysage sonore enregistré à Calvi par L. Di Iorio, © Térence Meunier.

5. Système producteur de son chez l'*Ophidion Rocheii* modélisé en 3D par Éric Parmentier.

Références

Benyus, J. M. 2011 *Biomimétisme*. Paris : Rue de l'échiquier.

Fine, M.-L. *et al.* 2001 « Movement and sound generation by the toadfish swimbladder », *Journal of Comparative Physiology* 187 : 371-379.

Fine, M.-L. *et al.* 2002 « Why are toadfish sonic muscles so fast? », *Bioacoustics* 13 : 83.

Fine, M.-L. *et al.* 2016 « Wall structure and material properties cause viscous damping of swimbladder sounds in the oyster toadfish *Opsanus tau* », *Proceedings of the Royal Society B* 283. doi : 10.1098/rspb.2016.1094.

Garrel, R. 2007 *Contribution à la modélisation de la vibration des cordes vocales par l'application de la théorie des oscillateurs à relaxation*. Thèse de doctorat en Sciences de la vie et de la santé, Université de la Méditerranée.

Le Vraux, D. 2014 « La vessie (et autres viscères) dans le monde sonore médiéval » in W. Muller dir.,

L'instrumentarium du Moyen Âge. La restitution du son. Paris : l'Harmattan « Univers musical » : 143-152.

Parmentier, E. *et al.* 2006 « Sound production mechanism in carapid fish : first example with a slow sonic Muscle », *The Journal of Experimental Biology* 209 : 2952-2960.

Parsons, M.J. G. *et al.* 2016 « Characterizing diversity and variation in fish choruses », *ICES Journal of Marine Science* 73 : 2058-2074.

Rousseau, J. 1687 *Traité de la viole*. Paris : Christophe Ballard.

Schaeffer, P. 1966 *Traité des objets musicaux*. Paris : Seuil.

Stiegler, B. 2013 *De la misère symbolique*. Paris : Flammarion.

Vincent J.F.V. *et al.* 2006 « Biomimetics : its practice and theory », *Journal of the Royal Society Interface* 3 : 471-482. doi : 10.1098/rsif.2006.0127.

Pour citer l'article

Giraud, L., Meunier, T., Marmottant, Ph. & N. Henrich Bernardoni 2020 « Le chant des poissons », *Techniques & Culture* 73 « Biomimétismes. Imitation des êtres vivants et modélisation de la vie », p. 146-165.